

# КРУ D-12P

## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НАПРЯЖЕНИЕМ 6(10) кВ «Классика» серии D - 12P

ВИЕГ 674512.001 РЭ



По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

эл. почта: [tdv@nt-rt.ru](mailto:tdv@nt-rt.ru) || сайт: <http://teks.nt-rt.ru>

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	2
1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА .....	4
1.1. Назначение .....	4
1.2. Условия эксплуатации .....	4
1.3. Технические характеристики .....	5
1.4. Состав .....	7
1.5. Устройство и работа .....	7
1.5.1. Общие сведения .....	7
1.5.2. Корпус .....	10
1.5.3. Отсек сборных шин .....	10
1.5.4. Отсек выдвижного элемента .....	11
1.5.5. Отсек присоединений .....	12
1.5.6. Отсек вспомогательных цепей .....	14
1.5.7. Шинные вводы, мосты и приставки .....	15
1.6. Маркировка .....	17
1.6.1. Маркировка изделий .....	17
1.6.2. Маркировка упаковки .....	18
1.7. Упаковка .....	18
1.8. Описание и работа составных частей .....	18
1.8.1. Кассетные выдвижные элементы .....	18
1.8.2. Шторочный механизм .....	21
1.8.3. Индикатор наличия напряжения .....	22
1.8.4. Концевые выключатели .....	23
1.8.5. Выключатель нагрузки .....	24
1.8.6. Блокировки .....	25
1.8.7. Мнемосхема .....	37
1.8.8. Дуговая защита .....	39
1.8.9. Система вентиляции .....	41
1.8.10. Освещение и обогрев .....	42
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	43
2.1. Эксплуатационные ограничения .....	43
2.2. Использование изделия по назначению .....	43
2.2.1. Открывание и закрывание дверей отсеков .....	43
2.2.2. Перемещения выдвижного элемента внутри шкафа .....	44
2.2.3. Оперирование заземлителем присоединения .....	46
2.2.4. Оперирование заземлителем сборных шин .....	47
2.2.5. Оперирование выключателем .....	47
2.2.6. Оперирование выключателем нагрузки .....	47
2.2.7. Оперирование КВЭ с разъединителем .....	50
2.2.8. Перемещение выдвижного элемента в ремонтное положение .....	50
2.3. Действия во внештатных ситуациях .....	51
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ .....	57
3.1. Общие указания .....	57
3.2. Техническое обслуживание .....	57
3.3. Ремонт .....	59
3.4. Периодические испытания .....	62
3.4.1. Общие требования .....	62
3.4.2. Испытания электрической прочности изоляции главных цепей .....	62
3.4.3. Измерение сопротивления изоляции главных цепей .....	63
3.4.4. Испытания электрической прочности изоляции вспомогательных цепей .....	63
3.4.5. Измерение сопротивления изоляции вспомогательных цепей .....	64
3.4.6. Измерение электрического сопротивления контактных соединений постоянному току .....	64
4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....	64
5. ХРАНЕНИЕ .....	65
6. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	66
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	67-86
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ .....	87

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) распространяется на шкафы комплектных распределительных устройств «Классика» серии D-12P в металлической оболочке трехфазного переменного тока частотой 50 Гц напряжением 6 и 10 кВ на номинальные токи до 4000 А токи отключения встроенных выключателей до 50 кА, серийно выпускаемые «ЭТЗ «Вектор» г. Воткинск по ТУ 3414-001-81247165-2009, и предназначено для изучения изделия и правил его эксплуатации.

РЭ содержит основные технические характеристики, описание конструкции, указания по мерам безопасности, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, транспортирования и хранения, а также утилизации шкафов КРУ «Классика» серии D-12P (далее - КРУ). Дополнительная информация по устройству шкафов КРУ, основным параметрам и характеристикам, конструкции, вариантами возможной комплектации и правилами оформления заказа содержится в технической информации ВИЕГ 674512.001 ТИ.

РЭ ориентировано на представителей специализированных монтажных организаций и обслуживающий персонал, прошедших соответствующую подготовку по монтажу, наладке, эксплуатации и техническому обслуживанию высоковольтных комплектных распределительных устройств и имеющих группу по ТБ не менее IV (для ремонтного персонала - не менее III).

Шкафы КРУ на заводе-изготовителе подвергаются контролю качества и обязательному комплексу приемо-сдаточных испытаний. Производительность и срок службы изделия напрямую зависят от строгого соблюдения требований и соответствующих рекомендаций, описанных в данном ру-



ководстве. Невыполнение обязательных требований может повлиять на условия гарантийных обязательств или быть причиной их досрочного окончания.

При эксплуатации шкафов КРУ кроме настоящего РЭ необходимо руководствоваться:

- действующими и утвержденными в установленном порядке «Правилами устройства электроустановок»;
- действующими и утвержденными в установленном порядке «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- действующими «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок» (РД 153-34.03.150-2003);
- действующими нормами «Объем и нормы испытаний электрооборудования» (РД 34.45-51.300-97);
- эксплуатационными документами на встраиваемое в КРУ высоковольтное и низковольтное оборудование.

Электротехнический завод «Вектор» ведет постоянную работу по совершенствованию конструкции шкафов, поэтому возможны некоторые расхождения реальных образцов данному РЭ. Изменения комплектующего оборудования, либо отдельных конструктивных элементов, в том числе связанные с дальнейшим совершенствованием конструкции, но не влияющие на основные параметры и технические характеристики, установочные и присоединительные размеры, могут быть внесены без предварительных уведомлений.

## Условные обозначения

	Принципиально важные моменты, требования или рекомендации
	Требования по обеспечению электробезопасности при монтаже, наладке, эксплуатации, техническом обслуживании или ремонте КРУ, обязательные для выполнения

## Принятые сокращения

АВР	Автоматический ввод резерва
АПВ	Автоматическое повторное включение
АЧР	Автоматическая частотная разгрузка
БП	Боковая приставка к ячейке КРУ
БК (УКРМ)	Блок конденсаторов (установка компенсации реактивной мощности)
ВВ	Вакуумный выключатель
Ввод 1(2)	Шкаф ввода воздушной или кабельной линии на секцию-1(2) КРУ 6(10) кВ
ВН	Выключатель нагрузки
ВНР	Возврат к нормальному режиму
ДЗ	Дуговая защита
ЕНЭС	Единая национальная электрическая сеть
КВЭ	Кассетный выдвижной элемент
КРУ	Комплектное распределительное устройство «Классика» серии D-12P
ЛЗШ	Логическая защита шин
МУ (ДУ)	Местное( дистанционное) управление
ОВЛ	Отходящая воздушная линия
ОКЛ	Отходящая кабельная линия
ОСШ (ОКВЭ, ОП, ОРЗА)	Отсек сборных шин (КВЭ, присоединений, РЗА)
ПУЭ	Правила устройства электроустановок (действующее 7-е издание)
РУ	Распределительное устройство
СВ (СР)	Секционный выключатель(разъединитель)
ТЗ (МПУЗиА)	Терминал защиты(микропроцессорное устройство защиты и автоматики);
ТН	Измерительный трансформатор напряжения
ТСН	Трансформатор собственных нужд
ТТ	Измерительный трансформатор тока
УРОВ	Устройство резервирования отказа выключателя;
ШМ(ШВ)	Шинный мост(ввод)



Рис. 1.1. Шкаф КРУ "Классика" серии D-12P



Рис.1.2. РУ 10 кВ на базе шкафов КРУ "Классика"



Рис.1.3. Шкафы КРУ в составе модульного здания SKP



Рис.1.4. КРУМ SKP

## 1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1.1. Назначение

Комплектные распределительные устройства «Классика» серии D-12P предназначены для приема и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц напряжением 6(10) кВ в сетях с изолированной или заземлённой через дугогасящий реактор или резистор нейтралью.

КРУ могут применяться в качестве распределительных устройств электросетевых трансформаторных подстанций ЕНЭС, объектов малой генерации, подстанций промышленных предприятий и нефтегазового комплекса, систем собственных нужд тепло- и гидроэлектростанций, а также иных объектов электроснабжения.

Шкафы КРУ могут быть использованы для расширения существующих распределительных устройств, находящихся в эксплуатации, и стыковаться с ними через переходные шкафы или без них.

Шкафы КРУ «Классика» серии D-12P могут быть установлены в специальные электротехнические модули, представляющие собой готовое строительное решение полной заводской готовности, оборудованные системами освещения, обогрева и вентиляции, кондиционирования, охранной и пожарной сигнализации - КРУМ серии SKP. По согласованию с заводом-изготовителем возможна установка шкафов КРУ в блочно-модульные здания других производителей.

### 1.2. Условия эксплуатации

Шкафы КРУ в части воздействия климатических факторов внешней среды соответствуют исполнению УЗ по ГОСТ 15150 и предназначены для работы внутри помещений при следующих условиях:

- высота над уровнем моря не более 1000 м<sup>1</sup>;
- верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха не выше плюс 40 °С;
- нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха не ниже минус 25 °С<sup>2</sup>;
- относительная влажность воздуха - не более 80 % при температуре плюс 15 °С (среднегодовое значение) и 98 % при температуре плюс 25 °С (верхнее значение);
- тип атмосферы II по ГОСТ 15150 (окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов, разрушающих изоляцию и металл).

В части воздействия механических факторов внешней среды КРУ соответствуют группе М6 по ГОСТ 17516.1 и обеспечивают работоспособность при сейсмических воздействиях до 9 баллов по шкале MSK -64.

Базовая степень защиты, обеспечиваемая оболочкой КРУ, соответствует категории IP4X по ГОСТ 14254.

<sup>1</sup> Допускается установка на высоте более 1000 м при соблюдении требований ГОСТ 15150, ГОСТ 1516.3 и ГОСТ 8024, при этом следует считать, что шкафы КРУ имеют облегченную изоляцию (уровень изоляции «а» по ГОСТ 1516.3).

<sup>2</sup> При необходимости установки КРУ в помещениях с температурой окружающего воздуха от минус 5 °С до минус 25 °С, предусматривается установка антиконденсатных нагревательных элементов, обеспечивающих нормальные температурные условия работы комплектующей аппаратуры.

## Структура условного обозначения шкафов КРУ

D-12P X - X - X - X / X УЗ

Шкаф КРУ серии D-12P

Исполнение: L - с электроприводами выдвижного элемента и заземлителя, буква отсутствует - базовое исполнение (без электроприводов)

Номер схемы главных цепей

Номинальное напряжение, кВ

Номинальный ток отключения выключателя или предельный сквозной ток КЗ контактора и разъединителя, кА (для шкафов с ТН и ТСН - номинальная мощность трансформатора, кВА, для шкафов с БК - емкость, кВАр)

Номинальный ток главных цепей, А (для шкафов с ТН, ТСН и БК - 0)

Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89

## 1.3. Технические характеристики

Основные параметры и характеристики КРУ приведены в таблице 1

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, кВ	6.0; 10.0
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7.2; 12.0
Номинальный ток главных цепей, А	630; 1000; 1600; 2000; 2500; 3150 <sup>1</sup> ; 4000 <sup>2</sup>
Номинальный ток сборных шин, А	630; 1000; 1600; 2000; 2500; 3150 <sup>1</sup> ; 4000 <sup>2</sup>
Номинальный ток отключения выключателей, встроенных в КРУ, кА	20; 25; 31,5; 40; 50
Ток термической стойкости, кА <sup>3</sup>	20; 25; 31,5; 40; 50
Время протекания тока термической стойкости, с: - для главных цепей - для цепей заземления	1 или 3 <sup>4</sup> 1
Ток электродинамической стойкости (амплитуда), кА <sup>3</sup>	51; 64; 81; 102; 128
Номинальное напряжение вспомогательных цепей, В	до 220 <sup>5</sup>
Степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP4X
Габаритные размеры шкафов, мм: ширина глубина высота	600 <sup>6</sup> ; 750; 900 <sup>7</sup> ; 1000 <sup>8</sup> 1300; 1450 <sup>9</sup> 2150 - 2470 <sup>10</sup>
Масса, кг	480 ÷ 980

<sup>1</sup> Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха не должно превышать плюс 35 °С, в противном случае шкаф оснащается принудительной вентиляцией.<sup>2</sup> С принудительной вентиляцией в шкафу.<sup>3</sup> Термическая и электродинамическая стойкость шкафов КРУ может быть ограничена аналогичными параметрами встраиваемых трансформаторов тока.<sup>4</sup> Для шкафов с током термической стойкости до 40 кА включительно.<sup>5</sup> Любое стандартное напряжение постоянного, переменного или выпрямленного тока.<sup>6</sup> Шкафы на номинальный ток до 1250 А, ток термической стойкости не более 31,5 кА.<sup>7</sup> Только шкафы с выключателем Evolis на номинальный ток 2500 А.<sup>8</sup> Шкафы на номинальный ток 2500 ÷ 4000 А.<sup>9</sup> Шкафы с выключателями LF.<sup>10</sup> В зависимости от типа выключателя и высоты отсека вспомогательных цепей.

Классификация исполнений шкафов КРУ «Классика» серии D-12P приведена в таблице 2.

Таблица 2

Наименование признака классификации	Исполнение
Вид шкафов в зависимости от встраиваемой аппаратуры	Шкафы с силовыми выключателями Шкафы с секционными разъединителями Шкафы с трансформаторами напряжения Шкафы с трансформаторами собственных нужд Шкафы с конденсаторными батареями
Уровень изоляции по ГОСТ 1516.3	Нормальная, уровень «б»
Вид изоляции	Комбинированная (воздушная и твердая)
Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ	75
Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ	42
Электрическое сопротивление изоляции, МОм, не менее: - для главных цепей; - для цепей управления и вспомогательных цепей	1000 1
Изоляция ошиновки главных цепей и сборных шин	С неизолированными шинами
Сборные шины	С одной системой сборных шин
Расположение сборных шин в пределах шкафа	Верхнее тыльное
Вид линейных высоковольтных подсоединений	Шинные и кабельные
Наличие выдвижных элементов в шкафах	С выдвижными элементами Без выдвижных элементов <sup>1</sup>
Расположение выдвижного элемента в пределах шкафа	В средней части
Возможность оснащения электроприводом	Выдвижного элемента Заземляющих ножей
Наличие дверей в отсеке выдвижного элемента	Отдельная дверь
Условия обслуживания	Одностороннего оперативного и технического обслуживания Одностороннего оперативного и двустороннего технического обслуживания
Вид оболочки	Сплошная металлическая
Разделение шкафа внутренними перегородками на отсеки	4 отсека, изолированных сплошными металлическими перегородками, дополнительная сегрегация по сборным шинам со смежными шкафами
Предел локализации	Отсек
Наличие клапанов сброса давления	В верхней части шкафа
Наличие дуговой защиты	Клапанная Фототиристорная Оптоволоконная
Вид управления	Местное Дистанционное Телемеханическое

<sup>1</sup> Только для шкафов с ТСН и конденсаторными батареями.

#### 1.4. Состав

Шкафы КРУ предназначены для установки в электротехнических помещениях, соответствующих требованиям ПУЭ. Внутри шкафа размещаются все функциональное оборудование и компоненты КРУ. Подробные схемы соединений главных цепей шкафов приведены в **Приложении 1**. Схемы отражают типовую комплектацию шкафов, по специальному заказу могут быть изготовлены шкафы со схемами главных цепей, представленными заказчиком.

КРУ «Классика» серии D-12P поставляются отдельными шкафами в индивидуальной упаковке, которая определяется расстоянием транспортирования и условиями хранения, или отдельными требованиями Заказчика.

В стандартный комплект поставки КРУ входят:

- шкафы КРУ с аппаратурой и приборами главных и вспомогательных цепей в соответствии с опросным листом заказа;
- тележка-подъемник для обслуживания выдвижных элементов (одна на секцию КРУ);
- комплект эксплуатационных принадлежностей согласно заказной спецификации (рукоятки оперирования КВЭ, заземлителем, выключателем нагрузки, толкатели ручного отключения выключателя, ключи от дверей отсеков шкафов КРУ и т.п.);
- комплект монтажных принадлежностей согласно рабочей документации по заказу, демонтируемых на заводе-изготовителе перед транспортированием КРУ (контрольные кабели для выполнения межшкафных и межсекционных связей, жгуты для соединения шкафов по клемникам X0, дополнительные лотки вторичных цепей, сборные шины, проходные и опорные изоляторы, алюминиевые панели - вставки под проходные изоляторы сборных шин, метизы и т.п.);
- типовой комплект запасных частей, инструментов и принадлежностей (ЗИП);
- комплект эксплуатационных документов.

В состав комплекта поставки КРУ в зависимости от конкретного заказа также могут входить:

- шинные вводы, мосты и боковые или задние приставки для организации ввода от силовых трансформаторов, разрабатываемые индивидуально к конкретному помещению установки;
- шинные мосты и перемычки между рядами шкафов, размещаемых в одном помещении, в соответствии с планом расположения;
- переходные шкафы для стыковки КРУ с существующим распределительным устройством;
- резервные выдвижные элементы с силовыми выключателями или иными элементами;
- дополнительные инвентарные тележки;
- шкафы оперативного тока.

К каждому заказу на КРУ прилагается следующий перечень документов:

- упаковочная ведомость;
- паспорт на распределительное устройство;
- руководство по эксплуатации (3 экз.);
- технический проект, содержащий однолинейную электрическую схему главных цепей, принципиальные и монтажные схемы вспомогательных цепей и эскиз внешнего вида КРУ, общие схемы АВР, ЭМБ, УРОВ, ЛЗШ (1 экз. и в электронном виде на CD-диске);
- паспорта и эксплуатационная документация на комплектующие изделия;
- сборочные чертежи и инструкции по монтажу КРУ и конструкций вводов и шинных мостов;
- ведомость ЗИП и комплектующих изделий.

#### 1.5. Устройство и работа

##### 1.5.1. Общие сведения

КРУ комплектуется из отдельных шкафов, в каждом из которых размещается аппаратура одного присоединения к сборным шинам, соединенных между собой в соответствии с электрической схемой главных и вспомогательных цепей распределительного устройства. Основные типы оборудования главных цепей, применяемого в КРУ «Классика» серии D-12P, приведены в **Приложении 2**.

Конструктивной особенностью КРУ «Классика» серии D-12P является расположение сборных шин в верхней тыльной части шкафа и размещении кассетного выдвижного элемента (КВЭ) в средней его части, отсека кабельных или шинных присоединений под ним. Благодаря данной архитектуре построения КРУ увеличивается полезный объем отсека присоединений, обеспечивается свободный доступ к нему с фасадной стороны, что позволяет перейти к одностороннему оперативному и техническому обслуживанию для всех функциональных типов шкафов КРУ.

Исполнения КРУ с двухсторонним обслуживанием позволяют при проведении монтажно-наладочных работ или технического обслуживания организовать дополнительный доступ в отсек присоединений с тыльной стороны шкафа. Все оперативные переключения производятся как для варианта одностороннего обслуживания - с фасада шкафа.

Шкафы КРУ унифицированы и независимо от схем электрических соединений главной цепи имеют аналогичную конструкцию основных узлов и одинаковые габаритные размеры (высота и глубина), ширина шкафов определяется их номинальными параметрами.

Ширина шкафов на номинальные токи до 2000 А составляет 750 мм, на номинальные токи свыше 2000 А - 1000 мм.

По специальному требованию возможно изготовление шкафов шириной по фасаду 600 мм, рекомендуемых к



применению в помещениях со стесненными внутренними габаритами и обладающих следующими предельными параметрами - номинальный ток до 1250 А, ток термической стойкости до 31,5 кА. Двухстороннее обслуживание доступно для шкафов всех типоразмеров.

Все шкафы с силовыми выключателями, с измерительными трансформаторами напряжения, с разъединителями имеют в своем составе кассетные выдвижные элементы, стационарно в рамках КРУ размещаются трансформаторы собственных нужд, конденсаторные батареи и некоторые типы габаритных измерительных трансформаторов напряжения.

В состав функционального исполнения шкафов с силовыми выключателями входят шкафы ввода, отходящих линий, секционного выключателя, обладающие большим арсеналом возможных вариантов организации кабельных, шинных подключений и применения дополнительного оборудования в составе отсека присоединений.

В качестве базового коммутационного аппарата на номинальные токи до 2000 А и номинальные токи отключения до 31,5 кА используются по умолчанию вакуумные выключатели ВВ/TEL (исполнения коммутационных модулей ISM15\_LD и ISM15\_Shell), свыше этих значений - вакуумные выключатели VD4. По согласованию с заводом-изготовителем возможно применение выключателей других серий: вакуумных - Evolis (на номинальные токи до 2500 А и токи отключения до 40 кА) или Siop (на номинальные токи до 2000 А и токи отключения до 31,5 кА), элегазовых - LF (исполнений №№ 1/2/3 на номинальные токи до 2500 А и токи отключения до 40 кА).

Шкафы базовой серии шириной по фасаду 750 - 1000 мм могут быть укомплектованы опциональным электрическим приводом КВЭ и заземлителя, позволяющим производить дистанционно все оперативные переключения и удаленно предварительно подготовить распределительное устройство для проведения регламентных работ (исполнение шкафов D-12PL).

Типовая комплектация шкафов предполагает использование одной группы трансформаторов тока с числом вторичных обмоток до 5 шт. По специальному требованию в отсеке присоединений шкафа возможна установка еще одной дополнительной группы трансформаторов тока, однако данное правило не распространяется на шкафы, имеющие вывод шинами в бок.

Дополнительно в отсеке присоединений, если это предусмотрено электрической схемой шкафа, могут быть размещены стационарно измерительные трансформаторы напряжения с литой изоляцией серии НОЛП или мало-мощные однофазные трансформаторы собственных нужд типа ОЛСП, на собственной выдвижной конструкции - трехфазные группы измерительных трансформаторов напряжения 3х ЗНОЛП, 3х ЗНОЛПМ (для шкафов 600 мм по фасаду - только 3х ЗНОЛПМ).

Установка нелинейных ограничителей перенапряжений в шкафах с вакуумными выключателями производится во всех случаях, когда необходимость наличия ОПН на присоединении определена проектом.

Подключение ТСН, размещаемого в одноименном шкафу, возможно как на сборные шины, так и до вводного выключателя секции распределительного устройства.

Установка ТСН мощностью до 40 кВА включительно производится в отсек присоединений шкафа КРУ, укомплектованного автогазовым выключателем нагрузки с предохранителями, при этом место расположения шкафа в пределах секции определяется схемой подключения трансформатора.

Присоединение с ТСН мощностью 63 или 100 кВА представляет собой комбинацию из шкафа с коммутационным и защитным аппаратом (исполнение выключателя нагрузки с плавкими предохранителями) и рядом стоящего шкафа размещения трансформатора шириной 1000 мм, в котором устанавливается непосредственно сам трансформатор. Электрическая связь между данными шкафами осуществляется, как правило, высоковольтным кабелем.

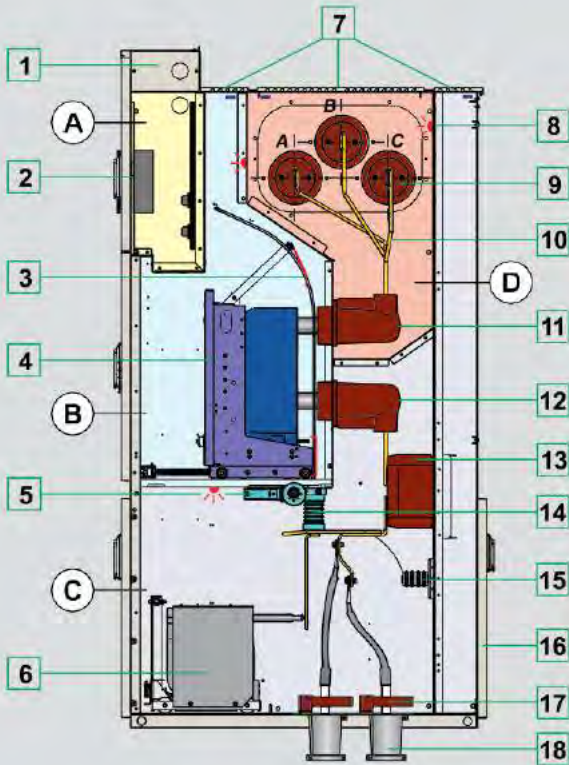
Функциональные исполнения шкафов с измерительными трансформаторами напряжения подразделяются по типу применяемых устройств. При использовании размещаемого стационарно в отсеке присоединений ТН с масляной изоляцией типа НАМИ(Т) или с литой полимерной изоляцией типа НАЛИ-СЭЩ шкаф конструктивно идентичен шкафу с ТСН, коммутирование и защита присоединения осуществляется с помощью выключателя нагрузки и плавких предохранителей.

Группа ТН с литой полимерной изоляцией и встроенными предохранителями размещается на собственном кассетном основании в отсеке выдвижного элемента. Данное правило распространяется только на заземляемые типы ТН (трехфазные группы 3 х ЗНОЛП, 3 х ЗНОЛПМ, для шкафов 600 мм по фасаду - только 3 х ЗНОЛПМ). Аналогично исполнениям шкафов с силовыми выключателями для данных исполнений шкафов в отсеке присоединений при необходимости возможно размещение еще одной группы измерительных трансформаторов напряжения, стационарно - серий НОЛП, или на собственной выдвижной конструкции - трехфазные группы 3 х ЗНОЛП, 3 х ЗНОЛПМ (для шкафов 600 мм по фасаду - только 3 х ЗНОЛПМ).



В шкафах с измерительными ТН дополнительно устанавливаются заземлители сборных шин КРУ.

При стационарном размещении измерительного ТН выключатель нагрузки в данном шкафу дополнительно комплектуется еще одним заземлителем, предназначенным исключительно для заземления сборных шин своей секции шин КРУ.

Общие виды и разрезы шкафов КРУ основных функциональных исполнений приведены в **Приложении 3**, стандартные массогабаритные характеристики - в **Приложении 4**, примеры расположения шкафов КРУ в помещениях - в **Приложении 5**.



1. Дополнительный лоток вторичных цепей
2. Терминал МПУЗиА;
3. Автоматический шторочный механизм
4. КВЭ с силовым выключателем
5. Заземляющий разъединитель/ заземлитель с пружинным приводом
6. Измерительные трансформаторы напряжения на собственной выдвижной конструкции
7. Клапаны сброса избыточного давления, сопряженные с концевыми выключателями
8. Места размещения световых регистраторов опциональной оптической (фототиристорной) дуговой защиты
9. Проходные изоляторы сборных шин
10. Главные токоведущие цепи шкафа
11. Проходные (втычные) изоляторы от КВЭ в отсек сборных шин
12. Проходные (втычные) изоляторы от КВЭ в отсек присоединений
13. Измерительные трансформаторы тока
14. Опорные изоляторы с интегрированными емкостными индикаторами
15. Нелинейные ограничители перенапряжений
16. Вспомогательная дверь отсека присоединений (для варианта КРУ двухстороннего обслуживания)
17. Измерительные трансформаторы тока нулевой последовательности
18. Кабельные воронки с хомутами для поддержания высоковольтного кабеля

 - концевой выключатель дуговой защиты  
 - оптический датчик дуговой защиты





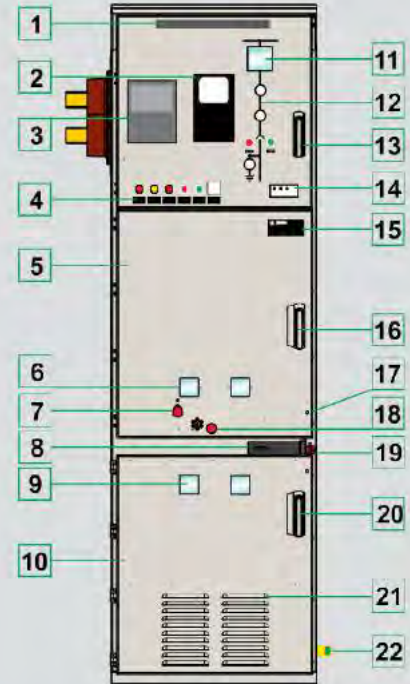
-  - отсек сборных шин
-  - отсек выдвижного элемента
-  - отсек присоединений
-  - отсек вспомогательных цепей

Рис. 1.5. Разрез шкафа с силовым выключателем и трансформаторами напряжения



1. Информационная табличка с номером шкафа, назначением и диспетчерским наименованием присоединения
2. Счетчик электрической энергии
3. Терминал МПУЗиА
4. Органы управления и сигнализации
5. Дверь отсека кассетного выдвижного элемента
6. Смотровые окна отсека выдвижного элемента
7. Отверстие для ввода штока (ключа) аварийного отключения силового выключателя
8. Электромагнитная блокировка заземлителя (опция)
9. Смотровые окна отсека присоединений
10. Дверь отсека присоединений
11. Индикаторные приборы (амперметр(1 или 3 шт.))
12. Мнемосхема или интерактивный модуль индикации (опция)
13. Замок двери отсека вспомогательных цепей
14. Указатель наличия напряжения
15. Маркировочная табличка
16. Замок двери отсека выдвижного элемента
17. Отверстие для аварийного открытия двери отсека выдвижного элемента
18. Гнездо доступа к приводу КВЭ
19. Гнездо оперирования заземлителем
20. Замок двери отсека присоединений
21. Вентиляционные отверстия
22. Магистральная шина заземления шкафа (секции КРУ)

Рис. 1.6. Вид шкафа КРУ с фасада

### 1.5.2. Корпус

Корпус шкафа представляет собой сборную объемную самонесущую конструкцию, изготовленную на высокоточном оборудовании методом холодной штамповки из высококачественного стального листа с алюмоцинковым антикоррозионным покрытием. Крепление элементов корпуса между собой осуществляется при помощи стальных вытяжных заклепок. При изготовлении корпуса шкафов не используются сварные соединения, которые в процессе эксплуатации могут стать очагами появления коррозии. Наружные элементы корпуса (двери, боковые панели крайних шкафов секции и др.) окрашены порошковой краской, обладающей высокой устойчивостью к атмосферным и механическим воздействиям.

Общий вид внутреннего устройства шкафа КРУ с силовым вакуумным выключателем BB/TEL (ISM15\_Shell) и вид с фасада изображен на рис. 1.5 и рис. 1.6. Внутренний объем шкафа заключен в металлическую оболочку толщиной 2 мм и имеет внутреннее разделение перегородками на функциональные изолированные отсеки:

- вспомогательных цепей (А);
- кассетного выдвижного элемента (В);
- присоединений (С);
- сборных шин (D).

Каждый высоковольтный отсек имеет собственный канал для организации направленного сброса избыточного давления при возникновении дугового короткого замыкания через специальные клапаны, расположенные в верхней части шкафа.

Отсек выдвижного элемента и отсек присоединений с фасадной стороны шкафа имеют двери с многоточечными ригельными замками, выполненными под единый ключ доступа. Для дополнительной защиты персонала от выбросов продуктов горения дуги в коридор обслуживания двери высоковольтных отсеков оснащаются защитными металлическими экранами, которые устанавливаются с внутренней стороны шкафа.

Шкаф КРУ двухстороннего обслуживания для организации доступа в отсек присоединений с тыльной стороны оснащается дополнительной дверью, конструктивно аналогичной фасадной двери данного отсека.

В шкафах предусмотрена система заземления конструкции и интегрированного оборудования. Все части аппаратов и приборов подлежащие заземлению, установленные в шкафах, имеют электрический контакт с корпусом КРУ, который при монтаже непосредственно заземляется на металлические закладные элементы. Кроме того, каждый шкаф имеет в своем основании медную магистральную шину заземления сечением 3х30 мм, с отличительной маркировкой полосами желтого и зеленого цветов. При стыковке отдельных шкафов КРУ отрезки магистральных шин заземления соединяют между собой, образуя единую сквозную магистральную шину заземления секции, проходящую транзитом через все шкафы и подключаемую затем обоими кон-

цами к общему заземляющему контуру распределительного устройства в специально обозначенных местах на торцевых стенках или боковых декоративных панелях КРУ.

### 1.5.3. Отсек сборных шин

В отсеке размещается система сборных шин, объединяющая главные цепи всех шкафов КРУ в единую электрическую схему распределительного устройства и включающая в себя:

- плоские токоведущие шины (отрезки общей магистрали сборных шин);
- проходные изоляторы от КВЭ в отсек сборных шин;
- проходные и опорные изоляторы сборных шин совместно с панелями из немагнитного материала;
- клапан сброса избыточного давления, сопряженный с концевым выключателем;
- световой регистратор опциональной внешней дуговой защиты (фототиристор или волоконно-оптический датчик).

В шкафах КРУ для сборных шин и шин главных цепей применяются плоские шины прямоугольного сечения, выполненные из высококачественной электротехнической меди, со скругленными углами, что обеспечивает выравнивание напряженности электрического поля на кромках токоведущих частей и значительно уменьшает эффект коронирования. По отдельному требованию сборные шины и участки главных цепей за исключением болтовых контактных соединений могут быть заключены в твердую термоусаживаемую изоляцию.

В зависимости от номинального тока распределительного устройства для облегчения теплового режима применяется следующие сочетания токоведущих шин по сечению и количеству на одну фазу, принятые в соответствии с таблицей 3.

Контактные соединения участков шин для шкафов на номинальные токи свыше 1000 А имеют покрытие оловом. Все болтовые соединения сборных шин и главных цепей шкафов КРУ выполнены с применением тарельчатых зажимных упругих шайб, обеспечивающих поджатие контактных поверхностей на протяжении всего срока службы шкафа независимо от температуры в месте соединения.

Таблица 3

Номинальный ток сборных шин, А	Сечение шин, мм.	Количество шин на фазу, шт.
630/1000/1250	10x60	1
1600	10x50	2
2000	10x60	2
2500	10x80	2
3150/4000	10x80	3

На сборные шины и ответвления от них в местах доступных для обозрения наносится маркировка поперечными полосами отличительные цвета шириной не менее 10 мм: фаза А – желтый; фаза В – зеленый; фаза С – красный.

По отдельному требованию возможна полная окраска шин, в том числе и цветами, отличными от общепринятых, например желтый/зеленый/фиолетовый как для электрооборудования, размещаемого на судах с классом Российского Речного Регистра.

Расположение ответвлений от сборных шин в пределах шкафа выполняется, как правило, следующим: левая шина – фаза А; средняя шина – фаза В; правая шина – фаза С, если смотреть с фасада шкафа. Для соединений трансформаторов собственных нужд, трансформаторов напряжения со сборными шинами КРУ, а также в шкафах секционирования возможно выполнение отличного от стандартного расположение отпаяек к сборным шинам, либо расположения выводов КРУ в случаях организации ввода или секционирования при двухрядном расположении шкафов: левая шина – фаза С; средняя шина – фаза В; правая шина – фаза А, если смотреть со стороны фасада шкафа.

Соединение по сборным шинам осуществляется отрезками шин длиной 1280/1580/2080 мм (в зависимости от ширины по фасаду смежных шкафов) через проходные изоляторы, монтируемые на опорную площадку, выполненную из алюминия толщиной 2,5 мм, которая закрепляется на боковой стенке шкафа. Тем самым обеспечивается дополнительная сегрегация отсека сборных шин, что позволяет локализовать дуговое замыкание в пределах одного отсека и предотвратить его распространение на секцию РУ.

Любой шкаф из сетки схем главных цепей может быть установлен крайним в ряду, отсек сборных шин при этом закрывается сплошным экраном, на который с внутренней боковой стороны отсека монтируются опорные изоляторы и конечные участки шин секции РУ. С внешней стороны шкафа КРУ на боковую стенку крепится декоративная металлическая панель, окрашенная в единый цвет с наружными элементами корпуса КРУ.

Доступ к сборным шинам в процессе монтажа или эксплуатации возможен через верх шкафа после снятия крышки клапана сброса давления, либо с фасада шкафа после демонтажа съемной панели со стороны отсека выдвижного элемента после извлечения КВЭ в коридор обслуживания.

#### 1.5.4. Отсек выдвижного элемента

В отсеке размещаются кассетный выдвижной элемент (КВЭ), оснащенный ручным - исполнение КРУ D-12P, или опциональным электромоторным приводом - исполнение КРУ D-12PL, проходные изоляторы контактного узла, шторочный механизм, автоматически ограничивающий доступ к неподвижным контактам главной цепи шкафа при нахождении КВЭ в контрольном или ремонтном положениях, клапан сброса избыточного давления совместно с концевым выключателем, лампа освещения и опциональный антиконденсатный нагревательный элемент.



Рис. 1.7. Отсек сборных (вид сверху при снятом клапане сброса давления)



Рис. 1.8. Опорные изоляторы сборных шин в крайнем шкафу секции КРУ



Рис. 1.9. Отсек выдвижного элемента при извлеченном КВЭ



Рис.1.10. Вид отсека при демонтированных съемной перегородке и ревизионной панели

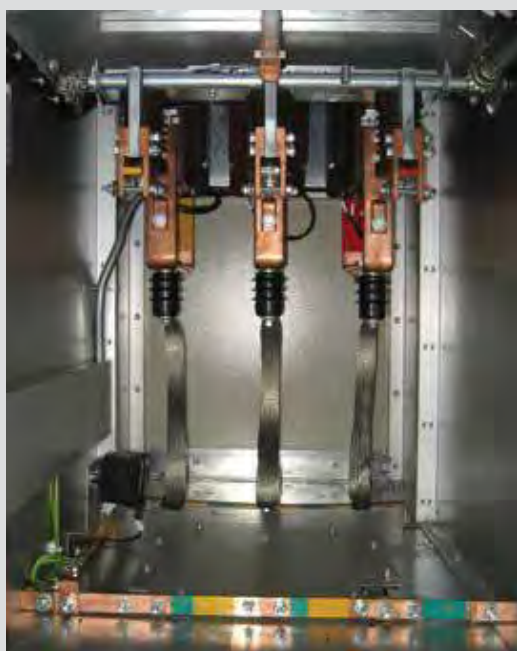


Рис.1.11. Отсек присоединений



Рис.1.12. Электропривод заземлителя

Отсек выдвижного элемента по задней стенке отделен от смежных металлической перегородкой, в которой для каждой фазы предусмотрен воздушный зазор, препятствующий появлению вихревых индукционных токов, возникающих при протекании тока в главной цепи. В составе перегородки смонтированы в два ряда шесть проходных изоляторов, изготовленных из композиционного материала на основе эпоксидной смолы, в которые устанавливаются неподвижные цилиндрические ответные силовые контакты, верхний ряд которых соединен со спусками от сборных шин, нижний - с главными цепями отсека присоединений.

Неподвижные ответные контакты образуют электрическую связь в каждой фазе с разъемными розеточными контактами главной цепи выдвижного элемента при его перемещении и фиксации в рабочем положении. В нижней части перегородки предусмотрена съемная вертикальная ревизионная панель, обеспечивающая доступ к участку главной цепи шкафа с трансформаторами тока.

Дополнительно в отсеке выдвижного элемента расположена съемная металлическая горизонтальная перегородка, демонтаж которой повышает удобство проведения регламентных работ в отсеке присоединений шкафа КРУ.

Отсек выдвижного элемента оснащен отдельной фасадной дверью, которая имеет смотровые окна для визуального наблюдения за положением КВЭ, гнездо доступа к приводу выдвижного элемента и отверстие для ввода толкателя аварийного отключения выключателя.

#### 1.5.5. Отсек присоединений

В отсеке располагаются заземлитель, трансформаторы тока (одна или две группы), трансформаторы напряжения стационарно или на выдвижной конструкции (если это предусмотрено схемой шкафа), трансформаторы тока нулевой последовательности, специальные опорные изоляторы со встроенными емкостными делителями напряжения, система заземляющих шин, нелинейные ограничители перенапряжений, антиконденсатный нагревательный элемент, лампа освещения и клапан сброса избыточного давления совместно с концевым выключателем.

Подключения к главным цепям шкафа могут быть кабельными или шинными и подразделяются на следующие категории:

- кабельное: кабелем вниз; кабелем влево/вправо; кабелем вниз и влево/вправо; кабелем сверху через заднюю приставку;
- шинное: шинами назад; шинами влево/вправо; шинами назад и влево/вправо;
- смешанное: шинами назад и кабелем вниз; шинами назад и кабелем влево/вправо; кабелем вниз и шинами влево/вправо.

В основании отсека, выполненном из сплошного металлического листа, по передней и задней стенке предусматриваются отверстия для крепления шкафа к фундаментальной раме. В левом углу основания отсека, если смотреть с

фасада шкафа, предусмотрено отверстие прямоугольного сечения размером 200 x 50 мм для прохода контрольных кабелей в нормальном режиме закрытое вертикальным металлическим лотком.

Отсек рассчитан на подключение до четырех трехжильных кабелей с сечением жилы до 240 кв. мм или двенадцати одножильных кабелей того же сечения. Возможность подключения одножильных кабелей большего сечения оговаривается отдельно. В зависимости от количества, типа и сечения подключаемых кабелей в основании предусматриваются отверстия и кабельные воронки соответствующих размеров. Конструкцией шкафа обеспечивается фронтальное расположение мест крепления кабельных наконечников к токоведущим шинам на высоте 650 мм от уровня пола. Для удобства монтажа и обслуживания предусматриваются хомуты для подхвата и удержания кабеля.

Сечения ответвлений (спусков) от сборных шин к контактному узлу, а также токоведущие шины главной цепи шкафа, размещаемые в отсеке присоединений, выбираются исходя из номинального тока главной цепи каждого шкафа КРУ в соответствии с таблицей 4.

В качестве заземлителя в шкафах КРУ используется заземляющий разъединитель на токи термической стойкости до 50 кА или быстродействующий заземлитель с пружинным приводом и опциональной возможностью оснащения электроприводом, - на токи до 31,5 кА. При необходимости ручное оперирование заземлителем, оснащенный электроприводом, может осуществляться специальным ключом.

В двери отсека присоединений предусмотрены смотровые окна, позволяющие с фасада шкафа визуально убедиться в положении контактов заземлителя. Шкаф КРУ двухстороннего обслуживания с тыльной стороны оснащается дополнительной дверью для организации доступа в отсек присоединений.

Вспомогательная задняя дверь не имеет механических или электрических связей с заземлителем, поэтому в целях исключения возможности прикосновения к токоведущим частям, потенциально находящимся под напряжением, ее открытие следует производить, соблюдая технику безопасности. В нормальных условиях дополнительная дверь отсека присоединений должна быть заблокирована с корпусом шкафа специальным болтом М8, выполненным под шестигранный ключ.

Таблица 4

Номинальный ток сборных шин, А	Сечение шин, мм.	Количество шин на фазу, шт.
630/1000/1250	10x40	2
1600	10x50	2
2000	10x60	2
2500	10x80	2
3150/4000	10x120	2



Рис. 1.13. Доступ с тыльной стороны шкафа (вид с открытой дверью)



В отсеке присоединений стандартно предусмотрена механическая блокировка, не позволяющая открыть дверь при нахождении заземлителя в отключенном положении. Открытие двери возможно только после включения заземлителя!



Оперирование заземлителем производить при отсутствии напряжения на присоединении и закрытой на замок двери отсека!

Деблокирование (выкручивание специального фиксирующего болта М8) и открытие вспомогательной двери отсека присоединений в шкафах КРУ двухстороннего обслуживания производить только после включения заземлителя!



Рис. 1.14. Фасад релейного отсека



Рис. 1.15. Релейный отсек (вид при открытой двери)



Рис. 1.16. Отверстия для прокладки межсекционных связей

#### 1.5.6. Отсек вспомогательных цепей

В отсеке располагаются блок управления выключателя ВВ/TEL (в случае его использования), микропроцессорные устройства защиты, управления и автоматики, приборы контроля и учёта электроэнергии, клеммные ряды и другая аппаратура вспомогательных цепей. При большой аппаратной насыщенности отсек вспомогательных цепей (релейный отсек) выполняется увеличенных габаритов - высота отсека может быть увеличена на 150 или 300 мм по отношению к стандартной.

Реле, клеммные ряды, автоматические выключатели, преобразователи и другие устройства крепятся на DIN-рейках по задней стенке отсека, что облегчает монтаж или их замену в случае необходимости. На фасадную дверь отсека вынесены блоки индикации и управления микропроцессорными устройствами защиты и автоматики, мнемосхема, кнопки и ключи управления и аппаратура местной сигнализации, счетчик электрической энергии (при наличии). Взаимное расположение устройств на фасаде КРУ определяется заводским проектом при создании трехмерной компоновочной модели релейного отсека. При открывании дверь отсека фиксируется в конечном положении.

Вспомогательные цепи выполняются медными изолированными проводами с многопроволочными жилами сечением не менее  $0,5 \text{ мм}^2$ , токовые цепи - сечением не менее  $2,5 \text{ мм}^2$ .

Транзит цепей вторичной коммутации в высоковольтных отсеках осуществляется в металлических кабель-каналах, непосредственная прокладка цепей в отсеках для подключения отдельных элементов - в металлорукавах. Для организации транзита межшкафных связей вспомогательных цепей, общесекционных шин оперативного питания, волоконно-оптических и других слаботочных кабелей в боковых стенках отсека вспомогательных предусмотрены специальные отверстия с защитными резиновыми втулками. При необходимости подключения проводов и кабелей вспомогательных цепей к устройствам, расположенным за пределами КРУ, они могут быть выведены из отсека вспомогательных цепей по левой боковой стенке в металлический кабель-канал, далее через отверстие в основании шкафа и в нижний под шкафами КРУ канал. Предусматривается также вывод кабелей из отсека вспомогательных цепей в лоток размером  $250 \times 100 \text{ мм}$ , дополнительно располагаемый непосредственно на крыше отсека и имеющий удобную откидывающуюся крышку, а дальнейшая прокладка за пределами секции КРУ осуществляется в подвесных лотках (поставляются опционально). Размеры монтажного пространства отсека вспомогательных цепей для исполнений шкафов всех типоразмеров и пример размещения дополнительных лотков приведены в **Приложении 6**.

В релейном отсеке предусмотрен антиконденсатный нагревательный элемент, работающий в полуавтоматическом режиме. Для удобства технического обслуживания в отсеке предусмотрено освещение.

### 1.5.7. Шинные вводы, мосты и приставки

Внешние присоединения шкафов КРУ могут быть как кабельными так и шинными. Стандартно ввод кабеля осуществляется снизу в отсек присоединений через основание шкафа, также возможно подключение кабеля, спускающегося сверху. Стыковка с токопроводами и ввод шин в отсек присоединений осуществляется сбоку или сзади шкафа с помощью специальных переходных панелей и шинных приставок (рис. 1.17 - 1.18), являющихся неотъемлемыми элементами сетки схем главных цепей КРУ.

Задние и боковые приставки, как правило, совместно со смонтированными шинами, крепятся к шкафам КРУ в заводских условиях. Транспортирование шкафа и приставки в собранном виде осуществляется совместно в единой упаковке. Сборные шинные вводы и мосты с надставками разбиваются на транспортные единицы и отправляются отдельно. Для организации доступа к токоведущим шинам приставки оснащаются съемными экранами, закрепленными по периметру при помощи болтов и резьбовых заклепок.

Для организации электрического соединения по сборным шинам разных секций КРУ, а также соединения в пределах одной секции при двухрядном расположении шкафов, или шкафов одной секции, находящихся в пределах одного ряда и разнесенных друг относительно друга, применяются шинные мосты. Стыковка шинных мостов со шкафами КРУ

выполняется через боковые или задние приставки и специальные надставки (рис. 1.19 - 1.21), которые обеспечивают необходимое возвышение шинного моста над шкафами КРУ в соответствии с параметрами помещения установки, а также предназначены для беспрепятственного срабатывания клапанов сброса давления. Расположение шин во вводах и шинных мостах (в ряд или пространственный треугольник) определяется исходя из внутренних размеров помещения, конфигурации и взаимного пространственного расположения внешних связей с энергосистемой относительно КРУ.

Монтаж конструкций шинных мостов на объекте выполняется в соответствии со сборочными чертежами и инструкцией по сборке, входящими в комплект заводской сопроводительной документации. Примеры сборки шинных вводов и шинных мостов для наиболее распространенных вариантов приведены в **Приложении 7**.

Конструкция шинных мостов является самонесущей, поэтому использование подвесов при ширине коридора обслуживания между опорными шкафами при двухрядной установке менее 5-ти метров не требуется. При более значительной протяженности следует выполнить крепление шинного моста к несущим элементам помещения установки в соответствии с рекомендациями, изложенными в **Приложении 8**.



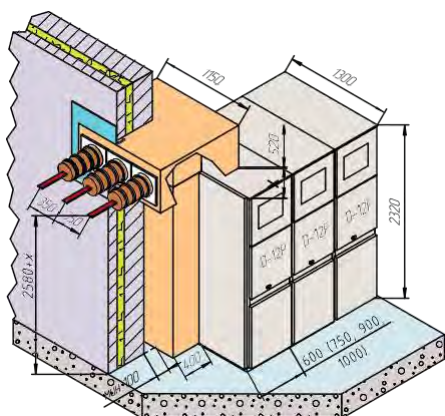


Рис. 1.17. Шинный ввод сбоку с боковой приставкой

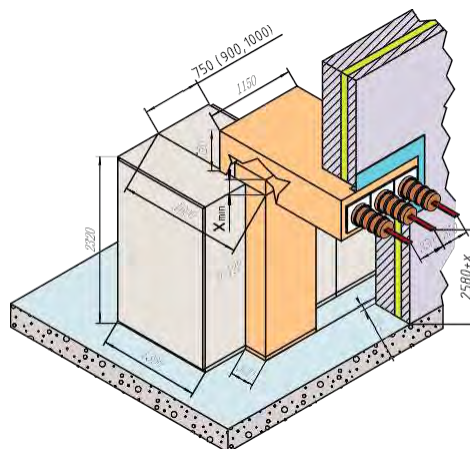


Рис. 1.18. Шинный ввод сзади с задней приставкой (X<sub>min</sub> = 200 мм)

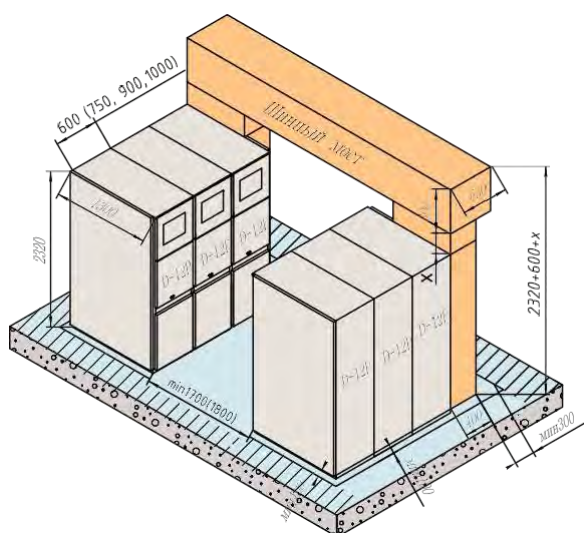


Рис. 1.19. Шинный мост секционирования с боковыми приставками

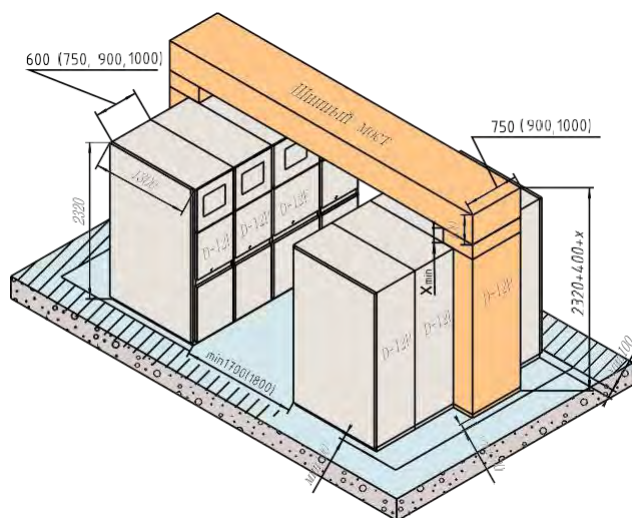


Рис. 1.20. Шинный мост секционирования с задними приставками (X<sub>min</sub> = 300 мм)

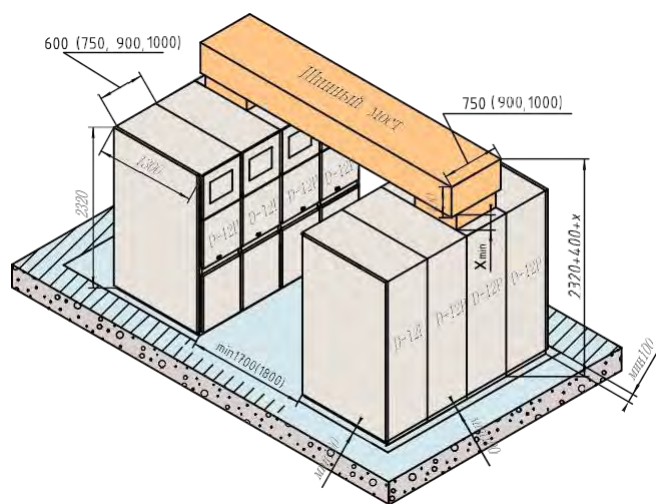


Рис. 1.21. Шинный мост систем сборных шин секций (X<sub>min</sub> = 200 мм)

## 1.6. Маркировка

### 1.6.1. Маркировка изделий

Маркировка установленных в шкафах КРУ комплектующих изделий и электрических цепей совпадает с обозначениями в электрических схемах и соответствует требованиям рабочей документации.

В верхнем правом углу фасадной двери отсека выдвижного элемента каждого шкафа КРУ размещается маркировочная табличка, изготовленная из прочного пластика, на которой указываются данные согласно рис. 1.22.



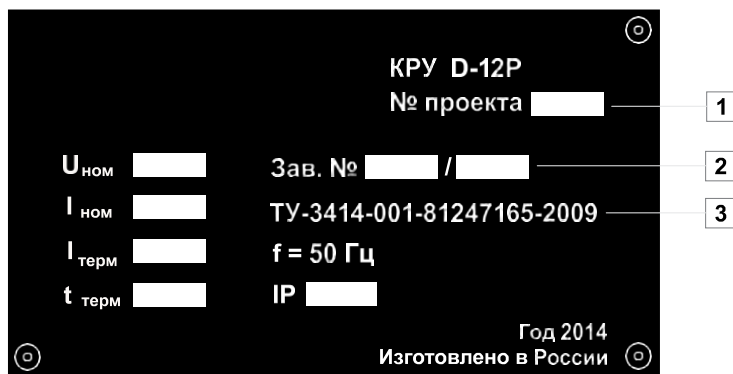
- |   |   |
|---|---|
| 1. Товарный знак предприятия-изготовителя                 | 7. Порядковый номер или наименование присоединения      |
| 2. Номинальное напряжение в киловольтах                   | 8. Номинальная частота в герцах                         |
| 3. Номинальный ток главных цепей в амперах                | 9. Степень защиты по ГОСТ 14254                         |
| 4. Ток термической стойкости в килоамперах                | 10. Масса в килограммах                                 |
| 5. Время протекания тока термической стойкости в секундах | 11. Номер по системе нумерации предприятия-изготовителя |
| 6. Типоисполнение шкафа                                   | 12. Год и страна изготовления                           |

Рис. 1.22. Маркировочная табличка каждого шкафа КРУ

На первом в ряду шкафу секции РУ дополнительно размещается табличка заводского заказа, содержащая общие технические характеристики распределительного устройства, данные о присвоенном номере заказа и заводского проекта, а также номере технических условий, в соответствии с которыми ведется серийный выпуск продукции. Идентификационные данные заказа могут потребоваться в случае возникновения рекламации или обращения на завод-изготовитель по истечению гарантийного срока эксплуатации.

Дополнительно на каждом КВЭ размещается маркировочная табличка, содержащая заводской номер шкафа, информацию о номинальных параметрах установленного элемента главной цепи и полную массу выдвижного элемента.

Надписи для всех табличек наносятся методом термопечати на черном фоне, цвет надписей и логотипа - белый. Крепление табличек осуществляется по углам при помощи стальных заклепок.



1. Заводской номер проекта
2. Заводской номер заказа в формате номер/год изготовления
3. Технические условия, которым соответствует изделие

Рис. 1.23. Табличка заводского заказа



Рис.1.24. Маркировочная табличка КВЭ

Все места присоединения защитных заземляющих проводников в камере имеют соответствующую маркировку, а проводники - расцветку в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0. На дверях высоковольтных отсеков шкафов КРУ наносятся знаки «Осторожно! Высокое напряжение!», а также поясняющие иллюстрированные наклейки с алгоритмами открытия дверных замков отсеков, оперированию заземлителем присоединения, операциям с блокировкой выключателя ВВ/TEL типа ISM15\_Shell.

### 1.6.2. Маркировка упаковки

На боковых стенках тары нанесена транспортная маркировка в соответствии с ГОСТ 14192, содержащая следующие знаки: «Хрупкое. Осторожно», «Верх, не кантовать», «Беречь от влаги», «Место строповки», «Штабелировать запрещается», «Центр тяжести». Кроме того, на боковой стенке тары наклеена этикетка, содержащая следующие данные:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование и тип изделия;
- масса брутто и нетто в килограммах;
- габаритные размеры грузового места (ширина, глубина, высота);
- объём грузового места в кубических метрах;
- адреса и реквизиты грузоотправителя и грузополучателя в соответствии с требованиями действующей системы грузоперевозок.

### 1.7. Упаковка

Упаковка КРУ соответствует требованиям ГОСТ 23216 и обеспечивает совместно с консервацией, выполненной по ГОСТ 9.014, сохраняемость изделий при транспортировании крытым транспортом на большие расстояния и хранении в течение одного года. Упаковка соответствует исполнению У по механической прочности и категории КУ-2 по защите от воздействия климатических факторов. Транспортируемой единицей является шкаф КРУ.

При средних (С) условиях транспортирования - для поставок на расстояния до 1000 км - используется внутренняя упаковка ВУ-IIA-5, выполняемая путем оборачивания шкафов в полиэтиленовую пленку. Шкафы КРУ перед транспортированием размещаются на деревянных поддонах и крепятся к ним по углам основания при помощи металлических фиксаторов и деревянных распорных брусков. Фасады отсеков вспомогательных цепей шкафов дополнительно защищаются от механических повреждений пенопластом. Все подвижные части шкафов перед упаковкой закрепляются.

При жестких (Ж) условиях транспортирования - для поставок на расстояния свыше 1000 км и в районы Крайнего Севера - в дополнении к внутренней упаковке ВУ-IIA-5 используется транспортная тара ТЭ-1, состоящая из деревянного поддона, решетчатых стенок и однослойной крышки из досок с не профилированными кромками, либо сплошных стенок сплошных стенок и крышки, выполненных из фанеры. Внутренняя поверхность крышки обивается водонепроницаемым материалом.

На время транспортирования отдельно упаковывается:

- оборудование для обслуживания КРУ;
- оборудование, требующее особых транспортных условий;
- комплект ЗИП.

Документация укладывается в грузовое место №1.

## 1.8. Описание и работа составных частей

В шкафах КРУ применены механизмы, облегчающие обслуживание и обеспечивающие безопасность эксплуатации.

### 1.8.1. Кассетные выдвижные элементы

Кассетный выдвижной элемент представляет собой подвижное основание, на которое устанавливается оборудование, определяемое конкретной схемой электрических соединений главных цепей шкафа, и разъединяющие контакты. На КВЭ может быть установлен силовой вакуумный выключатель, измерительные трансформаторы напряже-

ния с литой изоляцией или секционный разъединитель. Для обеспечения надежного электрического контакта с главной цепью шкафа для КВЭ используются розеточные контакты, состоящие из множества подпружиненных ламелей, покрытых серебром. Для сопряжения розеточных контактов и токоведущих терминалов выключателей используются, как правило, цилиндрические шины, заключаемые в термоусаживаемую изоляцию. Для исключения ошибочной установки розеточных контактов на цилиндрические шины в процессе эксплуатации, например, после проведения периодических испытаний силовых выключателей, выполняется маркировка термостойкой красной краской, обозначающей правильное положение контакта со стороны выключателя. Однотипные по функциональности и номинальным параметрам КВЭ, относящиеся к шкафам единых типоразмеров, являются взаимозаменяемыми, например КВЭ с выключателями на номинальный ток до 1000 А и т.п. Связь вспомогательных цепей КВЭ и релейного отсека осуществляется посредством гибкого экранированного многожильного кабеля со штепсельным разъемом. Для защиты вторичных цепей управления от воздействий возможного дугового замыкания на КВЭ с фасада предусмотрен стальной съемный экран, содержащий окно механической индикации положения контактов выключателя, а также отверстия или механизмы для его аварийного отключения.

КВЭ относительно корпуса шкафа КРУ может занимать следующие фиксированные положения:

- **рабочее**, при котором главные и вспомогательные цепи шкафа замкнуты;
- **контрольное**, при котором главные цепи шкафа разомкнуты, а вспомогательные замкнуты (в этом положении возможно в том числе размыкание вспомогательных цепей - такое положение называют разобценным);
- **ремонтное (сервисное)**, при котором КВЭ находится вне корпуса шкафа и его главные и вспомогательные цепи разомкнуты.

Основание КВЭ оснащено замковым устройством, обеспечивающим надежную фиксацию при нахождении подвижного элемента в контрольном и рабочих положениях, а также исключающим его самопроизвольные перемещения, в том числе в режимах коротких замыканий или при транспортировании. Перемещение КВЭ внутри шкафа осуществляется при помощи привода с червячным механизмом, действующем на всем его ходу, посредством движения колес основания по металлическим направляющим уголкам, жестко зафиксированным по обеим сторонам боковых стенок шкафа в основании отсека. Реализованный механизм перемещения КВЭ позволяет исключить перекосы при стыковке контактной системы. Воздействие на привод осуществляется вручную оператором при помощи съемной рукоятки оперирования КВЭ.

По специальному требованию КВЭ может быть оснащен электромоторным приводом, который монтируется на подвижную раму-основание (кассету) и позволяет производить перемещения, в том числе дистанционно (исполнение КРУ D-12PL).



КВЭ с вакуумным выключателем ISM15\_LD  
(BB/TEL-10/20-1000)



КВЭ с вакуумным выключателем ISM15\_Shell  
(BB/TEL-10/31.5-2000)



КВЭ вакуумным выключателем VD4 - 10/40/3150



КВЭ с измерительными ТН

Рис. 1.25. Различные типы КВЭ



Рис. 1.26. Электропривод KBЭ



Рис. 1.27. KBЭ в контрольном положении (вид при открытой двери)



Рис. 1.28. KBЭ в ремонтном (сервисном) положении

Правильное и безопасное перемещение кассетного выдвижного элемента внутри шкафа КРУ из одного положения в другое обеспечивает интегрированная система блокировок. Дверь отсека выдвижного элемента может быть открыта только при нахождении KBЭ в контрольном положении.

Установка, извлечение KBЭ в ремонтное положение и дальнейшие его перемещения по помещению производятся при помощи специальной инвентарной тележки-подъемника, входящей в комплект поставки КРУ из расчета 1 шт. на секцию. Инвентарные тележки изготавливаются в двух типоразмерах по ширине 750(600) и 1000 мм с грузоподъемностью 150 и 300 кг соответственно, являются универсальными и подходят для применения ко всем шкафам распределительного устройства аналогичных размеров. По дополнительному запросу количество сервисных тележек в составе заказа может быть увеличено.

Вместе с тем в ряде случаев при проведении плановых технических обслуживаний или ремонтных работ отсутствует необходимость извлечения всех KBЭ секции РУ в коридор обслуживания и соответственно использования для данной операции сервисных тележек. Так, при нахождении KBЭ в разобранном положении (главные и вспомогательные цепи разомкнуты, выдвижной элемент находится в составе шкафа) достигается состояние эквивалентное ремонтному без его извлечения из шкафа КРУ. Данное свойство может быть использовано, например, при проведении регламентных работ на сборных шинах секции распределительного устройства или при необходимости организации доступа в отсек присоединений шкафов отходящих линий.

Для достижения данного состояния следует при нахождении KBЭ в контрольном положении открыть дверь отсека выдвижного элемента, отсоединить штепсельный разъем вспомогательных цепей, закрепить его фасаде KBЭ при помощи защелки, далее закрыть дверь и утопить ручку замка - KBЭ находится в разобранном положении.



При нахождении KBЭ в разобранном положении (главные и вспомогательные цепи разомкнуты, выдвижной элемент находится в составе шкафа) достигается состояние эквивалентное ремонтному без его извлечения из шкафа КРУ.



Все перемещения KBЭ из рабочего положения в контрольное и обратно производятся только при закрытой двери отсека!

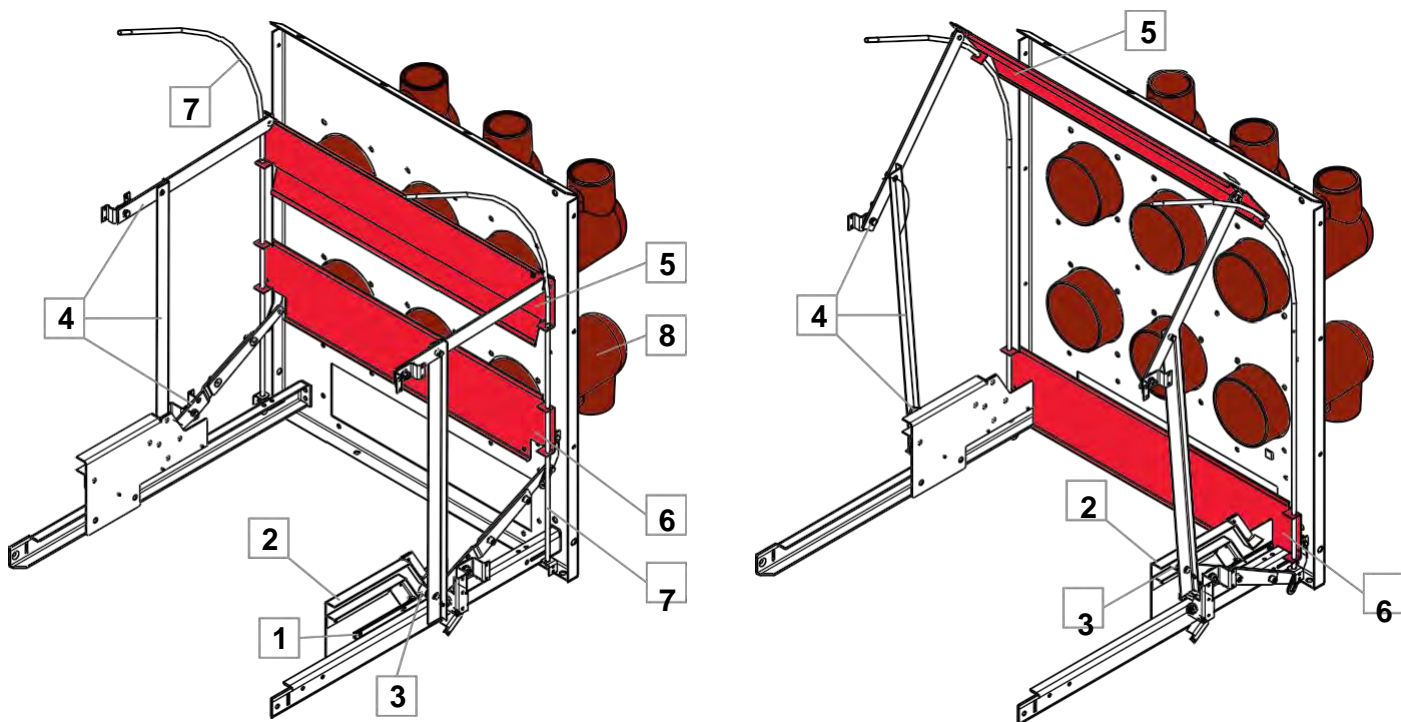
### 1.8.2. Шторочный механизм

Шторочный механизм предназначен для защиты персонала от поражения электрическим током при выполнении регламентных работ внутри отсека выдвижного элемента без снятия напряжения со сборных шин или вводного присоединения. Подвижные шторы при срабатывании полностью перекрывают доступ к проходным изоляторам контактного узла, исключая прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Шторочный механизм представляет собой систему из верхней и нижней металлических заземленных шторок, закрывающих в вертикальной плоскости свою группу проходных изоляторов, жестко связанных с симметричной системой тяг, которые автоматически приводятся в движение при перемещении КВЭ из рабочего положения в контрольное. При перемещении КВЭ в рабочее положение из кон-

трольного происходит обратный процесс - раскрытие шторок и их фиксация в конечном положении одновременно с завершением стыковки контактной системы КВЭ и главной цепи шкафа КРУ. Конструкция шторочного механизма полностью исключает самопроизвольное открывание шторок при нахождении КВЭ в контрольном или ремонтном положении. Для КРУ всех номинальных параметров шторы изготавливаются из металла, окрашиваются в красный цвет и подключаются к внутреннему контуру заземления шкафа.

Система подъема подвижных шторок позволяет отвести шторки далеко от проходных изоляторов контактного узла на необходимое изоляционное расстояние и, следовательно, от главных контактов выключателя. Данное свойство позволяет унифицировать отсек выдвижного элемента КРУ под различные типы выключателей.



- |  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. Толкатель                                     | 5. Верхняя шторка     |
| 2. Фигурный паз                                  | 6. Нижняя шторка      |
| 3. Втулка рычага                                 | 7. Направляющие       |
| 4. Симметричная система тяг шторочного механизма | 8. Проходной изолятор |

Рис. 1.29. Принцип работы шторочного механизма



Рис. 1.30. Индикатор наличия напряжения



Рис. 1.31. Тестовый контроллер CPI-TA



Рис. 1.32. Концевой выключатель в отсеке сборных шин

Принцип и последовательность работы шторочного механизма показана на рис. 1.29 и заключается в следующем:

- при перемещении КВЭ в рабочее положение толкателями 1, установленными слева и справа в нижней части выдвижного элемента, отжимаются и приводятся в движение ролики механизма блокировки шторочного механизма, расположенные по обеим боковым сторонам шкафа. Происходит снятие блокировки, препятствующей открытию шторок при нахождении КВЭ в контрольном или ремонтном положениях;

- по ходу движения КВЭ втулки рычагов 3 одновременно входят в фигурные пазы, расположенные по бокам кассетного основания 2.

- по мере дальнейшего перемещения КВЭ вглубь шкафа втулки движутся по заданной направляющими траектории, передавая усилия посредством связанных с ними рычагов на симметричную систему тяг 4, управляющих перемещением шторок;

- верхняя шторка 5 движется по криволинейной траектории верхней части направляющей 7. В рабочем положении КВЭ шторка располагается над контактами выключателя с соблюдением требуемого изоляционного расстояния;

- нижняя подвижная шторка 6 опускается вертикально вниз по направляющей 7 до момента контакта с горизонтальной перегородкой отсека;

- по завершению стыковки контактной системы происходит фиксация шторок в раскрытом положении за счет положения втулок 3, находящихся в фигурном пазу основания КВЭ 2.

При перемещении КВЭ в контрольное положение из рабочего происходит обратный процесс - одновременно с движением втулок по направляющим происходит складывание шторок с последующим перекрытием верхней и нижней группы проходных изоляторов. При достижении КВЭ контрольного положения выводятся из зацепления фигурных пазов втулки, возвращаются в исходное положение подпружиненные ролики, блокируя шторочный механизм от возможного раскрытия.

С целью ограничения несанкционированного доступа обслуживающего персонала и исключения возможности случайного прикосновения к токоведущим частям КРУ, предусмотрена возможность запирания шторочного механизма на навесной замок (не входит в базовый комплект поставки) после извлечения КВЭ в ремонтное положение. Отверстия для установки навесного замка выполнены непосредственно в тягах шторочного механизма слева и справа и отмечены наклейками «МЕСТО УСТАНОВКИ ЗАМКА».

### 1.8.3. Индикатор наличия напряжения

Контроль наличия напряжения в шкафу КРУ обеспечивается при помощи стационарных индикаторов напряжения CPI VI-3P (рис. 1.30), что обеспечивает дополнительную безопасность обслуживания.

В состав типового индикатора наличия напряжения входят емкостные делители, расположенные в специальных

опорных изоляторах (стандартно используются опорные изоляторы заземлителя), подключаемые к блоку индикации, который размещается на двери отсека вспомогательных цепей шкафа. Лампочки сигнализируют о наличии или отсутствии напряжения в главной цепи. Порог зажигания светодиодов составляет 8 В, что соответствует напряжению 1000 В в главной цепи.

Отсутствие свечения лампочки в стационарном индикаторе при гарантированном наличии напряжения на присоединении может быть обусловлено ее неисправностью. Для проведения диагностики стационарного индикатора напряжения применяется тестовый контроллер СРІ-ТА, входящий в типовой комплект ЗИП.

Порядок проведения проверки:

- проверить исправность тестовой лампочки контроллера СРІ-ТА (рис. 1.31) включением в розетку электрической сети ~220 В с гарантированным питанием;
- подключить контроллер к гнездам индикатора напряжения (один штекер к гнезду со знаком заземления, другой к гнезду под проверяемой лампочкой);
- свечение лампочки контроллера сигнализирует о неисправности лампочки индикатора напряжения. В противном случае - напряжение на данной фазе главных цепей отсутствует.

#### 1.8.4. Концевые выключатели

Концевые выключатели в составе шкафов КРУ применяются для выявления факта срабатывания клапанов сброса избыточного давления, индикации положения КВЭ и положения заземляющих ножей и участвуют в построении цепей вторичной коммутации релейной и дуговой защиты, а также системы оперативных блокировок.

При нормальной работе шкафа КРУ концевые выключатели клапанов сброса избыточного давления находятся в нажатом состоянии. Возникновение электрической дуги и как следствие избыточного давления приводит к открытию клапанов, освобождению нажимного элемента концевого выключателя и переключению его контактов.

Концевые выключатели, применяемые для сигнализации положения КВЭ (контрольное, рабочее или промежуточное), располагаются на кассетном основании и имеют механическую связь с червячным приводом. В контрольном положении КВЭ один из концевых выключателей находится в нажатом состоянии, о чем сигнализирует желтая лампа на мнемосхеме. В начальный момент перемещения выдвижного элемента происходит отключение концевого выключателя, отсутствие горящих ламп на мнемосхеме сигнализирует о том, что КВЭ находится в промежуточном положении. При достижении КВЭ рабочего положения в момент завершения стыковки контактной системы происходит замыкание другого концевого выключателя, о чем сигнализирует красная горящая лампа на мнемосхеме.

Аналогичным образом осуществляется сигнализация положения ножей заземлителя. Концевые выключатели состояния располагаются на панели заземлителя и при пово-



Рис. 1.33. Концевые выключатели контрольного положения КВЭ



В случаях, когда показания встроенного емкостного индикатора напряжения ставятся под сомнения, рекомендуется перед включением заземлителя извлечь КВЭ в ремонтное положение, отблокировать фиксаторы шторочного механизма с обеих сторон (см. рис. 1.38) и вручную сложить шторки. Прикосновением к одному из ответных контактов верхней группы токосъемов, сопряженных со спусками от сборных шин, проверить исправность стандартного переносного индикатора. Затем прикоснуться индикатором к любому из контактов нижней группы токосъемов и убедиться в отсутствии напряжения на заземляемом участке цепи, находящемся в пределах отсека присоединений.





Рис 1.34. Концевые выключатели на панели заземлителя

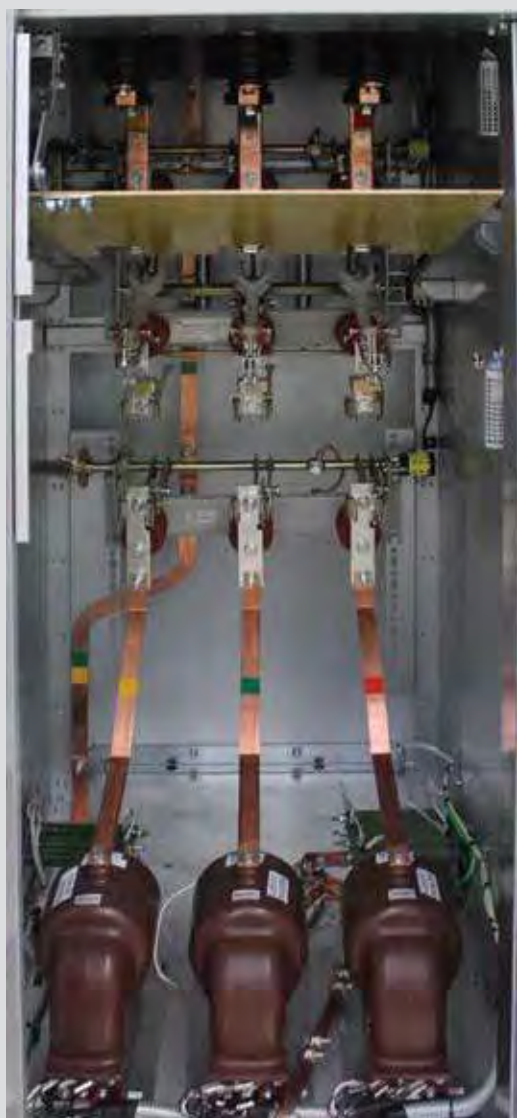


Рис 1.35. Выключатель нагрузки в шкафу со стационарно размещенным ТН

роте вала сигнализируют об одном из конечных положений, в котором находятся ножи. Замкнутое положение заземляющих ножей (заземлитель включен) сигнализируется красным свечением соответствующего элемента мнемосхемы, разомкнутое - желтым.

#### 1.8.5. Выключатель нагрузки

В качестве коммутационного и защитного аппарата в шкафах с трансформаторами собственных нужд и некоторыми типами измерительных трансформаторов напряжения, размещаемых стационарно, применяется комбинация автогазового выключателя нагрузки и плавких предохранителей.

Помимо традиционных отсеков вспомогательных цепей и сборных шин шкаф КРУ с ВН имеет высоковольтный отсек - объединенные в единое рабочее пространство отсеки КВЭ и присоединений, непосредственно в котором размещается оборудование главной цепи. В целях безопасности и удобства обслуживания предусмотрена текстолитовая изоляционная плита, предотвращающая доступ к верхним шинам выключателя нагрузки при открытой двери шкафа.

Изоляционная плита вдвигается по направляющим в пространство между ножами и ответными контактами выключателя нагрузки после его размыкания перед открытием двери, что позволяет производить техническое обслуживание оборудования и замену предохранителей при наличии напряжения на сборных шинах. В рабочем состоянии присоединения изоляционная плита размещается в верхней части направляющих и фиксируется в этом положении.

Гнезда приводов управления ВН расположены на фасаде шкафа с левой стороны. Операции включения и отключения выключателя нагрузки и заземлителя осуществляются при помощи специального рычага, входящего в комплект поставки.

В шкафах с ВН, предназначенных для стационарной установки измерительных ТН, дверь выполняется единой по высоте и ширине для всего высоковольтного отсека. В шкафах с ТСН в средней части КРУ располагается дверь доступа в высоковольтный отсек, сблокированная с выключателем нагрузки и заземлителем, дверь кабельного отсека выполняется в виде съемной панели и крепится к корпусу шкафа болтовыми соединениями (демонтаж данной двери осуществляется только при проведении пуско-наладочных работ или замены оборудования).

### 1.8.6. Блокировки

В шкафах КРУ «Классика» стандартно предусмотрена система оперативных блокировок, полностью отвечающая требованиям действующей нормативной документации и запрещающая неправильную последовательность операций с коммутационными аппаратами при проведении оперативных переключений или регламентных работ.

Блокировки, реализованные стандартно в рамках каждого функционального исполнения шкафа (Ввод, Отходящая линия, СВ, СР и т.п.), определяют алгоритм оперирования для заданного присоединения и по типу воздействия на управляющие органы коммутационных аппаратов выполняются преимущественно механическими. Данный вид блокировок не содержит в своей конструкции элементов, нуждающихся в гарантированном питании, поэтому доступ

в шкаф КРУ может быть осуществлен даже в случаях длительного пропадания оперативного питания.

Оперативные блокировки, определяющие взаимодействие ключевых элементов электрической схемы распределительного устройства в целом, устанавливаются только в отдельных шкафах (Ввод 1(2), узел СВ-СР, ТН с заземлителем сборных шин и т.п.) и по типу воздействия на управляющие органы коммутационных аппаратов выполняются стандартно электромагнитными, по желанию заказчика они могут быть заменены на замковые (данная возможность не распространяется на шкафы КРУ D-12PL). Электромагнитные или замковые блокировки опционально могут быть установлены и в других шкафах секции.

Полный перечень блокировок, исполнение и объект воздействия указаны в таблице 5.

Таблица 5

№ п. п.	Оперативные блокировки присоединения	Тип блокировки	Объект блокировки
1	Блокировка, препятствующая включению выключателя при нахождении КВЭ в промежуточном положении	механическая или электромагнитная <sup>1</sup>	Силовой выключатель
2	Блокировка, препятствующая перемещению КВЭ из рабочего положения в контрольное и обратно при включенном выключателе	механическая	Выдвижной элемент с силовым выключателем
3	Блокировка, фиксирующая КВЭ относительно КРУ в контрольном и рабочем положениях	механическая	
4	Блокировка, препятствующая перемещению КВЭ из контрольного положения в рабочее при включенном заземлителе	механическая (электрическая для КРУ D-12PL)	
5	Блокировка, препятствующая перемещению КВЭ из контрольного положения в рабочее при открытой двери отсека КВЭ	механическая	Заземляющий разъединитель / заземлитель с пружинным приводом
6	Блокировка, препятствующая операциям с заземлителем при нахождении КВЭ в рабочем или промежуточном положениях	механическая	
7	Блокировка, препятствующая падению ножей заземлителя при внешних воздействиях (вибрации)	механическая	Шторочный механизм
8	Блокировка, препятствующая открытию шторок в контрольном и ремонтном положениях КВЭ	механическая	
9	Блокировка, препятствующая открыванию двери отсека выдвижного элемента при рабочем и промежуточном положении КВЭ	механическая	Дверь отсека ВЭ
10	Блокировка, препятствующая открыванию двери отсека присоединения при отключенном заземляющем разъединителе	механическая	Дверь отсека присоединений
11	Блокировка, препятствующая включению выключателя нагрузки при нахождении заземлителя во включенном положении	механическая	Выключатель нагрузки
12	Блокировка, препятствующая операциям с заземлителем при нахождении выключателя нагрузки во включенном положении	механическая	
13	Блокировка, препятствующая открыванию двери высоковольтного отсека шкафа с ВН при нахождении выключателя нагрузки во включенном положении	механическая	Дверь высоковольтного отсека шкафа с ВН

<sup>1</sup> В зависимости от типа применяемого силового выключателя

№ п. п.	Оперативные блокировки распределительного устройства	Тип блокировки	Объект блокировки
1	Блокировка, препятствующая перемещению КВЭ при нарушении последовательности переключений в главных цепях: - посредством электромагнита Y0; - посредством механического замка BZ.	Электромагнитная/ замковая	Выдвижной элемент с силовым выключателем в шкафу Ввод 1(2), СВ
2	Блокировка, препятствующая перемещению КВЭ с разъединителем под нагрузкой: - посредством электромагнита Y0; - посредством механического замка BZ.	Электромагнитная/ замковая	Выдвижной элемент в шкафу СР
3	Блокировка, препятствующая оперированию заземлителем при нарушении последовательности переключений в главных цепях: - посредством электромагнита Y81; - посредством механического замка BZ.	Электромагнитная/ замковая	Заземляющий разъединитель в шкафу Ввод 1(2), СВ, ТН с заземлителем сборных шин

## ОПЕРАТИВНЫЕ БЛОКИРОВКИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ

### 1. Блокировка, препятствующая включению выключателя при нахождении КВЭ в промежуточном положении:

Блокировка реализована в конструкции КВЭ и запрещает оперирование силовым выключателем, если КВЭ не находится в одном из двух крайних положений - рабочем или контрольном. Блокировка осуществляется в зависимости от типа используемого в составе шкафа силового выключателя:

- механическим путем, когда оперирование выключателем в промежуточном положении блокируется при помощи системы рычагов в конструкции кассетного основания;

- созданием разрыва в электрической цепи управления силовым выключателем при помощи концевых выключателей положения КВЭ, расположенных на кассетном основании выдвижного элемента.

В шкафах с применением вакуумных выключателей ВВ/TEL типа ISM15\_LD (на номинальные токи до 1000 А) блокировка от включения осуществляется путем использования контактов концевых выключателей положения КВЭ S7/2 и S7/3 (поз. №7 на рис. 1.36) в цепи управления ВВ между терминалом МПЗиА и модулем управления БУ/TEL. При применении блоков управления серии БУ/TEL-12А при попытке включения выключателя при нахождении КВЭ в промежуточном положении концевой выключатель создает разрыв в цепи управления и препятствует формированию импульса на включение коммутационного модуля по цепи электромагнитов, при этом выдается команда «Авария», которая накладывает запрет на оперирование выключателем на период своего действия. При использовании нового поколения устройств управления вакуумных выключателей ВВ/TEL - модулей управления БУ/TEL-16 (TER\_CM\_16) блокировка организуется аналогичным образом, при этом световая аварийная сигнализация не осуществляется.

Для выключателей ВВ/TEL типа ISM15\_Shell (на номинальные токи до 2000 А) в дополнение к вышеописанной электрической блокировке применяется еще и механическая блокировка, разрешающая перемещение КВЭ только с заблокированным для включения выключателем (подробнее см. п. 2 настоящего раздела).

Для выключателей с пружинным приводом (VD4, Evolis, Sion и др.) блокировка реализована механическим путем при помощи системы рычагов в конструкции кассетного основания.

### 2. Блокировка, препятствующая перемещению КВЭ из рабочего положения в контрольное и обратно при включенном выключателе:

Блокировка реализована в конструкции кассетного основания и разрешает перемещение КВЭ только при отключенном выключателе.

При использовании в составе шкафа вакуумных выключателей ВВ/TEL типа ISM15\_LD в конструкции КВЭ применен специальный механизм, образующий механическую связь общего синхронизирующего вала силового выключателя и червячного привода, осуществляющий блокировку механизма перемещения КВЭ (поз. №3 и поз. №6 на рис. 1.36) при нахождении выключателя во включенном положении.

При использовании вакуумных выключателей ВВ/TEL типа ISM15\_Shell на фасадную дверь отсека выдвижного элемента шкафа КРУ выведено ручное управление блокировкой механизма перемещения КВЭ и аварийным отключением ВВ, предполагающие фиксированные состояния:

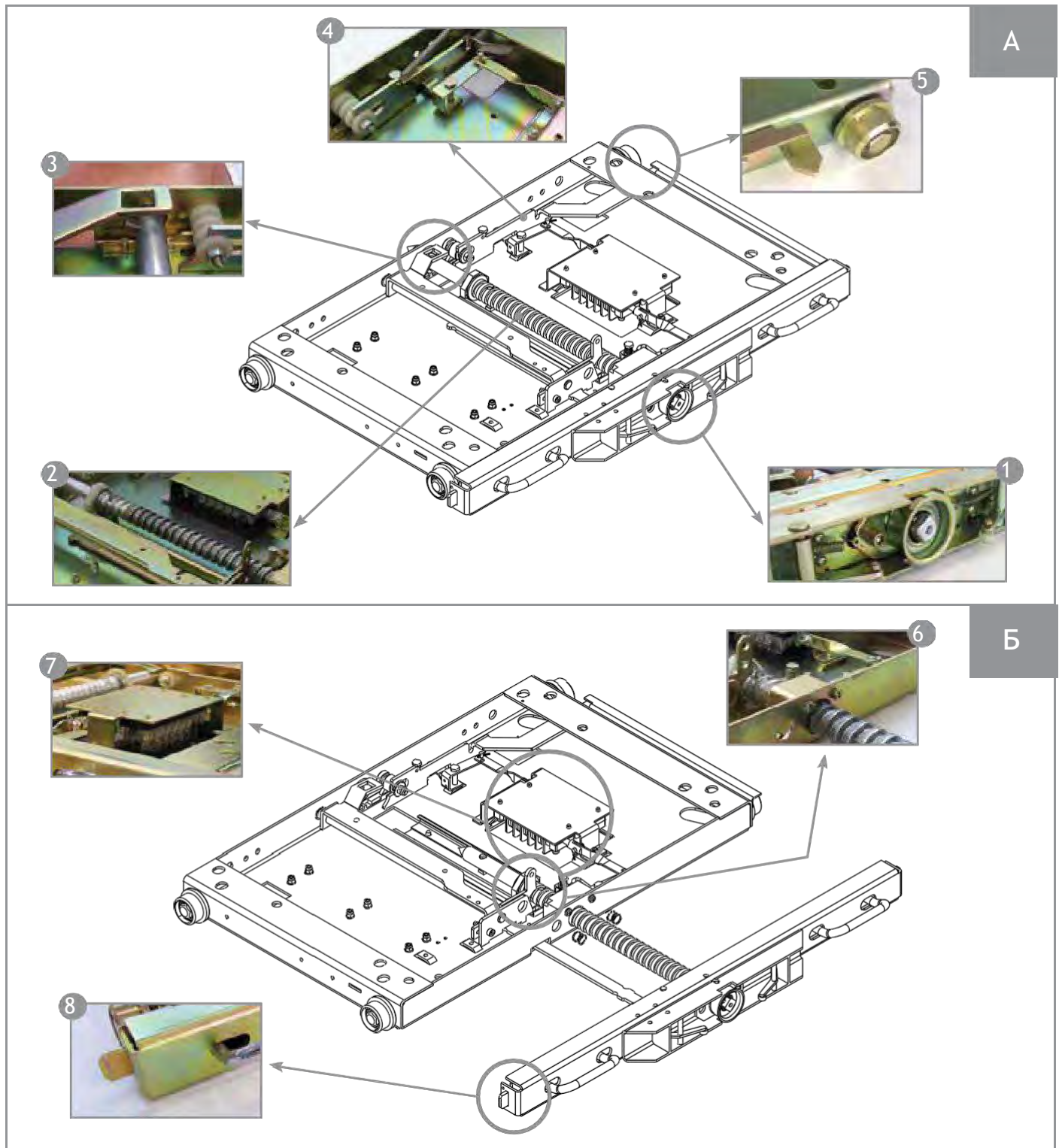
- №1 - крайнее правое положение селектора, в котором достигается состояние «ВВ разблокирован/КВЭ заблокирован», - разрешается включать и отключать ВВ, но невозможно вращать винт привода и соответственно, перемещать КВЭ из контрольного в рабочее положение и обратно.

- №2 - крайнее левое положение селектора, в котором достигается состояние «ВВ заблокирован/КВЭ разблокирован», - разрешается перемещать КВЭ, но механически блокируются элементы включения ВВ.

Перевод блокировки из одного положения в другое осуществляется поворотом ручки на угол в 90° согласно информационной табличке на двери отсека КВЭ, продублированной на экране КВЭ непосредственно возле селектора управления (подробнее см. раздел 2.2.2).

При нахождении ВВ во включенном положении перевод ручки из положения №1 в положение №2 приводит к ручному (аварийному) отключению выключателя.

В КВЭ с выключателями с пружинным приводом (VD4 и др.) при нахождении ВВ во включенном положении механически блокируется винт перемещения КВЭ.



- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гнездо оперирования КВЭ и механизм блокировки перемещения КВЭ при открытой двери отсека</li> <li>2. Вал червячного привода КВЭ</li> <li>3. Механизм блокировки перемещение КВЭ из контрольного положения в рабочее при включенном выключателе</li> <li>4. Механизм блокировки перемещения КВЭ в рабочего положение при включенном заземлителе</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Тяга механической связи червячного привода КВЭ и привода заземлителя</li> <li>6. Механизм блокировки перемещения КВЭ при включенном выключателе из рабочего положения в контрольное</li> <li>7. Концевые выключатели положения КВЭ S7/2 и S7/3</li> <li>8. Фиксация КВЭ относительно корпуса шкафа КРУ</li> </ol> |
|--|---|

Рис. 1.36. Кассетное основание при нахождении выдвижного элемента в контрольном положении (а) и рабочем положении (б)

### 3. Блокировка, фиксирующая КВЭ в рабочем и контрольном положении:

Кассетный выдвижной элемент представляет собой подвижное основание - «кассету», на которое устанавливается оборудование (выключатель, секционный разъединитель, трансформатор напряжения), определяемое конкретной схемой электрических соединений главных цепей шкафа.

В свою очередь кассетное основание состоит из подвижной части, непосредственно на которой размещается оборудование, и неподвижной, которая удерживается относительно корпуса КРУ при помощи двух торцевых фиксаторов (поз. №8 рис. 1.36). Фиксаторы перемещаются в плоскости перпендикулярной валу привода при помощи специальных ручек на передней части кассеты. Пластины торцевых фиксаторов входят в пазы на корпусе шкафа КРУ, что обеспечивает симметричный двусторонний упор для основания кассеты. Фиксаторы оборудованы пружинами, удерживающими их в выдвинутом положении, причем механизм привода устроен таким образом, что перемещение подвижной части кассетного основания возможно, только если его неподвижная часть находится в зафиксированном положении. Расфиксация кассетного основания возможна только тогда, когда подвижная часть кассеты с установленным на нее оборудованием находится в контрольном положении.

### 4. Блокировка, препятствующая перемещению КВЭ из контрольного положения в рабочее при включенном заземлителе:

Блокировка реализована в составе КВЭ и осуществляет запрет на вращение вала червячного привода при включенном заземлителе.

При нахождении КВЭ в контрольном положении подвижная подпружиненная тяга, расположенная в передней правой от наблюдателя части кассетного основания (поз. №4 и поз. №5 рис. 1.36), входит в фигурный паз одной из направляющих, по которым производится перемещение выдвижного элемента в шкафу. При повороте вала привода в момент включения заземлителя посредством механической связи (поз. №4 рис. 1.37) происходит утапливание тяги в направлении перпендикулярном валу червячного привода КВЭ, что приводит к его механическому блокированию от проворачивания.

В КРУ с электромоторными приводами КВЭ и заземлителя (КРУ D-12PL) описанная выше механическая блокировка отсутствует. Вместо нее используется электромагнитная блокировка Y0, которая устанавливается на дверь отсека КВЭ и блокирует доступ к гнезду оперирования КВЭ. Управляющее напряжение на электромагнит в этом случае собирается через блок-контакты положения заземлителя.

### 5. Блокировка, препятствующая перемещению КВЭ из контрольного положения в рабочее при открытой двери отсека КВЭ:

Блокировка реализована в конструкции кассетного основания и запрещает оперирование приводом КВЭ при открытой двери отсека выдвижного элемента. Конструктивно блокировка состоит из двух подпружиненных фиксаторов, препятствующих установке рукоятки перемещения КВЭ в гнездо оперирования (поз. №1 рис. 1.36) при открытой двери отсека. При закрытии двери отсека КВЭ фиксаторы нажимаются ее нижней кромкой, и запрет на перемещение снимается.

### 6. Блокировка, препятствующая операциям с заземлителем при нахождении КВЭ в рабочем или промежуточном положениях:

Блокировка реализована в составе съемной горизонтальной межотсечной перегородки и препятствует оперированию заземлителем при нахождении КВЭ в рабочем или промежуточных положениях. Оперирование заземлителем разрешается только в контрольном положении КВЭ.

В начальной точке перемещения из контрольного положения в рабочее кассетное основание выдвижного элемента нажимает на педаль, смонтированную в составе межотсечной перегородки, которая посредством тяги связана с флажковым ограничителем, перекрывающим доступ к гнезду привода заземлителя (поз. №4 рис. 1.38).

Подвижное основание кассеты выполнено из сплошного металлического листа, благодаря чему заблокированное состояние заземлителя сохраняется во всех промежуточных положениях в процессе перемещения КВЭ, а также по достижению и фиксации его в рабочем положении. При обратном перемещении КВЭ в контрольное положение педаль возвращается в исходное состояние, запрет на оперирование заземлителем снимается.

### 7. Блокировка, препятствующая изменению положения контактов заземлителя при внешних воздействиях (вибрациях):

Блокировка реализована в конструкции заземлителя и фиксирует вал привода заземлителя отжимной стопорной пластиной, что препятствует падению ножей при внешних ударных воздействиях.

При вводе рукоятки заземлителя в гнездо оперирования на глубину, ограниченную окрашенной частью рукоятки управления, стопорная пластина отжимается, и вал привода разрешается вращать.

#### 8. Блокировка, препятствующая открытию шторок в контрольном и ремонтном положениях КВЭ:

Блокировка реализована в конструкции шторочного механизма и запрещает раздвигать шторки, закрывающие ответные контакты главных цепей, при нахождении КВЭ в контрольном или ремонтном положениях.

Перемещению (раскрытию) шторок в нормальных условиях препятствуют пружинные щеколды (поз. №1 рис. 1.38), удерживающие шторочный механизм в закрытом положении до момента воздействия КВЭ на связанные с ними ролики (подробнее см. раздел 1.8.2).

В качестве дополнительной блокировки на период выполнения регламентных работ после извлечения КВЭ в ремонтное положение с целью исключения возможности прикосновения обслуживающего персонала к токоведущим частям в отсеке КВЭ, предусмотрена возможность запираания шторочного механизма на навесной замок (поз. №3 рис. 1.38).

Для осуществления контроля наличия напряжения в главной цепи при отсутствии КВЭ в шкафу с применением стандартного переносного индикатора наличия напряжения шторочный механизм можно сложить вручную, воздействуя синхронно на ролики механизма блокировки в соответствии с алгоритмом, показанном на рис. 1.38 поз. №2. Прикосновением к одному из ответных контактов верхней группы токосъемов, сопряженных со спусками от сборных шин, проверить исправность переносного индикатора. Затем прикоснуться индикатором к любому из контактов нижней группы токосъемов и убедиться в отсутствии напряжения на заземляемом участке цепи, находящемся в пределах отсека присоединений.



Исходным состоянием шторочного механизма при отсутствии КВЭ в шкафу является закрытое положение шторок. Если при проведении регламентных работ шторочный механизм был деблокирован вручную, то по завершения работ в обязательном порядке следует вернуть его в исходное состояние!

Перед возвратом КВЭ в состав шкафа следует снять навесной замок дополнительной блокировки шторочного механизма, если он был установлен ранее!

#### 9. Блокировка, препятствующая открыванию двери отсека выдвигного элемента при нахождении КВЭ в рабочем и промежуточном положениях:

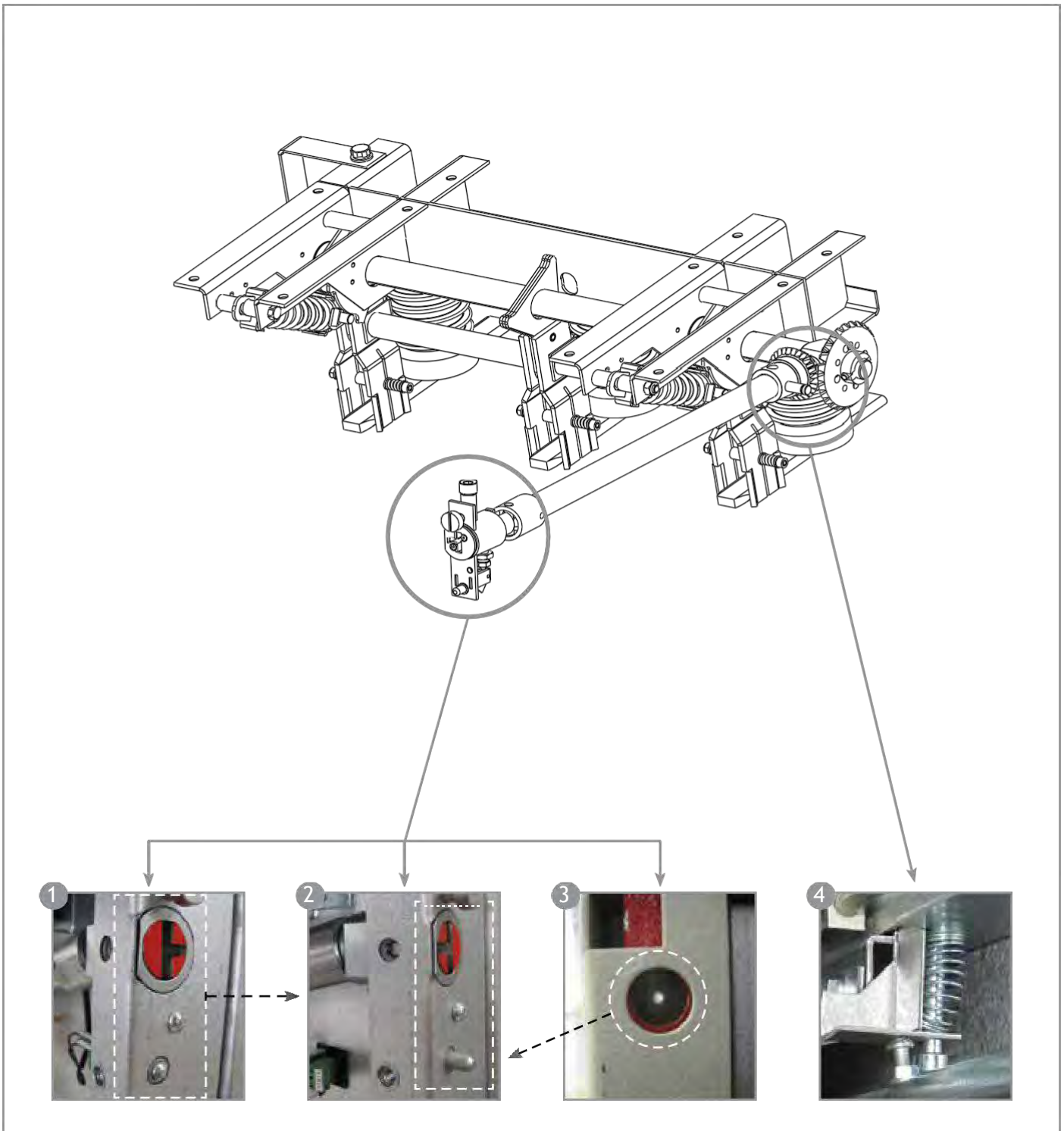
Блокировка реализована в отсеке выдвигного элемента и запрещает открывание двери отсека при нахождении КВЭ в рабочем или промежуточном положениях. Принцип действия блокировки основан на механическом запираании замка двери отсека штангой, непосредственно связанной со шторочным механизмом.

При перемещении КВЭ из контрольного положения в рабочее происходит срабатывание системы подвижных шторок (принцип работы описан в п. 1.8.2.). Система связанных тяг при движении одновременно с расхождением шторок толкает штангу, которая заходит через отверстие в корпусе шкафа в паз на двери и производит блокировку запорного механизма (поз. №5 рис. 1.38). При нахождении КВЭ во всех положениях кроме контрольного отсутствует возможность поворота ручки и перемещения в вертикальной плоскости запорного ригельного механизма на двери отсека КВЭ.

Конструктивно предусмотрена возможность ручного снятия блокировки с фасада шкафа при возникновении нестандартных ситуаций. Для этого необходимо через отверстие в двери отсека КВЭ, обозначенное табличкой «Аварийное открытие двери», тонкой отверткой отжать блокирующую штангу внутрь, после чего появится возможность открыть дверь (подробнее в п. 2.3).

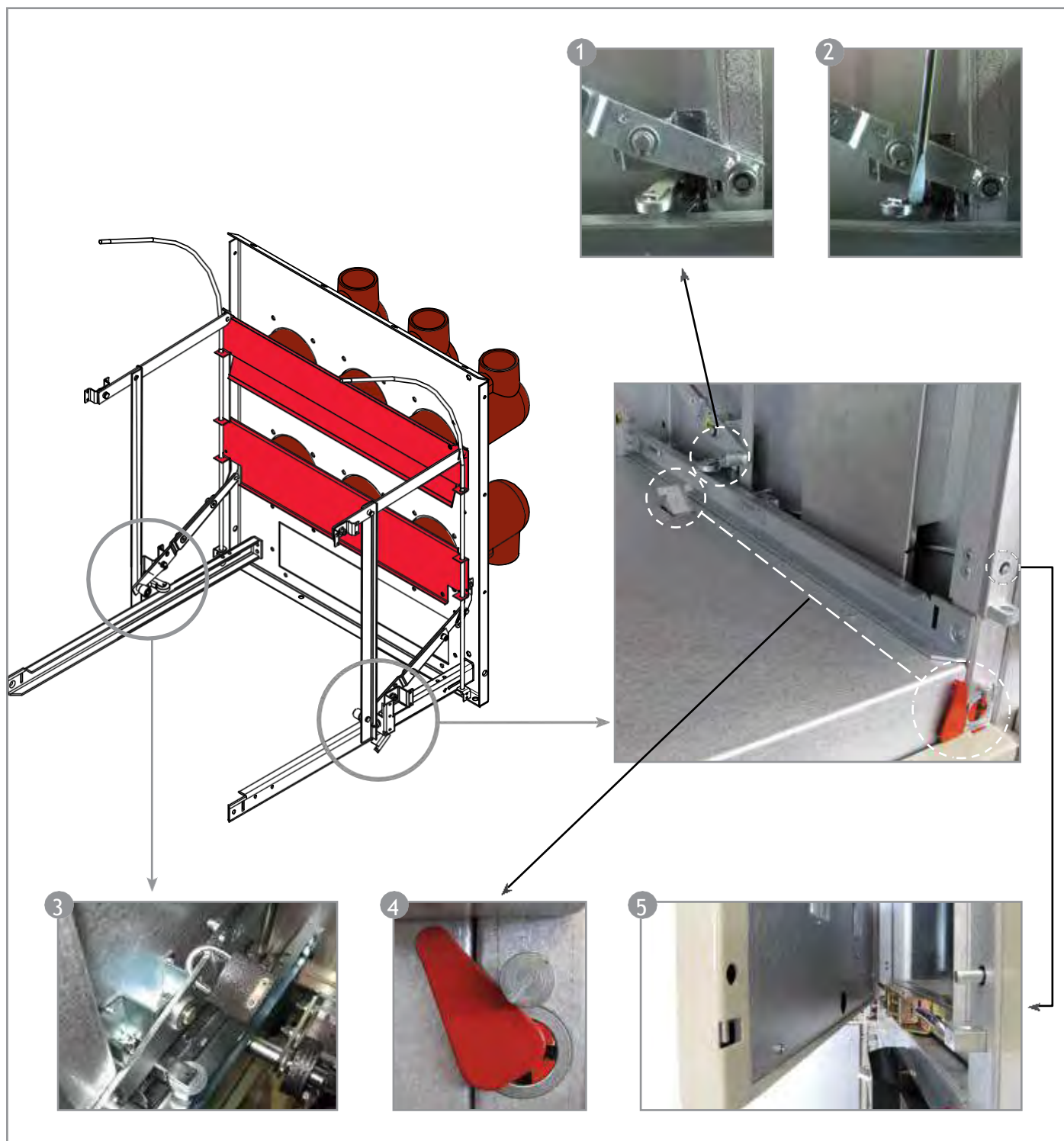


Аварийное открытие двери отсека КВЭ повышает риск поражения электрическим током обслуживающего персонала, поэтому следует производить только в условиях крайней необходимости!



- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гнездо оперирования заземлителем и состояние механизма блокировки открытия двери отсека присоединений при включенном заземлителе</li> <li>2. Активированное состояние блокировки открытия двери отсека присоединений при отключенном заземлителе (для наглядности с открытой дверью отсека присоединений)</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Приемное отверстие с внутренней стороны двери отсека присоединений</li> <li>4. Фрагмент механизма блокировки перемещения КВЭ в рабочее положение при замкнутом заземлителе.</li> </ol> |
|--|--|

Рис. 1.37. Заземлитель с пружинным приводом (заземляющий разъединитель) в составе шкафа КРУ



1. Механизм блокировки, препятствующей открытию шторок при нахождении КВЭ в контрольном или ремонтном положениях
2. Алгоритм снятия блокировки шторочного механизма для проведения регламентных работ
3. Запирание шторочного механизма на навесной замок при нахождении КВЭ в ремонтном положении.

4. Фрагмент механизма блокировки, запрещающей оперирование заземлителем при нахождении КВЭ в рабочем или промежуточном положениях
5. Фрагмент механизма блокировки, препятствующей открытию двери отсека выдвижного элемента при нахождении КВЭ в рабочем положении

Рис.1.38. Блокировки, реализованные в составе шторочного механизма и межотсечной перегородки



#### 10. Блокировка, препятствующая открыванию двери отсека присоединения при отключенном заземлителе:

Блокировка реализована в отсеке присоединений и запрещает открывание двери отсека при нахождении заземлителя в отключенном положении. Принцип действия блокировки основан на механическом запираании ригельного механизма замка двери отсека штангой, связанной с гнездом оперирования заземлителем.

При нахождении заземлителя в отключенном положении штанга через отверстие в корпусе КРУ заходит в фигурный паз двери отсека присоединений и блокирует перемещение пластины, которая жестко связана с механизмом запираания. При оперировании заземлителем - переводе ножей во включенное положение, вал привода воздействует на блокировочную штангу и втягивает ее в отсек присоединений, освобождая дверь от блокировки (поз. №№1, 2, 3 рис. 1.37).



Шкафы штатно оснащаются блокировкой, препятствующей открыванию двери отсека присоединения при отключенном заземлителе, аварийное открытие двери отсека конструкцией КРУ не предусмотрено. По особому требованию блокировка может быть демонтирована заводом-изготовителем на этапе изготовления КРУ или представителями монтажной организации в процессе пуско-наладочных работ. В этом случае доступ в отсек присоединений может быть организован независимо от положения ножей заземлителя. Однако данное обстоятельство существенно повышает вероятность поражения обслуживающего персонала электрическим током при приближении к токоведущим частям в отсеке присоединений.



Запрещается оперировать заземлителем при открытой двери отсека присоединений!

#### 11(12) Блокировка, препятствующая включению выключателя нагрузки при нахождении заземлителя во включенном положении, а также блокировка препятствующая операциям с заземлителем при нахождении выключателя нагрузки во включенном положении:

Используемые в составе шкафов КРУ автогазовые выключатели нагрузки имеют модульную конструкцию, включающую в себя комбинацию выключателя нагрузки и плавких предохранителей и интегрированный заземлитель. Выключатель нагрузки является трехполюсным коммутационным аппаратом, подвижные контакты которого располагаются на общем синхронизирующем валу привода, который имеет жесткую неразрывную механическую связь с валом привода заземлителя. Реализованная подобным образом кинематическая схема приводов устройства полностью исключает оперирование выключателем нагрузки при замкнутых ножах заземлителя и наоборот - оперирование заземлителем при нахождении выключателя нагрузки во включенном положении.

#### 13. Блокировка, препятствующая открыванию двери высоковольтного отсека шкафа с ВН при нахождении выключателя нагрузки во включенном положении:

Блокировка реализована в конструкции механизма перемещения изоляционной плиты, предназначенной для отделения высоковольтного отсека и оборудования установленного в нем от неподвижных контактов выключателя нагрузки, электрически связанных со сборными шинами КРУ.

При отключении выключателя нагрузки автоматически снимается фиксатор блокировки изоляционной плиты, перемещение которой осуществляется путем воздействия на толкатель с фасада шкафа. После разведения плиты внутри высоковольтного отсека в промежутке между подвижными контактами ВН и их ответной частью происходит снятие блокировки запорного механизма двери высоковольтного отсека и снимается ограничение на ее открытие.

#### ОПЕРАТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ БЛОКИРОВКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

##### 1(2). Блокировка, препятствующая перемещению КВЭ с выключателем (разъединителем) при нарушении заданной последовательности переключений в главных цепях, выполняемая посредством электромагнита Y0:

Электромагнит Y0 размещается на кассете с силовым выключателем или секционным разъединителем и делает невозможным перемещение КВЭ из рабочего положения в контрольное и наоборот при отсутствии напряжения на обмотке электромагнита блокировки. Наличие управляющего напряжения, снимающего запрет на оперирование приводом, зависит от проектной схемы распределительного устройства, правильной последовательности проведения переключений в главных цепях, соответствии взаимных положений выключателя и заземлителя и пр.

Механизм блокировки располагается на подвижной части кассетного основания непосредственно за защитным экраном КВЭ, сердечник электромагнита при отсутствии напряжения на обмотке блокировке препятствует перемещению КВЭ путем блокирования механизма червячного привода (поз. №6 рис. 1.36 и рис. 1.39).

### 3. Блокировка, препятствующая оперированию заземлителем при нарушении последовательности переключений в главных цепях, выполняемая посредством электромагнита Y81:

Блокировка реализуется при помощи электромагнита Y81 и устанавливается в дополнение к базовым механическим блокировкам заземлителя. Блокировка представляет собой устройство с заслонкой, которое размещается над дверцей отсека присоединений и регламентирует доступ к гнезду привода заземлителя (рис. 1.40).

Алгоритм работы электромагнита блокировки определяется принятыми проектными решениями для схемы распределительного устройства. Заслонка в нормальных условиях в целях ограничения доступа к гнезду оперирования заземлителем выдвинута вправо в положение «ЗАБЛОКИРОВАННО» и зафиксирована якорем электромагнита. При появлении управляющего напряжения на обмотке электромагнита происходит ее расфиксация, и появляется возможность ручного перемещения заслонки влево в положение «РАЗБЛОКИРОВАННО» для освобождения гнезда привода оперирования заземлителя.

Одним из частных проектных решений является вариант, когда катушка электромагнита подключена через контакт реле устройства СР1, осуществляющего контроль напряжения на шинах данного присоединения. При этом достигается состояние, при котором оперирование заземлителем возможно только при отсутствии напряжения на заземляемом участке главной цепи, либо на сборных шинах секции КРУ применительно к заземлителю сборных шин.



Шкафы КРУ, оснащенные электромагнитной блокировкой Y81, поставляются на объект монтажа с зафиксированной в положении «РАЗБЛОКИРОВАНО» рукояткой. При нахождении рукоятки в положении «ЗАБЛОКИРОВАНО» невозможно открыть дверь отсека присоединений. Деактивировать блокировку можно только подав оперативное питание на соответствующие цепи шкафа, либо частично разобрав механизм блокировки вручную (подробнее см. п. 2.3).



Рис. 1.39. Электромагнитная блокировка КВЭ



Рис. 1.40. Электромагнитная заземлителя



Рис. 1.41. Замковая блокировка перемещения КВЭ



Рис. 1.42. Блокировка оперирования заземлителем

### ОПЕРАТИВНЫЕ ЗАМКОВЫЕ БЛОКИРОВКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Замковые блокировки серии **BZ** являются альтернативным аналогом электромагнитных блокировок распределительного устройства, которыми шкафы комплектуются по умолчанию. Данный вид блокировок не содержит в своей конструкции элементов, нуждающихся в гарантированном питании, поэтому доступ в шкаф КРУ может быть осуществлен даже в случаях длительного пропадания оперативного питания.

Блокирование подвижной части кассетного основания с запретом ее дальнейшего перемещения осуществляется механически через систему тяг после поворота ключа в замке блокировки КВЭ (рис. 1.41).

Блокировка привода оперирования заземлителем представляет собой механическое устройство, штырь которой при заблокированном положении замка не позволяет вста-

вить рычаг оперирования заземлителя в гнездо привода (рис. 1.42).

По своему функциональному назначению и размещению в составе распределительного устройства замковые блокировки имеют следующие обозначения:

- **BZ-1** - блокировка размещается в шкафах секционного выключателя и секционного разъединителя и обеспечивает правильную последовательность коммутационных операций с секционным выключателем и секционным разъединителем. Блокировка делает невозможным перемещение КВЭ с секционным разъединителем (КВЭ-СР), если КВЭ с секционным выключателем (КВЭ-СВ) находится в рабочем положении (рис. 1.43). Для снятия запрета со стороны блокировки на перемещение КВЭ-СР в контрольное положение из рабочего необходимо последовательно отключить СВ и выкатить КВЭ-СВ в контрольное положение, только после этого возможно оперирование замком блокировки КВЭ-СР.

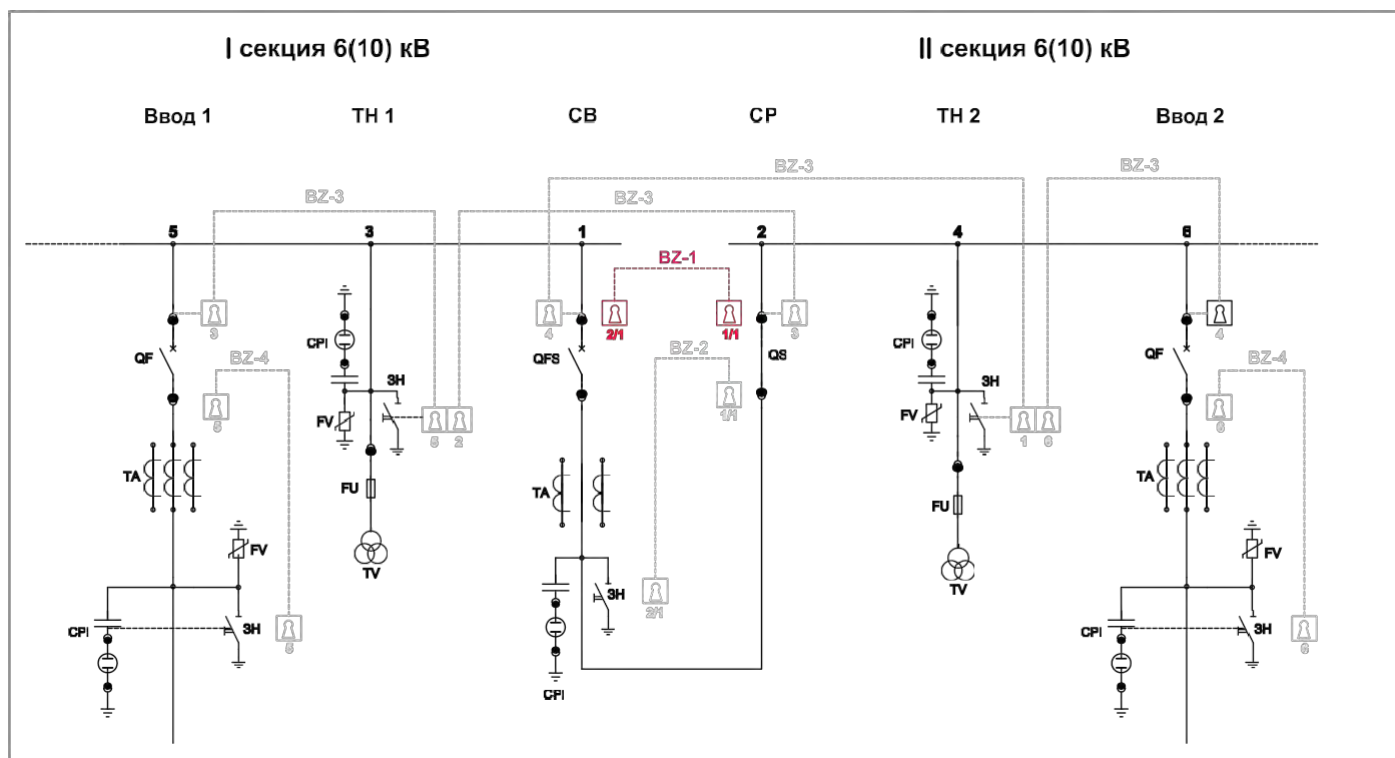


Рис. 1.43. Поясняющая схема размещения замковых блокировок BZ-1

Замки блокировки выдвижных элементов в шкафах СВ и СР, выполнены под один общий ключ, на который наносится маркировка «BZ-1 КВЭ-СВ и КВЭ-СР» или по схеме рис. 1.43 «BZ-1 2/1 и 1/1».

При нахождении КВЭ-СВ в рабочем положении ключ блокировки находится в личинке замка одноименного шкафа, удерживается в этом положении и заблокирован для поворота и извлечения. После перемещения КВЭ-СВ в контрольное положение снимается запрет на поворот и извлечения ключа из замка (после извлечения ключа происходит фиксация КВЭ-СВ в контрольном положении от возможных несанкционированных перемещений). Освободившийся ключ далее применяется к замку блокировки шкафа СР,

что приводит к снятию всех наложенных ранее ограничений - происходит разблокирование КВЭ-СР с возможностью дальнейшего перемещения в контрольное положение.

Возврат схемы к исходному состоянию осуществляется в обратном порядке. При этом сначала производится перемещение КВЭ-СР в рабочее положение, далее - перемещение КВЭ-СВ.

- **BZ-2** - блокировка между заземлителем в шкафу СВ и секционным разъединителем. Блокировка делает невозможным включение заземлителя в шкафу СВ на шинную или кабельную перемычку узла СВ-СР до перемещения КВЭ-СР в контрольное положение (рис. 1.44).

Для снятия запрета со стороны блокировки на включение заземлителя в шкафу СВ необходимо последовательно переместить КВЭ-СВ и затем КВЭ-СР в контрольное поло-

жение, только после чего возможно приступать к оперированию заземлителем.

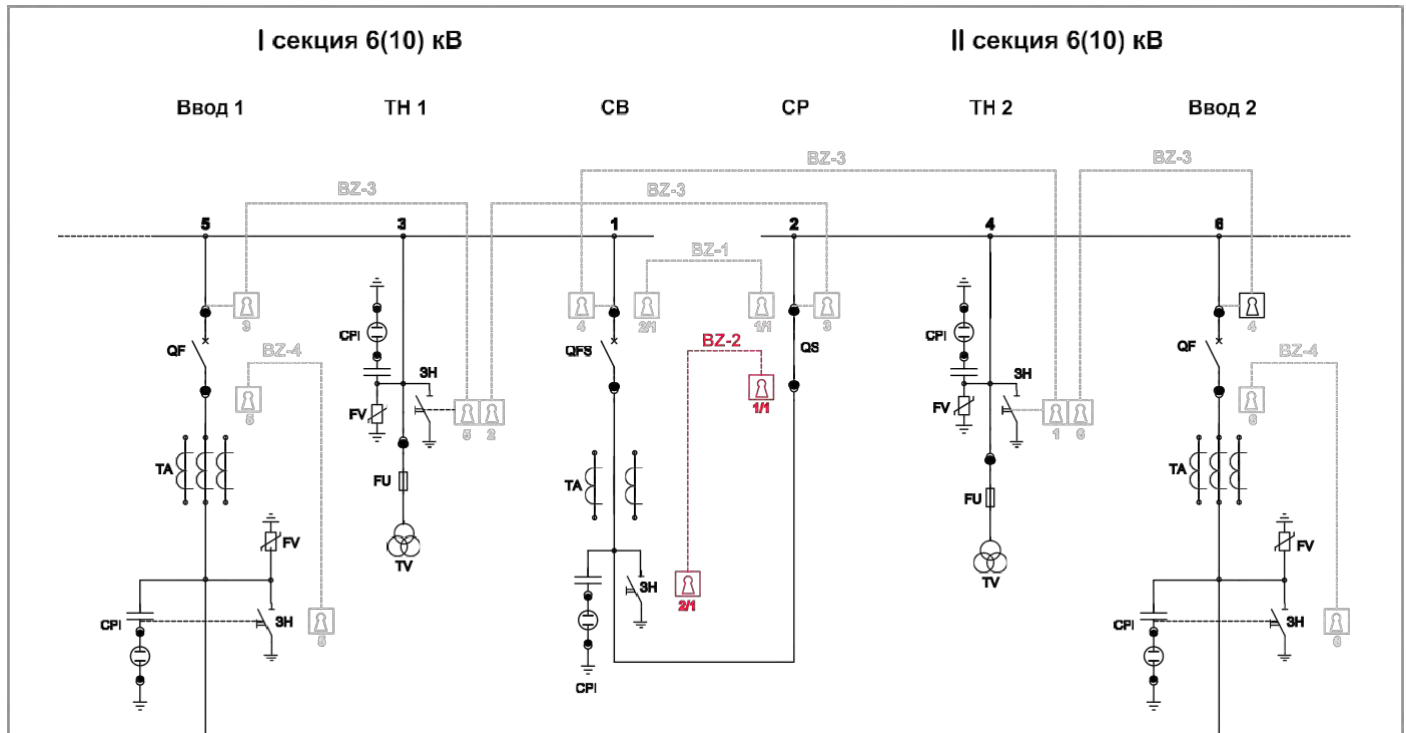


Рис. 1.44. Поясняющая схема размещения замковых блокировок BZ-2

Замки блокировки выдвигного элемента КВЭ-СР и заземлителя ЗН-СВ, выполнены под один общий ключ, на который наносится соответствующая адресная маркировка. Для предотвращения попыток использования персоналом ключа от блокировки BZ-1 узла СВ-СР для блокировки BZ-2 замки выполняются с отличными секретами.

При нахождении КВЭ-СР в рабочем положении ключ блокировки находится в личинке замка одноименного шкафа, удерживается в этом положении и заблокирован для поворота и извлечения. После перемещения КВЭ-СР в контрольное положение снимается запрет на извлечения ключа из замка после его поворота в положение «РАЗБЛОКИРОВАНО» с последующей фиксацией КВЭ-СР в контрольном положении от возможных несанкционированных перемещений. Освободившийся ключ далее применяется к замку блокировки заземлителя СР, что приводит к снятию всех ранее наложенных ограничений, - возможно оперирование заземлителем в шкафу СВ.

Возврат схемы к исходному состоянию осуществляется в обратном порядке, при этом ключ из замка блокировки в шкафу СВ можно извлечь только после отключения заземлителя.

- **BZ-3** - блокировка между заземлителем секции сборных шин и вводным выключателем секции, а также между заземлителем секции сборных шин и секционным выключателем либо секционным разъединителем. Блокировка препятствует заземлению системы сборных шин при потенциальном наличии на них напряжения путем последовательного исключения из схемы возможных источников питания. Бло-

кировку с привода заземлителя секции сборных шин можно снять только тогда, когда КВЭ всех перечисленных аппаратов находятся в контрольном положении. Для выполнения данного условия привод заземлителя секции сборных шин оснащается двумя или более (по числу возможных источников питания) замками, последовательное разблокирование которых снимает запрет на оперирование заземлителем.

Для безопасного вывода секции сборных шин в ремонт (например, I сш согласно схеме рис. 1.45) необходимо последовательно выкатить КВЭ-СВ и КВЭ-СР в контрольное положение (выполняется условие для освобождения ключа №1), отключить выключатель в шкафу ввода данной секции, и выкатить КВЭ с ним в контрольное положение (выполняется условие для освобождения ключа №2). После извлечения ключей из замков блокировки выдвигные элементы в шкафах Ввод, СВ, СР находятся в заблокированном от несанкционированных перемещений положении. Далее необходимо проверить отсутствие напряжения на заземляемой секции шин и, применяя освобожденные ключи, снять запрет на оперирование заземлителем сборных шин ЗН 1-СШ, включить его.

На все ключи блокировки BZ-3 наносится соответствующая адресная маркировка. Для предотвращения ошибочных действий обслуживающего персонала и использования ключей от блокировок другой секции замки в цепи КВЭ-Ввод и ЗН СШ каждой секции выполняются с разными секретами. Возврат схемы к исходному состоянию осуществляется в обратном порядке, при этом ключи из замков блокировки можно извлечь только после отключения заземлителя.

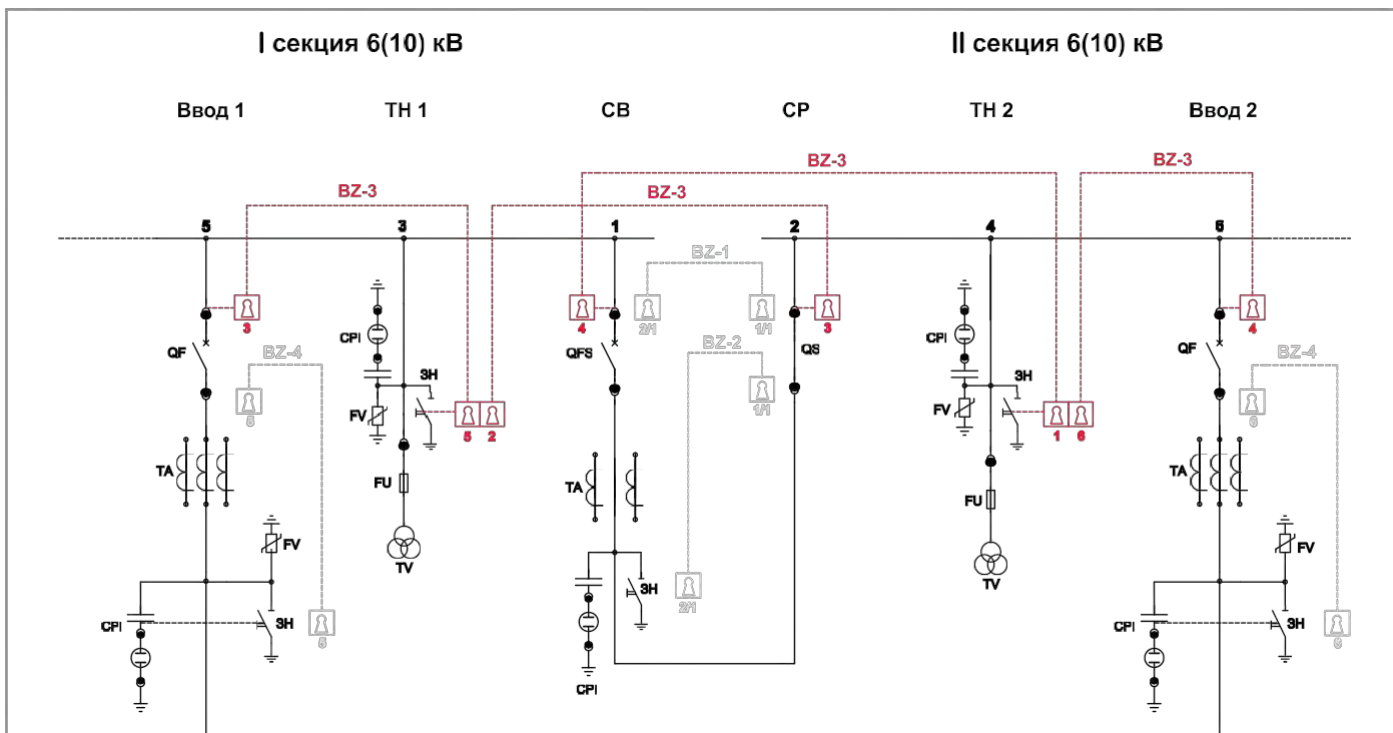


Рис. 1.45. Поясняющая схема размещения замковых блокировок BZ-3

• **BZ-4** - блокировка между заземлителем в шкафу Ввод-1(2) и КВЭ-Ввод-1(2) или опционально между заземлителем в шкафах ОЛ и КВЭ-ОЛ. Блокировка делает невозможным включение заземлителя в шкафу Ввод-1(2) до

перемещения КВЭ-Ввод-1(2) в контрольное положение. Принцип действия блокировки и последовательность необходимых операций полностью аналогичны рассмотренной ранее замковой блокировке BZ-2.

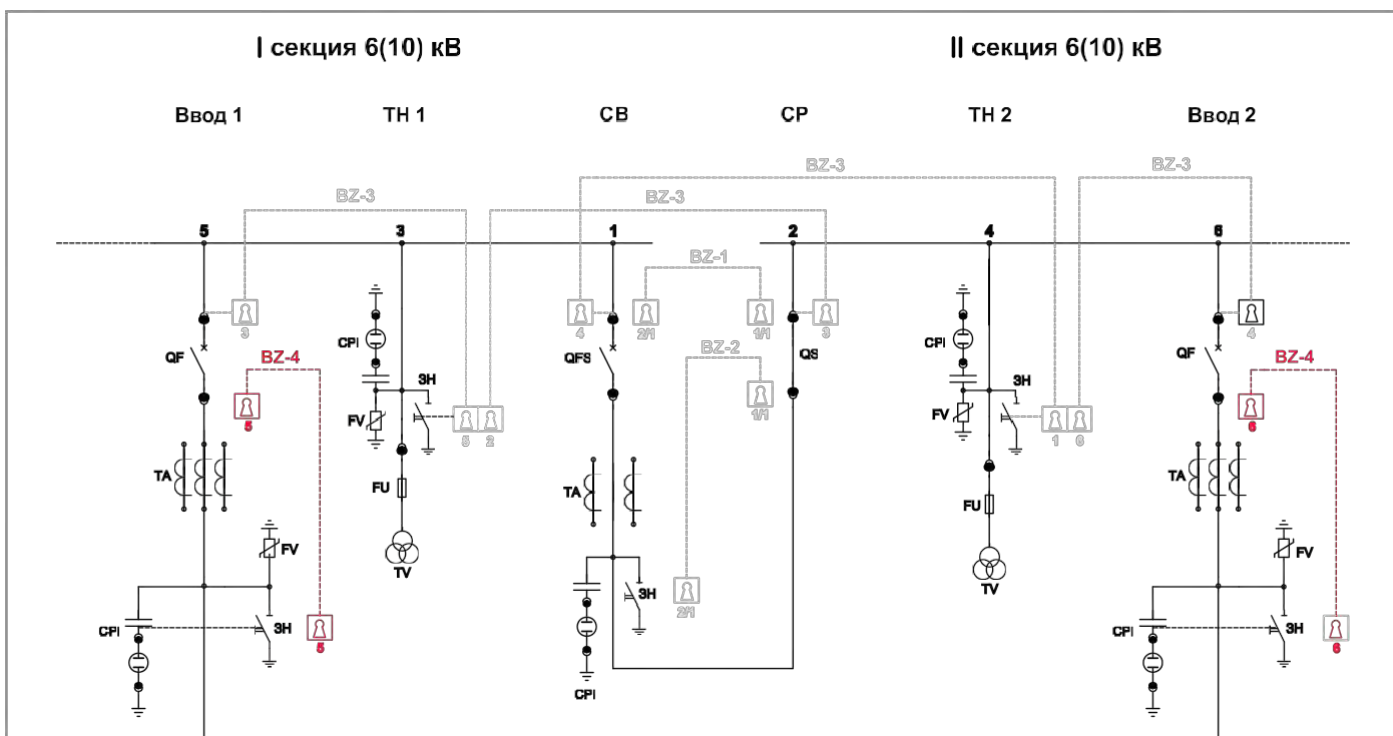


Рис. 1.46. Поясняющая схема размещения замковых блокировок BZ-3

### 1.8.7. Мнемосхема

Наглядность коммутационных операций обеспечивается наличием на фасадах шкафов информативных мнемосхем. На двери отсека вспомогательных цепей стандартно аппликацией выполняется однолинейная схема главной цепи каждого шкафа КРУ, функциональные элементы в которой представлены в виде световых индикаторов, отражающих на основании соответствующих сигналов от концевых выключателей и микропереключателей, текущее положение КВЭ, контактов силового выключателя, заземлителя. По отдельному требованию шкаф КРУ может быть укомплектован интерактивными устройствами индикации состояния элементов, оснащенными ЖК-дисплеями, сторонних производителей.

Типовая мнемосхема шкафа ввода/отходящей линии, выполненного в соответствии со схемой №3.0 согласно сетке схем главных цепей КРУ «Классика» серии D-12P приведена на рис. 1.47, на которой схематично отображены:

1 - магистраль сборных шин; 2 - опциональный амперметр (1 или 3 шт.); 3 - световой индикатор положения КВЭ; 4 - световой индикатор состояния контактов выключателя; 5 - кнопка местного отключения выключателя; 7 - световой индикатор положения ножей заземлителя; 6 - кнопка местного включения выключателя; 8 - нелинейный ограничитель перенапряжений; 9 - кабельная линия.

В качестве вспомогательного устройства, дополняющего показания мнемосхемы и позволяющего контролировать наличие напряжения в шкафу КРУ, используются стационарные индикаторы наличия напряжения, емкостные датчики от которых располагаются в отсеке присоединений в специальных опорных изоляторах заземлителя. Свечение лампы индикатора, располагаемого также на двери отсека

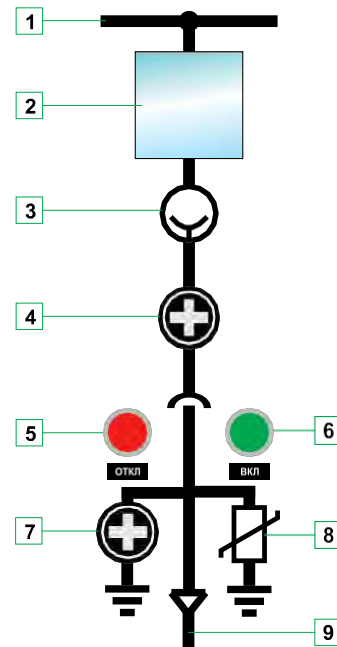


Рис. 1.47. Пример базовой мнемосхемы шкафа ввода/ОЛ

вспомогательных цепей, свидетельствует о факте наличия напряжения на токоведущих частях отсека присоединений (подробнее см. раздел 1.8.3).

Расшифровка возможных состояний мнемосхемы, приведена на рис. 1.48 - 1.50.

#### КВЭ НАХОДИТСЯ В КОНТРОЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИИ :

Положение и состояние элементов (рис. А):

- КВЭ находится в контрольном положении;
- силовой выключатель отключен;
- заземлитель отключен.

Штатные оперативные блокировки присоединения<sup>1</sup>:

- невозможно открыть дверь отсека присоединений.

Перечень возможных манипуляций:

- включение/отключение выключателя (опробование);
- открытие двери отсека выдвигного элемента для извлечения КВЭ в ремонтное положение.
- перемещение КВЭ в рабочее положение;
- включение заземлителя

Положение и состояние элементов (рис. Б):

- КВЭ находится в контрольном положении;
- силовой выключатель отключен;
- заземлитель включен.

Штатные оперативные блокировки присоединения:

- невозможно переместить КВЭ в рабочее положение;

Перечень возможных манипуляций:

- включение/отключение выключателя (опробование);
- открытие двери отсека выдвигного элемента для извлечения КВЭ в ремонтное положение;
- открытие двери отсека присоединений.

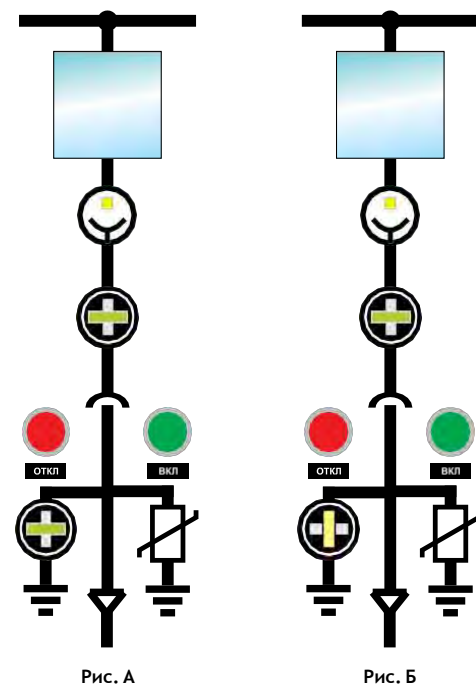


Рис. 1.48. Состояние мнемосхемы при нахождении КВЭ в контрольном положении

<sup>1</sup> здесь и далее в разделе под штатными блокировками подразумеваются только стандартные механические блокировки, реализованные на присоединении.

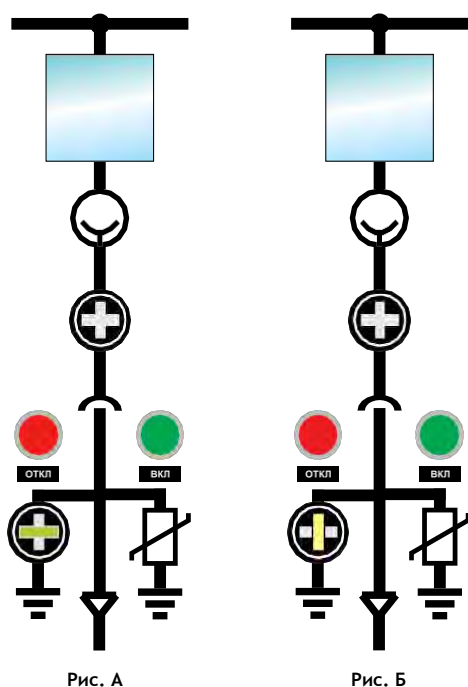


Рис. 1.49. Состояние мнемосхемы при нахождении КВЭ в разобщенном положении

\*При нахождении КВЭ в ремонтном положении вне шкафа КРУ и наличии оперативного питания показания мнемосхемы будут аналогичны. При извлечении КВЭ в ремонтное положение в отсеке активируется блокировка, препятствующая открыванию шторок, перечисленные блокировки в отношении КВЭ становятся более не актуальны.

#### КВЭ НАХОДИТСЯ В РАЗОБЩЕННОМ ПОЛОЖЕНИИ\*

##### Положение и состояние элементов (рис. А):

- КВЭ находится в контрольном положении, разъем вторичных цепей отсоединен;
- силовой выключатель отключен;
- заземлитель отключен.

##### Штатные оперативные блокировки присоединения:

- невозможно открыть дверь отсека присоединений;
- невозможно включить выключатель в любом положении КВЭ.

##### Перечень возможных манипуляций:

- открытие двери отсека выдвижного элемента для извлечения КВЭ из шкафа в коридор обслуживания в ремонтное положение;
- включение заземлителя.

##### Положение и состояние элементов (рис. Б):

- КВЭ находится в контрольном положении, разъем вторичных цепей отсоединен;
- силовой выключатель отключен;
- заземлитель включен.

##### Штатные оперативные блокировки присоединения:

- невозможно переместить КВЭ в рабочее положение;
- невозможно включить выключатель.

##### Перечень возможных манипуляций:

- открытие двери отсека выдвижного элемента для извлечения КВЭ из шкафа в коридор обслуживания в ремонтное положение;
- открытие двери отсека присоединений.

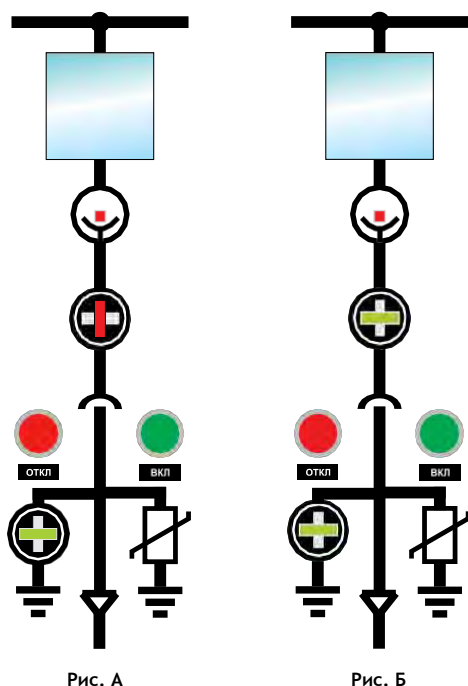


Рис. 1.50. Состояние мнемосхемы при нахождении КВЭ в рабочем положении

#### КВЭ НАХОДИТСЯ В РАБОЧЕМ ПОЛОЖЕНИИ

##### Положение и состояние элементов (рис. А):

- КВЭ находится в рабочем положении;
- силовой выключатель отключен;
- заземлитель отключен.

##### Штатные оперативные блокировки присоединения:

- невозможно открыть дверь отсека выдвижного элемента;
- невозможно открыть дверь отсека присоединений;
- запрет оперирования заземлителем;

##### Перечень возможных манипуляций:

- включение выключателя;
- перемещение КВЭ в контрольное положение;

##### Положение и состояние элементов (рис. Б):

- КВЭ находится в рабочем положении;
- силовой выключатель включен;
- заземлитель отключен

##### Штатные оперативные блокировки присоединения:

- невозможно открыть дверь отсека КВЭ;
- невозможно открыть дверь отсека присоединений;
- запрет оперирования заземлителем;
- запрет перемещений КВЭ

##### Перечень возможных манипуляций:

- отключение выключателя.

### 1.8.8. Дуговая защита

В КРУ предусмотрена защита обслуживающего персонала от внутренних дуговых коротких замыканий, реализуемая при помощи клапанов сброса давления, размещаемых на крыше шкафа, совместно с системами идентификации дуги, обеспечивающими ее быстрое гашение и минимизацию возможных последствий.

При горении дуги во внутреннем пространстве шкафа КРУ за короткое время выделяется огромное количество тепла, вызывающее стремительное локальное увеличение внутреннего давления и температуры, и как следствие, образование ударной волны, открытого пламени, потока горячих газов и расплавленных металлов, способных нанести существенные повреждения установленному оборудованию, вызвать перекрытие изоляции и потенциально привести к устойчивому возгоранию. Разгрузочные клапаны предназначены для уменьшения разрушающего воздействия электрической дуги при внутренних коротких замыканиях путем организации направленного выброса продуктов горения вверх с последующим выравниванием давления и представляют собой открываемые потоком газов срывные элементы конструкции крышки шкафа, предусматриваемые индивидуально для каждого высоковольтного отсека. При срабатывании клапанов с последующим рассеиванием выброса над шкафами исключается возможность попадания продуктов горения электрической дуги в зону обслуживания КРУ.

В целях минимизации повреждений и оперативного отключения генерирующего источника, либо собственного выключателя предусматриваются различные варианты реализации дуговой защиты. В качестве базовой дуговой защиты, используемой по умолчанию, в шкафах применяются клапаны сброса избыточного давления в сочетании с концевыми выключателями - индикаторами их положения, позволяющими селективно отделить от сети аварийный отсек КРУ. На крышках клапанов с внутренней стороны монтируются нажимные элементы - ключи, которые вставляются в концевые выключатели, расположенные внутри верхней части соответствующих отсеков. Крепление срывных клапанов к корпусу КРУ осуществляется посредством болтов M10x35, расположенных «в линию» параллельно фасаду шкафа, с использованием поджимающей пластины. При этом клапан отсека присоединений изготавливается в виде отдельного конструктивного элемента, клапан отсека сборных шин и клапан отсека КВЭ выполняются в виде общей крышки, крепление которой осуществляется на вертикальной перегородке между указанными отсеками. С противоположной стороны каждый клапан крепится по углам двумя пластиковыми фиксаторами PUM-071-M30, предотвращающими случайное приоткрытие в процессе эксплуатации и соответственно ложное срабатывание концевого выключателя. При нормальной работе шкафа КРУ концевые выключатели клапанов сброса избыточного давления находятся в нажатом состоянии. Возникновение электрической дуги и избыточного давления приводит к открытию клапанов, освобождению нажимного элемента концевого выключателя и переключению его контактов. Другая пара контактов может быть использована для местной или удаленной сигнализации. Экспериментальным путем подтверждена не-



Рис.1.51. Клапаны сброса давления



Рис.1.52. Концевые выключатели клапанов сброса давления



Рис.1.53. Пластиковый фиксатор клапана сброса давления





Рис.1.54. Размещение фототиристора в отсеке присоединений



Рис.1.55. Волоконно-оптический датчик в отсеке присоединений



Рис.1.56. Волоконно-оптический датчик в отсеке сборных шин



Рис.1.57. Двухступенчатая дуговая защита

обходимая чувствительность, обеспечиваемая клапанной дуговой защитой при возникновении короткого замыкания внутри шкафа КРУ, инициированного током, не превышающим 5% от нормируемого тока отключения встроенного силового выключателя. Размещение концевых выключателей и вторичных цепей к ним внутри КРУ позволяет исключить ложные срабатывания и случайные повреждения грызунами, при монтаже, наладке или в процессе эксплуатации.



**Во избежание ложных срабатываний концевых выключателей запрещается демонтаж пластиковых фиксаторов клапанов сброса избыточного давления перед пуском и в процессе эксплуатации КРУ. По завершению монтажно-наладочных работ или технического обслуживания следует проконтролировать правильное крепление клапанов всех высоковольтных отсеков шкафа КРУ.**

Дополнением к клапанной дуговой защите могут выступать логические устройства с применением фототиристорov, которые монтируются в каждом высоковольтном отсеке. На фасаде релейного отсека шкафа располагается регистратор событий, к выходам которого подключаются фототиристорные датчики или концевые выключатели клапанов сброса давления, обеспечивающий преобразование, запоминание и отображение факта получения сигналов о существовании дугового замыкания в контролируемом отсеке, а также передачу управляющих сигналов на устройства релейной защиты и автоматики соответствующих шкафов распределительного устройства. На лицевой панели регистратора расположены светодиоды, обозначающие отсек КРУ, где установлен соответствующий фототиристорный датчик, воспринимающий сигнал о наличии дуги. Визуальное определение места возникновения дугового замыкания с точностью до отсека производится по надписи, нанесенной под светодиодом, который сигнализирует о появлении сигнала. При пропадании и последующем восстановлении напряжения питания световая сигнализация сохраняется.

Наибольшей функциональностью, возможностью программирования алгоритмов работы, быстродействием и высокой чувствительностью датчиков обладают логические устройства на основе волоконной оптики. Для обнаружения дугового разряда в устройстве используются волоконно-оптические датчики, состоящие из линзы, волоконно-оптического кабеля с пластиковой прозрачной оболочкой, воспринимающей излучение боковой поверхностью, и оптических коннекторов. Световой поток поступает в блоки оптоэлектронного преобразования и в соответствии с заданной логикой работы устройства дуговой защиты трансформируется в замыкание/размыкание сухих контактов выходных управ-

ляющих реле за время, не превышающее 8 мс с момента возникновения дуги. Оптическая система устройства практически не чувствительна к другим источникам света (фонарик, лампы накаливания, люминесцентные, фотовспышки, прямой солнечный свет и т.п.). Широкий угол захвата излучения линзой, а также возможность функционирования оптических датчиков в том числе в условиях повышенного загрязнения пылью или сажей исключает необходимость проведения регламентных работ, связанных с их очисткой. Конструкцией оптических датчиков предусмотрена непрерывная автоматическая проверка их целостности в процессе работы. Для повышения чувствительности оптические датчики размещаются в высоковольтных отсеках таким образом, чтобы излучение вероятной дуги не затенялось. Пример размещения оптических датчиков в высоковольтных отсеках приведен на рис 1.5 (раздел 1.5.2).

Монтаж световых регистраторов осуществляется на заводе-изготовителе. В зависимости от типа используемой дуговой защиты и расположения шкафов в помещении монтаж управляющих терминалов осуществляется как в заводских условиях, так и непосредственно на объекте. Подключение регистраторов к терминалам осуществляется по завершению монтажа секций КРУ в ходе наладочных работ.

Сочетание световых регистраторов (фототиристорных или волоконно-оптических датчиков) и концевых выключателей, сопряженных с клапанами сброса давления, позволяет при необходимости выполнить защиту от дуговых замыканий двухступенчатой, где оптоволоконная (фототиристорная) защита выступает как основная ступень с выдачей управляющего сигнала по факту появления вспышки от дугового разряда, клапанная - резервная, срабатывающая по факту превышения давления.

#### 1.8.9. Система принудительной вентиляции

Естественная вентиляция внутреннего объема шкафов осуществляется через жалюзийные отверстия специальной формы, расположенные в клапанах сброса избыточного давления, а также при номинальных токах главной цепи свыше 1600 А в двери отсека присоединений.

Система принудительной вентиляции устанавливается в шкафы на номинальный тока 3150 А, если по условиям эксплуатации верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха может превышать плюс 35 °С. Шкафы КРУ на номинальный ток главных цепей 4000 А оснащаются системой принудительной вентиляции по умолчанию.

Принудительная вентиляция осуществляется при помощи группы приточных вентиляторов, устанавливаемых на дверь отсека присоединений с ее внутренней стороны, и группы вытяжных вентиляторов, монтируемых в крышу шкафа рядом с аварийным разгрузочным клапаном отсека КВЭ.

Пуск вентиляторов осуществляется в автоматическом режиме по команде от реле при превышении токовой нагрузки свыше 2500 А или превышении заданной температуры внутри шкафа. Так же возможно принудительное включение системы вентиляции путем местного или дистанционного управления.



Рис. 1.58. Вентиляционные отверстия в двери отсека присоединений



Рис. 1.59. Принудительная приточная вентиляция



Рис. 1.60. Принудительная вытяжная вентиляция



Рис. 1.61. Светодиодный модуль освещения отсека присоединений



Рис. 1.62. Антиконденсатный нагревательный элемент

#### 1.8.10. Освещение и обогрев

Визуальный контроль положения выдвижного элемента относительно корпуса шкафа при его нахождении внутри КРУ и положение ножей заземлителя при периодических осмотрах оборудования или при проведении оперативных переключений осуществляется через смотровые окна, расположенные на дверях высоковольтных отсеков. Для удобства оперативного персонала в отсеке присоединений и отсеке КВЭ предусмотрено освещение, выполняемое при помощи светодиодных модулей (в более ранних версиях шкафов - ламп накаливания напряжением до 42 В). Включение освещения осуществляется при помощи выключателя, размещаемого на двери отсека вспомогательных цепей.

При установке КРУ в помещениях, в которых температура окружающего воздуха в осенне-зимний период может опускаться ниже минус 5 °С опционально предусматривается установка антиконденсатных нагревательных элементов, обеспечивающих нормальные температурные условия работы комплектующей аппаратуры.

По умолчанию нагревательные элементы устанавливаются в отсеке вспомогательных цепей (релейном отсеке) и отсеке присоединений, возможно также установка нагревательного элемента в отсеке выдвижного элемента.

## 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1. Эксплуатационные ограничения

К эксплуатации КРУ допускается только специально обученный персонал, изучивший настоящее РЭ, технические описания и руководства по эксплуатации на коммутационные аппараты и аппаратуру управления, установленные в шкафах КРУ, и имеющий соответствующую группу допуска по электробезопасности (не ниже IV квалификационной группы по ТБ).

Порядок эксплуатации шкафов КРУ устанавливается соответствующими инструкциями для обслуживающего персонала организации, в ведении которого находится распределительное устройство. Помимо действующих на предприятии внутренних инструкций эксплуатация шкафов КРУ должна производиться в соответствии с требованиями следующих документов:

- «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» (ПТЭ РФ);
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП);
- «Правила устройства электроустановок» (действующее 7-е издание);
- «Межотраслевые правила по охране труда» (МПОТ);
- настоящее РЭ.

Эксплуатация КРУ в условиях, отличных от приведенных в п. 1.2. настоящего РЭ, и при параметрах, отличных от указанных в паспорте, использование нестандартного комплектующего оборудования без согласования с заводом-изготовителем, равно как нарушение порядка работы блокировок, могут привести к поломкам или выходу КРУ из строя, а также являться причиной мотивированного отказа производителем от принятых гарантийных обязательств.

Шкафы КРУ «Классика» серии D-12P не предназначены для работы:

- в среде, подвергающейся действию газов, испарений и химических отложений, вредных для изоляции, и в среде, подвергающейся усиленному загрязнению, а также во взрывоопасных зонах;
- в устройствах или установках специального назначения, например, электропечных, экскаваторных установках, распределительных устройствах судов, подпадающих под классификацию морского регистра и т.п.;

### 2.2. Использование изделия по назначению

Работа с КРУ и оперативные переключения должны осуществляться в соответствии с бланками переключений и указаниями диспетчера. В зависимости от схемы и комплекта поставки управление переключениями и подготовка к ним может осуществляться дистанционно с диспетчерского пульта (применительно к шкафам КРУ D-12PL, комплектующим электроприводом выдвижного элемента и заземлителя). В настоящем разделе описаны примеры местного управления аппаратами шкафов КРУ.

Оперирование шкафами КРУ осуществляется при помощи специальных рукояток и ключей, входящих в комплект экс-

плуатационных принадлежностей согласно заказной спецификации.

Набор формируется при комплектации заказа в зависимости от типов применяемых силовых выключателей. Стандартно, если не оговорено иное, все перечисленные ключи поставляются из расчета 1 шт. на 5 шкафов КРУ, но не менее 2 шт. на заказ, за исключением ключей дверных замков (2 шт. на 5 шкафов КРУ, но не менее 2 шт. на заказ) и ключа для протягивания контактов (поставляется 1 шт. на весь заказ).

#### 2.2.1. Открывание и закрывание дверей отсеков

Дверь отсека вспомогательных цепей открывается ключом во всех возможных режимах КРУ и не имеет связи с интегрированной системой механических или электромагнитных блокировок.

Доступ в высоковольтные отсеки может быть получен только при выполнении ряда условий:

- дверь отсека выдвижного элемента открывается, только когда выдвижной элемент находится в контрольном положении;
- дверь отсека присоединений открывается только при замкнутом заземлителе, если иное специально не оговорено при заказе.



Слева направо:

1. Рукоятка перемещения КВЭ;
2. Рычаг оперирования заземлителем;
3. Рычаг оперирования выключателем нагрузки;
4. Ключ от дверных замков всех отсеков;
5. Рукоятка ручного оперирования заземлителем NSPV;
6. Ключ аварийного отключения и оперирования блокировкой выключателя ISM15\_Shell
7. Толкатель аварийного (ручного) отключения выключателя SM15\_LD;
8. Удлинитель для протягивания силовых контактов выключателя ISM15\_LD.

Рис. 2.1. Пример комплекта рукояток и ключей оперирования для секции КРУ



Перед открытием двери высоковольтного отсека следует убедиться, что соблюдены все условия, разрешающие данную операцию. Если ручка расфиксирована, но не поворачивается полностью на угол  $90^\circ$ , следовательно, данное действие не разрешает выполнить встроенная система блокировок (подробнее см. раздел 1.8.6). Прикладывать чрезмерные усилия при явном механическом сопротивлении запрещается!

Двери отсеков открываются в следующей последовательности:



Шаг 1: Поднять вверх подвижную крышку, закрывающую замочную скважину, вложить ключ и повернуть его по часовой стрелке.



Шаг 2: Потянуть за нижний конец ручки на себя



Шаг 3: Повернуть ручку по часовой стрелке на  $90^\circ$  до упора.



Шаг 4: Держась за ручку, аккуратно потянуть дверь на себя.

Рис. 2.2. Последовательность действий по открыванию двери

Закрывание двери производится в обратном порядке. После закрытия двери подвижную рукоятку следует утопить в замке до фиксации.

### 2.2.2. Перемещения выдвижного элемента внутри шкафа

Выдвижные элементы шкафов КРУ одного типа являются взаимозаменяемыми, что позволяет производить их осмотр, обслуживание или ремонт вне шкафа, заменяя резервными при необходимости. Положение выдвижного элемента относительно главной цепи шкафа сигнализируется при помощи наглядной мнемосхемы, расположенной на двери отсека вспомогательных цепей (подробнее см п. 1.8.7).



Перед выполнением любой операции по перемещению КВЭ следует убедиться, что данное действие разрешает выполнить встроенная система блокировок.



Все перемещения КВЭ из рабочего положения в контрольное и обратно и все коммутационные операции в шкафах следует производить только при закрытых дверях высоковольтных отсеков!

**ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ВЫДВИЖНОГО ЭЛЕМЕНТА ИЗ КОНТРОЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ В РАБОЧЕЕ**

Этапы	Последовательность производимых действий	Достижимый результат
Шаг 1	По состоянию мнемосхемы и через смотровые окна визуально убедиться в том, что силовой выключатель отключен, заземлитель разомкнут, разблокированы электромагнитные или замковые блокировки перемещения КВЭ (при наличии). При необходимости привести схему в нужное состояние.	- Силовой выключатель отключен; - Заземлитель разомкнут; - Запрет перемещения со стороны блокировок отсутствует.
Шаг 1.1	При нахождении в шкафу выключателя ВВ/TEL типа ISM_Shell ключом аварийного отключения и оперирования блокировкой через дверь произвести поворот фиксатора КВЭ против часовой стрелки до упора (рис. 2.3)	КВЭ с выключателем типа ISM_Shell разблокирован для последующего перемещения
Шаг 2	Повернуть рукоятку доступа к гнезду оперирования КВЭ до упора против часовой стрелки (рис. 2.4.)	Открыт доступ к гнезду оперирования
Шаг 3	Вставить рукоятку перемещения и утопить ее в гнезде винтового привода для разблокировки привода КВЭ (рис 2.5)	Возможно оперирование приводом КВЭ
Шаг 4	Поддерживая надежное зацепление, выполнить 20 полных оборотов рукоятки по часовой стрелке. На завершающем участке хода (последние 2-3 оборота) допустимо увеличение сопротивления вращению рукоятки (рис. 2.6.)	При движении КВЭ происходит раскрытие шторочного механизма, на завершающем отрезке происходит стыковка элементов контактной системы главной цепи.
Шаг 5	Вынуть рукоятку из гнезда привода. По состоянию мнемосхемы и через смотровые окна визуально убедиться в том, что КВЭ находится в рабочем положении	Выдвижной элемент находится в контрольном положении
Шаг 5.1	При нахождении в шкафу выключателя ВВ/TEL типа ISM_Shell ключом аварийного отключения и оперирования блокировкой через дверь произвести поворот фиксатора КВЭ по часовой стрелки до упора.	Вакуумный выключатель ВВ/TEL типа ISM_Shell разблокирован для последующего включения



Рис. 2.3. Разблокирование перемещения КВЭ



Рис. 2.4. Доступ к гнезду оперирования КВЭ



Рис. 2.5. Фиксация ручки перемещения



Рис. 2.6. Вращение винтовой передачи КВЭ

Перемещение выдвижного элемента из рабочего положения в контрольное осуществляется в обратной последовательности. При этом приступать к оперированию возможно только убедившись, что силовой выключатель отключен, разблокированы электромагнитные блокировки перемещения КВЭ (при наличии).

В шкафах КРУ, оснащенных электромоторным приводом КВЭ, управление автоматизированным перемещением помимо удаленного диспетчерского пункта может производиться при помощи ключа управления, вынесенного на дверь отсека вспомогательных цепей.

### 2.2.3. Оперирование заземлителем присоединения

#### ВКЛЮЧЕНИЕ ЗАЗЕМЛИТЕЛЯ

Этапы	Последовательность производимых действий	Достижимый результат
Шаг 1	По состоянию мнемосхемы и через смотровые окна визуально убедиться в том, что КВЭ находится в контрольном или ремонтном положении, дверь отсека присоединений плотно закрыта, замок утоплен, на заземляемом присоединении отсутствует напряжение. При необходимости привести схему в нужное состояние.	КВЭ находится в контрольном или ремонтном положении; - Закрыта дверь отсека присоединений; - Отсутствует напряжение на присоединении.
Шаг 1.1.	При наличии на присоединении электромагнитной блокировки Y81 потянуть за щеколду влево, освобождая доступ к гнезду привода заземлителя (рис. 2.7)	Открыт доступ к гнезду привода заземлителя
Шаг 1.2	При наличии на присоединении замковой блокировки BZ и выполнении условий ее разблокирования вставить ключ и повернуть его в положение «разблокировано», при этом стержень в гнезде заземлителя утапливается и освобождает привод заземлителя. (рис. 2.8)	Открыт доступ к гнезду привода заземлителя
Шаг 2	Вставить и зафиксировать рукоятку оперирования в гнезде заземлителя ручкой вверх (рис. 2.9).	Возможно оперирование заземлителем
Шаг 3	Придерживая одной рукой для придания надежного зацепления в пазах, повернуть рукоятку по часовой стрелке на 180°. Для заземлителя не оснащенного пружинным приводом в конце поворота для преодоления сопротивления тарельчатых пружин подвижных контактов движение должно быть более энергичным (рис 2.10).	При повороте ручки усилие, создаваемое оператором, передается на вал с подвижными контактами, которые входят в зацепление с неподвижными контактами. В заземлителях с пружинным приводом скорость движения контактов не зависит от оператора.
Шаг 4	Вынуть рукоятку из гнезда привода, визуально по состоянию мнемосхемы и через смотровые окна убедиться в замкнутом состоянии контактов заземлителя (рис. 2.11)	Заземлитель присоединения включен, разрешено открытие двери отсека присоединений.



Рис. 2.7. Электромагнитная блокировка Y81



Рис. 2.8. Замковая блокировка BZ



Рис. 2.9. Размещение рычага оперирования заземлителем



Рис. 2.10. Заземлитель присоединения включен

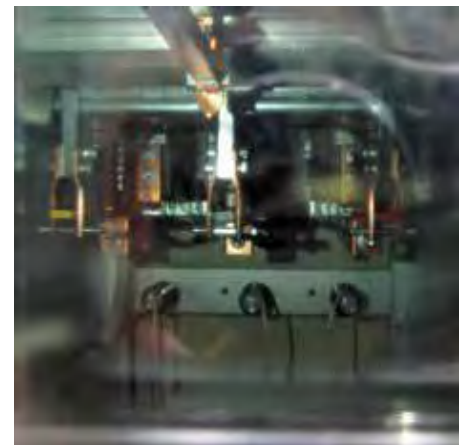


Рис. 2.11. Вид на контакты заземлителя через смотровое окно отсека

Отключение (размыкание) заземлителя производится в обратном порядке. При этом приступать к оперированию возможно только убедившись, что дверь отсека присоединений плотно закрыта, поворотная ручка утоплена в пазах замка.

В шкафах КРУ, оснащенных электромоторным приводом заземлителя (в этом случае используются только заземлители с пружинным приводом), управление автоматизированным перемещением заземляющих ножей помимо удаленного диспетчерского пункта может производиться при помощи ключа, вынесенного на дверь отсека вспомогательных цепей.

#### 2.2.4. Оперирование заземлителем сборных шин

Заземлитель сборных шин стандартно располагается в шкафу с измерительными ТН на КВЭ (схемы №11 и №12 согласно сетке схем главных цепей **Приложения 1**). Порядок оперирования заземлителем СШ в этом случае аналогичен описанному выше алгоритму для заземлителя присоединения. Последовательность операций при включении заземлителя на СШ определяется электромагнитными блокировками Y81 или замковыми блокировками BZ-3. (подробнее см. п. 1.8.6).

При использовании измерительных ТН с масляной изоляцией типа НАМИ(Т) или с литой полимерной изоляцией НАЛИ-СЭЩ, размещаемых стационарно в шкафах с выключателем нагрузки, заземление сборных шин осуществляется при помощи заземлителя, которых устанавливается перед выключателем нагрузки и подключается на спуски от сборных шин. Гнездо привода заземлителя оснащено стандартно электромагнитной блокировкой, запрет доступа определяется схемными решениями в зависимости от конфигурации распределительного устройства. Оперирование заземлителем возможно только после отключения выключателя нагрузки к ТН и при отсутствии напряжения на сборных шинах (подробнее см. п. 2.2.6).

Если схема главных цепей КРУ не предусматривает наличие измерительных шкафов, то заземление сборных шин может производиться стационарным или переносным заземляющим разъединителем в шкафах боковых приставок.

#### 2.2.5. Оперирование выключателем

Управление силовым выключателем в нормальном режиме осуществляется кнопками «ВКЛЮЧИТЬ» и «ОТКЛЮЧИТЬ» зеленого и красного цвета соответственно, расположенными на двери отсека вспомогательных цепей. Для подачи управляющих сигналов с кнопок требуется переключение ключа управления на двери релейного шкафа в положение «Местное управление». Для дистанционного управления выключателем необходимо подать соответствующую внешнюю команду на цепи управления КРУ. Текущее состояние выключателя на мнемосхеме сигнализируют лампы: «ВКЛЮЧЕНО» - красного цвета, «ОТКЛЮЧЕНО» - зеленого цвета. Дополнительно состояние контактной системы коммутационного аппарата может быть проконтролировано через смотровые окна в двери отсека выдвижного элемента при помощи механического указателя положения, расположенного на фасаде металлического экрана КВЭ и жестко связанного с валом привода силового выключателя.

Коммутирование встроенного выключателя возможно как при нахождении КВЭ в рабочем положении, так и контрольном - в режиме «ОПРОБОВАНИЕ». Перемещения включенного выключателя в рабочее положение из контрольного запрещено системой интегрированных блокировок.

#### 2.2.6. Оперирование выключателем нагрузки

Операции включения и отключения выключателя нагрузки и интегрированного в конструкцию заземлителя осуществляются при помощи рычага управления ВН, входящего в комплект поставки КРУ. Выключатель нагрузки





Рис. 2.12 Фасад отсека вспомогательных цепей с органами местного управления

стандартно обладает механической блокировкой, не позволяющей проводить коммутационные операции при замкнутых заземляющих ножах, и соответственно обратной блокировкой - включению заземлителя при замкнутых главных ножах. В шкафах с измерительными ТН размещается еще один заземлитель, подключаемый к спускам от сборных шин до выключателя нагрузки.

Отключение выключателя нагрузки производится в обратной последовательности. В шкафу ТСН дополнительно перед проведением коммутационных операций необходимо отключить все вводные автоматические выключатели 0,4 кВ, как имеющие связь с электромагнитной блокировкой гнезда оперирования заземлителем.

Для открытия двери шкафа после включения заземлителя присоединения необходимо выдвинуть толкатель «на себя», при этом изоляционная плита переместится вглубь шкафа и освободит запорный механизм.

### ВКЛЮЧЕНИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ НАГРУЗКИ

Этапы	Последовательность производимых действий	Достижимый результат
Шаг 1	Утопить толкатель подвижной изоляционной плиты до упора (рис. 2.13)	- Изоляционная плита перемещается в сторону фасада, освобождая пространство между контактами ВН для их беспрепятственного движения
Шаг 2.	Вставить рычаг оперирования в гнездо привода заземлителя, повернуть его на 180° против часовой стрелки, отключить заземлитель (рис. 2.14)	- Заземлитель присоединения отключен; - Снята блокировка оперирования выключателем нагрузки
Шаг 3	Вставить рычаг оперирования в гнездо ВН, повернуть его на 180° по часовой стрелке, включить выключатель нагрузки (рис. 2.15)	- Выключатель нагрузки включен - На измерительные ТН (ТСН) подано напряжение



Рис. 2.13. Перемещение изоляционной плиты



Рис. 2.14. Отключение заземлителя

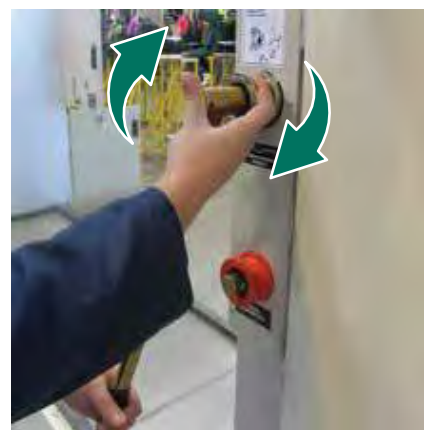


Рис. 2.15. Включение выключателя нагрузки

Отключение выключателя нагрузки производится в обратной последовательности. В шкафу ТСН дополнительно перед проведением коммутационных операций необходимо отключить все вводные автоматические выключатели 0,4 кВ, как имеющие связь с электромагнитной блокировкой гнезда оперирования заземлителем.

Для открытия двери шкафа после включения заземлителя присоединения необходимо выдвинуть толкатель «на себя», при этом изоляционная плита переместится вглубь шкафа и освободит запорный механизм.

### ОПЕРИРОВАНИЕ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕМ СБОРНЫХ ШИН

Этапы	Последовательность производимых действий	Достижимый результат
Шаг 1	Отключить выключатель нагрузки, повернув рычаг оперирования ВН на 180° против часовой стрелки (рис. 2.16)	- Выключатель нагрузки отключен; - Разрешено оперирование заземлителем
Шаг 2	По свечению индикатора на двери отсека вспомогательных цепей убедиться, что выполнены условия, разрешающие оперирование заземлителем СШ. Вставить рычаг оперирования ВН в гнездо заземлителя СШ, нажать кнопку «Разрешение на оперирование заземлителем СШ» на двери отсека вспомогательных цепей.	- Подтверждено отсутствие напряжения на сборных шинах; - Осуществлено разблокирование гнезда привода заземлителя сборных шин
Шаг 3	Оттянуть фиксатор привода заземлителя СШ и, удерживая фиксатор в этом положении, свободной рукой повернуть рычаг на 180° по часовой стрелке (рис. 2.17 и рис. 2.18).	- Заземлитель сборных шин включен



Рис. 2.16. Отключение выключателя нагрузки



Рис. 2.17. Гнездо привода заземлителя СШ



Рис. 2.18. Включение заземлителя СШ

**2.2.7. Оперирование КВЭ с разъединителем**

КВЭ с разъединителем представляет собой безразрывный фрагмент главной цепи шкафа, выполненный в каждой фазе сплошными медными токоведущими шинами соответствующего сечения, которые закреплены относительно подвижного основания на опорных полимерных изоляторах и заканчиваются на концах верхней и нижней группой розеточных контактов, непосредственно выполняющих роль разъединителей.

Перемещение КВЭ с разъединителями в шкафах СР и присоединениях осуществляется только после снятия нагрузки с главной цепи шкафа. Разрешение и порядок перемещения КВЭ-СР определяется электромагнитными блокировками У0 или замковыми блокировками ВЗ-1 (подробнее см. п. 1.8.6).

**2.2.8. Перемещение выдвигного элемента в ремонтное положение**

Для извлечения КВЭ из шкафа КРУ из контрольного положения в ремонтное в целях проведения регламентных работ или организации доступа в отсек выдвигного элемента шкафа используется специальная инвентарная тележка-подъемник, входящая в заводской комплект поставки. Инвентарные тележки изготавливаются в двух типоразмерах по ширине 750(600) и 1000 мм с грузоподъемностью 150 и 300 кг соответственно, являются универсальными и подходят для применения ко всем шкафам распределительного устройства аналогичных размеров, содержащим в своем составе КВЭ.

**ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ВЫДВИЖНОГО ЭЛЕМЕНТА В РЕМОНТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ**

Этапы	Последовательность производимых действий	Достижимый результат
Шаг 1	Убедиться, что КВЭ находится в контрольном положении. При необходимости привести схему в нужное состояние.	- КВЭ в контрольном положении;
Шаг 2.	Открыть дверь отсека выдвигного элемента, разблокировать разъем вспомогательных цепей, вынуть его из ответной части и зафиксировать защелкой на фасаде КВЭ.	- Перевод КВЭ в разобценное положение;
Шаг 3	Подкатить инвентарную тележку-подъемник, отрегулировать по высоте платформы. Выставив по ширине направляющие полозья, пристыковать ее к шкафу, заблокировать, вставив зацеп в специальное отверстие выступа в средней части правой боковой стойки шкафа, и зафиксировать колеса защелками-упорами (рис. 2.19).	- Стыковка и фиксация инвентарной сервисной тележки
Шаг 4	Взявшись за ручки-фиксаторы, распложенные по бокам кассетного основания, свести их до упора к середине КВЭ (рис. 2.20)	- Расфиксация КВЭ относительно корпуса шкафа КРУ
Шаг 5	Удерживая фиксаторы, потянуть КВЭ на себя и перекачать его на сервисную тележку. В конечном положении отпустить ручки, фиксаторы должны войти в зацепление с пазами в направляющих полозьях	- Извлечение КВЭ в ремонтное положение на сервисную тележку, фиксация в данном положении
Шаг 6	Снять зацепление со шкафом КРУ, разблокировать колеса, соблюдая осторожность откатить тележку.	- Перемещение КВЭ по помещению ЗРУ



Рис. 2.19. Стыковка и фиксация инвентарной сервисной тележки



Рис. 2.20. Извлечение КВЭ на сервисную тележку



Рис. 2.21. КВЭ в ремонтном положении

Операции, необходимые для перемещения выдвижного элемента из ремонтного в контрольное положения, производятся в обратном порядке

### 2.3. Действия во внештатных ситуациях

Интегрированная система блокировок, применяемых в шкафах КРУ, гарантирует правильную работу распределительного устройства в процессе эксплуатации и не допускает случайных ошибок при проведении коммутационных операций. Вместе с тем в процессе эксплуатации возможны ситуации, при которых оперативному или ремонтному персоналу может потребоваться проведение отдельных оперативных переключений или организация доступа в шкаф с отступлением от заданного алгоритма, определяемого системой блокировок.



Вследствие нарушения регламента доступа в высоковольтные отсеки прибегать к описываемым в данном разделе инструкциям следует только в условиях крайней необходимости!

### Аварийное открытие двери отсека выдвижного элемента

В конструкции шкафов КРУ предусмотрена возможность снятия блокировки двери отсека выдвижного элемента при нахождении КВЭ в рабочем положении. В двери отсека предусмотрено отверстие для снятия блокировки (рис 1.2 поз. № 18), обозначенные соответствующей табличкой (рис. 2.22)

Для деактивации блокировки открытия двери необходимо ввести в отверстие тонкую отвертку диаметром не более 5 мм и утопить с ее помощью тягу, препятствующую движению запорного механизма. После чего, сохраняя удерживающее усилие, открыть дверь в соответствии с инструкцией п. 2.2.1. Механизм снятия блокировки показан на рис. 2.23 (для наглядности с открытой дверью).

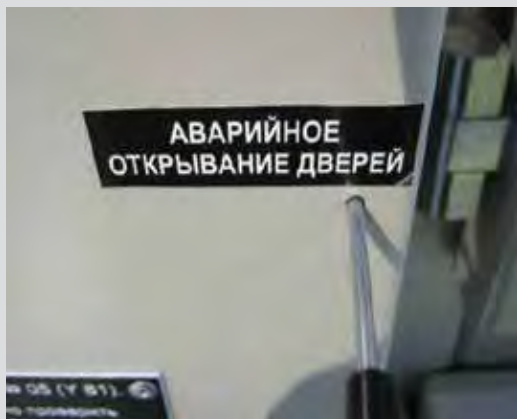


Рис. 2.22. Отверстие аварийного открытия двери отсека выдвижного элемента



Рис. 2.23. Механизм деактивации блокировки (вид при открытой двери отсека)

## Аварийное отключение силового выключателя

В шкафах КРУ предусмотрена возможность механического отключения выключателя при закрытых дверях отсека выдвижного элемента в случае пропадания оперативного питания или при повреждении цепей управления. Аварийное отключение производится путем механического воздействия на синхронизирующий вал выключателя с последующим срывом «магнитной защелки» для выключателей ВВ/TEL или дистанционным воздействием на кнопку ручного отключения для выключателей с пружинным приводом типа VD4, SION, EVOLIS, LF, расположенную на фасаде КВЭ.

В шкафах с выключателями ISM15\_LD (ВВ/TEL), VD4 и др. для отключения выключателя следует вставить до упора толкатель аварийного отключения, входящий в комплект поставки, в отверстие двери отсека КВЭ согласно информационной табличке, и надавить на толкатель в направлении шкафа - произойдет отключение выключателя (рис 2.24).

В шкафах с выключателем ВВ/TEL типа ISM15\_Shell необходимо ключом аварийного отключения через дверь произвести поворот блокирующего устройства КВЭ против часовой стрелки до упора - произойдет аварийное отключение выключателя (рис. 2.25)



Рис. 2.24. Приемная кнопка ручного отключения выключателя (вид с открытой дверью отсека)



Рис. 2.25. Ручное отключение выключателя ISM15\_Shell с фасада шкафа

## Включение выключателя при отсутствии оперативного питания

Для распределительных устройств, не имеющих источников оперативного тока с гарантированным питанием, конструкцией шкафов КРУ предусмотрена возможность перво-го включения силового выключателя в условиях отсутствия напряжения в цепях управления.

В шкафах КРУ с выключателями ВВ/TEL ISM15\_LD и ISM15\_LShell первое включение осуществляется путем заряда конденсаторов блока управления БУ/TEL до необходимого уровня в течение короткого времени (менее 1 мин.) с помощью различных мобильных устройств питания (2 последовательно соединённых батарейки по 9 В типа «КРОНА», аккумуляторная батарея 12-24 В, блока механического включения БМВ/TEL или от другого источника постоянного тока напряжением 12-30 В), подключаемых к его низковольтному входу. Имеющийся в составе БУ/TEL преобразователь, повышает напряжение питания до необходимого уровня и заряжает встроенную батарею конденсаторов, после чего выключатель готов для совершения операции «В» или «ВО» путем подачи команды с кнопки местного управления. Более подробная информация по организации

включения выключателей ВВ/TEL приведена в руководствах по эксплуатации блоков управления БУ/TEL.

В шкафах КРУ с выключателями VD4, Evolis, LF и SION, имеющими пружинный привод, предусмотрена возможность механического включения выключателя, для чего необходимо:

- 1) при нахождении КВЭ в контрольное положение открыть дверь отсека КВЭ.
- 2) взвести привод выключателя в ручном режиме. Приводы выключателей VD4, Evolis и LF взводятся качательным движением рукоятки, встроенным в привод. Привод выключателя SION взводится вращательным движением съёмной рукоятки по часовой стрелке, входящий в состав поставки;
- 3) закрыть дверь отсека и переместить КВЭ в рабочее положение;
- 4) включение производится толкателем через промаркированное отверстие в двери отсека путем воздействия на кнопку местного оперирования, расположенную на фасадном листе выключателя.



Рис. 2.26. Разъем для подключения БМВ/TEL на фасаде релейного отсека



Рис. 2.27. КВЭ с выключателем VD4



Несмотря на реализованную возможность «ручного» включения встроенного выключателя прибегать к ней на обесточенной подстанции рекомендуется в исключительных случаях в виду того, что в условиях отсутствия оперативного питания релейная и оптическая (фототиристорная) дуговая защита присоединения не осуществляется.

## Аварийное оперирование КВЭ и заземлителем в шкафах с электроприводом

В случае выхода из строя электропривода КВЭ или заземлителя, диагностированного по цепям управления данными устройствами, или пропадания оперативного питания на подстанции оперирование элементами осуществляется при помощи рукояток и ключей, входящих в базовый комплект поставки шкафов КРУ «Классика» исполнения D-12PL.

Перемещение КВЭ в этом случае производится стандартной рукояткой, согласно алгоритму, описанному в п.2.2.2.

В нормальном режиме электродвигатель воздействует через редуктор посредством цепной передачи на звездочку,

которая опоясывает подвижную гайку. Гайка имеет специальную форму, жестко связана с кассетным основанием и перемещается вдоль зафиксированного относительно корпуса КРУ вала винтовой передачи. При ручном перемещении КВЭ путем принудительного вращения вала привода гайка и редуктор электродвигателя остаются неподвижны, что позволяет осуществлять перемещение КВЭ при помощи базового механизма ручного оперирования, не прикладывая при этом дополнительных усилий.



Рис. 2.28. Электропривод КВЭ



Рис. 2.29. Цепная передача привода

Аварийное оперирование заземлителем осуществляется при закрытой двери отсека присоединений через специально предусмотренное отверстие при помощи рукоятки ручного (аварийного) оперирования приводом заземлителя NSPV

путем его вращения по часовой стрелке до момента включения заземлителя и по опять же по часовой стрелке - для его отключения (примерно 10-13 полных оборотов в обоих случаях).



Рис. 2.30. Электропривод заземлителя (вид при открытой двери отсека)



Рис. 2.31. Отверстие аварийного оперирования заземлителем

## Аварийное отключение электромагнитной блокировки заземлителя

Конструкцией блокировки заземлителя Y81 предусмотрена возможность ее деблокирования в случае выхода из строя катушки электромагнита или пропадании оперативного питания на подстанции. Неисправность электромагнита диагностируется по цепям питания. Для деактивации блокировки следует:

1) перед началом работ проверить состояние аппаратов по индикаторам мнемосхемы на двери отсека вспомогательных цепей и указателю положения контактов силового выключателя на выдвижном элементе - КВЭ должен находиться в контрольном положении, ВВ отключен, заземлитель отключен;

2) убедиться в отсутствии напряжения на присоединении по показаниям индикатора СИ, расположенного на двери отсека вспомогательных соединений;

3) для получения доступа к элементам конструкции блокировки крестовой отверткой открутить два винта М6 в левом

торце корпуса противоположном от подвижного язычка, после чего откинуть крышку вправо;

4) поддеть и оттянуть на себя подвижный шток сердечника, после чего отжать подпружиненную рукоятку блокировки в положение «РАЗБЛОКИРОВАНО» и зафиксировать штатной транспортной распоркой либо подручными приспособлениями в этом положении, далее вернуть и закрепить крышку болтами (рис. 2.32 - 2.35) - гнездо оперирования заземлителем разблокировано.

Выход из строя электромагнитной блокировки Y81 не накладывает существенных ограничений на эксплуатацию КРУ, однако снижает общий уровень электробезопасности распределительного устройства. В связи с этим при очередном плановом техническом обслуживании (или ранее) причина выхода из строя электромагнитной блокировки должна быть выявлена и устранена.



Рис. 2.32. Организация доступа к механизму электромагнитной блокировки Y81



Рис. 2.33. Порядок деактивация блокировки Y81 (шаг 1)



Рис. 2.34. Порядок деактивация блокировки Y81 (шаг 2)



Рис. 2.35. Фиксация и сборка в отключенном положении



## Аварийное отключение электромагнитной блокировки КВЭ

В случае, если отказ электромагнитной блокировки Y0 произошел при нахождении КВЭ в рабочем положении в шкафу любого функционального назначения (Ввод, ОЛ, СР или СВ) необходимо:

- 1) подтвердить неисправность электромагнита путем диагностирования по цепям питания;
- 2) по показаниям мнемосхемы и механического указателя положения контактов силового выключателя убедиться, что ВВ находится в отключенном состоянии;
- 2) отключить автоматический выключатель в цепи управления ВВ в релейном отсеке;
- 3) произвести аварийное открытие двери отсека выдвижного элемента;
- 4) отсоединить разъем вторичных цепей и демонтировать защитный экран на КВЭ;

5) отжать шток сердечника от корпуса электромагнита, воздействуя на него отверткой (рис. 2.39 - 2.40) и закрепить его в этом положении подручными приспособлениями.

6) Установить на место защитный экран, закрыть дверь отсека и произвести перемещения КВЭ в контрольное положение в обычном порядке.

После размещения КВЭ в контрольное положение причина выхода из строя электромагнитной блокировки должна быть выявлена и устранена.

Если отказ блокировки Y0 произошел при нахождении КВЭ в контрольном положении, то доступ к механизму возможен после открытия двери отсека и снятия защитного экрана.

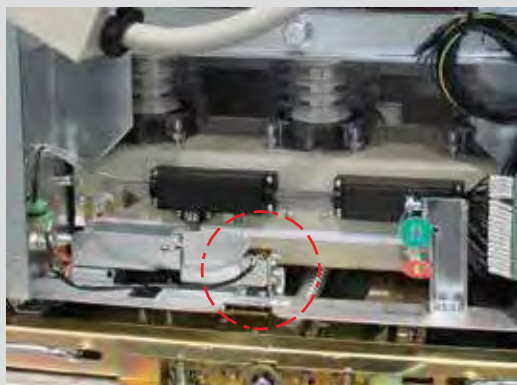


Рис. 2.39. Расположение блокировки Y0 в шкафу с выключателем ВВ/ТЕЛ типа ISM15\_LD



Рис. 2.40. Расположение блокировки Y0 в шкафу с выключателем ВВ/ТЕЛ типа ISM15\_Shell



**Все операции в шкафу в обязательном порядке производить с применением средств индивидуальных защиты!**

## 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

### 3.1. Общие указания

Техническое обслуживание и ремонт шкафов КРУ проводится в соответствии с действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ», РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» и требованиями настоящего РЭ.

Мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту шкафов КРУ направлены на поддержание и восстановление их работоспособности в течение всего срока службы и включают в себя:

- Техническое обслуживание;
- Текущий (Т) или капитальный (К) ремонт.

Техническое обслуживание (ТО) - комплекс работ, направленный на поддержание работоспособности и исправности шкафов КРУ в процессе эксплуатации, а также после транспортирования или длительного хранения. Техническое обслуживание предусматривает:

- осмотры, проводимые с целью оценки текущего состояния КРУ;
- эксплуатационный уход (чистку, восстановление окраски, антикоррозийного покрытия, пополнение смазки и т.п.);
- контроль и проверку работоспособности встроенного оборудования и механизмов шкафов КРУ;
- устранение мелких дефектов, подтяжка и регулировка ослабленных креплений и деталей;
- периодические испытания, проводимые для контроля работоспособности и безопасности шкафов КРУ с целью своевременного обнаружения и предупреждения возникновения аварийной ситуации.

Текущий ремонт (Т) - один из видов ремонта, выполняемый для обеспечения или восстановления гарантированной работоспособности шкафа КРУ и заключающийся в замене и (или) восстановлении отдельных его частей или механизмов. Текущий ремонт в отдельных отсеках шкафов КРУ может быть произведен без снятия напряжения со сборных шин секции КРУ.

Капитальный ремонт (К) проводится при выявлении неустранимых отказов функционирования, а также в целях ликвидации последствий аварийных ситуаций, повлекших видимые изменения состояния шкафа КРУ, например внутреннего дугового короткого замыкания, и заключается, как правило, в замене оборудования и деталей на аналогичные, очистке загрязненных поверхностей, восстановлении антикоррозийного покрытия и окраски. Капитальный ремонт, как правило, требует остановки оборудования и отключения сетей. После окончания капитального ремонта электрооборудование рекомендуется провести испытания в соответствии с РД. 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» и рекомендациями раздела 3.4 настоящего РЭ.

Работы по техническому обслуживанию и ремонту шкафов КРУ должны выполняться только специально обученным персоналом, имеющим соответствующую группу по технике безопасности, четко представляющим назначение и взаимодействие элементов КРУ и изучившим настоящее РЭ.

### 3.2. Техническое обслуживание

Техническое обслуживание оборудования, установленного в КРУ (выключателей, разъединителей, силовых и измерительных трансформаторов, устройств защиты и автоматики и др.), должно производиться в соответствии с инструкциями по эксплуатации данного оборудования. Объем, порядок и периодичность проведения технического обслуживания КРУ устанавливаются техническим руководителем эксплуатирующего предприятия в специальной инструкции. В данной инструкции должны быть учтены требования настоящего РЭ, инструкций по эксплуатации оборудования, установленного в КРУ, специфика и условия эксплуатации конкретного распределительного устройства. Техническое обслуживание аппаратуры РЗА производится в соответствии с прилагаемой к оборудованию документацией.

На подстанциях с постоянным дежурством оперативного персонала рекомендуется проводить внешний визуальный осмотр оборудования ежедневно, на подстанциях без постоянного дежурства - не реже одного раза в месяц, а в трансформаторных и распределительных пунктах - не реже 1 раза в 6 месяцев. Во время проведения осмотра особое внимание рекомендуется уделять на следующее:

- общее состояние помещения распределительного устройства (отсутствие влаги, запыленности, задымленности, мелких животных и т.п.);
- соответствие температуры в помещении нормируемым условиям эксплуатации КРУ;
- исправность освещения в отсеках КРУ, состояние контактного соединения магистральной шины и внешнего контура заземления подстанции;
- визуальный контроль наличия загрязнений, повреждения окраски и антикоррозийного покрытия. Осмотр аппаратов в отсеке присоединений можно осуществить через смотровые окна, расположенные на двери отсека, включив освещение выключателем, размещенным на двери отсека вспомогательных цепей;
- проверка отсутствия следов воздействия на изоляцию частичных разрядов и токов утечки, наличие видимых или слышимых разрядов, ненормальных шумов в работе оборудования;

Все неисправности шкафов КРУ и установленного в них электрооборудования, обнаруженные при периодических осмотрах, должны регистрироваться в эксплуатационной документации и устраняться в зависимости от степени значимости в кратчайшие сроки по аварийным заявкам или при следующем текущем ремонте.

При проведении работ по техническому обслуживанию оборудования и механизмов внутри шкафов КРУ рекомендуется обратить внимание на следующее:

- отсутствие следов воздействия высокой температуры на токоведущие части и аппаратуру главных цепей. Воздействие высокой температуры обычно сопровождается изменением окраски неизолированных токоведущих частей и оплавлением изоляции изолированных токоведущих частей и аппаратуры;

- состояние поверхностей контактных систем. Если на контактных поверхностях обнаружены изменения окраски, связанные с воздействием высокой температуры, то при проведении технического обслуживания их необходимо очистить, крепеж контактной системы затянуть;
- проверка правильного функционирования коммутационных аппаратов, приводов, защитных и сигнальных устройств. Проверка должна производиться в соответствии с инструкциями по эксплуатации данного оборудования;
- проверка работоспособности механизмов перемещения КВЭ, блокировок и фиксаторов;
- проверка состояния электрических соединений токоведущих цепей и цепей заземления;
- исправность и работоспособность устройств обогрева и аппаратуры автоматического управления ими;
- проверка сохранности пломб на крышках цепей учета электроэнергии (при наличии);

Чистка, восстановление окраски, антикоррозийного покрытия и смазки проводятся, если необходимость этих работ была установлена во время проведения осмотра.

При соблюдении нормируемых условий эксплуатации удаление пыли и загрязнений с токоведущих частей и изоляции шкафов со стандартной степенью защиты IP 4X требуется, как правило, не чаще одного раза в три года. В зависимости от текущих условий запыленности и загрязненности в помещении распределительного устройства и наличия в непосредственной близости источников постоянного загрязнения периодичность чистки может быть изменена.

Для проведения чистки необходимо снять напряжение с главной цепи КРУ (всего распределительного устройства или одной секции). КВЭ вводных и секционных шкафов перевести в разобранное или ремонтное положение, КВЭ остальных шкафов - в контрольное положение. Загрязненные поверхности протереть чистой хлопчатобумажной ветошью, смоченной техническим спиртом и сушить на воздухе. Не допускается попадания воды внутрь шкафов КРУ.

Место повреждения окраски зачистить шлифовальной шкуркой по ГОСТ 6456 и ГОСТ 5009, протереть смоченной

бензине по ГОСТ 3134 чистой хлопчатобумажной салфеткой, просушить на воздухе, загрунтовать и окрасить краской соответствующего цвета. Небольшие поверхности окрашивать кистью, большие - валиком.

Место повреждения антикоррозийного покрытия зачистить шлифовальной шкуркой по ГОСТ 6456 и ГОСТ 5009, протереть смоченной растворителем чистой хлопчатобумажной салфеткой, просушить на воздухе и обработать препаратом для восстановления антикоррозийного покрытия.

Восстанавливать смазку трущихся элементов, механизмов приводов и блокировок, петель дверей отсеков, подвижного основания КВЭ, требуется, как правило, один раз в три года. При проведении работ следует использовать смазку типа ЦИАТИМ-221 или аналогичную консистентную смазку с нижним пределом рабочих температур не выше минус 25°С, попадание смазки на элементы изоляции и токоведущие поверхности недопустимо. Смазка разъемных контактов КВЭ в процессе эксплуатации не требуется.

Для регулировки дверей необходимо ослабить гайки дверных петель, расположенные со стороны отсеков. Прикрыть двери, выравняв их по направляющим со стороны замкового механизма. Аккуратно приоткрывая и закрывая двери проверить отсутствие заедания запорных элементов и зафиксировав настроенную дверь в приоткрытом положении зафиксировать гайки на петлях. После чего проверить настройку, проведя не менее пяти операций открывания/закрывания дверей.

Для регулировки концевых выключателей необходимо ослабить винты их крепления и при помощи линейки или другого предмета выставить горизонтальную плоскость относительно корпусных элементов шкафа (рис. 3.1). Отрегулировать концевой выключатель по созданной плоскости, перемещая его в регулировочных отверстиях по вертикали вплотную к линейке, после чего затянуть крепежные винты. Далее установить и закрепить клапанную крышку болтами М10, в местах фиксации клапана в отверстия клапанной крышки установить в зависимости от конструкции пластиковые фиксаторы РUM-071-М30 либо срывные болты М5 (рис. 3.2).



Рис. 3.1. Регулировка концевой выключателя

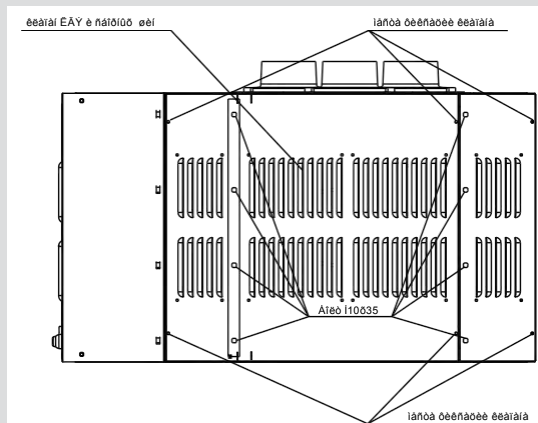


Рис. 3.2. Места крепления клапанов сброса давления

По завершению технического обслуживания шкафов КРУ рекомендуется провести испытания в соответствии с РД. 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» и рекомендациями раздела 3.4 настоящей РЭ.

### 3.3. Ремонт

Применяемое в составе шкафов КРУ комплектующее оборудование большей своей частью является неремонтопригодным, поэтому подлежит замене в случае выхода из строя. Ремонт отдельных узлов и механизмов КРУ производится обслуживающим персоналом. Целесообразность проведения ремонта или замены неисправного оборудования на новое определяет собственник оборудования.

При нарушении работоспособности шкафов КРУ по вине завода-изготовителя до истечения гарантийного срока замена вышедших из строя элементов производится предприятием безвозмездно. Замена неисправного оборудования при возникновении аварийной ситуации и выходе из строя оборудования или его отдельных частей по вине эксплуатации и после истечения гарантийного срока производится силами заказчика.

Доступ для проведения ремонтных работ в отсеке присоединений шкафов ввода, секционных выключателей, секционных разъединителей и шкафов с заземлителями сборных шин возможен только при полном снятии напряжения со сборных шин и вводных кабелей и при включенных заземлителях данных шкафов. Операции по ремонту или замене оборудования, установленного на КВЭ, следует производить после извлечения выдвижного элемента в коридор обслуживания. Работы внутри высоковольтных отсеков шкафов отходящих линий, кроме отсека сборных шин, допускается проводить при наличии напряжения на сборных шинах.



**Рекомендуется проводить техническое обслуживание шкафов КРУ в полном объеме (внутренний осмотр, протирка изоляции, пополнение смазки, регулировки и испытания) не реже одного раза в пять лет, если иная периодичность не предусмотрена местными инструкциями и условиями эксплуатации.**

Аппараты, размещенные в отсеке вспомогательных цепей, можно заменить, открыв дверь отсека и отключив внешнее питание.

Проведение работ в отсеке присоединений возможно только после включения заземлителя. Для увеличения полезного объема в отсеке присоединений при производстве ремонтных работ необходимо переместить КВЭ в ремонтное положение и снять металлическую горизонтальную перегородку между отсеками КВЭ и присоединений. Демонтаж перегородки возможен также и при нахождении КВЭ в контрольном положении.

Для снятия перегородки необходимо открутить два болта М8, расположенных за дверью кабельного отсека слева и справа и потянуть перегородку плавно на себя. Если шкаф оснащен электрической блокировкой заземлителя Y81, которая размещается на лицевой панели перегородки, то перед началом работ необходимо отключить ее от клемника цепей питания, после чего приступить к демонтажу.



А - Крепежные болты



Б - Демонтаж перегородки



В - Общее рабочее пространство после извлечения КВЭ

Рис. 3.3. Демонтаж межотсечной перегородки

Для организации доступа к сборным шинам с фасада шкафа предусмотрена возможность демонтажа съемной металлической перегородки, расположенной в верхней части

отсека КВЭ. Крепление ревизионной панели осуществляется по ее периметру болтами.



Рис. 3.4. Организация доступа в отсек сборных шин с фасада шкафа

Перед операцией по демонтажу измерительных трансформаторов тока следует выполнить следующие действия, если они не были проделаны ранее:

- Отключить выключатель и переместить КВЭ в ремонтное положение;
- Проверить отсутствие напряжения с помощью стационарного индикатора напряжения или штанги с указателем напряжения и включить заземлитель.

При необходимости демонтажа проводов вспомогательных цепей, выходящих непосредственно из кожухов транс-

форматоров тока, следует отсоединить провода от клеммника в отсеке вспомогательных цепей и вытащить их затем из защитных труб и/или коробов.

Если провода от трансформаторов тока выводятся на пломбируемый клеммник, демонтаж начинается со снятия пломбы и заканчивается наложением пломбы на клеммник.

Если трансформаторы тока имеют собственные клеммники, провода отсоединяются непосредственно на трансформаторах тока.

### ДЕМОНТАЖ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА

Этапы	Последовательность производимых действий	Достижимый результат
Шаг 1	Открыть двери высоковольтных отсеков, извлечь измерительные ТН из отсека присоединений (при наличии), демонтировать съемную плиту, закрывающую доступ к трансформаторам тока со стороны отсека КВЭ и перегородку, разделяющую отсеки КВЭ и присоединений, отключить кабельные линии (рис. 3.5)	- Организация рабочей зоны максимально возможного объема
Шаг 2.	Разъединить две части нижней тяги шторочного механизма и освободить нижнюю шторку, после чего будет открыт доступ к нижней группе проходных изоляторов (рис. 3.6) Верхнюю шторку зафиксировать в закрытом положении навесным замком. Демонтировать неподвижные ответные контакты в проходных изоляторах контактного узла (рис. 3.7)	- Подготовительные операции для демонтажа участка шин главной цепи
Шаг 3	Произвести расшивку трансформаторов тока и демонтаж отрезков шин от ТТ до контактного узла и от ТТ до опорных изоляторов в точке подключения кабельных линий. Отсоединить шину заземления от трансформаторов тока.	- Демонтаж шин, подключаемых к трансформаторам тока

## ДЕМОНТАЖ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА

Этапы	Последовательность производимых действий	Достижимый результат
Шаг 4	Отключить провода вспомогательных цепей от клемника трансформатора тока. Придерживая трансформатор, открутить болты его крепления от опорной несущей площадки (рис. 3.8) Соблюдая осторожность в виду значительного веса элемента, извлечь трансформатор тока из шкафа.	- Демонтаж трансформатора тока и его извлечение из шкафа КРУ



Рис. 3.5. Вид после демонтажа ревизионной панели и перегородки



Рис. 3.6. Разблокирование нижней шторки



Рис. 3.7. Демонтаж контактов (пример)



Рис. 3.8. Крепление трансформаторов тока



После замены трансформаторов тока перед перемещением КВЭ в контрольное положение необходимо в обязательном порядке соединить обе части нижних тяг металлических подвижных шторок.

При повреждении оптического датчика его следует заменить вместе с волоконно-оптическим кабелем. Оптический датчик в отсеке КВЭ можно заменить, переместив КВЭ в ремонтное положение, после демонтажа клапана сброса избыточного давления. Оптический датчик в отсеке присоединений можно заменить после открывания двери.

После замены датчиков и монтажа клапанов сброса избыточного давления, необходимо проверить срабатывание концевых выключателей и протестировать работу оптической дуговой защиты путем подсветки датчиков фотовспышкой и убедиться, что сигнал от датчиков поступает на центральный регистратор.

### 3.4. Периодические испытания

При вводе в эксплуатацию, а также по завершению технического обслуживания или капитального ремонта все элементы шкафов КРУ (выключатели, силовые и измерительные трансформаторы, кабели и т.п.) должны быть подвергнуты приемо-сдаточным испытаниям в соответствии с главой 1.8 ПУЭ и РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

Шкафы КРУ в обязательном порядке подвергаются следующим видам испытаний (проверок) с применением специализированного оборудования и приборов в объеме:

- испытание электрической прочности изоляции главных и вспомогательных цепей шкафов КРУ;
- измерение электрического сопротивления контактных соединений постоянному току;
- измерение сопротивления изоляции главных и вспомогательных цепей шкафов КРУ;

#### 3.4.1. Общие требования

Испытания шкафов КРУ должны проводиться в закрытом, отапливаемом помещении при следующих рекомендуемых нормальных климатических условиях:

- температура окружающего воздуха - плюс  $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха - от 45 % до 80 %;
- атмосферное давление - от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

В осенне-зимний период рекомендуется перед началом испытаний выдержать КРУ в отапливаемом помещении в течение не менее чем 24 часов.

Испытательные установки, измерительные приборы и инструменты, используемые при испытаниях КРУ, должны быть исправными и отвечать всем требованиям безопасности. Испытательное оборудование и средства измерения должны быть подготовлены к проведению испытаний в соответствии с инструкциями по эксплуатации на данное оборудование, средства измерений должны быть поверены в установленном порядке. Высоковольтные испытательные установки кроме того должны быть зарегистрированы в органах Ростехнадзора.

При проведении испытаний должны выполняться требования Межотраслевых Правил по охране труда (Правил безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ РМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00), Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках (СО 153-34.03.603-2003).

К проведению приемо-сдаточных испытаний КРУ допускается профессионально подготовленный электротехнический персонал с присвоенной квалификационной группой по электробезопасности не ниже III (для производителя (руководителя) работ - не ниже IV), изучивший настоящее руководство и имеющий основные представления об устройстве и принципах действия оборудования КРУ.

При проведении испытаний, связанных с подачей напряжения на оборудование КРУ, персонал, участвующий в испытаниях, должен пользоваться инструментом с изолирующими рукоятками, диэлектрическими перчатками и диэлектрическими коврами. Использование неисправных, неиспытанных защитных средств запрещается.

#### 3.4.2. Испытания электрической прочности изоляции главных цепей

Главные цепи шкафов КРУ номинальным напряжением 6 кВ испытываются напряжением 28,8 кВ промышленной частоты, а номинальным напряжением 10 кВ - 37,8 кВ. Испытательное напряжение прикладывается к изоляции фаз относительно земли.

При производстве испытаний все КВЭ с выключателями устанавливаются в рабочее положение, а КВЭ с измерительными трансформаторами - в контрольное положение. Все стационарно установленные силовые трансформаторы, ОПН, конденсаторные батареи, а так же измерительные трансформаторы напряжения должны быть отключены. Корпуса испытываемого оборудования должны быть заземлены на общий контур заземления. Вторичные обмотки трансформаторов тока должны быть закорочены и заземлены. Заземлители должны быть разомкнуты. Испытания производятся до присоединения силовых кабелей, либо кабели должны быть отключены.



**Испытания электрической прочности компонентов шкафов КРУ с ослабленной изоляцией (ТН, ТСН и др.) проводятся в соответствии с рекомендациями, изложенными в руководствах по эксплуатации на данные типы оборудования.**

Не допускается с момента подачи напряжения на вывод высоковольтной испытательной установки находиться на испытываемом оборудовании, а также прикасаться к корпусу испытательной установки, стоя на земле.

С момента снятия заземления с вывода установки вся испытательная установка, включая испытываемое оборудование и соединительные провода, должна считаться находящейся под напряжением и проводить какие-либо работы на испытываемом оборудовании не допускается.

После окончания высоковольтных испытаний необходимо снизить напряжение установки до нуля, отключить ее от сети и заземлить вывод установки. Только после этого допускается отсоединять провода от испытательной установки и снимать ограждения.

Изоляция считается выдержавшей испытания, если при испытаниях не было перекрытий, не выявлены пробои изоляции, скользящие разряды по ее поверхности и резкие броски тока и напряжения.

После окончания испытаний следует снять с токоведущих частей возможный остаточный заряд путем их кратковременного заземления.



При применении шкафов КРУ на объектах, расположенных на высотах над уровнем моря в диапазоне 1000 ÷ 3000 м, следует считать, что они имеют облегченную изоляцию - категория «а» по ГОСТ 1516.3. В этом случае главные цепи шкафов номинальным напряжением 6 кВ должны испытываться напряжением 20 кВ промышленной частоты, а номинальным напряжением 10 кВ - 28 кВ соответственно.



С целью защиты персонала от возможного рентгеновского излучения испытания электрической прочности главных цепей силовых вакуумных выключателей кратковременным испытательным напряжением промышленной частоты должны проводиться только при закрытой двери отсека выкатного элемента. При испытаниях электрической прочности главных цепей непосредственно самого шкафа КРУ выключатель находится во включенном положении и не является источником возможного рентгеновского излучения.

### 3.4.3. Измерение сопротивления изоляции главных цепей

Измерения сопротивления изоляции главных цепей производятся мегаомметром типа Е6-24 или аналогичным при номинальном напряжении 2500 В. Испытания проводятся после испытаний электрической прочности изоляции, при этом сохраняется отключенное состояние ТН и ОПП, вторичные обмотки трансформаторов тока должны быть закорочены и заземлены.

Измерение сопротивления изоляции мегомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят остаточный заряд путем предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегомметра. Соединительные провода следует присоединять к испытываемым цепям с помощью изолирующих держателей (штанг). Прикасаться во время измерений к токоведущим частям запрещается.

Для проведения испытаний в шкафу КРУ выдвижной элемент необходимо переместить в рабочее положение и включить силовой выключатель. Измерить мегомметром сопротивление изоляции цепей «фаза-корпус», «фаза-фаза» (переключатель режима измерения мегомметра установить в положение 2500 В). Сопротивление изоляции главных цепей шкафов КРУ должна составлять не менее 1000 Мом.

После окончания измерения сопротивления изоляции цепей и аппаратов КРУ следует снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

### 3.4.4. Испытания электрической прочности изоляции вспомогательных цепей

Вспомогательные цепи шкафов КРУ со всеми присоединенными аппаратами испытываются напряжением 2 кВ, за исключением части элементов вспомогательных цепей, проверяемой испытательным напряжением 1,5 кВ и 0,5 кВ промышленной частоты в соответствии с требованиями нормативной документации, по которым они изготовлены.

При измерении сопротивления изоляции вспомогательных цепей должны быть приняты меры для предотвращения повреждения устройств, в особенности, микроэлектронных и полупроводниковых элементов. Следует проанализировать принципиальную электрическую схемы и определить перечень элементов, чувствительных к испытательному напряжению, отсоединить их, а также счетчики электроэнергии и измерительные преобразователи. Наконечники отключенных проводов следует заизолировать.

В каждом шкафу КРУ, подвергающемся испытаниям, выдвижной элемент следует переместить в рабочее положение и включить силовой выключатель, заземлить все полюса главных цепей при помощи переносного заземления. В отсеке вспомогательных цепей включить все коммутационные аппараты. Произвести подключение испытательной установки по схеме «вспомогательные цепи - корпус шка-



фа». Включить установку, плавно поднять испытательное напряжение до 2 кВ, испытательное напряжение прикладывать в течение 1 минуты, затем снизить напряжение до нуля и отключить установку.

### 3.4.5. Измерение сопротивления изоляции вспомогательных цепей

Измерение производится мегаомметром при номинальном напряжении 1000 В после испытаний электрической прочности изоляции.

Сопротивление изоляции каждого присоединения вспомогательных цепей со всеми присоединенными аппаратами (реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения и т.п.) должно быть не менее 1 МОм.

### 3.4.6. Измерение электрического сопротивления контактных соединений постоянному току

Для шкафов КРУ, номинальные токи главных цепей которых не превышают 1000 А, измерение сопротивления токопроводящего контура главной цепи шкафа КРУ следует проводить по одному разу на каждой фазе в цепи между участком сборных шин и верхним выводом трансформатора тока в отсеке присоединений (шина между нижним ответным контактом и ТТ). Для сборки измерительной цепи выдвижной элемент следует переместить в рабочее положение и включить силовой выключатель, после чего разместить токосъемы. Измерения должны проводиться микроомметром МКИ-200 или аналогичным по параметрам прибором при помощи щупов с острыми иглами или зажимами, разрушающими возможную оксидную пленку. Трансформаторы тока в данном случае исключаются из схемы измерений по причине значительной величины собствен-

Таблица 6. Нормируемые значения сопротивлений

Измеряемый элемент	Допустимые значения сопротивления
Главные цепи	для шкафов до 1000 А - 120 мкОм; для шкафов на 1600 А - 80 мкОм; для шкафов на 2000 А и выше - 60 мкОм.
Связь КВЭ с корпусом шкафа	Не более 0,1 Ом.

ного переходного сопротивления для исполнений на малые номинальные токи первичной обмотки. Данное правило может быть распространено и на шкафы КРУ номиналов свыше 1000 А. Полученные результаты не должны превышать значений, указанных в таблице 4.

Допускается производить измерения на полном участке цепи от сборных шин до контактной площадки подключения силового кабеля, включающем в себя в том числе и трансформаторы тока. В этом случае полученные результаты измерений сравниваются с данными заводских протоколов ПСИ. При превышении результатов заводских испытаний более чем на 20% необходимо произвести поэлементное измерение переходного сопротивления проблемного участка для выявления и устранения причин увеличения этого параметра.

По окончании проведения измерений переходных сопротивления главных цепей КРУ, производятся замеры сопротивления связи выдвижного элемента с корпусом шкафа при нахождении КВЭ в рабочем и контрольном положениях.

## 4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортируемой единицей является шкаф КРУ. Шкафы КРУ транспортируются в собранном и отрегулированном состоянии в упаковке или транспортной заводской таре с указанием величины массы изделия вместе с упаковкой (брутто) и расположение центра тяжести. Транспортирование шкафов КРУ может осуществляться крытым железнодорожным или автомобильным транспортом с соблюдением установленных правил для нештабелируемых грузов. Встраиваемое оборудование и комплектующие, требующие особых условий, упаковываются отдельно и транспортируются согласно рекомендациям заводов-изготовителей.

Транспортирование КРУ допускается при температуре окружающего воздуха от -45 °С до +50 °С и относительной влажности воздуха 95% при температуре +25 °С.

При транспортировании шкафов КРУ в упаковке на поддоне или в транспортной таре необходимо обеспечить их

фиксацию эластичными ремнями к кузову, контейнеру или платформе. После размещения и раскрепления оборудования производится выборочное нанесение на упаковку шкафов датчиков удара, целостность которых при доставке на объект монтажа служит одним из признаков соблюдения условий и скоростного режима при транспортировании.

При проведении погрузочно-разгрузочных работ необходимо строго выполнять требования предупредительных знаков, нанесенных на упаковке. Работы должен производить персонал, прошедший специальную подготовку по выполнению указанных операций. Разгрузку необходимо начинать с дополнительного оборудования, упакованного отдельно от шкафов КРУ. Разгрузку шкафов КРУ без поддона проводить краном с помощью транспортировочных строп, грузоподъемностью не менее 2-х тонн. Если при разгрузке оборудования зафиксирован факт срабатывания датчика

удара в процессе перевозки (красный индикатор), следует составить акт осмотра с описанием полученных повреждений (при наличии таковых) с подписями ответственных лиц и водителя, осуществлявшего перевозку. В случае отказа водителя от подписи зафиксировать данное обстоятельство в акте с перечислением лиц, принимающих участие в сдаче - приемке оборудования после транспортирования.



**Транспортирование шкафов КРУ должно осуществляться крытым транспортом строго в вертикальном положении.**

## 5. ХРАНЕНИЕ

Хранение КРУ допускается при температуре окружающего воздуха от  $-45^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 98% при температуре  $+25^{\circ}\text{C}$  и должно осуществляться в закрытых или других помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха существенно меньше, чем на открытом воздухе. Рекомендуется хранить шкафы КРУ в упаковке и консервации завода-изготовителя.

Перед размещением шкафов КРУ на длительное хранение необходимо ознакомиться с требованиями настоящего РЭ и руководствами по эксплуатации на комплектующее оборудование. Несоблюдение требований хранения может быть причиной потери гарантии, предоставляемой заводом - изготовителем. Конечные условия хранения оборудования определяются не только требованиями к условиям хранения основных материалов, применяемых при изготовлении шкафов КРУ, но и к комплектующим изделиям, которые определены проектными решениями, например микропроцессорным устройствам РЗА. В осенне-зимний период, а также при явном длительном периоде хранения, рекомендуется обеспечить условия в соответствии с группой 1(Л)



Рис. 4.1. Датчик удара

по ГОСТ 15150: осуществлять хранение на отапливаемых и вентилируемых складах или хранилищах при нижнем значении температур не ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ .

При невозможности обеспечения указанных условий рекомендуется демонтировать комплектующие изделия, хранение которых при продолжительных отрицательных температурах может повлечь их выход из строя, либо заранее уведомить об этом завод-изготовитель. В этом случае компоненты будут направлены в своих заводских упаковках отдельно от шкафов КРУ для обеспечения требуемых условий хранения до момента начала монтажно-наладочных работ.

Расположение шкафов в хранилищах должно обеспечивать их свободное перемещение и доступ к ним. Расстояние между стенами, полом хранилища и шкафами КРУ должно быть не менее 0,1 м. расстояние между отопительными устройствами хранилищ и шкафами КРУ должно быть не менее 0,5 м.

Допустимый срок хранения шкафов в упаковке и консервации изготовителя - 1 год. Осмотр шкафов необходимо проводить не реже одного раза в 6 месяцев.

## 6. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В процессе эксплуатации КРУ условий для причинения вреда природной среде не создается.

Шкафы КРУ не содержат драгоценных металлов и сплавов, не содержат веществ, опасных для здоровья человека

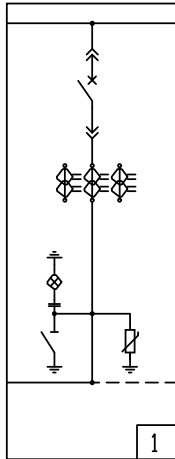
или окружающей среды. Шкафы КРУ не требуют никаких специальных мер по утилизации после окончания срока службы и должны быть разделаны на металлолом в соответствии с рекомендациями, приведенными в таблице 7.

Таблица 7.

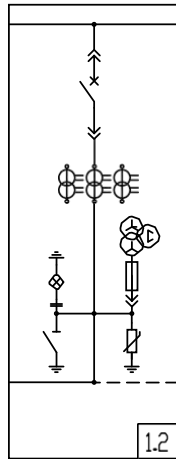
Материалы	Рекомендуемый способ утилизации
Металлы(Fe, Cu, Al, Ag, Zn, W и другие)	Отделить и пустить в повторное использование
Термопласты	Повторное использование или утилизация
Эпоксидная смола	Отделить металлы, остальное утилизировать
Резина	Утилизировать
Диэлектрическое масло (трансформаторное)	Слить из оборудования и пустить в повторное использование, или утилизировать
Упаковочный материал - дерево	Повторное использование или утилизация
Упаковочный материал - полиэтилен (пленка)	Повторное использование или утилизация
Упаковочный материал - пенопласт	Повторное использование или утилизация

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

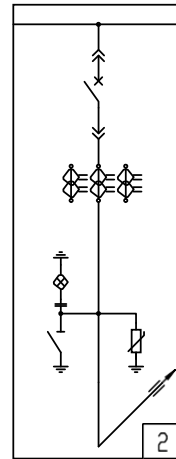
### Схемы главных цепей шкафов КРУ серии D-12P



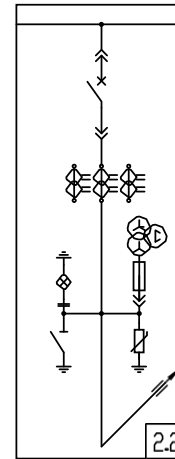
1  
Шкаф с силовым выключателем  
Ввод/вывод шинами сбоку



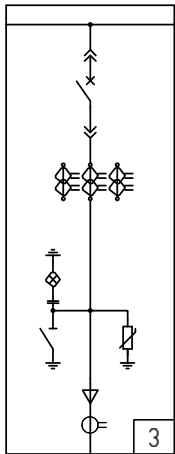
1.2  
Шкаф с силовым выключателем и  
измерительным тр-ром  
Ввод/вывод шинами сбоку



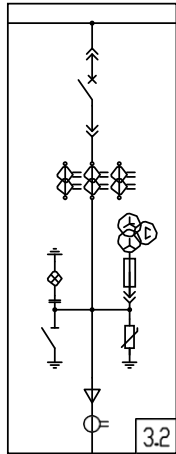
2  
Шкаф с силовым выключателем  
Ввод/вывод шинами сзади



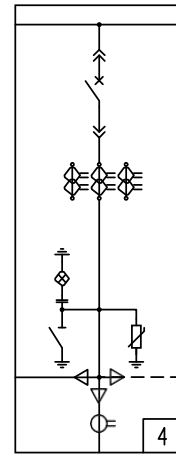
2.2  
Шкаф с силовым выключателем и  
измерительным тр-ром  
Ввод/вывод шинами сзади



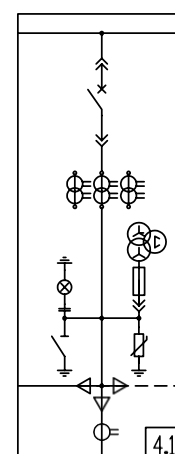
3  
Шкаф с силовым выключателем  
Ввод/вывод кабелем снизу



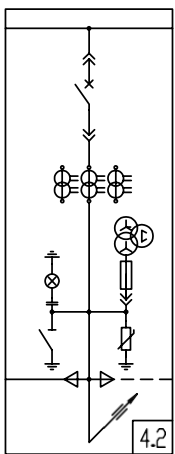
3.2  
Шкаф с силовым выключателем и  
измерительным тр-ром  
Ввод/вывод кабелем снизу



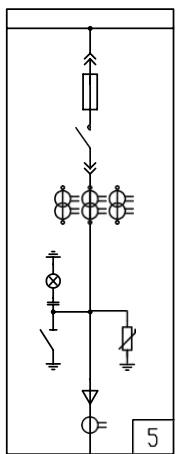
4  
Шкаф с силовым выключателем  
Ввод кабелем снизу  
Вывод кабелем вбок



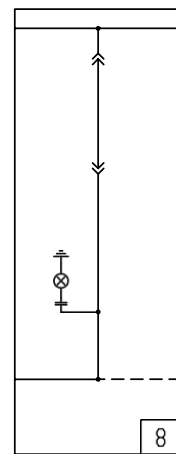
4.1  
Шкаф с силовым выключателем и  
измерительным тр-ром  
Ввод кабелем снизу  
Вывод кабелем вбок



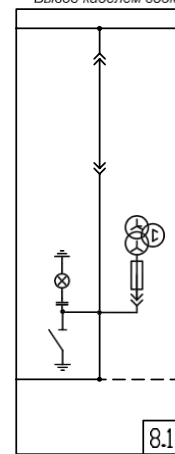
4.2  
Шкаф с силовым выключателем и  
измерительным тр-ром  
Ввод шинами сзади  
Вывод кабелем вбок



5  
Шкаф с контактором  
Ввод/вывод кабелем снизу



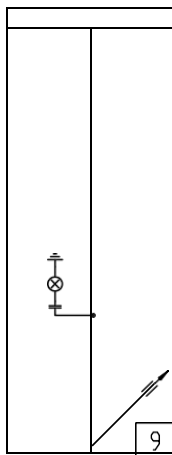
8  
Шкаф секционного разъединителя  
Ввод/вывод шинами вбок



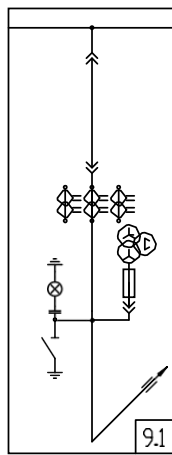
8.1  
Шкаф с разъединителем и измери-  
тельным тр-ром  
Ввод/вывод шинами вбок

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

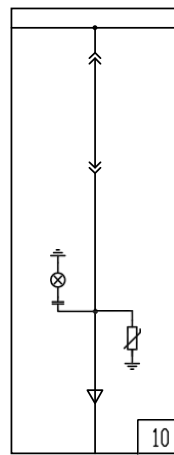
Схемы главных цепей шкафов КРУ серии D-12P



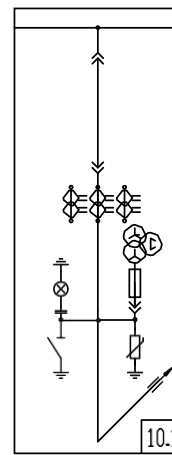
Шкаф с разъединителем  
Ввод/вывод шинами сзади



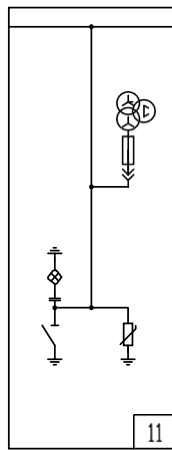
Шкаф с разъединителем и измерительным тр-ром  
Ввод/вывод шинами сзади



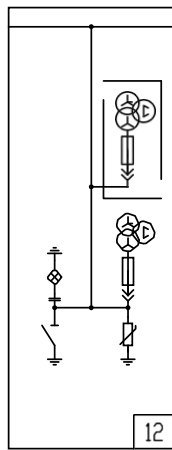
Шкаф с разъединителем  
Ввод/вывод кабелем вниз



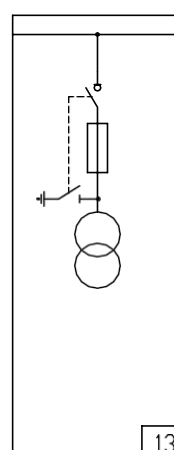
Шкаф с разъединителем и измерительным тр-ром  
Ввод/вывод кабелем вниз



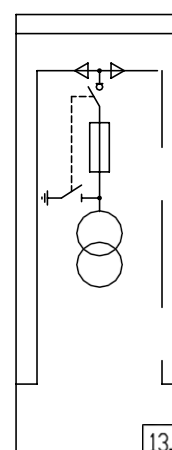
Шкаф с шинным заземлителем и измерительным тр-ром



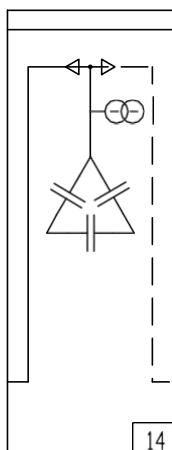
Шкаф с шинным заземлителем, измерительным тр-ром и опломбированным отсеком учета



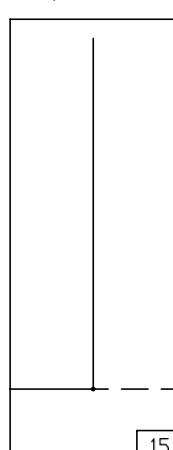
Шкаф с трансформатором собственных нужд  
Подключение на сборные шины



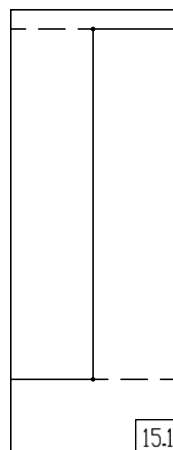
Шкаф с трансформатором собственных нужд  
Подключение кабелем сбоку



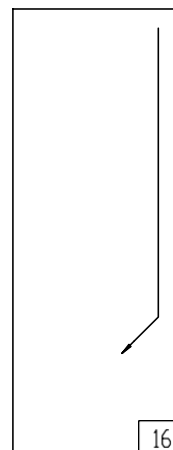
Шкаф батареи конденсаторов  
Подключение кабелем сбоку



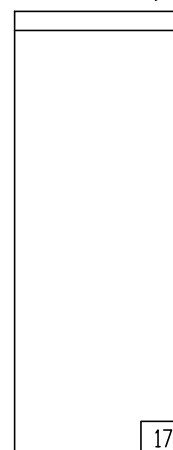
Боковая приставка  
Шинный переход сбоку вверх



Боковая приставка  
Шинный переход сбоку на сборные шины



Задняя приставка  
Шинный переход сзади вверх



Шинный мост

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Основное встраиваемое оборудование

Основные типы оборудования главных цепей, применяемого в КРУ «Классика» серии D-12P, приведены в таблице П2.1. Более подробная информация об используемых компонентах, актуальные декларации соответствия и метрологические сертификаты доступны для скачивания

на официальных сайтах производителей. По согласованию с производителем возможно использование других компонентов, не приводящих к изменению функциональных параметров и не снижающих надежность изделия в целом.

Таблица П2.1.

Вакуумный выключатель			
Модель		Номинальный ток, А	Номинальный ток отключения, кА
1	ISM/TEL - 10 (BB/TEL)	1000; 2000	20; 31,5
2	VD - 4	630; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000	20; 25; 31,5; 40; 50
3	Evolis	630; 1250; 1600; 2500	25; 31,5
4	LF	630; 1250; 2500	25; 31,5; 40
5	Sion	800; 1250; 2000	20; 25; 31,5

Измерительные трансформаторы тока			
Модель		Коэффициент трансформации	Ток термической стойкости, кА/1 сек.
1	ТОЛ - 10 - I	5–2000/5	0,4–40
2	ТОЛ - 10- М	2500, 3000, 4000/5	61
3	ТЛО - 10	5–3000/5(1)	2,5–40
4	ТОЛ - СЭЩ 10	10–2000/ 5	1–40
5	ТРУ - 4	10–3000/5(1)	2–100

Измерительные трансформаторы напряжения			
Модель		Номинальное напряжение	
1	НОЛП - 6(10)	Первичной обмотки, кВ - 6,0; 6,3, 6,6; 6,9; 10; 11 Основной вторичной обмотки, В - 100, 110	
2	ЗНОЛП - 6(10) ЗНОЛПМ - 6(10)	Первичной обмотки, кВ - 6/√3; 6,3/√3; 6,6/√3; 6,9/√3; 10/√3; 10,5/√3; 11/√3	
3	НАЛИ - СЭЩ -6(10)	Основной вторичной обмотки, В - 100/√3; 110/√3	
4	ТJP 4	Доп. вторичной обмотки, В - 100; 100/3; 110; 110/3; 100/√3	
5	НАМИ	Первичной обмотки, кВ - 6,0; 6,3, 10;	
6	НАМИТ	Основной вторичной обмотки, В - 100 Доп. вторичной обмотки, В - 100 (100/3)	

## Трансформаторы нулевой последовательности

Модель	Номинальное напряжение, кВ	Диаметр отверстия кабеля, мм
1 ТЗЛМ - 1/ ТЗЛМ 1-1	0,66	70/ 100
2 ТЗРЛ	0,66	70/100/125/200
3 ТЗЛЭ	0,66	125
4 CSH - 120/ CSH -200	0,66	120/200

## Трансформаторы собственных нужд

Трансформаторы собственных нужд	Основные параметры
1 ТЛС - 25 ТЛС - 40 ТЛС - 63 ТЛС - 100	Номинальное напряжение ВН, кВ - 6; 6,3; 10; 10,5 Номинальное напряжение НН, кВ - 0,4 Номинальная мощность, кВА - 25; 40; 63; 100

## Ограничители перенапряжений

Модель	U ном. сети, кВ	U наиб. дл. доп., кВ
1 ОПН-КР/TEL, ОПН-РТ/TEL	6	6,0; 6,9
2	10	10,5; 11,5

## Выключатели нагрузки

Модель	Номинальный ток, А	Ток термической стойкости, кА/1 сек.
1 ОМВ - 12	630	20
2 NALF - 12	400; 630; 1250	30

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Общий вид и габаритные размеры шкафа КРУ серии D-12P

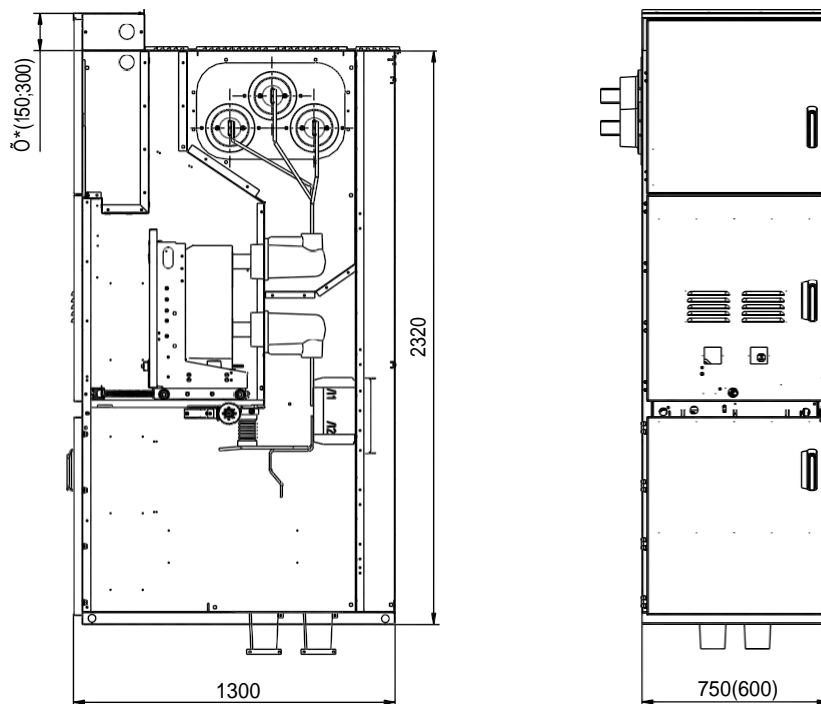


Рис. ПЗ.1. Шкаф КРУ D-12P с силовым выключателем на номинальный ток до 2000 А

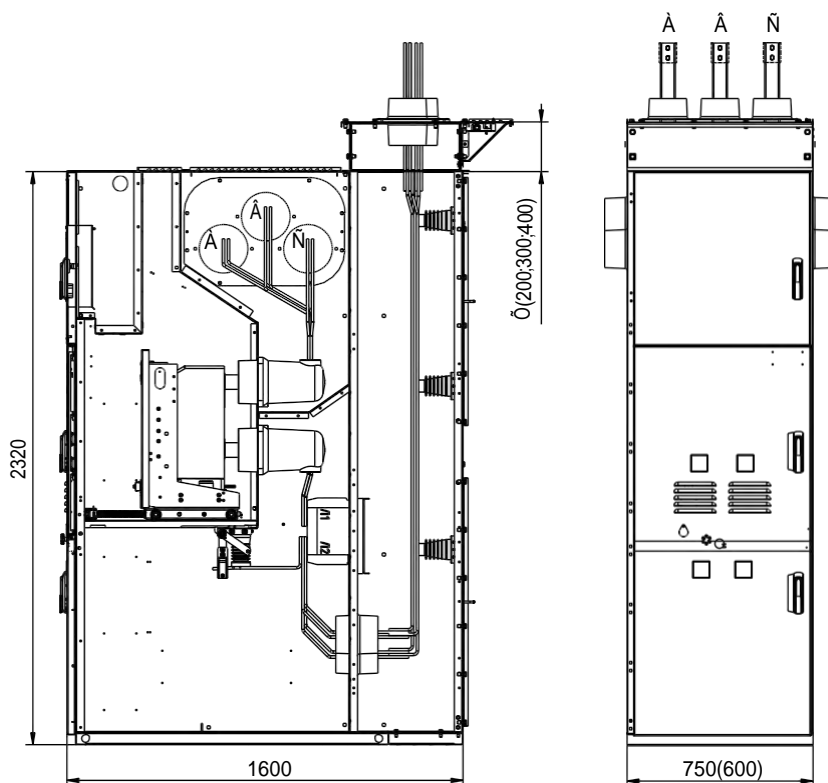


Рис. ПЗ.2. Шкаф КРУ D-12P с шинным вводом через заднюю приставку на номинальный ток до 2000 А



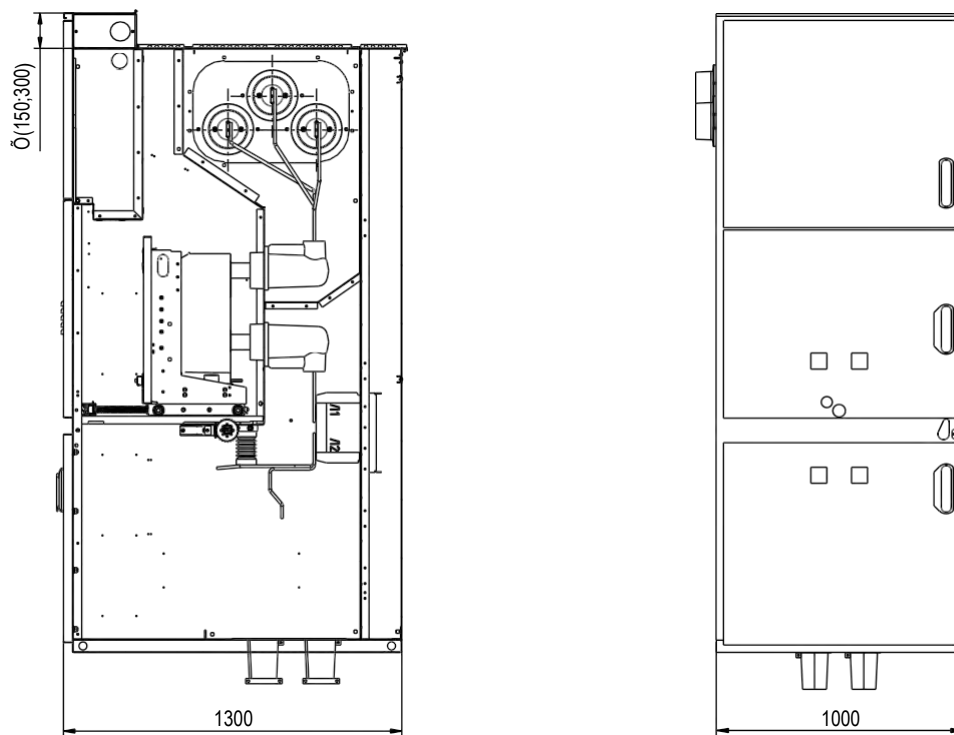


Рис. ПЗ.3. Шкаф КРУ D-12P с силовым выключателем на номинальный ток до 3150 А

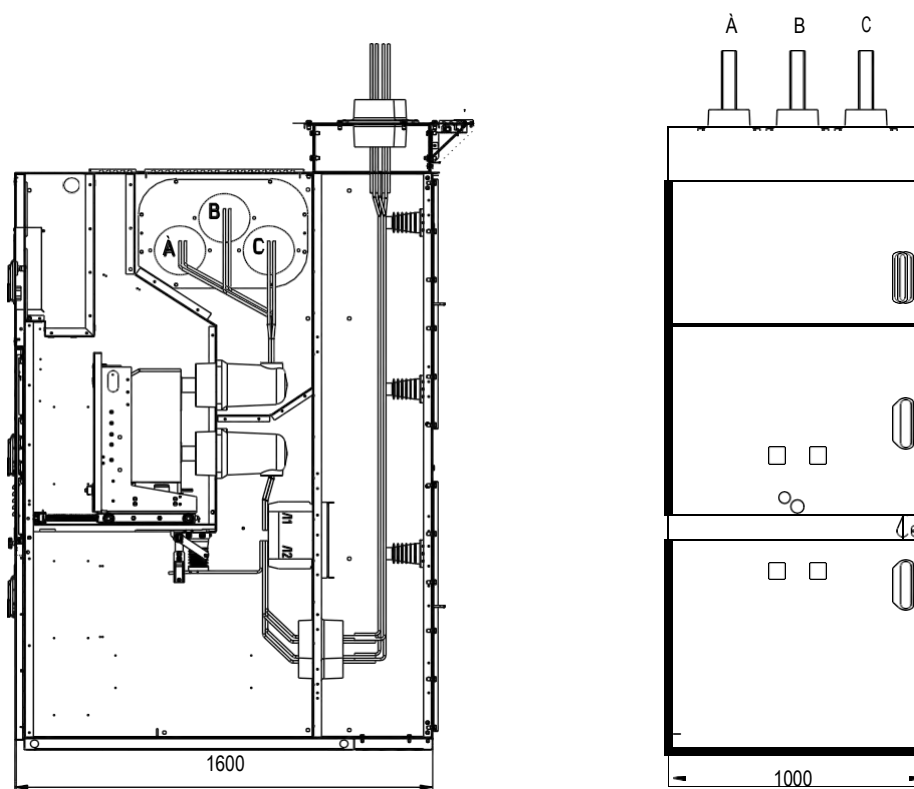


Рис. ПЗ.4. Шкаф КРУ D-12P с шинным вводом через заднюю приставку на номинальный ток до 3150 А

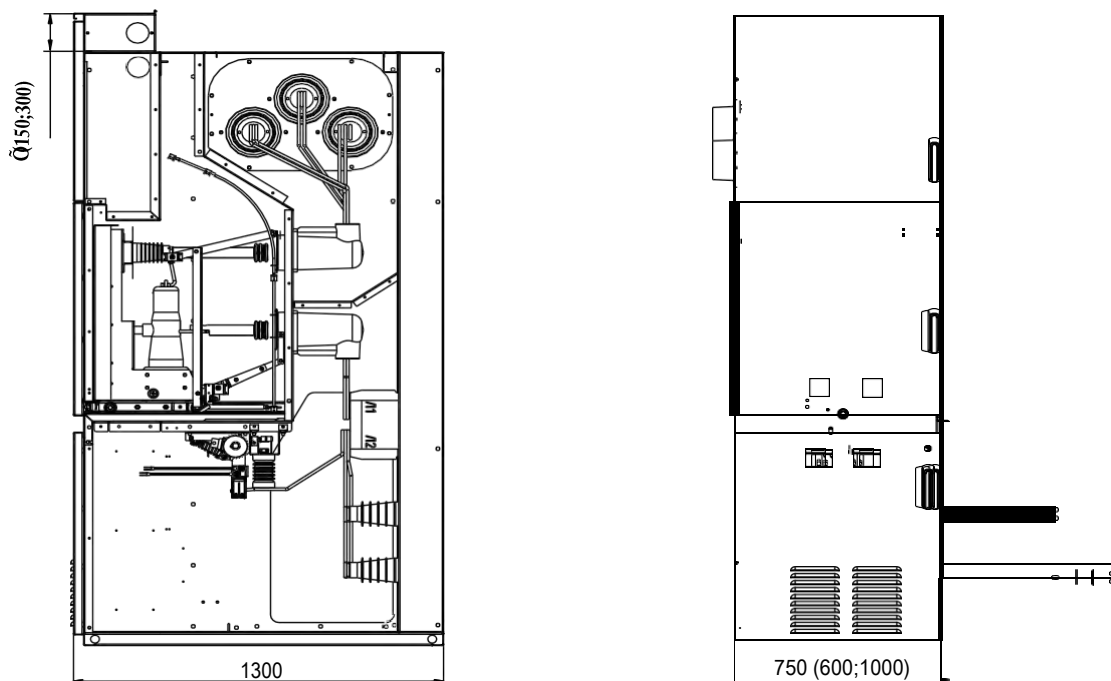


Рис. ПЗ.5. Шкаф КРУ D-12P с секционным выключателем

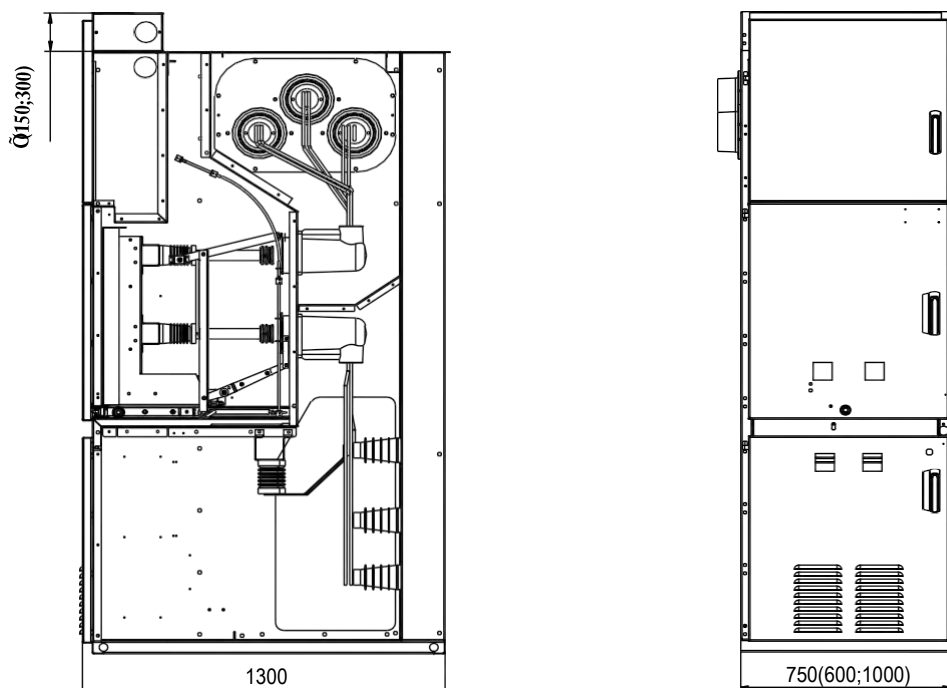


Рис. ПЗ.6 Шкаф КРУ D-12P с секционным разъединителем

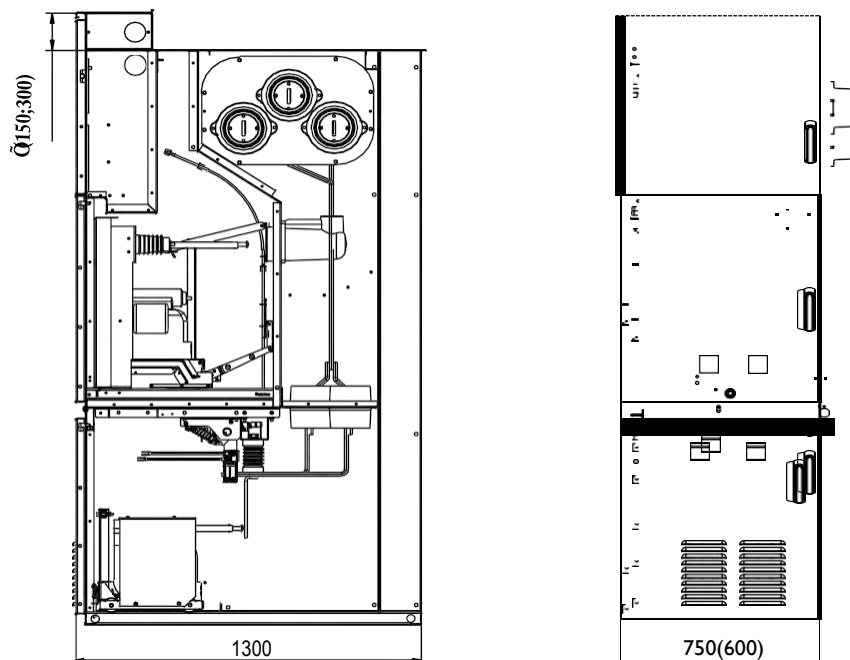


Рис. ПЗ.7. Шкаф КРУ D-12P с измерительными ТН

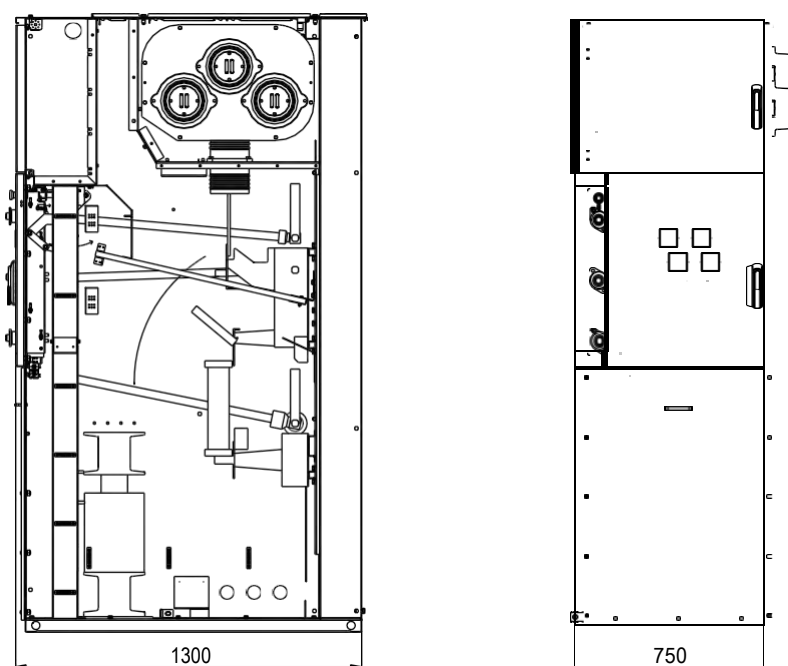


Рис. ПЗ.8. Шкаф КРУ D-12P с трансформатором собственных нужд до 40 кВа

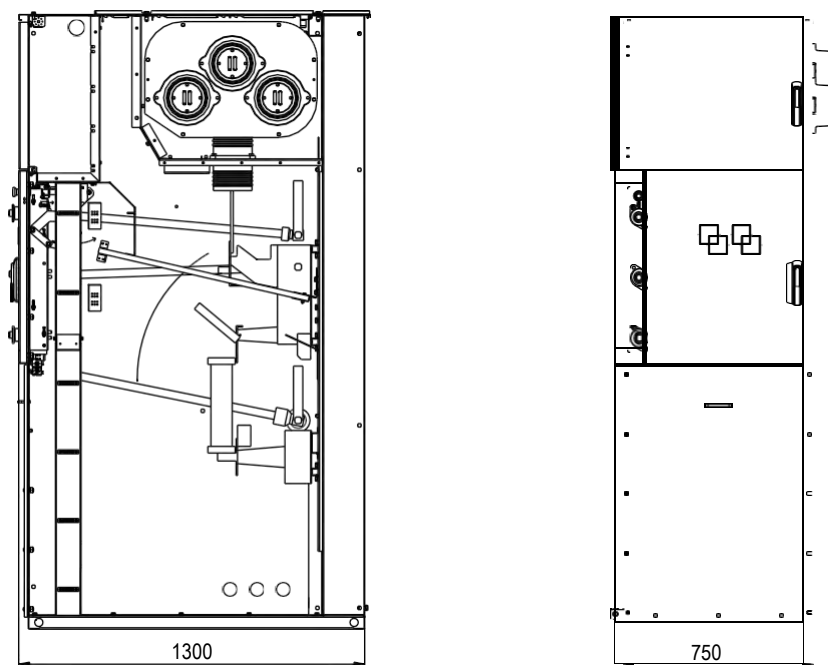


Рис. ПЗ.9. Шкаф организации питания ТСН (вариант с подключением на сборные шины)

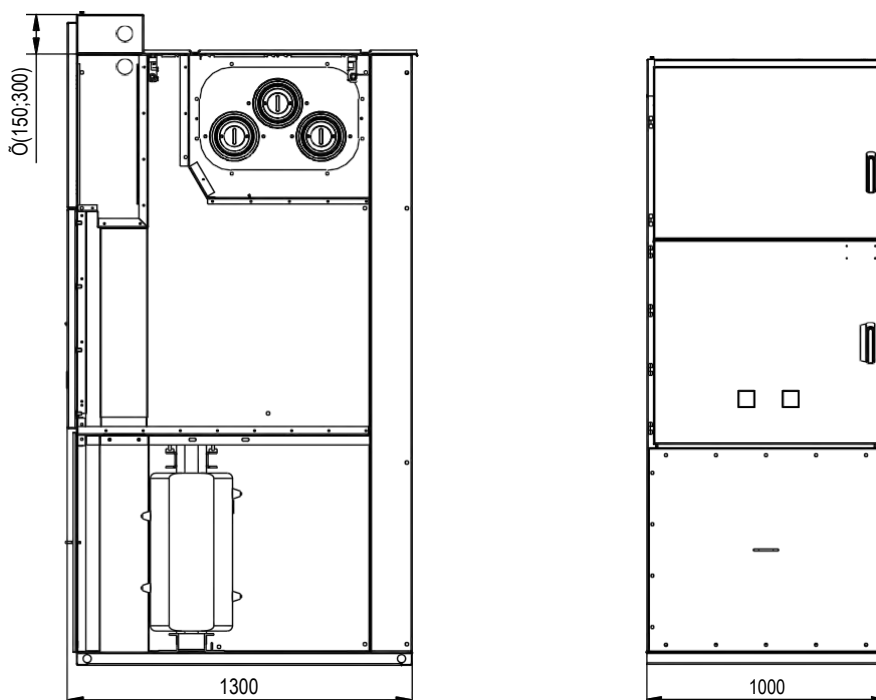


Рис. ПЗ.10. Шкаф ТСН мощностью 63 или 100 кВА

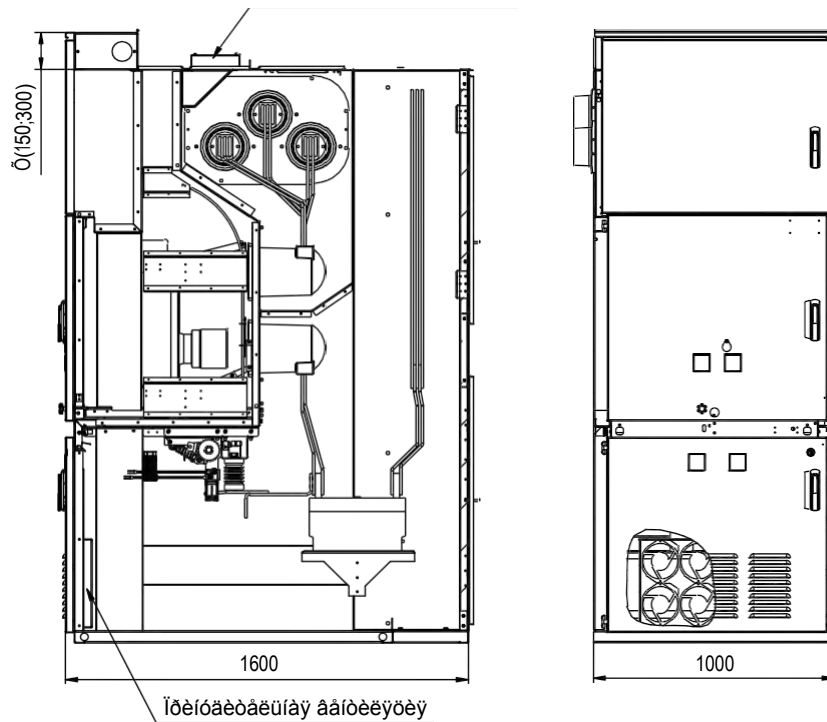


Рис. ПЗ.11. Шкаф КРУ D-12P с силовым выключателем на номинальный ток до 3150/4000 А и принудительной вентиляцией

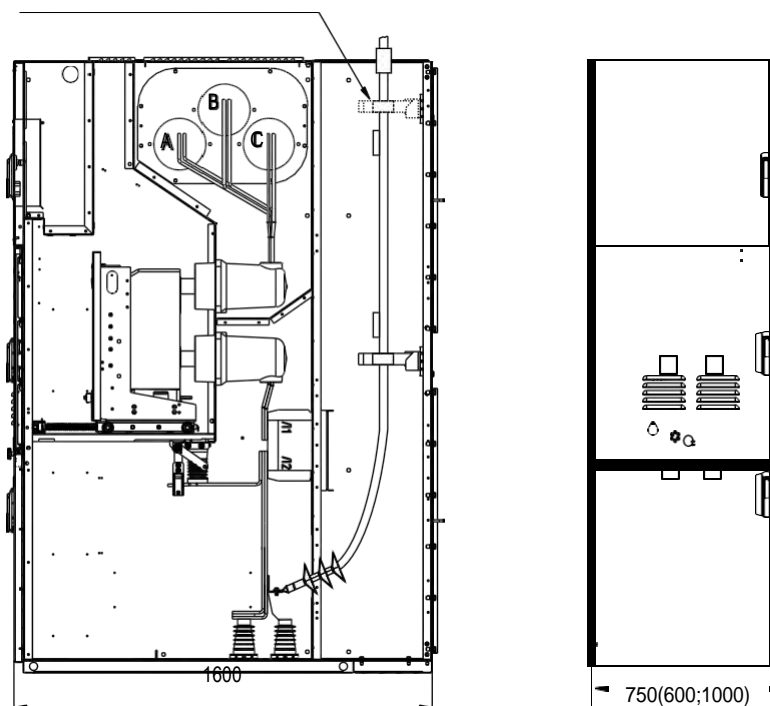


Рис. ПЗ.12. Шкаф КРУ D-12P с подключением кабеля сверху через заднюю шинную приставку

## Приложение 4

### Массогабаритные характеристики шкафов КРУ D-12P

Параметры выключателя		Глубина шкафа (С), мм	Минимальная ширина шкафа (А), мм	номинальный ток сборных шин, А		630		1000		1250		1600		2000		2500		3150		4000			
				Ю.ном, кА	ідин, кА	600	750	600	750	600	750	1000	750	1000	750	1000	900	1000	1000	1000	1000	1000	
<b>Шкафы с силовыми выключателями</b>																							
≤ 20	≤ 51	1300	тип выключателя и высота шкафа (В), мм	ВВ/TEL – 2320 (2470)				•	•														
≤ 31.5	≤ 81			VD4 – 2320 (2470)	•						•	•		•						•	•		
≤ 31.5	≤ 81			EVOLIS - 2220	•						•	•								•			
≤ 50	≤ 128			SION - 2220	•									•							•	•	•
≤ 25	≤ 64			LF-1 - 2320																			
≤ 31.5	≤ 81			LF-2 - 2320																			
≤ 31.5	≤ 81			LF-3 - 2320																			
≤ 31.5	≤ 102	1450		LF-1 - 2320																			
≤ 40	≤ 102			LF-2 - 2320																			
≤ 40	≤ 102			LF-3 - 2320																			
Средняя масса шкафа, кг				480	550 <sup>1</sup>	480	490	480	550 <sup>2</sup>	800	560	800	560	800	640	830	925	980					

Тип шкафа КРУ	Влияющий параметр	Значение параметра	Ширина, мм	Глубина, мм	Высота, мм	Масса, кг
Шкаф с разъединителем	Номинальный ток главных цепей шкафа, А	≤ 2000	600; 750	1300	Определяется высотой шкафов с силовыми выключателями	470
		> 2000	1000			790
Шкаф с трансформатором собственных нужд	Номинальная мощность ТСН, кВА	≤ 40 <sup>3</sup>	750			500
		≤ 100 <sup>4</sup>	750 + 1000			420 + 750
Шкаф с измерительными ТН	Тип изоляции измерительного ТН	Литая полимерная	600; 750			530
		Масло	750			620

<sup>1</sup> 490 кг - для шкафа с выключателем ВВ/TEL

<sup>2</sup> 710 кг - для шкафов с выключателями LF2 на токи Ю.ном = 31,5 кА, ідин = 81 кА и LF3

<sup>3</sup> Установка ТСН мощностью до 40 кВА включительно производится в отсек присоединений шкафа КРУ, укомплектованного автогазовым выключателем нагрузки с предохранителями, при этом место расположения шкафа в пределах секции определяется схемой подключения.

<sup>4</sup> Присоединение с ТСН мощностью 63 или 100 кВА представляет собой комбинацию из шкафа с коммутационным и защитным аппаратом (исполнение выключателя нагрузки с плавкими предохранителями) и рядом стоящего шкафа размещения трансформатора шириной 1000 мм, в котором устанавливается непосредственно сам трансформатор. Электрическая связь между данными шкафами осуществляется, как правило, высоковольтным кабелем.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### Расположение шкафов КРУ D-12P в помещениях

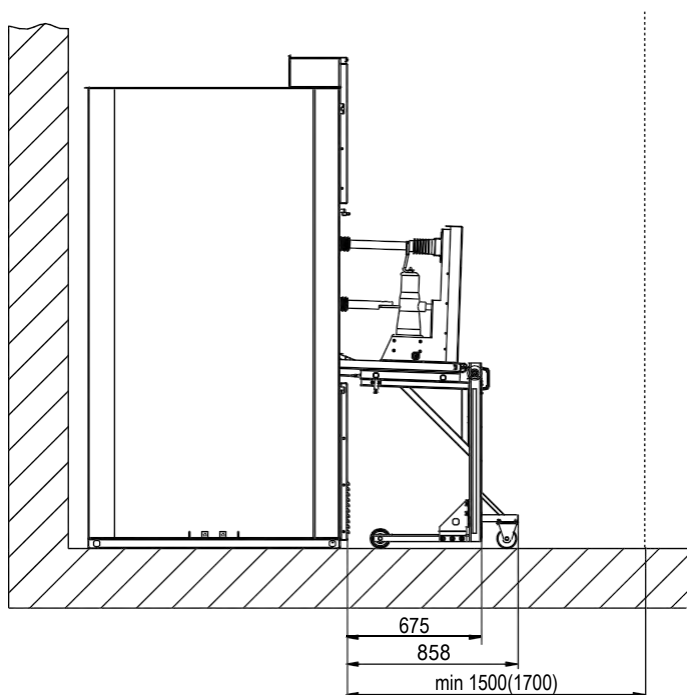
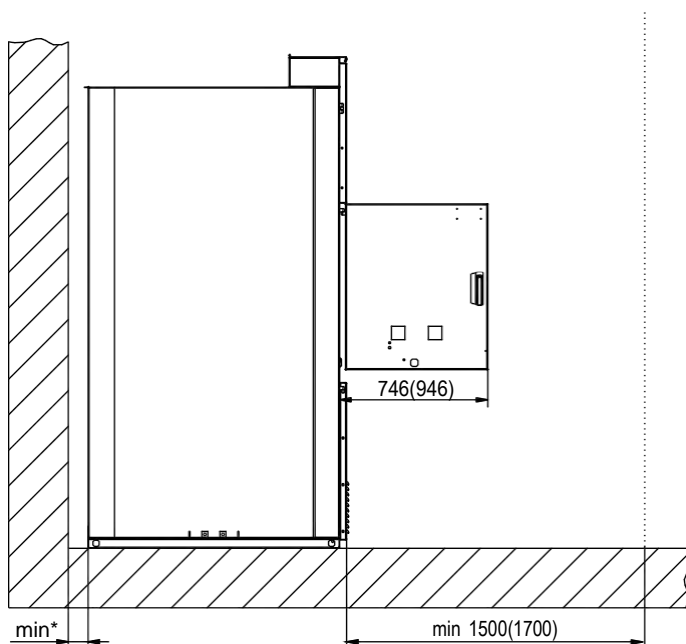


Рис. П5.1 . Однорядное расположение шкафов КРУ в помещении

ВАРИАНТЫ РАЗМЕЩЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ РУ С ШИННЫМ ВВОДОМ И ШИННЫМ МОСТОМ

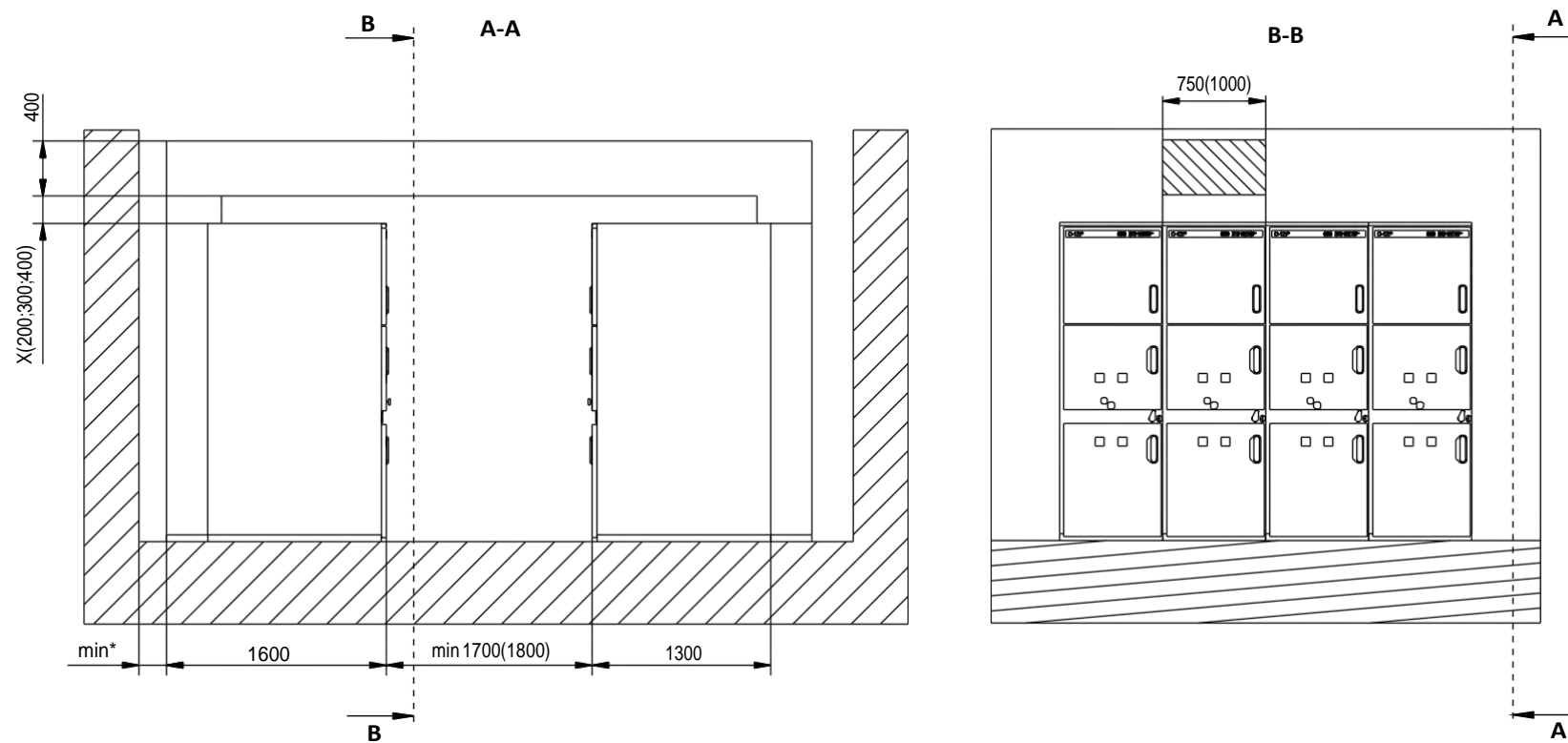


Рис. П5.2. Двухрядное расположение шкафов КРУ



## ВАРИАНТЫ РАЗМЕЩЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ РУ С ШИННЫМ ВВОДОМ И ШИННЫМ МОСТОМ

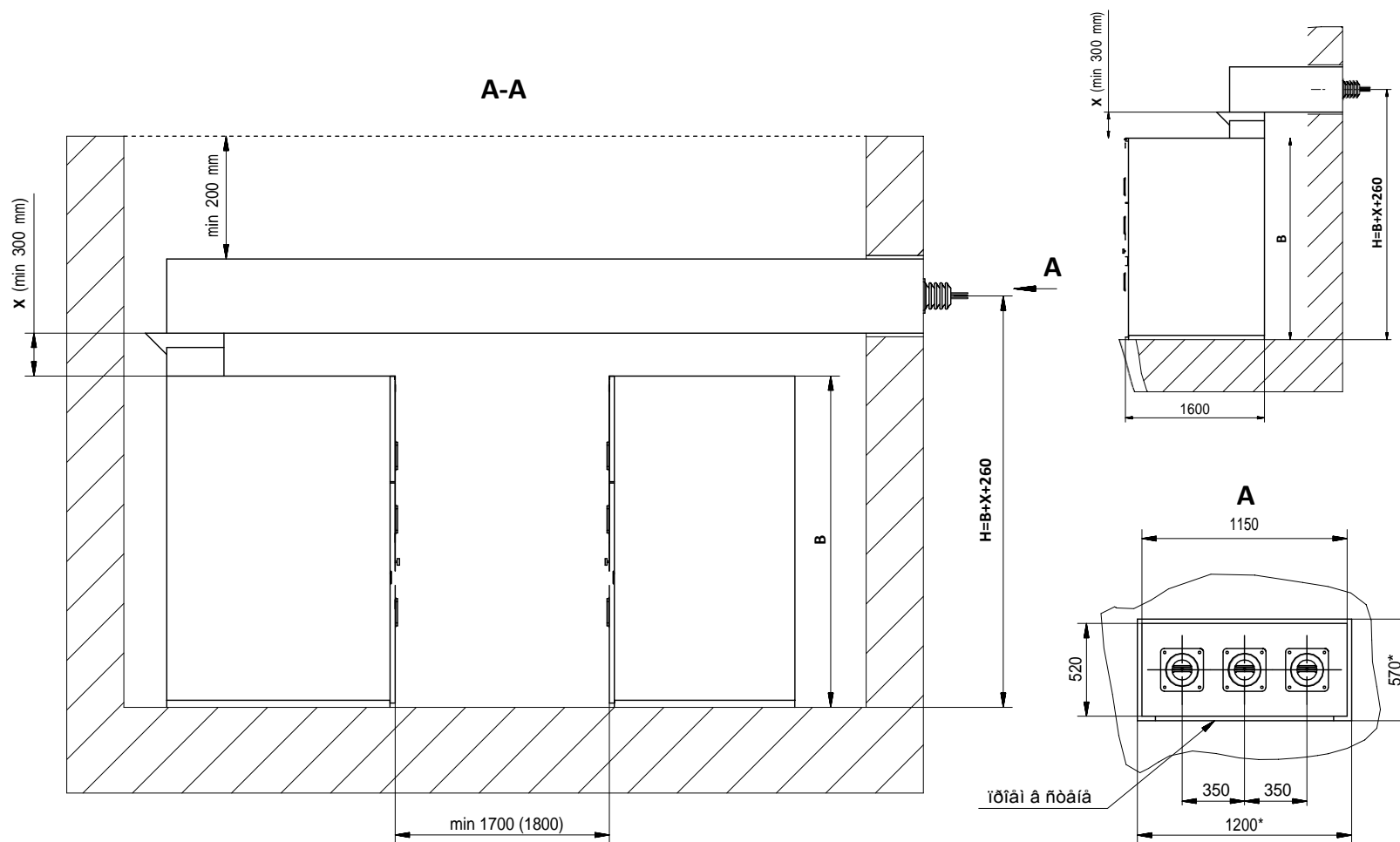


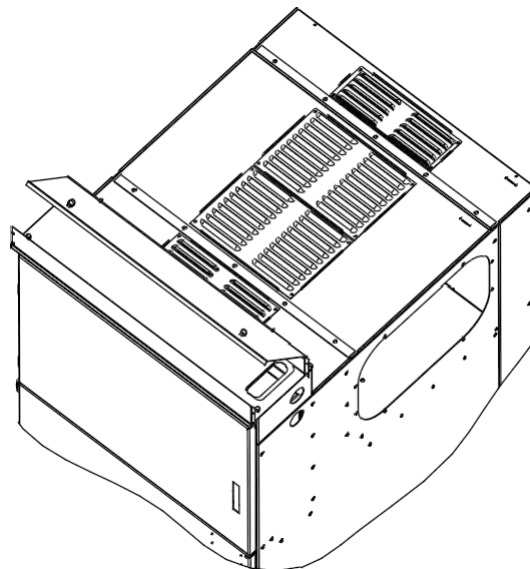
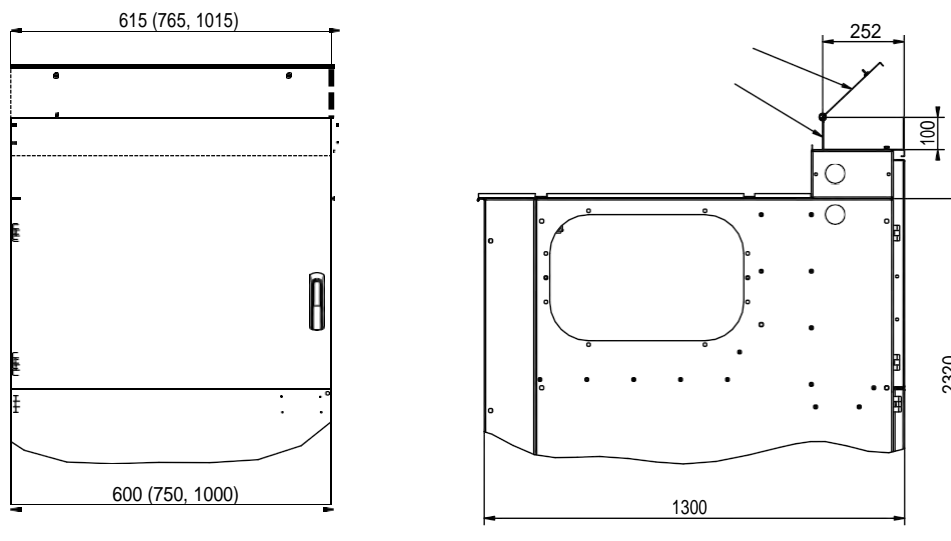
Рис. П5.3. Организация шинного ввода через стену помещения

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

### Монтажное пространство отсека вспомогательных цепей

Размеры монтажного пространства отсека вспомогательных цепей

Ширина шкафа, мм	Ширина, мм	глубина, мм	Высота <sup>1</sup> , мм
600	540	285	530, 680, 830
750	690	285	530, 680, 830
900	840	285	530, 680, 830
1000	940	285	530, 680, 830



<sup>1</sup> В зависимости от габаритов применяемых устройств защиты и автоматики.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

### Примеры конструкций шинных вводов и шинных мостов

Пример №1. Типовая конструкция «короткого» шинного ввода для ближней к источнику секции при двухрядном расположении шкафов КРУ.

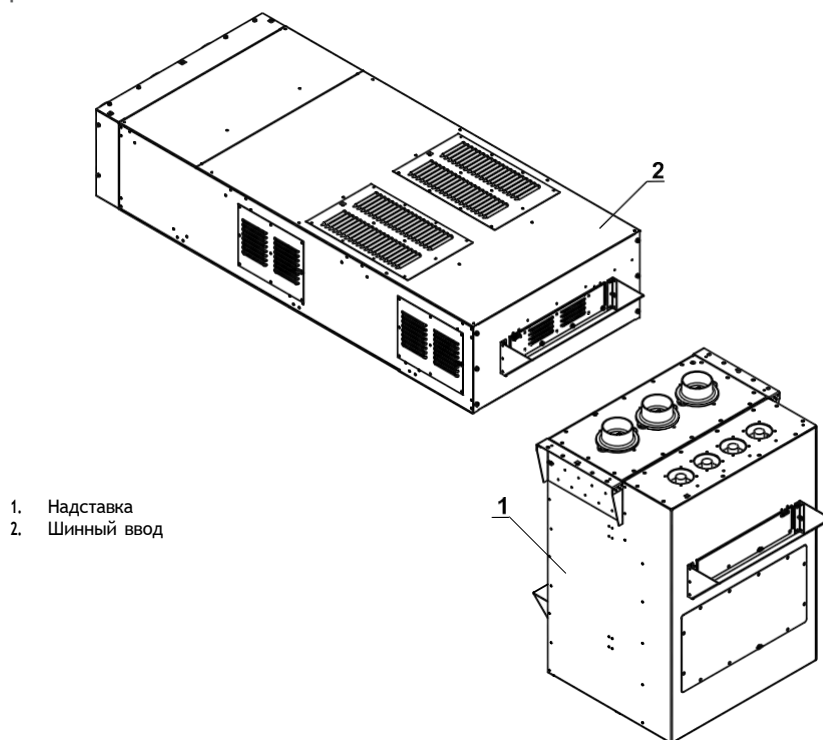


Рис. П7.1. Составные сборочные элементы конструкции шинного ввода

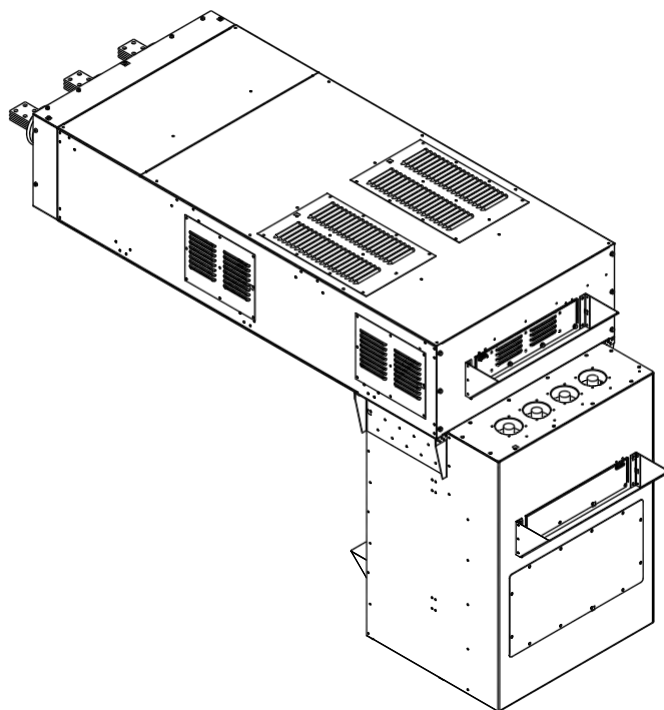


Рис. П7.2. Шинный ввод в сборе

Пример №2. Типовая конструкция «длинного» шинного ввода для дальней к источнику секции при двухрядном расположении шкафов КРУ.

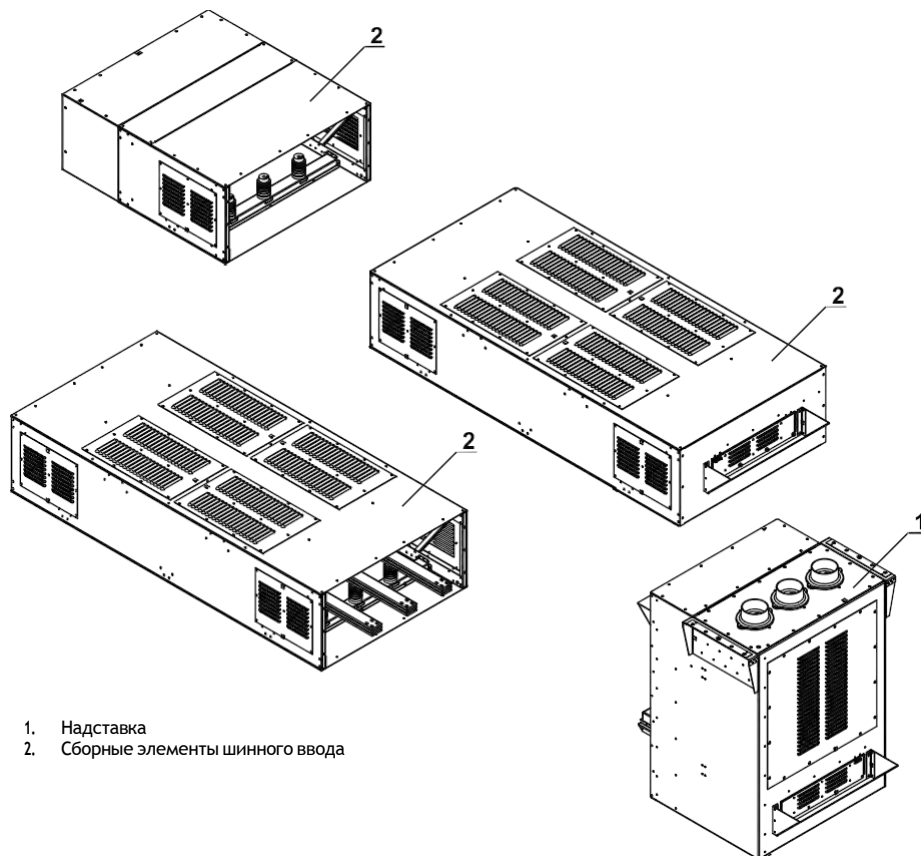


Рис. П7.3. Составные сборочные элементы конструкции шинного ввода

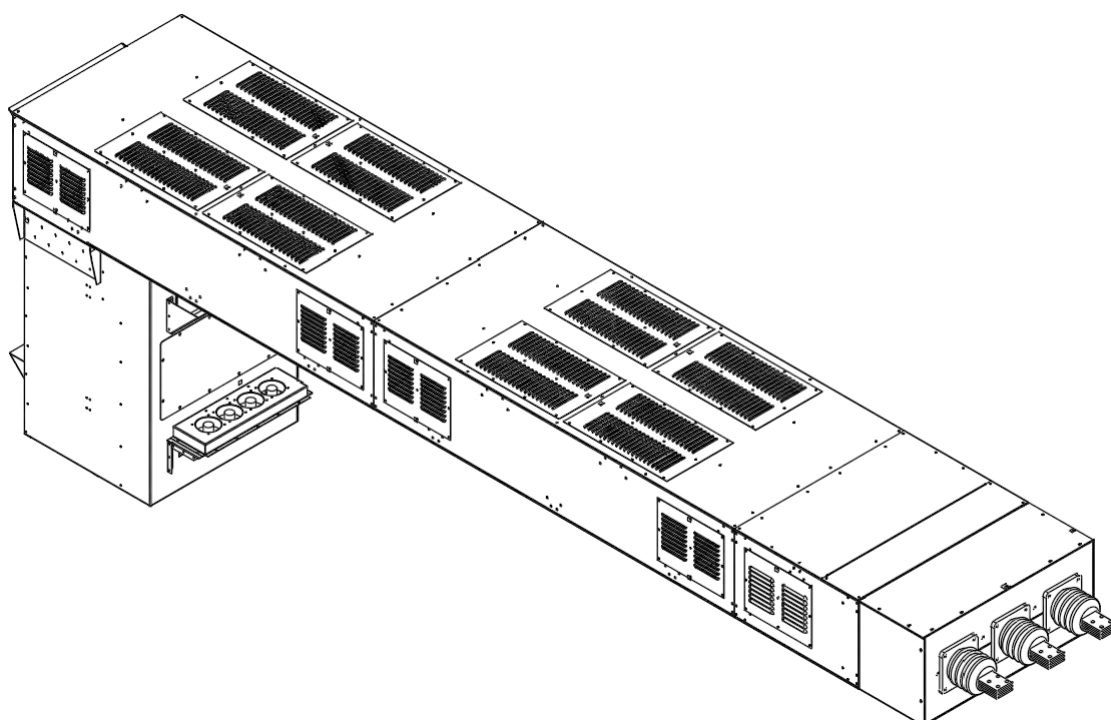


Рис. П7.4. Шинный ввод в сборе

Пример №3. Типовая конструкция шинного моста для секционирования секций при двухрядном расположении шкафов КРУ

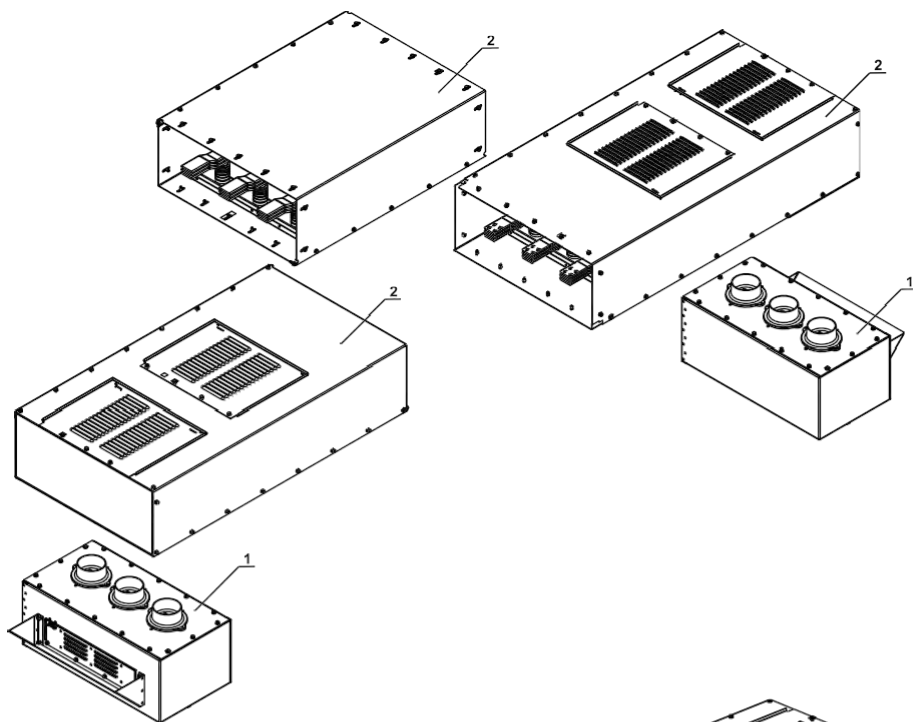


Рис. П7.5. Составные сборочные элементы конструкции шинного моста

1. Надставка
2. Сборные элементы шинного моста

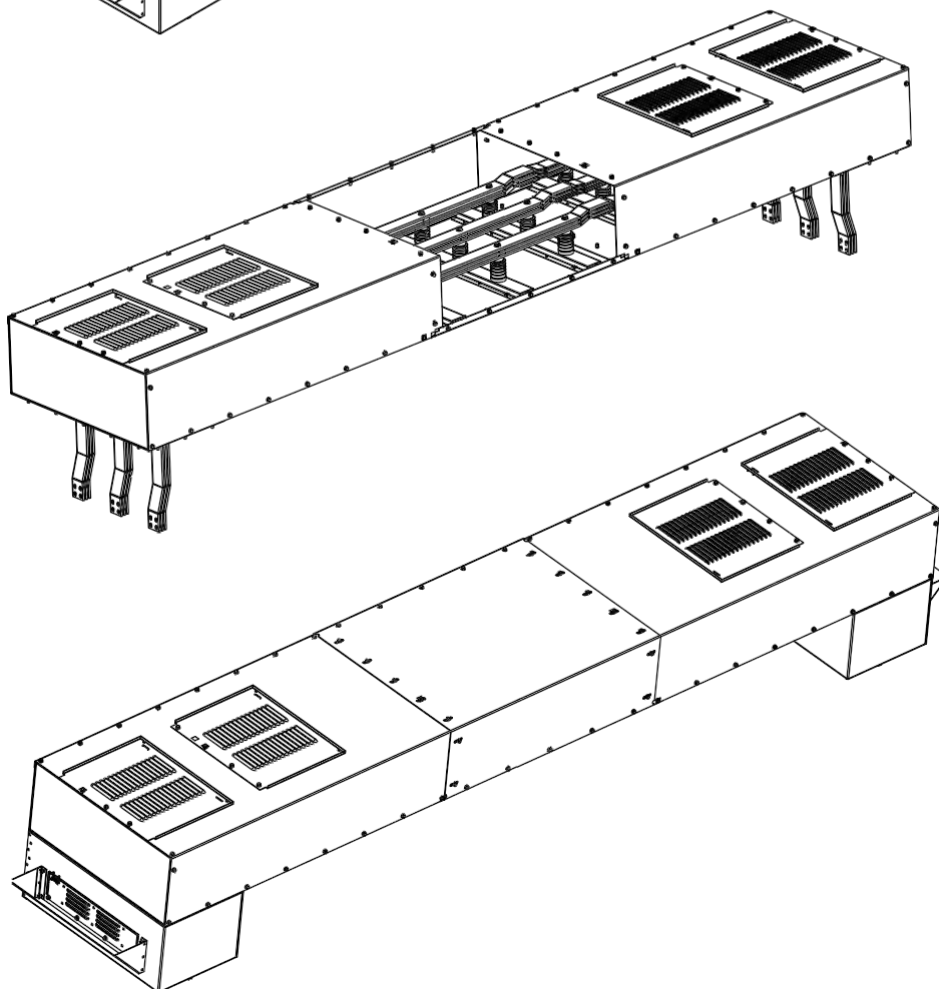
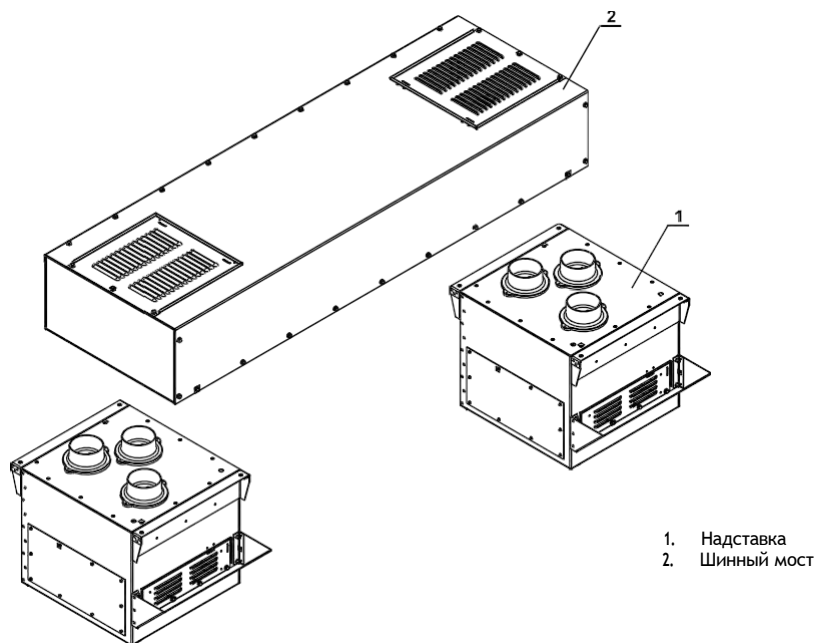


Рис. П7.6. Соединение шин внутри шинного моста

Рис. П7.7 Шинный мост в сборе

Пример №4. Типовая конструкция шинного моста для секционирования секций при однорядном расположении, либо расположении в разных помещениях.



- 1. Надставка
- 2. Шинный мост

Рис. П7.8. Составные сборочные элементы конструкции шинного ввода

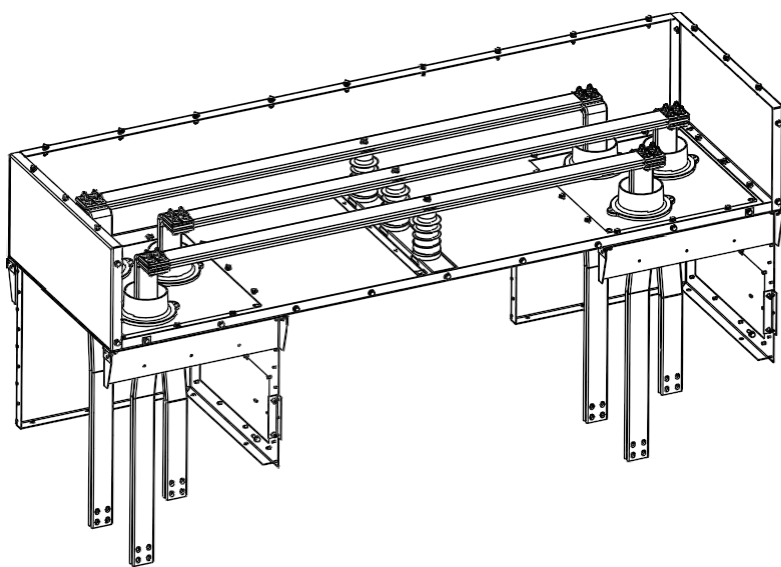


Рис. П7.9. Соединение шин внутри шинного моста

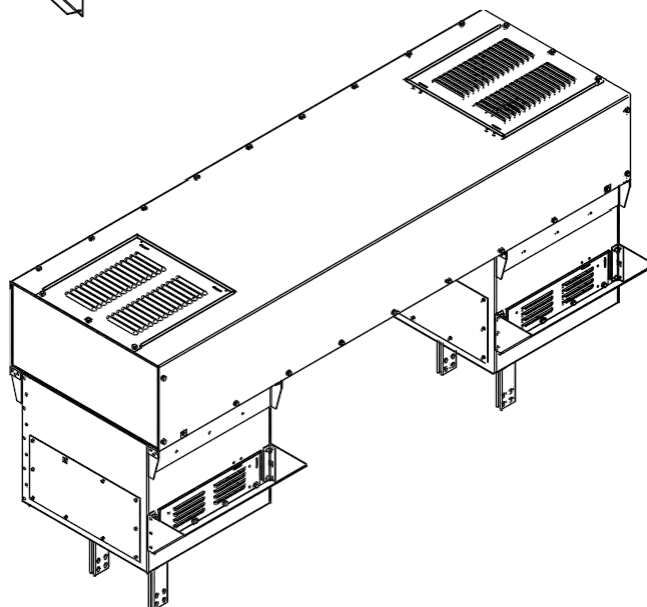
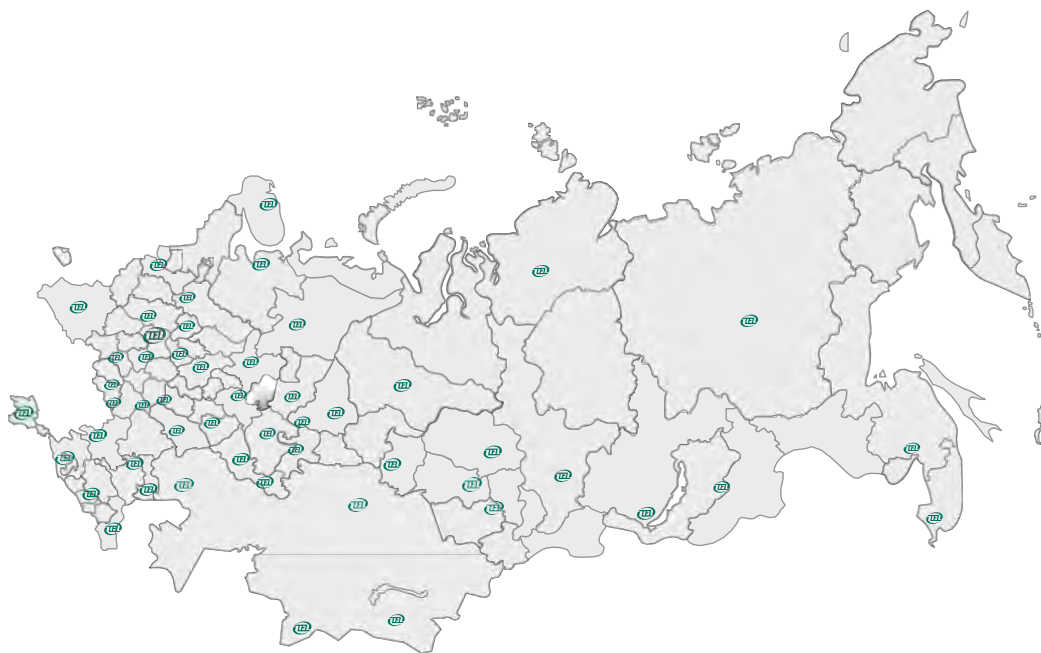


Рис. П7.10. Шинный мост в сборе

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменение	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных			
№1	все	все	все	—	88	ВИЕГ 674512.001 РЭ	05.2014



**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93