



Тайгинское подразделение
Западно-Сибирского учебного центра профессиональных квалификаций-
структурное подразделение Западно-Сибирской железной дороги-филиала
ОАО «РЖД»

Осинцев И.А.
Методическое пособие по теме:
«Шкафы питания электровоза 2ЭС7»



Тайга 2025

Шкаф высоковольтного оборудования

Шкаф высоковольтного оборудования предназначен для размещения высоковольтного оборудования с целью обеспечения защиты от несанкционированного доступа обслуживающего персонала к опасным компонентам высоковольтного оборудования и защиты данного оборудования от проникновения посторонних предметов. Технические характеристики шкафа высоковольтного оборудования приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики шкафа высоковольтного оборудования

Наименование параметра	Значение
Номинальное рабочее напряжение высоковольтного оборудования, размещенного в шкафу, кВ	25
Рабочий диапазон напряжений контактной сети при эксплуатации электровоза, кВ	от 19,0 до 29,0
Номинальный ток высоковольтного оборудования, размещенного в шкафу, А	1000
Номинальное напряжение цепей управления и вспомогательных цепей оборудования, размещенного в шкафу, В	110
Рабочий диапазон напряжения электрической цепи для управления оборудованием, размещенным в шкафу, В	от 77 до 135
Максимально допустимое значение напряжения цепи управления оборудованием, размещенным в шкафу, В	160
Номинальный ток цепей управления и вспомогательных цепей оборудования, размещенного в шкафу, А	10
Габаритные размеры, мм	1603×977×1702
Установочные размеры, мм	1440×790
Количество крепежных отверстий	4
Диаметр крепежных отверстий на фланце шкафа, мм	22
Масса пустого шкафа, кг	224
Масса шкафа с размещенным оборудованием, кг	365

В шкафу высоковольтного оборудования размещены:

- три разъединителя-заземлителя типа IS (QS2, QS3 и QS4);
- опорный изолятор ОСК 12,5-35-А-2 УХЛ1 с запирающим контуром;
- ограничитель перенапряжения ОПН-25М УХЛ1;

- шкаф управления заземлителями (шкаф УЗ) установлен только на электровозе № 001.

Внешний вид шкафа и размещение в нем высоковольтного оборудования приведен на рисунке 1.

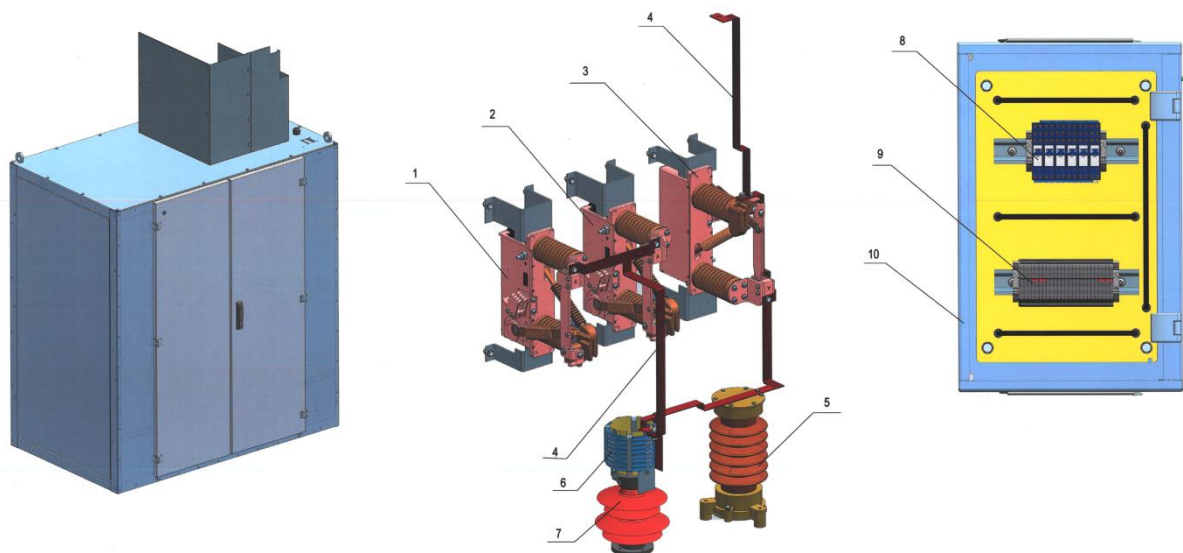


Рисунок 1 – Шкаф высоковольтного оборудования:

- 1 – разъединитель – заземлитель QS4; 2 – разъединитель – заземлитель QS3; 3 – разъединитель – заземлитель QS2; 4 – входящая шина 004; 5 – ограничитель перенапряжения ОПН-25МУХЛ1; 6 – фильтр Ф-1 с конденсатором С1; 7 – опорный изолятор; 8 – блок реле Finder 44.52; 9 – монтажная клеммная рейка; 10 – рама

Шкаф высоковольтного оборудования изготовлен из коррозионностойкого материала и представляет собой сборную конструкцию с двухстворчатой распашной дверью, оснащенной механическими замками «Mesan» и электрической блокировкой (геркон МК4 1А 71В с магнитом). Створки дверей имеют уплотнения дверного проема по внешнему периметру и между створок. Шарнирные соединения выполнены из материалов, обеспечивающих надежную работу этих узлов без смазки в течение межремонтного пробега.

На внешней стороне шкафа установлен светодиодный индикатор (AD22C 16, красного цвета) закрытого положения дверей.

Внутреннее пространство шкафа снабжено освещением. Освещение включается переключателем ПЕ-011, расположенным внутри шкафа. Все резьбовые соединения шкафа высоковольтного оборудования надежно предохранены от самоотвинчивания.

Шкаф высоковольтного оборудования имеет проушину заземления и четыре бонки заземления с резьбой М8-7Н для разъединителей-заземлителей и ограничителя перенапряжений. Створки дверей также имеют заземление. Проушины и бонки заземления выполнены из нержавеющей стали. Значение

переходного сопротивления элементов заземления составляет, не более 0,01 Ом. Возле элементов заземления нанесены знаки заземления согласно ГОСТ 21130.

Через вырез в верхней части шкафа высоковольтного оборудования к разъединителю-заземлителю QS2 от трансформатора тока ТА1 проходит шина 004.

В шкафу УЗ (для электровоза № 001) расположены реле управления заземлителями-разъединителями Finder 44.42 (KL12.. KL17), установленные в розетки типа 99.05, и монтажная клеммная сборка XT9 (рисунок 1).

Ограничитель перенапряжения ОПН-25М УХЛ1

Ограничитель перенапряжений предназначен для защиты электрооборудования электровоза от атмосферных и коммутационных перенапряжений. На электровозе установлено два ограничителя перенапряжений ОПН-25МУХЛ1 (FV1 и FV2).

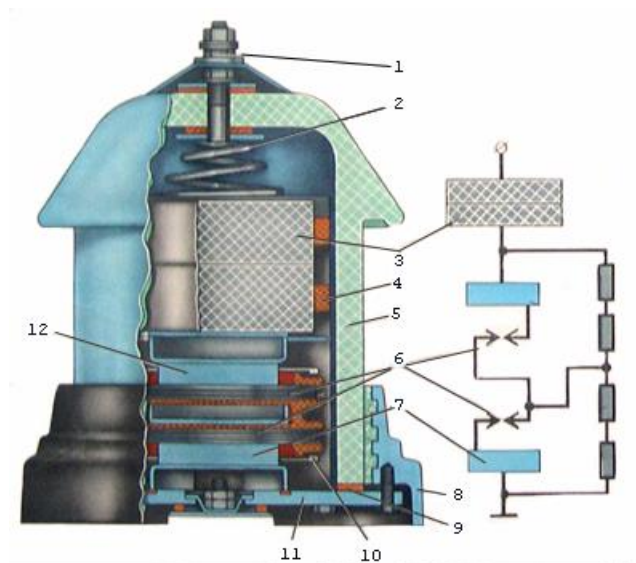
Технические характеристики ограничителя перенапряжений ОПН-25МУХЛ1 представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Технические характеристики ограничителя перенапряжений ОПН-25М УХЛ1

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, кВ	25
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	29
Остающееся напряжение при импульсном токе 8/20мкс с амплитудой:	
- 1000А, кВ, не более	76
- 5000А, кВ, не более	85
Пропускная способность:	
- 20 импульсов тока 1,25/2,5мс с амплитудой, А	400
- 20 импульсов тока 8/20мкс с амплитудой, А	10000
- 300 импульсов тока 8/20мкс с амплитудой, А	1000
- 100000 импульсов тока длительностью волны 0,5мс с амплитудой, А	20
Длина пути утечки, см, не менее	63
Взрывобезопасность при токе короткого замыкания длительностью 0,2с, кА, не более	20
Масса, кг	26

Ограничитель перенапряжений (рисунок 2 а, б) представляет собой высоковольтный защитный аппарат, состоящий из объединенных в блок последовательно-параллельно включенных высоконелинейных керамических варисторов, выполненных на основе окиси цинка и заключенных в фарфоровую герметизированную крышку.

а)



б)



Рисунок 2 – Ограничитель перенапряжения ОПН-25М УХЛ1:
1-верхний зажим; 2-пружина; 3-вилитовые диски; 4-прокладки; 5-изолятор;
6-искровой промежуток; 7,12-постоянные магниты; 8-фланец; 9-прокладка;
10-резистор; 11-дно

Защитное действие ограничителей обусловлено тем, что при возникновении перенапряжений в сети вследствие высокой нелинейности варисторов через ограничители протекает значительный ток, в результате чего величина перенапряжения снижается до уровня, безопасного для изоляции защищаемого оборудования.

Все детали разрядника (рисунок 2) собраны внутри фарфорового изолятора 5. Два вилитовых диска 3 с прокладками от корпуса 4, два искровых промежутка 6 с шунтирующими резисторами 10 и постоянные

магниты 12 цилиндрической формы для гашения дуги прижаты к дну 11 пружиной 2. Дно через герметизирующую прокладку 9 из озоностойкой резины крепят к чугунному фланцу 8, армированному на фарфоровом корпусе. Разрядник устанавливают на крыше в металлическом ограждении, провод от токоприёмника включают к верхнему зажиму 1. В дно разрядника 11 встроен предохранитель от повышенного внутреннего давления, который срабатывает при избыточном давлении 2-5кгс/см² и предохраняет разрыв фарфорового кожуха.

Если в контактной сети напряжение нормальное, то из-за большого сопротивления вилита ток составляет всего 70-130мкА. Волна перенапряжения в 9,5-10,5кВ вызывает появление в вилите большого количества токопроводящих каналов и его сопротивление резко снижается. Это перенапряжение оказывается на искровых промежутках, которые пробиваются и отводят импульс тока в землю. Как только напряжение на вилитовых дисках снизилось, его сопротивление возрастает, ток уменьшается, облегчая гашение электрической дуги искровых промежутков, которая выдувается магнитами в дугогасительную камеру, удлиняется и гаснет внутри кожуха.

Ограничитель перенапряжений FV1 установлен на крыше электровоза. Ограничитель перенапряжений FV2 установлен в шкафу высоковольтного оборудования.

Шкаф высоковольтной аппаратуры

Шкаф высоковольтной аппаратуры (ШВА) предназначен для размещения высоковольтной аппаратуры с целью обеспечения защиты от проникновения внутрь, а также несанкционированного доступа к опасным частям высоковольтной аппаратуры, размещаемой в шкафу. Основные технические параметры и характеристики ШВА указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технические характеристики ШВА

Наименование параметра	Значение
Габаритные размеры, мм	994×660×1700
Установочные размеры, мм	500×790
Количество крепежных отверстий	4
Диаметр крепежных отверстий на фланце шкафа, мм	22
Масса пустого шкафа, кг, не более	80
Масса шкафа с размещаемой высоковольтной аппаратурой, кг, не более	160

Шкаф высоковольтной аппаратуры имеет каркасную конструкцию, обшит стальным листом, и снабжен двухстворчатой распашной дверью с углом открытия каждой створки до 180°. При этом боковая левая, нижняя и задняя стороны шкафа выполнены без обшивки.

Двери ШВА оснащены механическим замком и электрической

блокировкой (геркон). Шкаф оборудован внутренним освещением, включаемым вручную и светодиодным индикатором (красного цвета) закрытого положения шкафа.

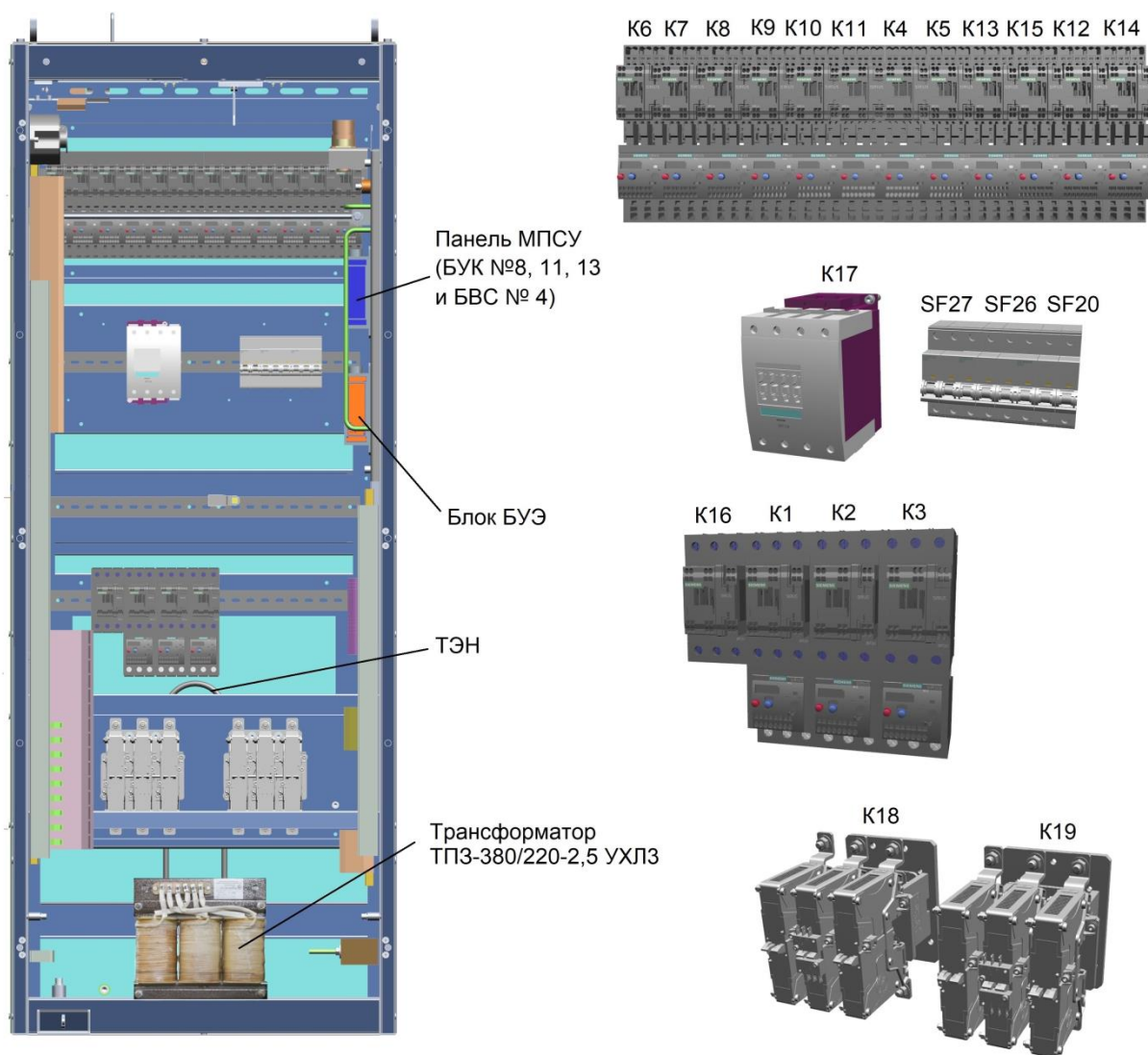


Рисунок 3 – Шкаф высоковольтной аппаратуры

В закрытом положении створки двери обеспечивают уплотнение дверного проема по внешнему периметру и между створками.

Шкаф имеет устройство для внутреннего обогрева.

Шкаф высоковольтной аппаратуры имеет табличку по ГОСТ 12971, содержащую следующие сведения: товарный знак предприятия изготовителя; наименование изделия; тип изделия; порядковый номер по системе нумерации предприятия изготовителя; дату изготовления (месяц, год); массу в килограммах.

В конструкции ШВА предусмотрено устройство для транспортирования его грузоподъемными машинами. При этом конструкция шкафа обеспечивает возможность монтажа/демонтажа совместно с размещаемой внутри высоковольтной аппаратурой.

Шкаф имеет проушину заземления и две бонки с резьбой М8-7Н для заземления трансформатора ТПЗ-380/280-6,3 и панели МПСУиД. Каждая створка двери шкафа также заземлена. Проушина и бонки заземления изготовлены из нержавеющей стали. Значение переходного сопротивления элементов заземления составляет, не более 0,01 Ом. Возле элементов заземления нанесены знаки заземления по ГОСТ 21130.

Внутри ШВА располагается электрооборудование, необходимое для обеспечения работы приводов вспомогательного оборудования (рисунок 3).

В верхней части шкафа располагаются контакторы вспомогательного оборудования с тепловыми реле:

- контактор К6 - насоса охлаждения трансформатора № 1;
- контактор К7 - насоса охлаждения трансформатора № 2;
- контактор К8 - внутреннего вентилятора тягового преобразователя № 1;
- контактор К9 - внутреннего вентилятора тягового преобразователя № 2;
- контактор К10 - насоса охлаждения тягового преобразователя № 1;
- контактор К11 - насоса охлаждения тягового преобразователя № 2;
- контактор К4 - вентилятора устройства охлаждения № 1;
- контактор К5 - вентилятора устройства охлаждения № 2;
- контактор К13 - вентилятора охлаждения трансформатора собственных нужд № 2;
- контактор К15 - вентилятора наддува воздуха в кузов (канал № 2);
- контактор К12 - вентилятора охлаждения трансформатора собственных нужд № 1;
- контактор К14 - вентилятора наддува воздуха в кузов (канал № 1).

В средней части шкафа установлены автоматические выключатели типа С60 цепей микроклимата кабины и преобразователя питания цепей управления (ППЦУ):

- автоматический выключатель SF21 (С60Н 2Р), с электровоза № 002 SF27 - 220 В;
- автоматический выключатель SF26 (С60LМА 3Р) - 380 В;
- автоматический выключатель SF20 (С60У 3Р) - ППЦУ.

Ниже автоматических выключателей установлен еще один ряд контакторов вспомогательного оборудования с тепловыми реле типа:

- контактор К16 — ввод в депо;
- контактор К18 — цепь розетки ввода в депо Х1;
- контактор К19 — цепь розетки ввода в депо Х2;
- контактор К1 - вентилятора охлаждения тяговых электродвигателей 1 тележки;
- контактор К2 - вентилятора охлаждения тяговых электродвигателей 2 тележки;
- контактор К3 - компрессорного агрегата;
- контактор К17 (LC1-080FD) резервирования - установлен на электровозе №001, на электровозе с № 002 применяются контактор

SIEMENS SIRIUS серии 3RT1344-1BF40, и он внесен в ряд контакторов.

По правой стенке шкафа установлена панель МПСУиД с разъемами цепей управления, ниже - блок учета электроэнергии (БУЭ).

В нижней части шкафа установлен понижающий трансформатор ТПЗ-3 80/220-2,5 цепи микроклимата кабины управления напряжением 220 В и нагревательный элемент устройства обогрева.

На левой стенке шкафа находятся клеммы входящих цепей (подвод к контакторам) и элемент обогрева шкафа. На правой стенке клеммы исходящих цепей (выход после контакторов).

Дверки шкафа блокируются ключами, с контролем положения дверей через герконы. При открытых дверцах шкафа исключен подъем токоприемников.

Шкаф низковольтной аппаратуры

Шкаф низковольтной аппаратуры (ШНА) предназначен для размещения низковольтного оборудования электровоза, оборудования микропроцессорной системы управления и диагностики (МПСУиД), оборудования систем безопасности и связи, а также соединения с устройствами вне ШНА.

В шкафу низковольтного оборудования размещаются:

- оборудование цепей управления в соответствии с принципиальной схемой электровоза;
- оборудование МПСУиД;
- оборудование системы безопасности «БЛОК» и радиосвязи;
- оборудование системы пожарной сигнализации;
- дополнительные органы управления оборудованием;
- панели автоматических выключателей;
- центральная клеммная рейка;
- соединения низковольтного оборудования, расположенного внутри шкафа и за его пределами.

Номинальное напряжение оборудования, расположенного в ШНА составляет 110 В. Размеры ШНА 900x1050x1800 мм. Климатическое исполнение шкафа «У» по ГОСТ-15.150, категория размещения 2 (в кузове электровоза). Срок службы ШНА - 40 лет.

Шкаф низковольтного оборудования (рисунок 4) представляет собой блочно-модульную конструкцию, оборудованную с трех сторон распашными двухстворчатыми дверями с углом открытия каждой створки на 180°. Двери шкафа оборудованы механическими замками.

Конструкция ШНА обеспечивает ремонтпригодность и доступ для осмотра и крепления контактных соединений, сборочных единиц и деталей. В верхней части шкафа выполнены приспособления для транспортировки и монтажа в виде четырех рым-болтов. Корпус и двери шкафа оборудованы устройства заземления.

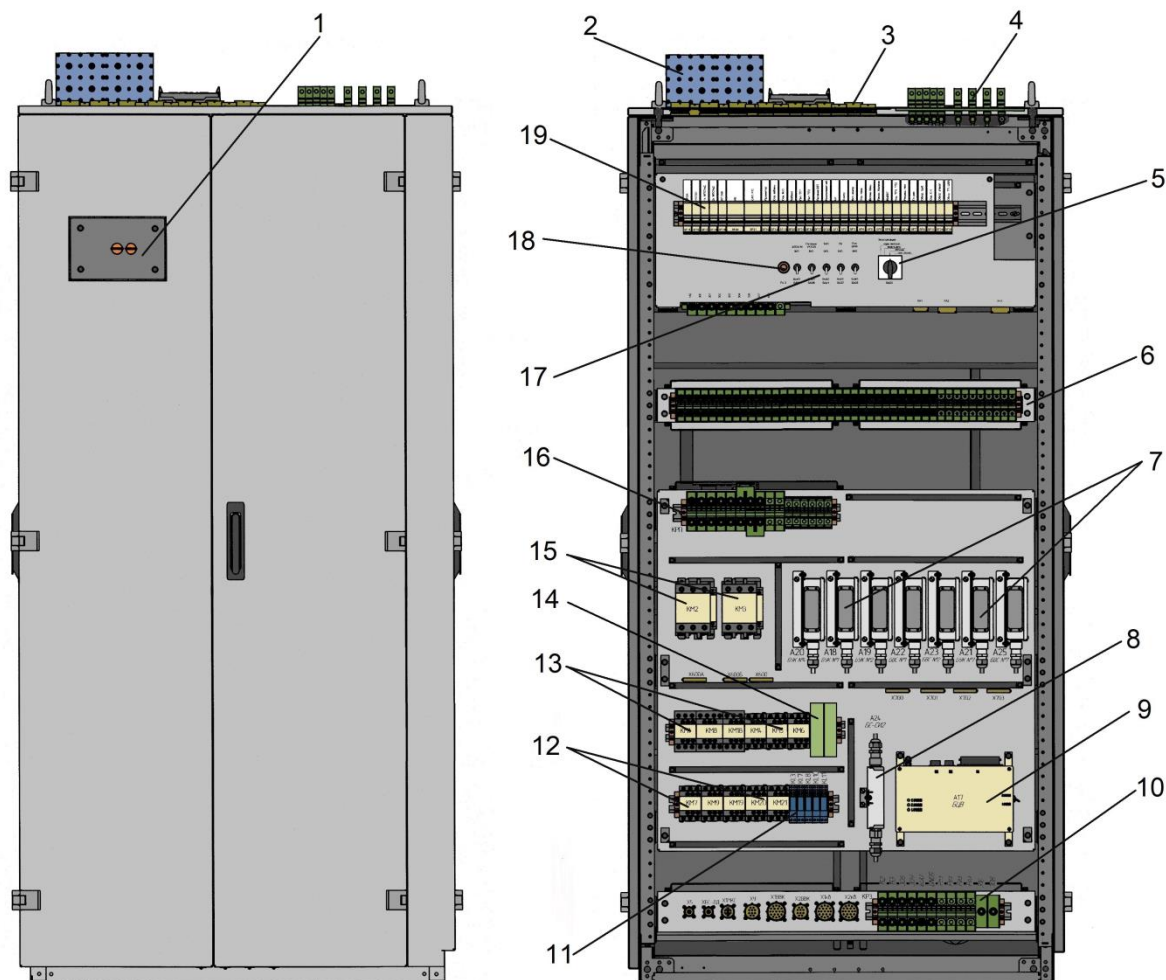


Рисунок 4 – Общий вид шкафа низковольтной аппаратуры:

- 1 – Ключевой замок SA38, SA39; 2 – Дуплексный фильтр ДФ-160/Р8К;
 3 – панель соединителей; 4 – панель клемм КР1; 5 – переключатель SA23 «Эксплуатация»; 6 – панель клемм КР2; 7 – блоки МПСУиД (БУК №4, БУК №1, БУК №2, БВС №1, БВС №2, БУК №7, БВС №7); 8 – блок связи со средствами измерения (БС-СИ2); 9 – блок центрального вычисления (БЦВ);
 10 – панель клемм КР3; 11 – реле (KL3, KL7, KL8, KL10, KL11);
 12 – контакторы (KM7, KM9, KM19, KM20, KM21); 13 – контакторы (KM1, KM8, KM18, KM4, KM5, KM6); 14 – источники питания 120/24;
 15 – контакторы (KM2, KM3); 16 – панель клемм КРП; 17 – выключатели (SA50 «БЛОК», SA26 «УКТОЛ», SA41 «ТКП», SA37 «ГВ», SA35 «Осв. ШНА»); 18 – предохранитель аккумуляторной батареи (FU2); 19 – панель автоматических выключателей

Шкаф низковольтной аппаратуры оборудован светодиодными модулями внутреннего освещения, включаемого вручную.

Электрические соединения для подключения оборудования, расположенного в кузове электровоза (кабели из низковольтного кабельного канала электровоза пот о точной зоны центрального прохода), выполнены на крыше ШНА.

Электрические соединения для подключения оборудования, расположенного в кабине управления электровоза (кабели из низковольтного кабельного канала, расположенного под настилом пола тамбура), выполнены в нижней части ШНВ.

В нижней части шкафа имеется шесть отверстий диаметром 13 мм для крепления ШНА к настилу рамы кузова.

Со стороны преобразователя (рисунок 5), в верхней части ШВА находятся источники питания G2 (УКТОЛ), G5 (24 В), G3 (МПСУиД Iк) и G4 (МПСУиД IIк). Ниже, расположена панель RD, на которой смонтированы диоды, резисторы и конденсаторы низковольтной цепи электровоза. Также, на панели RD расположен датчик напряжения UZ5 (ПНКВ-3) тока аккумуляторной батареи.

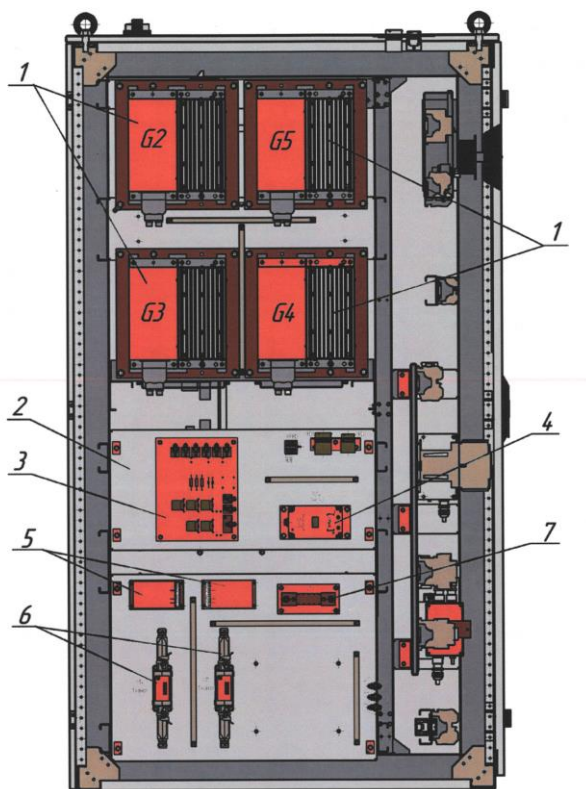


Рисунок 5 – Вид шкафа низковольтной аппаратуры со стороны преобразователя:

- 1 – источник питания; 2 – панель RD; 3 – диоды, резисторы и конденсаторы;
- 4 - датчик напряжения Z5; 5 – источники питания 24В линии связи Ethernet;
- 6 – разъемы каналов A14 и A15 линии связи Ethernet; 7 – шунт RS10 измерения тока аккумуляторной батареи

Ниже панели RD расположена аппаратура обеспечивающая связь МПСУиД с тяговым преобразователем.

На дверях ШНА со стороны проходного коридора машинного отделения расположены запорный механизм, состоящий из двух ключевых запоров - SA38 (первого тягового преобразователя) и SA39 (второго тягового преобразователя).

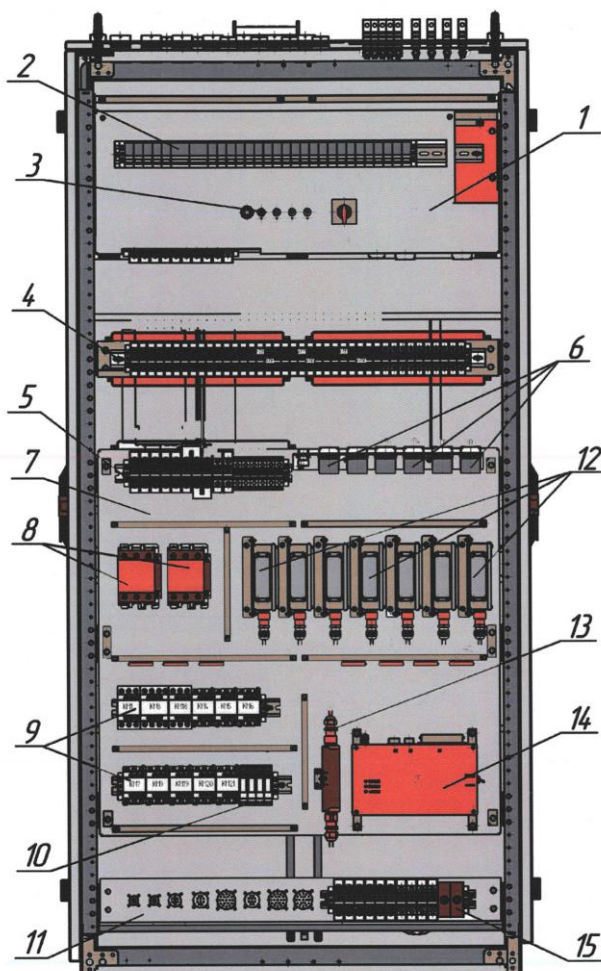


Рисунок 6 - Вид шкафа низковольтной аппаратуры со стороны проходного коридора:

1 – панель автоматов; 2 – автоматические выключатели; 3 – плавкий предохранитель FU2, тумблеры, переключатель «Эксплуатация»; 4, 5, 15 – клеммные рейки; 6 – разъемы; 7 – панель управления; 8 – электромагнитные контакторы МПСУиД; 9 – электромагнитные контакторы низковольтного оборудования; 10 – промежуточное реле; 11 – штепсельные разъемы; 12 – БУК и БВС; 13 – БС – СИ; 14 – БЦВ

Со стороны проходного коридора машинного отделения (рисунок 6) в верхней части ШНА расположена панель автоматов с установленными в ряд автоматическими выключателями SF1...SF14, SF16...SF22, SF24, SF25, SF30...SF34 и SF37. Под автоматическими выключателями установлены -

плавкий предохранитель FU2 цепи вольтметра аккумуляторной батареи, переключатели SA26 (питания УКТОЛ), SA41 (токоприемники выкл.); SA37 (ТВ выкл.), SA35 (освещение ШНА) и переключатель SA23 «Эксплуатация». Под панелью автоматов расположена клеммная рейка КР2. В средней части ШНА со стороны проходного коридора расположена панель управления. В верхней части панели расположена клеммная рейка КРП и ряд штепсельных разъемов ХП1...ХП7. Под ними, на левой стороне установлены контакторы МПСУиД - КМ2 и КМ3, на правой стороне - аппаратура МСУЛ (БУК и БВС). Под контакторами МПСУиД, в два ряда расположены электромагнитные контакторы и промежуточные реле вспомогательных цепей. В верхнем ряду установлены контакторы КМ1, КМ8, КМ 18, КМ4, КМ5 и КМ6. В нижнем ряду - контакторы КМ7, КМ9, КМ19, КМ20, КМ21 и реле КЛ3, КЛ7, КЛ8 и КЛ10. Правее контакторов и реле установлены блок связи со средствами измерения (БС-СИ) и блок центрального вычисления (БЦВ).

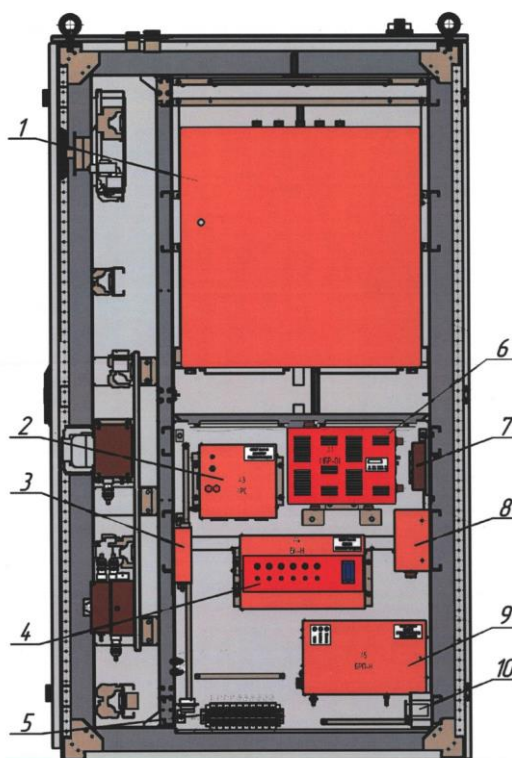


Рисунок 7 - Вид шкафа низковольтной аппаратуры со стороны тамбура:

1 – системный шкаф БЛОК; 2 – адаптер радиостанции; 3 – блок связи с датчиком пути; 4 – блок коммутации радиостанции; 5 – клеммная рейка; 6 – модульный блок радиостанции; 7 – кабельный адаптер радиостанции; 8 – регистратор пожарных сообщений; 9 – блок резервного питания радиостанции; 10 – низковольтная розетка

Со стороны тамбура (рисунок 7) в верхней части ШНА находится системный шкаф БЛОК, под ним блоки радиостанции РЛСМ-10 и системы пожаротушения СПСТ Эл4-04:

- АРС (адаптер радиостанции системы пожаротушения);
- МБР-01 (модульный блок радиостанции);

- БК-Н (блок коммутации системы пожаротушения);
- БРП-Н (блок резервного питания системы пожаротушения).

На правой боковой стенке находятся кабельный адаптер радиостанции (АК) и регистратор пожарных сообщений (РПС) системы пожаротушения, на левой - блок связи с датчиками пути (БС-ДПС). В нижней части расположены клеммная рейка КР4 и низковольтная розетка Х9.

На внутренней перегородке шкафа установлен источник питания 24 В (G8) цепи освещения ШВА.