

## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

КОМПЛЕКТНОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО  
НАПРЯЖЕНИЕМ 35 кВ «Классика» серии D-40P



## ОГЛАВЛЕНИЕ



<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>5</b>
<b>1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА</b> .....	<b>6</b>
1.1. Назначение	6
1.2. Условия эксплуатации	6
1.3. Технические характеристики	7
1.4. Состав	8
1.5. Устройство и работа	9
1.5.1. Общие сведения	9
1.5.2. Корпус	10
1.5.3. Отсек сборных шин	12
1.5.4. Отсек выкатного элемента	14
1.5.5. Отсек присоединений	15
1.5.6. Отсек вспомогательных цепей	16
1.5.7. Шинные вводы, мосты и приставки ВССШ	17
1.6. Маркировка	18
1.6.1. Маркировка изделий	18
1.6.2. Маркировка упаковки	21
1.7. Упаковка	21
1.8. Описание и работа составных частей	22
1.8.1. Выкатные элементы	22
1.8.2. Шторочный механизм	23
1.8.3. Индикатор напряжения	26
1.8.4. Концевые выключатели	26
1.8.5. Дуговая защита	27
1.8.6. Блокировки	29
1.8.7. Мнемосхема	33
<b>2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ</b> .....	<b>35</b>
2.1. Эксплуатационные ограничения	35
2.2. Использование изделия по назначению	35
2.2.1. Доступ в отсеки шкафа КРУ	36
2.2.2. Перемещения ВЭ внутри шкафа	37
2.2.3. Оперирование заземлителем	38
2.2.4. Оперирование заземлителем сборных шин	40
2.2.5. Оперирование выключателем	40
2.2.6. Оперирование разъединителем	41
2.2.7. Оперирование ВЭ с разъединителем	42
2.2.8. Перемещение ВЭ в ремонтное положение	43
2.3. Действия во внештатных ситуациях	44
2.3.1. Аварийное открытие двери отсека КВЭ	44
2.3.2. Аварийное отключение силового выключателя	45
2.3.3. Аварийное отключение электромагнитной блокировки заземлителя	45
2.3.4. Аварийное отключение электромагнитной блокировки ВЭ	46
<b>3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ</b> .....	<b>47</b>
3.1. Общие указания	47
3.2. Рекомендации по техническому обслуживанию	47
3.3. Ремонт	51
3.3.1. Организация доступа в отсек сборных шин	52
3.3.2. Демонтаж трансформаторов тока <b>ВССШ</b>	52
3.3.3. Демонтаж трансформаторов тока <b>НССШ</b>	54
3.4. Пуско-наладочные испытания	55
3.4.1. Испытания электрической прочности изоляции главных цепей	56
3.4.2. Измерение сопротивления изоляции главных цепей	56
3.4.3. Испытания электрической прочности изоляции вспомогательных цепей	57
3.4.4. Измерение сопротивления изоляции вспомогательных цепей	57
3.4.5. Измерение электрического сопротивления контактных соединений постоянному току	57
3.5. Гарантийный срок и срок службы	58
3.6. Рекламации	58
<b>4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ</b> .....	<b>59</b>
<b>5. ХРАНЕНИЕ</b> .....	<b>60</b>
<b>6. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b> .....	<b>61</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ОБЩИЙ ВИД И ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРА ШКАФА КРУ СЕРИИ D-40P</b> .....	<b>62</b>

<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ОСНОВНОЕ ВСТРАИВАЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ .....</b>	<b>67</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3. МАССОГАБАРИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШКАФОВ КРУ .....</b>	<b>68</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4. РАСПОЛОЖЕНИЕ ШКАФОВ КРУ D-40P В ПОМЕЩЕНИЯХ.....</b>	<b>69</b>
<b>ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ. ....</b>	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>

## Список принятых сокращений

- АВР** – автоматический ввод резерва;
- БП** – боковая приставка;
- ВВ** – вакуумный выключатель;
- Ввод** – шкаф ввода воздушной или кабельной линии на секцию КРУ-35 кВ;
- ВЛ** – воздушная линия;
- ВН** – выключатель нагрузки;
- ВССШ** – верхняя система сборных шин;
- ВЭ** – выкатной элемент;
- ДЗЛ** - дифференциальная защита линий;
- ДЗТ** - дифференциальная защита с торможением;
- ЗИП** – запасные части, инструменты и принадлежности;
- ЗТД** – заводская техническая документация;
- КРУ** – комплектное распределительное устройство;
- КТПМ** – комплектная трансформаторная подстанция модульная;
- ЛЗШ** – логическая защита шин;
- НССШ** – нижняя система сборных шин;
- ОЛ** – отходящая линия;
- ОПН** - ограничитель перенапряжений нелинейный;
- ПУЭ** – правила устройства электроустановок (действующее 7-е издание);
- РУ** – распределительное устройство;
- РЭ** – руководство по эксплуатации;
- 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 отката выключателя;
- ШМ (ШВ)** – шинный мост (ввод);
- ЭМБ** – электромагнитная блокировка.

### Условные обозначения:

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

## Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее - РЭ) распространяется на шкафы комплектных распределительных устройств серии D-40P в металлической оболочке трехфазного переменного тока частотой 50 Гц напряжением 35 кВ на номинальные токи до 2500 А, ток термической стойкости до 31,5 кА, серийно выпускаемые ООО «ЭТЗ «Вектор» г. Воткинск по ТУ 3414-002-81247165-2010, 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 комплектных распределительных устройств (далее - КРУ) серии D-40P. Дополнительная информация по устройству шкафов КРУ, основным параметрам и характеристикам, конструкции, вариантами возможной комплектации и правилами оформления заказа содержится в технической информации ВИЕГ 674513.003 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.

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 руководстве. 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 Российской Федерации», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- Действующими «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- Действующими нормами «Объем и нормы испытаний электрооборудования» (СТО 34.01-23.1-001-2017).
- Эксплуатационными документами на встраиваемое в КРУ высоковольтное и низковольтное оборудование.

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

# 1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

## 1.1. Назначение

КРУ серии D-40P предназначены для приема и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц напряжением 35 кВ в сетях с изолированной или заземлённой через дугогасящий реактор или резистор нейтралью.

КРУ применяется в качестве распределительных устройств напряжением 35 кВ, трансформаторных подстанций, в том числе комплектных и контейнерных, напряжением 110/35/6(10) кВ, 110/35 кВ, 35/6(10) кВ и 35/0,4 кВ, а также в качестве распределительных пунктов.

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

КРУ предназначены для установки в электроэнергетических установках с напряжением 35 кВ и изготавливаются в двух типоразмерах:

- **С верхней системой сборных шин** (далее ВССШ);
- **С нижней системой сборных шин** (для использования в составе КТПМ, далее НССШ).

## 1.2. Условия эксплуатации

Шафы КРУ пригодны для эксплуатации в условиях умеренного и холодного климата категории размещения 3 и 1 по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1. При этом по ГОСТ 14693 нижнее значение температуры окружающего воздуха должно быть:

- для климатического исполнения У3 - минус 25°C;
- для климатического исполнения У1 – минус 45°C;
- для климатического исполнения УХЛ1 – минус 60°C.

Верхнее рабочее (эффективное) значение температуры окружающего воздуха – плюс 40°C.

Для климатического исполнения У1 и УХЛ1 шкафы КРУ размещаются в составе специальных электротехнических модулей серии SKP, представляющих собой готовое строительное решение полной заводской готовности и оборудованных системами освещения, обогрева и вентиляции, и при необходимости кондиционирования.

Нормальная работа КРУ обеспечивается при их установке на высоте над уровнем моря не более 1000 м<sup>1</sup>.

В части воздействия механических факторов внешней среды КРУ соответствуют группе М13 по ГОСТ 17516.1, и обеспечивают работоспособность при сейсмических воздействиях до 9 баллов по шкале MSK – 64 включительно при установке на высоте до 10 м.

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

### Структура условного обозначения шкафов КРУ

**D- 40P – X – X / X У3**

Шаф КРУ серии D-40P \_\_\_\_\_  
Номинальное напряжение, кВ \_\_\_\_\_  
Ток термической стойкости, кА \_\_\_\_\_  
Номинальный ток главных цепей, А \_\_\_\_\_  
(для шкафов с ТН, ТСН – не указывается) \_\_\_\_\_  
Климатическое исполнение и категория размещения \_\_\_\_\_

Пример записи обозначения шкафа КРУ на номинальное напряжение 35 кВ, ток термической стойкости 25 кА и номинальным током главных цепей 1250 А: D-40P-35-25/1250 У3.

<sup>1</sup> Допускается эксплуатация КРУ на высоте над уровнем моря более 1000 м, при этом следует руководствоваться указаниями ГОСТ 15150, ГОСТ 8024, ГОСТ 1516.1 и ГОСТ 1516.3.

### 1.3. Технические характеристики

Основные параметры и характеристики КРУ приведены в **таблице 1**.

**Таблица 1.** Основные параметры и характеристики

Наименование параметра	Значение	
	ВССШ	НССШ
Номинальное напряжение, кВ	35	
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	40,5	
Номинальный ток главных цепей, А	До 2500	До 1250
Номинальный ток сборных шин, А	До 2500	До 1250
Ток термической стойкости, кА	До 31,5	До 25
Время протекания тока термической стойкости, с: - главные цепи - цепи заземления	3 1	
Ток электродинамической стойкости (амплитуда), кА	До 81	До 64
Номинальное напряжение вспомогательных цепей	Любое стандартное напряжение до 220 В постоянного, переменного или выпрямленного тока	
Габариты, мм Ширина Глубина Высота	1200, 1800 <sup>2</sup> 2510; 2980 <sup>3</sup> 2465	1200; 1800 <sup>4</sup> 2060 2500
Масса шкафа КРУ, не более кг	2500	1650
Степень защиты шкафа по ГОСТ 14254 IP	4X	
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150	У3	У (УХЛ) 1

<sup>2</sup> Специальное исполнение с ТСН до 40 кВА;

<sup>3</sup> Шкаф с измерительным ТН до ввода, либо исполнение шкафа с задней приставкой.

<sup>4</sup> Шкафы КРУ с ТСН или ТН типа НАМИ установленные стационарно.

Классификация исполнения КРУ приведена в **таблице 2.**

**Таблица 2.** Классификация исполнений

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
Уровень изоляции по ГОСТ 1516.1-76	Нормальная, уровень «б»
Вид изоляции	Комбинированная (воздушная и твердая)
Изоляция ошиновки	С частично изолированными шинами
Сборные шины	С одной системой сборных шин
Расположение сборных шин	Верхнее / нижнее
Вид линейных высоковольтных подсоединений	Воздушные, кабельные и шинные
Наличие выкатных элементов в шкафах	С выкатными элементами / без выкатных элементов (шкаф с ТСН, шкаф с масляным ТН)
Условия обслуживания:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• С нижним расположением сборных шин</li> <li>• С верхним расположением сборных шин</li> </ul>	<p>Одностороннее оперативное и техническое обслуживание</p> <p>Одностороннее оперативное и двухстороннее техническое обслуживание</p>
Вид оболочки	Сплошная металлическая
Наличие перегородок между отсеками	Со сплошными металлическими перегородками
Вид управления	Местное, дистанционное

#### 1.4. Состав

В стандартный комплект поставки КРУ входят:

- шкафы КРУ с аппаратурой и приборами главных и вспомогательных цепей в соответствии с ЗТД;
- комплект эксплуатационных принадлежностей (рукоятки оперирования ВЭ, заземлителем, ключом ручного отключения выключателя, ключи от дверей отсеков шкафов КРУ и т.п.);
- комплект монтажных принадлежностей согласно ЗТД, демонтируемых на заводе-изготовителе перед транспортированием КРУ (контрольные кабели для выполнения межшкафных и межсекционных связей, жгуты для межшкафных соединений, дополнительные лотки вторичных цепей, сборные шины, проходные и опорные изоляторы, панели – вставки под проходные изоляторы сборных шин, метизы и т.п.);
- типовой комплект запасных частей, инструментов и принадлежностей (ЗИП).

К каждому заказу на КРУ прилагается следующий перечень документов:

- упаковочная ведомость и упаковочные листы;
- паспорт на КРУ;
- руководство по эксплуатации (2 экз.);
- ЗТД, содержащая однолинейную электрическую схему главных цепей, принципиальные и монтажные схемы вспомогательных цепей и эскиз внешнего вида двери отсека вспомогательных дверей (1 экз.);
- общие схемы АВР, ЭМБ, УРОВ, ЛЗШ (по отдельному требованию);
- паспорта и эксплуатационная документация на комплектующие изделия;
- сборочные чертежи и инструкции по монтажу КРУ и конструкций вводов и шинных мостов, демонтируемых при транспортировке.

По отдельному требованию стандартный комплект поставки может быть изменен.



## 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, приведены в **Приложении 2**.

Конструктивной особенностью КРУ является возможность расположения сборных шин в верхней тыльной части или нижней тыльной части шкафа.

Для исполнения КРУ с **ВССШ** на этапе проектирования необходимо обеспечить двухстороннее обслуживание, что позволит при проведении монтажно-наладочных работ или технического обслуживания организовать доступ в отсек присоединений с тыльной стороны шкафа для организации кабельного подключения. Все оперативные переключения производятся с фасада шкафа.

Шкафы КРУ **ВССШ** и **НССШ** унифицированы и независимо от схем электрических соединений главной цепи имеют аналогичную конструкцию основных узлов.

Все шкафы с силовыми выключателями, с измерительными трансформаторами напряжения, с секционными разъединителями имеют в своем составе ВЭ напольного исполнения, стационарно в рамках КРУ размещаются трансформаторы собственных нужд, и некоторые типы 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 номинальный ток до 20 кА используется коммутационный модуль Smart35.

Типовая комплектация шкафов предполагает использование одной группы ТТ с числом вторичных обмоток до 4 шт. Установка дополнительной группы ТТ согласовывается при размещении заказа.

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

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 шкаф КРУ, укомплектованного разъединителем с предохранителями, при этом место расположения шкафа в пределах секции определяется схемой подключения трансформатора.

Функциональные исполнения шкафов с измерительными трансформаторами напряжения подразделяются по типу применяемых устройств. При использовании размещаемого стационарно в отсеке присоединений ТН с масляной изоляцией шкаф конструктивно идентичен шкафу с ТСН, коммутирование и защита присоединения осуществляется с помощью разъединителя и плавких предохранителей.

Группа ТН с литой полимерной изоляцией и встроенными предохранителями размещается на собственной выкатной тележке в отсеке ВЭ. Данное правило распространяется только на заземляемые типы ТН.

Заземлитель сборных шин устанавливается в шкафах с измерительным ТН.

При стационарном размещении измерительного ТН, в шкафу применяется разъединитель с заземляющими ножами, предназначенными исключительно для заземления сборных шин своей секции.

Общие виды и разрезы шкафов КРУ основных функциональных исполнений приведены в **Приложении 1**, стандартные массогабаритные характеристики - в **Приложении 3**, примеры расположения шкафов КРУ в помещениях - в **Приложении 4**.

### 1.5.2. Корпус

Корпус шкафа представляет собой сборную объемную самонесущую конструкцию, изготовленную на высокоточном оборудовании методом холодной штамповки из высококачественного стального листа с 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.

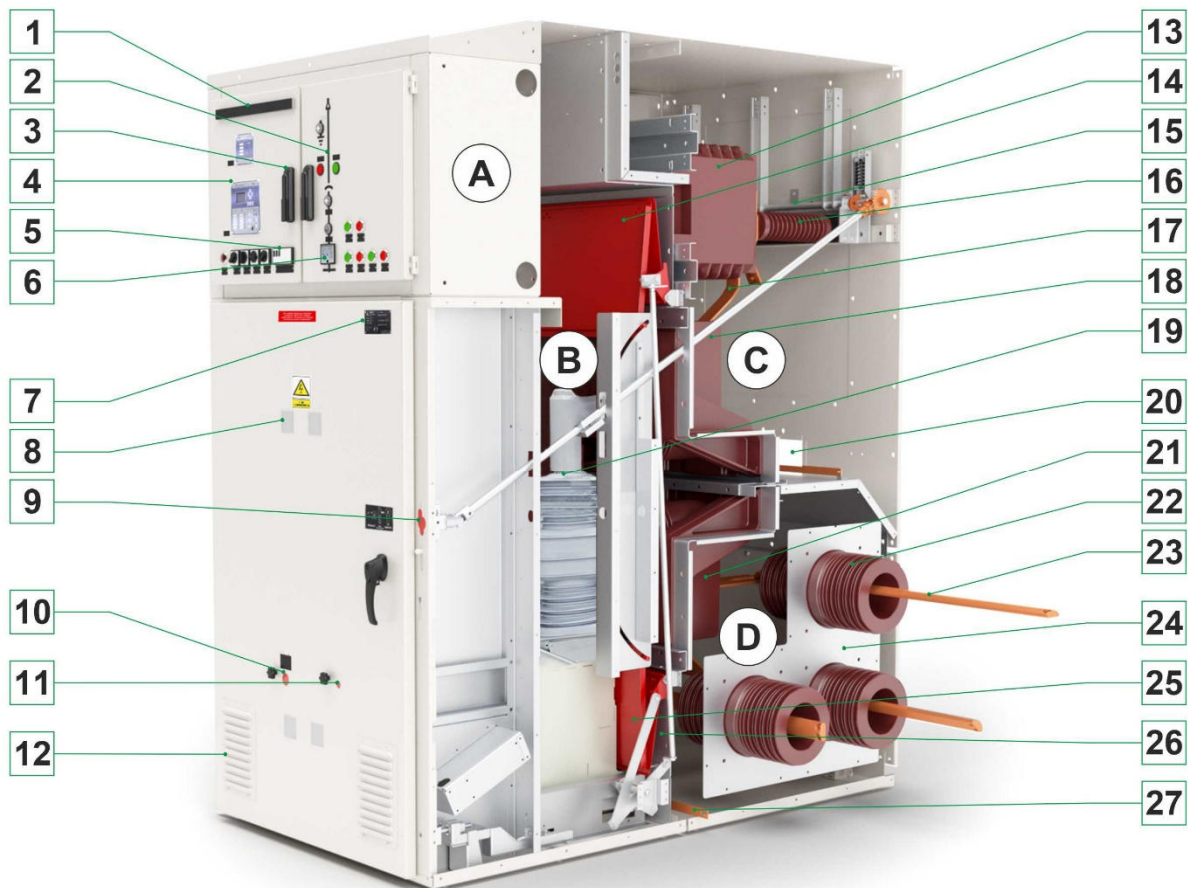
Общий вид внутреннего устройства шкафа КРУ с силовым вакуумным выключателем и вид с фасада изображен на **рис. 1.1** и **рис. 1.2**. Внутренний объем шкафа заключен в металлическую оболочку толщиной 2,5 мм и имеет внутреннее разделение перегородками на функциональные изолированные отсеки:

- Вспомогательных цепей (А);
- Выкатного 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 для **ВССШ**.

В случае с **НССШ** клапан сброса избыточного давления из отсека сборных шин предусмотрен в основании шкафа и сброс производится по каналу под секцией КРУ.

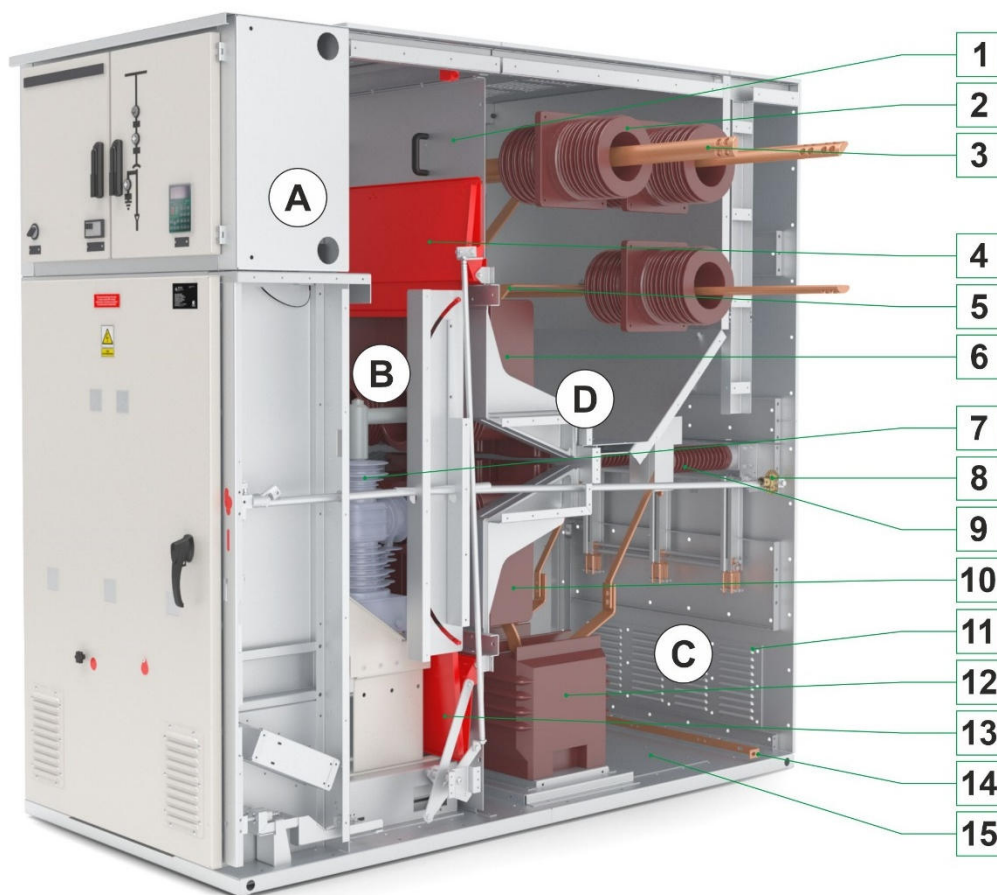
В шкафах предусмотрена система заземления конструкции и интегрированного оборудования. Все части аппаратов и приборов подлежащие заземлению, установленные в шкафах, имеют электрический контакт с корпусом КРУ, который при монтаже непосредственно заземляется на металлические закладные элементы. Кроме того, каждый шкаф имеет в своем основании медную магистральную шину заземления прямоугольного сечения 3х30 мм, имеющую отличительную маркировку полосами желтого и зеленого цветов. При стыковке отдельных шкафов КРУ магистральные шины заземления каждого шкафа соединяют между собой, образуя единую сквозную магистральную шину заземления секции, проходящую транзитом через все шкафы и подключаемую затем обоими концами к общему заземляющему контуру распределительного устройства в специально обозначенных местах на торцевых стенках или боковых декоративных панелях КРУ.



**Рис. 1.1 Шкаф с нижним расположением сборных шин**

1 – информационная табличка с номером шкафа и диспетчерским наименованием присоединения;  
 2 - мнемосхема или интерактивный модуль индикации (опция);  
 3 – замок двери отсека вспомогательных цепей;  
 4 – терминал МПУЗиА или панель управления MMI (опция);  
 5 – указатель наличия напряжения;  
 6 – индикаторные приборы (амперметр (1 или 3 шт., опция);  
 7 - маркировочная табличка;  
 8 – смотровые окна отсека ВЭ;  
 9 – гнездо привода заземлителя;  
 10 – гнездо привода ВЭ;  
 11 – отверстие аварийного отключения силового выключателя;  
 12 - вентиляционные отверстия;  
 13 - измерительные ТТ;

14 – верхняя подвижная металлическая шторка;  
 15 - заземлитель;  
 16 - опорные изоляторы с интегрированными емкостными индикаторами;  
 17 - главные токоведущие цепи шкафа;  
 18 - проходные (втычные) изоляторы от ВЭ в отсек присоединений;  
 19 - ВЭ с силовым выключателем;  
 20 – окно кабельного ввода;  
 21 - проходные (втычные) изоляторы от ВЭ в отсек сборных шин;  
 22 - проходные изоляторы сборных шин;  
 23 – сборные шины;  
 24 – опорная панель сборных шин;  
 25 - нижняя подвижная металлическая шторка;  
 26 - съемная перегородка из отсека ВЭ;  
 27 - магистральная шина заземления шкафа (секции КРУ).



**Рис. 1.2** Шкаф с верхним расположением сборных шин

1 – ревизионная панель отсека сборных шин;  
 2 – проходные изоляторы сборных шин;  
 3 – сборные шины;  
 4 – верхняя подвижная металлическая шторка;  
 5 – главные токоведущие цепи шкафа;  
 6 - проходные (втычные) изоляторы от ВЭ в отсек сборных шин;  
 7 – ВЭ с силовым выключателем;  
 8 – заземлитель;

9 – опорные изоляторы с интегрированными емкостными индикаторами;  
 10 – проходные (втычные) изоляторы от ВЭ в отсек присоединений;  
 11 – съемная задняя панель;  
 12 - измерительные ТТ;  
 13 - нижняя подвижная металлическая шторка;  
 14 - магистральная шина заземления шкафа (секции КРУ);  
 15 – панель ввода/вывода кабелей.

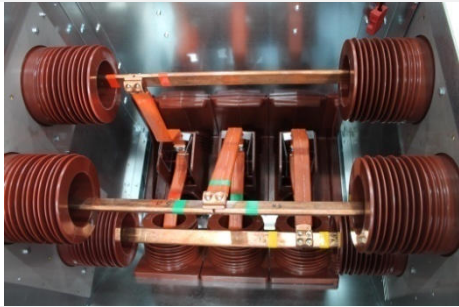
### 1.5.3. Отсек сборных шин

В отсеке размещается система сборных шин (**рис.1.3 – 1.4**), объединяющая главные цепи всех шкафов КРУ в единую электрическую схему распределительного устройства и включающая в себя:

- Медные профильные шины полукруглого сечения;
- Шины, соединяющие проходные изоляторы силовых контактов со сборными шинами;
- Проходные изоляторы от ВЭ в отсек сборных шин;
- Проходные и опорные изоляторы сборных шин совместно с панелями из немагнитного материала;
- Съемная ремонтная панель, позволяющая организовать доступ к отсеку сборных шин со стороны отсека ВЭ (для КРУ, устанавливаемых в модульных зданиях)
- Клапан сброса избыточного давления, сопряженный с концевым выключателем (опция);
- Устройство дуговой защиты (опция).



**Рис. 1.3** Отсек сборных шин НССШ (вид при извлеченном ВЭ и снятой перегородки)



**Рис. 1.4** Отсек сборных шин ВССШ

В шкафах КРУ для сборных шин и шин главных цепей применяются медные профильные шины, выполненные из высококачественной электротехнической меди, со скругленными углами, что обеспечивает выравнивание напряженности электрического поля на кромках токоведущих частей и значительно уменьшает эффект коронирования.

Контактные соединения участков шин для шкафов на номинальные токи 1600 А и выше имеют покрытие оловом. Болтовые соединения 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.

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

Расположение ответвлений от сборных шин в пределах шкафа выполняется согласно ГОСТ 14693: 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 расположения отпаек 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 через проходные изоляторы, монтируемые на опорную панель, 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 КРУ.

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.



**НССШ** – доступ осуществляется через отсек ВЭ, для чего необходимо демонтировать съемную перегородку в нижней части шкафа (**рис. 1.3**).

**ВССШ** - для обеспечения доступа в отсек сборных шин необходимо демонтировать крышку отсека. При наличии клапанной дуговой защиты перед демонтажем крышки необходимо отсоединить концевой выключатель, для чего предварительно демонтировать клапан отсека сборных шин (**рис. 1.4**).

#### 1.5.4. Отсек выкатного элемента



**Рис. 1.5** ВЭ с вакуумным выключателем Sm□rt35

В отсеке (рис. 1.5) размещаются выкатной элемент (ВЭ), проходные изоляторы контактного узла, шторочный механизм, автоматически ограничивающий доступ к неподвижным контактам главной цепи шкафа при нахождении ВЭ в контрольном или ремонтном положениях, клапан сброса избыточного давления совместно с концевым выключателем, светильник и опциональный антиконденсатный нагревательный элемент.

Отсек ВЭ отделен от смежных отсеков, проходными изоляторами, изготовленные 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 для шкафов с **ВССШ**. Для шкафов с **НССШ**, верхний ряд соединен с главными цепями отсека присоединений, нижний – с ответвлениями от сборных шин.

Неподвижные ответные контакты образуют электрическую связь в каждой фазе с разъёмными розеточными контактами главной цепи ВЭ при его перемещении и фиксации в рабочем положении.

В отсеке ВЭ предусмотрены съёмные панели, обеспечивающие доступ к участку главной

цепи шкафа с трансформаторами тока и ответвлениями от сборных шин.

ВЭ представляет собой подвижное основание, с встроенным силовым выключателем, либо установленным дополнительным оборудованием (трансформаторами напряжения, полюса секционного разъединителя), определяемое конкретной схемой электрических соединений главных цепей шкафа, и разъединяющие контакты. Для обеспечения надежного электрического контакта с главной цепью шкафа используются розеточные контакты, состоящие из подпружиненных ламелей, покрытых серебром. Для сопряжения розеточных контактов и токоведущих терминалов выключателей используются, как правило, цилиндрические контакты с усаженной высоковольтной изоляционной трубкой.

Вакуумный выключатель Sm□rt35 (рис. 1.5) — программно-аппаратный комплекс, непрерывно измеряющий параметры сети, предназначенный для автоматического обнаружения и устранения аварии, записи ее параметров и выдачи информации в систему диспетчерского управления.

Вакуумный выключатель Sm□rt35 предназначен для применения в проектах нового строительства или реконструкции подстанций 110/35/6(10) кВ, 110/35 кВ, 35/6(10) кВ и 35/0,4 кВ в сетях частотой 50 Гц с любым режимом работы нейтрали. Вакуумный выключатель Sm□rt35 может применяться совместно с внешними защитами, такими как дифференциальная защита трансформатора, а также любыми другими технологическими защитами трансформатора. В типовом решении на базе вакуумного выключателя возможна организация автоматики (АВР, ЛЗШ, УРОВ и т.д.).

Встроенная система измерения токов и напряжений сети, встроенные функции защиты и автоматики избавляют от необходимости устанавливать внешние устройства (трансформаторы тока и напряжения, внешние терминалы защит и автоматики), прокладывать и контролировать в эксплуатации внешние цепи.

Идентификация защиты от однофазных замыканий на землю на вводах и внутри трансформатора происходит за счет встроенного чувствительного датчика тока нулевой последовательности с уникальными измерительными возможностями.

Существенное снижение времени ликвидации внутренних повреждений в трансформаторе за счет применения логической защиты трансформатора мгновенного

действия с фильтром составляющих тока намагничивания трансформатора без дополнительных затрат позволяет организовать быстродействующую защиту трансформатора при внутренних коротких замыканиях, а также предотвратить развитие аварии.

Выключатель самодостаточен в рамках своего интегрированного измерительного комплекса и оригинальной фирменной РЗиА на базе микропроцессорного терминала. Однако при необходимости организации коммерческого учета электроэнергии, отдельных видов защит, например ДЗТ, ДЗЛ и т.п., в шкафу КРУ предусматривается установка классических электромагнитных ТТ. В остальных случаях установка классических электромагнитных ТТ, как правило, не требуется.

Более подробная информация по конструкции и принципам работы Вакуумного выключателя Sm $\square$ rt35 описана на официальном сайте ООО «Таврида Электрик» [Документация на Реклоузеры 35 кВ \(t \$\square\$ vid \$\square\$ .ru\)](http://tavridd.ru).

Основные параметры и характеристики вакуумного выключателя Sm $\square$ rt35 приведены в **таблице 3**.

**Таблица 3.** Основные параметры и характеристики вакуумного выключателя Sm $\square$ rt35

Наименование параметра	Значение	
	ВССШ	НССШ
Номинальное напряжение, кВ	35	
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	40,5	
Номинальный ток главных цепей, А	До 1250	
Номинальный ток сборных шин, А	До 1250	
Ток термической стойкости, кА	20	
Время протекания тока термической стойкости, с:		
- главные цепи	3	
- цепи заземления	1	
Ток электродинамической стойкости (амплитуда), кА	51	

#### 1.5.5. Отсек присоединений



**Рис.1.6** Отсек присоединений НССШ

В отсеке (**рис. 1.6 – 1.7**) располагаются: заземлитель; трансформаторы тока; 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; клапан сброса избыточного давления совместно с концевым выключателем; антиконденсатный нагревательный элемент и светильник.

В основании шкафа предусматриваются отверстия для крепления шкафа к фундаментной раме или полу блочно-модульных КТП. В левом углу основания отсека, если смотреть с фасада шкафа, предусмотрено отверстие прямоугольного сечения размером 200 x 50 мм для прохода контрольных кабелей.

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

- Кабельное: кабелем вниз; кабелем сзади для шкафов с нижним расположением сборных шин;



**Рис.1.7** Отсек присоединений ВССШ

- Шинное: шинами вверх; шинами влево/вправо; шинами вверх и влево/вправо.

Для шкафа с **ВССШ** отсек присоединения рассчитан на подключение 2-х трехжильных или 6-ти одножильных кабелей с сечением жилы до 240 кв. мм. 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. Для удобства монтажа и обслуживания предусматриваются хомуты для подхвата и удержания кабеля.

Заземлитель в шкафах КРУ используется с ручным приводом.

Шкаф КРУ с **ВССШ** с тыльной стороны оснащается съемной панелью, в которых предусмотрены смотровые окна, позволяющие визуально убедиться в положении контактов заземлителя. По отдельному запросу, съемная панель может быть заменена дверью.

Дополнительно в отсеке присоединений КРУ с **ВССШ**, если это предусмотрено электрической схемой шкафа, могут быть размещены измерительные трансформаторы напряжения на собственной выкатной конструкции.



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

#### 1.5.6. Отсек вспомогательных цепей



**Рис.1.8** Фасад отсека вспомогательных цепей



**Рис.1.9** Отсек вспомогательных цепей (вид при открытой двери)

В отсеке располагаются блок управления выключателя, микропроцессорные устройства защиты, управления и автоматики, приборы контроля и учёта электроэнергии, клеммные ряды и другая аппаратура вспомогательных цепей.

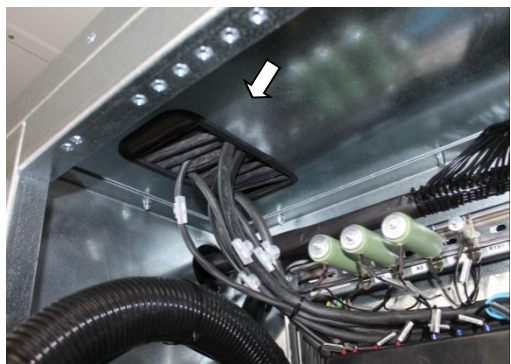
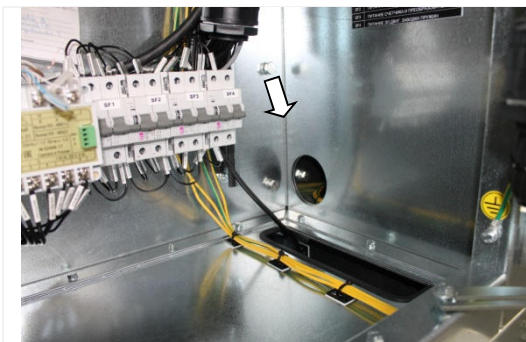
Реле, клеммные ряды, автоматические выключатели, преобразователи и другие устройства крепятся на DIN-рейках по задней стенке отсека, что облегчает монтаж или их замену в случае необходимости.

На фасадную дверь отсека (**рис. 1.8**) 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 ЗТД при создании трехмерной компоновочной модели релейного отсека. При открывании дверь отсека фиксируется в конечном положении (**рис. 1.9**).



Вспомогательные цепи выполняются медными изолированными проводами с многопроволочными жилами сечением не менее 0,5 мм<sup>2</sup>, токовые цепи – сечением не менее 2,5 мм<sup>2</sup>.

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,



**Рис.1.10** Отверстия для прокладки межсекционных связей

волоконно-оптических и других слаботочных кабелей в боковых стенках отсека вспомогательных предусмотрены специальные отверстия (**рис.1.10**). 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 250x100 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).

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

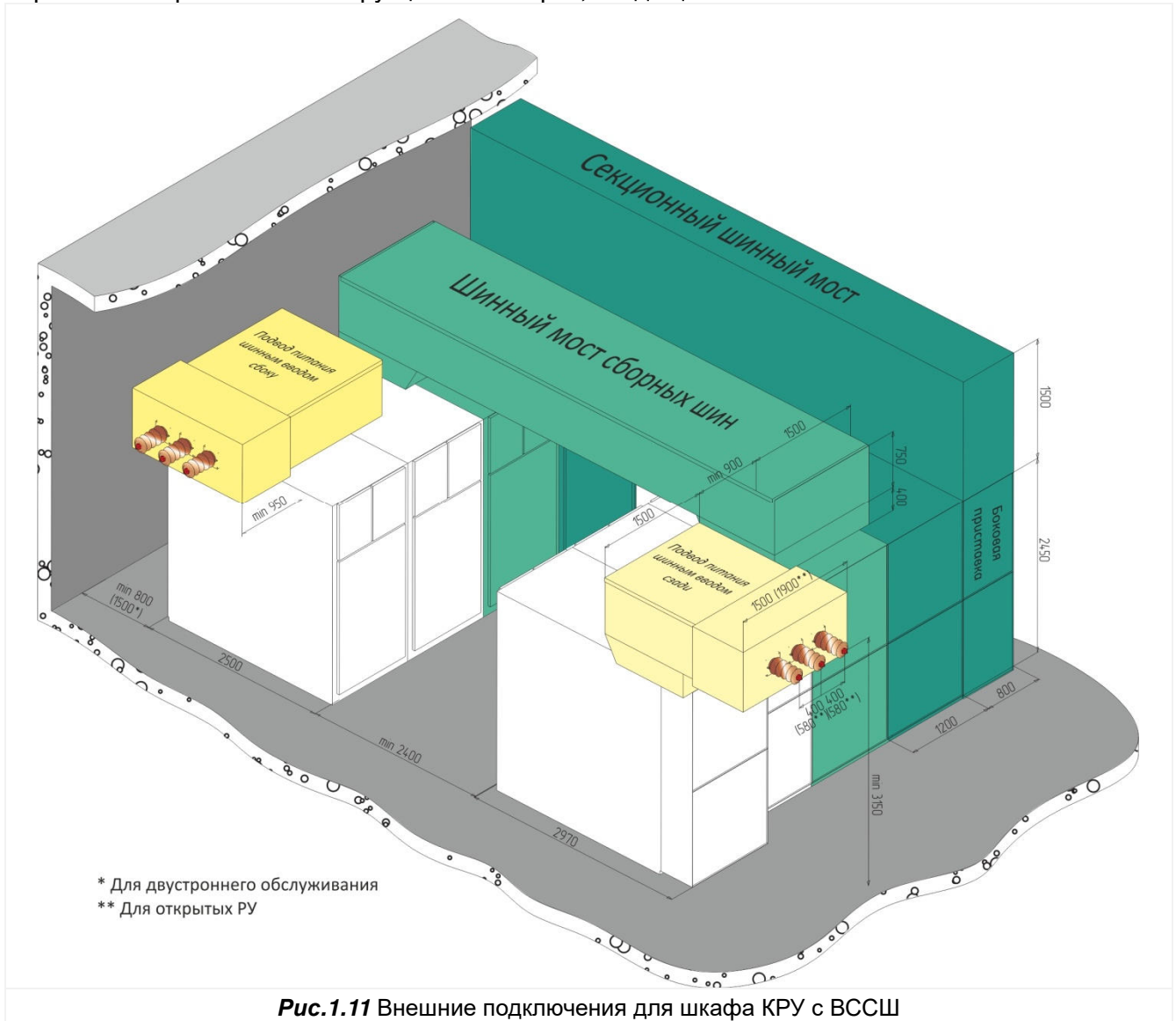
### 1.5.7. Шинные вводы, мосты и приставки ВССШ

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. 1.11**), 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, которые обеспечивают необходимое возвышение шинного моста над шкафами КРУ в соответствии с параметрами помещения установки, а также предназначенными 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 ЗИП.



## 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 ЗТД.

В верхнем правом углу фасадной двери отсека ВЭ каждого шкафа КРУ размещается маркировочная табличка, изготовленная из прочного пластика, на которой указываются данные согласно **рис. 1.12**.



**Рис. 1.12** Маркировочная табличка каждого шкафа КРУ

- 1 – логотип предприятия-изготовителя;
- 2 – порядковый номер шкафа по плану расположения и его назначение;
- 3 – заводской номер (присваивается в соответствии с Ведомостью присвоения заводских номеров);
- 4 – номинальное напряжение главных цепей, кВ;
- 5 – номинальный ток главных цепей, А;
- 6 – ток короткого замыкания (термической стойкости), кА / время протекания, с;
- 7 – степень защиты по ГОСТ 14254;
- 8 – масса, кг;
- 9 – наименование изделия, тип шкафа КРУ с указанием серии;
- 10 – номер заказа по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- 11 – номер ТУ;
- 12 – структура условного обозначения КРУ;
- 13 – знак «РСТ», дата выпуска (ГГГГ) и страна изготовления.

На шкафах СР (или СВ в случае отсутствия на шкафа СР) дополнительно размещается маркировочная табличка заказа (**рис. 1.13**), также содержащая общие технические характеристики распределительного устройства, данные о присвоенном номере заказа, климатическое исполнение, а также номер 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.

На каждом ВЭ размещается маркировочная табличка (**рис. 1.14**), содержащая заводской номер шкафа, информацию о номинальных параметрах установленного элемента главной цепи и массу ВЭ.

Надписи для всех табличек изготавливаются на станке с ЧПУ, гравированием на двухцветном пластике, цвет фона - черный, цвет гравировки (символы и текст) - белый. Крепление табличек осуществляется по углам при помощи стальных заклепок.



**Рис.1.13** Маркировочная табличка заказа

- 1 – логотип предприятия-изготовителя;
- 2 – номинальное напряжение главных цепей, кВ
- 3 – номинальный ток сборных шин, А
- 4 – ток термической стойкости, кА / время протекания, с;
- 5 – степень защиты по ГОСТ 14254;
- 6 – климатическое исполнение;
- 7 – наименование изделия, тип шкафа КРУ с указанием серии;
- 8 – номер заказа по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- 9 – номер ТУ;
- 10 – структура условного обозначения КРУ;
- 11 – знак «РСТ», дата выпуска (ГГГГ) и страна изготовления.



**Рис.1.14** Маркировочная табличка ВЭ

- 1 – логотип предприятия-изготовителя;
- 2 – исполнение ВЭ (Силовой выключатель, Секционный разъединитель, Трансформатор напряжения);
- 3 – заводской номер (присваивается номер шкафа, в котором установлен ВЭ);
- 4 – номинальное напряжение главных цепей шкафа, кВ;
- 5 – номинальный ток главных цепей для шкафа КРУ, А;
- 6 – номинальный ток отключения выключателя, кА;
- 7 – масса, кг;
- 8 – наименование с типом исполнением шкафа;
- 9 – номер заказа по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- 10 – знак «РСТ», дата выпуска (ГГГГ) и страна изготовления.

Все места присоединения защитных заземляющих элементов в КРУ имеют соответствующую маркировку и расцветку в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0. На дверях

высоковольтных отсеков шкафов КРУ наносятся знаки «Осторожно! Высокое напряжение!», а также поясняющие иллюстрации с алгоритмами открытия дверных замков отсеков, оперированию заземлителем присоединения, операциям с блокировкой выключателя.

#### *1.6.2. Маркировка упаковки*

На стенках упаковки нанесена транспортная маркировка, содержащая следующие знаки: «Хрупкое. Осторожно», «Верх», «Беречь от влаги», «Место строповки», «Ограничение температуры», «Центр тяжести», а так же предупредительную надпись «Не наступать» на верхней крышке упаковки.

Кроме того, на боковой стенке упаковки наклеена этикетка, содержащая следующие данные:

- Логотип предприятия-изготовителя;
- Адрес и контакты предприятия-изготовителя;
- Номер места;
- Наименование изделия;
- Номер заказа;
- Габаритные размеры грузового места (ширина, глубина, высота);
- Масса (нетто/брутто) в килограммах.

#### **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.

При средних (С) условиях транспортирования – для поставок на расстояния до 1000 км - используется полужесткая упаковка, выполняемая путем укрытия шкафов листами гофрокартона с выполненной биговкой на местах перегиба и оборачивания в полиэтиленовую пленку. Шкафы КРУ перед транспортированием и упаковкой размещаются на деревянных поддонах и крепятся к ним по углам основания при помощи металлических фиксаторов. Фасады и боковины шкафов дополнительно защищаются от механических повреждений пенополистирольными плитами, от влаги – полиэтиленовым рукавом.

При жестких (Ж) условиях транспортирования – для поставок на расстояния свыше 1000 км – используется жесткая упаковка, состоящая из деревянного поддона, сплошных стенок и крышки, выполненных из фанеры и усиленная деревянными брусками.

Для поставок в районы Крайнего Севера и хранения на открытом воздухе используется усиленная упаковка, выполненная из плит OSB, на внутренние стороны которых дополнительно крепится пергамин кровельный (для защиты от влаги).

На время транспортирования отдельно упаковывается:

- Оборудование для обслуживания КРУ;
- Оборудование, требующее особых транспортных условий;
- Сборные шины;
- Комплект ЗИП.

Документация укладывается в грузовое место №1.

На заводе-изготовителе на двери и крышки всех отсеков шкафа клеится пломбировочная наклейка. На паллеты с бортами и ящики устанавливаются номерные пломбы проволочного или роторного типа. Номер пломбы указан в упаковочной ведомости к заказу.

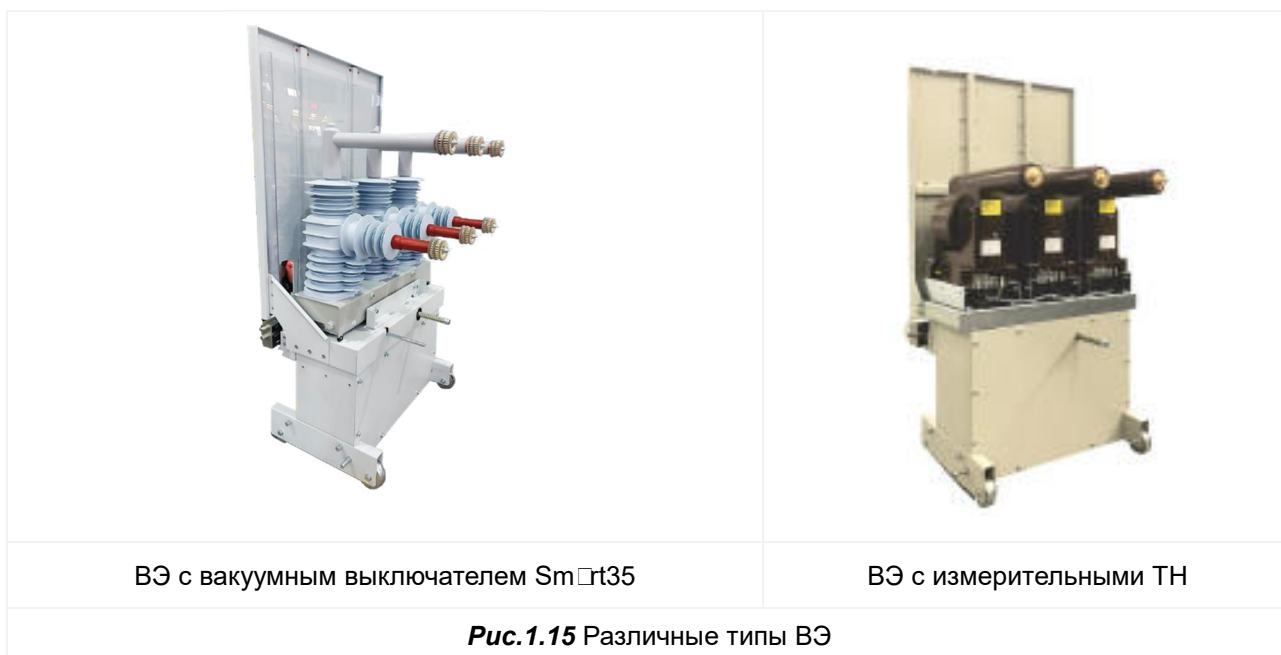
По дополнительному требованию, оговоренному при размещении заказа, тип упаковки может быть изменен.

## 1.8. Описание и работа составных частей

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

### 1.8.1. Выкатные элементы

ВЭ представляет собой подвижное основание, с встроенным силовым выключателем, либо установленным дополнительным оборудованием (**рис. 1.15**, трансформаторами напряжения, полюса секционного разъединителя), определяемое конкретной схемой электрических соединений главных цепей шкафа, и разъединяющие контакты. Для обеспечения надежного электрического контакта с главной цепью шкафа используются розеточные контакты, состоящие из подпружиненных ламелей, покрытых серебром. Для сопряжения розеточных контактов и токоведущих терминалов выключателей используются, как правило, цилиндрические контакты с усаженной высоковольтной изоляционной трубкой.



Однотипные по функциональности и номинальным параметрам ВЭ, относящиеся к шкафам единых типоразмеров, являются взаимозаменяемыми, например ВЭ с выключателями на номинальный ток до 1250 А и т.п. Связь вспомогательных цепей ВЭ и отсека вспомогательных цепей осуществляется посредством гибкого экранированного многожильного кабеля со штепсельным разъемом. Для защиты вторичных цепей управления от воздействий возможного дугового замыкания на ВЭ с фасада предусмотрен стальной экран, содержащий окно механической индикации положения контактов выключателя, а также отверстия или механизмы для его аварийного отключения.

ВЭ 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 (**рис. 1.16**);
- ремонтное (сервисное), при котором ВЭ находится вне корпуса шкафа и его главные и вспомогательные цепи разомкнуты (**рис. 1.17**).

ВЭ оснащен фиксирующими элементами, обеспечивающим надежную фиксацию при нахождении ВЭ в контрольном и рабочем положениях, а также исключающим его самопроизвольные перемещения, в том числе в режимах коротких замыканий или при транспортировании. Реализованный механизм перемещения ВЭ позволяет исключить перекосы при стыковке контактной системы.

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



**Рис.1.16** ВЭ в контрольном положении (вид при открытой двери)



**Рис.1.17** ВЭ в ремонтном (сервисном) положении



Все перемещения ВЭ 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 ВЭ 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 ВЭ из рабочего положения в контрольное. При перемещении ВЭ в рабочее положение из контрольного происходит раскрытие шторок и их фиксация в конечном положении. Одновременно происходит стыковка контактной системы ВЭ и главной цепи шкафа КРУ. Конструкция шторочного механизма полностью исключает самопроизвольное открывание шторок при нахождении ВЭ 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 шторы на необходимое изоляционное расстояние от проходных изоляторов контактного узла и главных цепей выключателя. Данное свойство позволяет унифицировать отсек ВЭ КРУ под различные типы выключателей.

Принцип и последовательность работы шторочного механизма показана на **рис. 1.18** и заключается в следующем:

- при перемещении ВЭ в рабочее положение приводные штифты, установленные слева и справа в нижней части ВЭ, одновременно входят в фигурные пазы упора привода **3** шторочного механизма, расположенные по обеим боковым сторонам шкафа;

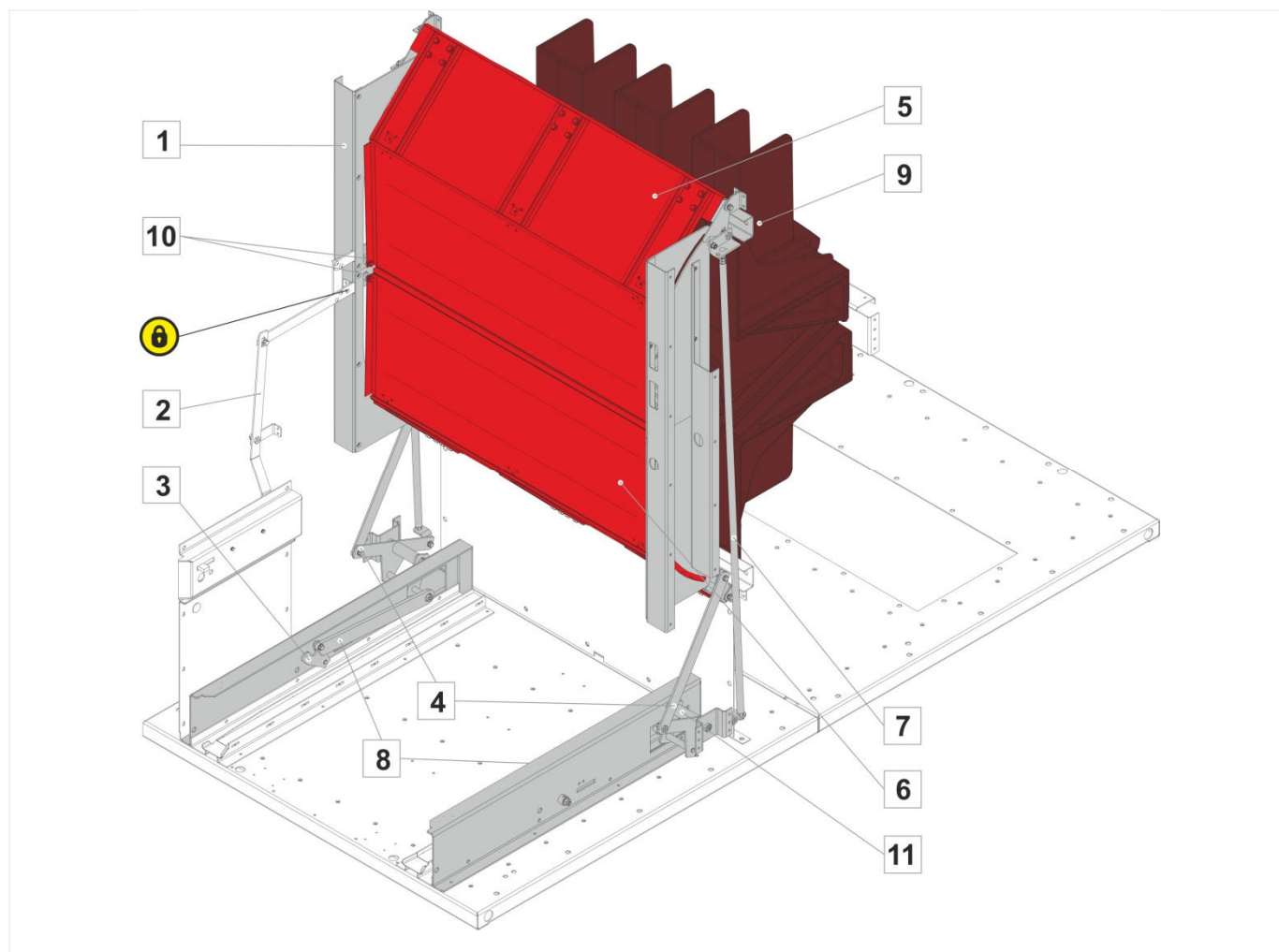
- по мере дальнейшего перемещения ВЭ из контрольного положения в рабочее упоры привода **3**, передают усилие посредством связанных с ними рычагов на симметричную систему тяг **4** и **7**, управляющих перемещением шторок;

- шторки движутся по траектории направляющих **1**. В рабочем положении ВЭ шторки располагаются с соблюдением требуемого изоляционного расстояния над контактами выключателя;

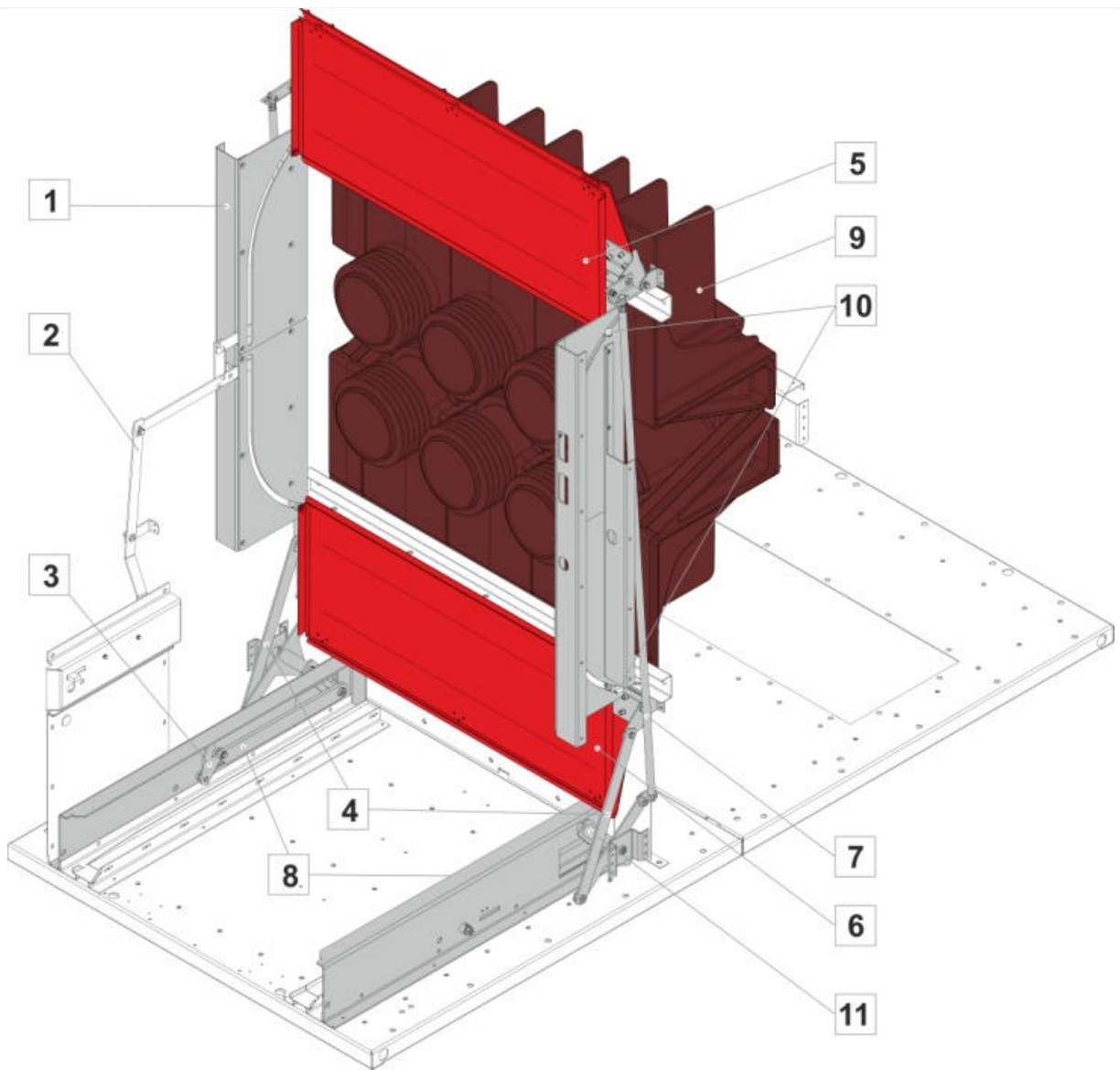
- по завершению стыковки контактной системы происходит фиксация шторок в раскрытом положении за счет положения приводных штифтов ВЭ, находящихся над нижними тягами шторочного механизма **9**.

При перемещении ВЭ в контрольное положение из рабочего происходит обратный процесс – одновременно с движением штифтов происходит смыкание шторок с последующим перекрытием верхней и нижней группы проходных изоляторов.

Фиксация шторок производится узлом фиксации **2** (блокировка шторочного механизма) при перемещении ВЭ в ремонтное положение.








**Рис. 1.18** Принцип работы шторочного механизма

1 – направляющие;  
 2 – узел фиксации (блокировка шторочного механизма);  
 3 – упор привода;  
 4 – симметричная система тяг нижней шторки;  
 5 – верхняя шторка;

6 – нижняя шторка;  
 7 – симметричная система тяг верхней шторки;  
 8 – тяга нижняя шторочного механизма;  
 9 – проходной изолятор;  
 10 – ролики;  
 11 – шкворня

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 ВЭ в ремонтное положение. Отверстие для установки навесного замка выполнены непосредственно в узле фиксации, и отмечено

наклейкой  - место установки замка.

### 1.8.3. Индикатор напряжения

Контроль наличия напряжения в шкафу КРУ обеспечивается при помощи стационарных индикаторов напряжения (рис. 1.19), 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. Индикаторы сигнализируют о наличии или отсутствии напряжения в главной цепи. Порог срабатывания (появление свечения) составляет 8 В, что соответствует напряжению 1000 В в главной цепи.

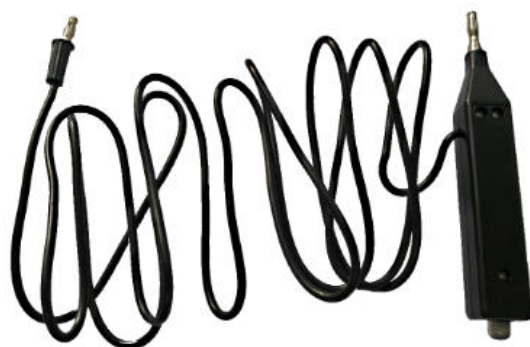
Отсутствие свечения индикатора при гарантированном наличии напряжения на присоединении может быть обусловлено ее неисправностью. Для проведения диагностики стационарного индикатора напряжения применяется тестовый контроллер, входящий в типовой комплект ЗИП.

Порядок проведения проверки на примере Указателя контрольного тестирования EVI-T:

- проверить исправность светового индикатора контроллера EVI-T (рис. 1.20) 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 проверяемым световым индикатором);
- свечение светового индикатора контроллера сигнализирует о неисправности индикатора напряжения. В противном случае - напряжение на данной фазе главных цепей отсутствует.



**Рис. 1.19** Индикатор наличия напряжения



**Рис. 1.20** Указатель контрольного тестирования EVI-T

### 1.8.4. Концевые выключатели



**Рис. 1.21** Концевой выключатель в отсеке сборных шин ВССШ

Концевые выключатели в составе шкафов КРУ применяются для выявления факта срабатывания клапанов сброса избыточного давления (рис. 1.21), индикации положения ВЭ 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.

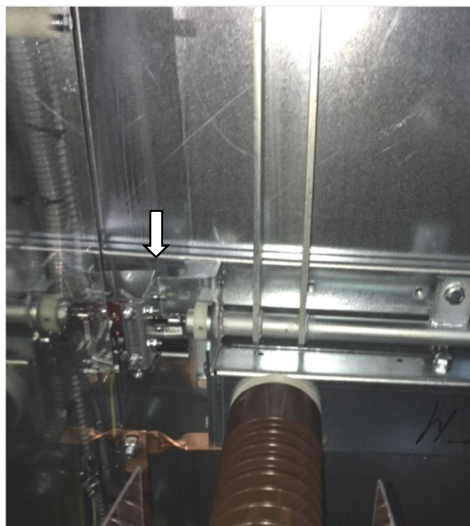
Концевые выключатели, применяемые для сигнализации положения ВЭ (контрольное, рабочее или промежуточное) (рис. 1.22), располагаются на ВЭ, и имеют механическую связь

с приводом. В контрольном положении ВЭ один из концевых выключателей находится в нажатом состоянии, о чем сигнализирует лампа на мнемосхеме. В начальный момент перемещения ВЭ происходит отключение концевого выключателя, отсутствие горящих ламп на мнемосхеме сигнализирует о том, что ВЭ находится в промежуточном положении. При достижении ВЭ рабочего положения в момент завершения стыковки контактной системы происходит замыкание другого концевого выключателя, о чем сигнализирует горящая лампа на мнемосхеме.

Концевой выключатель положения ножей заземлителя (**рис. 1.23**) располагаются с торца, и при повороте вала сигнализируют об одном из конечных положений, в котором находятся ножи. Замкнутое положение заземляющих ножей (заземлитель включен) сигнализируется свечением соответствующего элемента мнемосхемы (подробнее описано в разделе 1.8.7).



**Рис. 1.22** Концевые выключатели на ВЭ



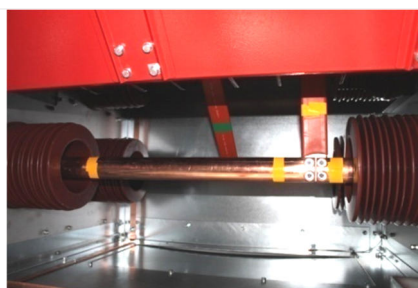
**Рис. 1.23** Концевые выключатели на панели заземлителя

#### 1.8.5. Дуговая защита

В КРУ предусмотрена защита обслуживающего персонала от внутренних дуговых коротких замыканий, реализуемая при помощи клапанов сброса давления (**рис. 1.24 - 1.25**) совместно с системами идентификации дуги, обеспечивающими ее быстрое гашение и минимизацию возможных последствий.



**Рис.1.24** Клапаны сброса давления ВССШ



**Рис.1.25** Клапан сброса давления НССШ

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 (для ВССШ) 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 клапанах 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 М10х35, расположенных «в линию» параллельно фасаду шкафа, с использованием поджимающей пластины. Все три клапана отсеков присоединений, сборных шин и отсека ВЭ изготавливается в виде отдельных конструктивных элементов. С противоположной стороны каждый клапан крепится по углам двумя пластиковыми фиксаторами, предотвращающими случайное открытие 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 удалённой сигнализации. Экспериментальным путем подтверждена необходимая 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.

Дополнением к клапанной дуговой защите могут выступать логические устройства с применением оптических датчиков, которые монтируются в каждом высоковольтном отсеке. На фасаде релейного отсека шкафа располагается регистратор событий, к выходам которого подключаются оптические 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.

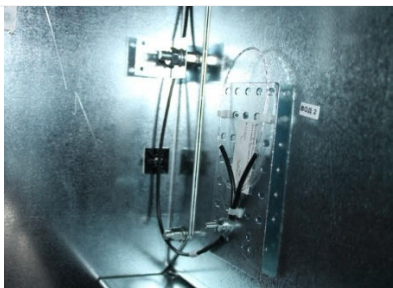
Наибольшей функциональностью, возможностью программирования алгоритмов работы, быстродействием и высокой чувствительностью датчиков обладают логические устройства на основе волоконной оптики. Для обнаружения дугового разряда в устройстве используются волоконно-оптические датчики (рис. 1.26), состоящие 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 управляющих реле за время, не превышающее 8 мс с момента возникновения дуги.

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.

Монтаж устройства дуговой защиты осуществляется на заводе-изготовителе. В зависимости от типа используемой защиты от дуговых замыканий 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 устройств дуговой защиты и концевых выключателей, сопряженных с клапанами сброса давления, позволяет при необходимости выполнить защиту от дуговых замыканий комбинированной (**рис. 1.27**), где оптоволоконная защита выступает как основная ступень с выдачей управляющего сигнала по факту появления вспышки от дугового разряда, клапанная – резервная, срабатывающая по факту превышения давления.

Клапаны сброса избыточного давления не рассчитаны на многократное использование, после прекращения действия необходимо осмотреть и подвергнуть ремонту с заменой оборудования или элементов шкафа.



**Рис. 1.26** Волоконно-оптический датчик в отсеке присоединений



**Рис. 1.27** Комбинированная защита от дуговых замыканий (клапанная и волоконно-оптическая) в отсеке сборных шин

#### 1.8.6. Блокировки

В шкафах КРУ стандартно предусмотрена система оперативных блокировок, полностью отвечающая требованиям действующей нормативной документации и исключающая 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 РУ в целом, устанавливаются только в отдельных шкафах (Ввод, узел СВ-СР, ТН с заземлителем сборных шин и т.п.) и по типу воздействия на управляющие органы коммутационных аппаратов выполняются стандартно электромагнитными. Электромагнитные или замковые блокировки опционально могут быть установлены и в других шкафах секции.

Полный перечень блокировок, исполнение и объект воздействия указаны в **таблице 4**.

**Таблица 4. Оперативные блокировки**

№ п. п.	Наименование блокировки	Тип блокировки	Объект блокировки
<b>Оперативные блокировки шкафа</b>			
1	Блокировка, препятствующая включению выключателя при нахождении ВЭ в промежуточном положении	Механическая и электрическая	Силовой выключатель
2	Блокировка, препятствующая перемещению ВЭ из рабочего положения в контрольное и обратно при включенном выключателе	Механическая	ВЭ с силовым выключателем
3	Блокировка, препятствующая перемещению ВЭ из контрольного положения в рабочее при включенном заземлителе	Механическая	
4	Блокировка, препятствующая перемещению ВЭ из контрольного положения в рабочее при открытой двери отсека ВЭ	Механическая	
5	Блокировка, препятствующая операциям с заземлителем при нахождении ВЭ в рабочем или промежуточном положениях	Механическая	Заземлитель
6	Блокировка, препятствующая открытию шторок в контрольном и ремонтном положениях ВЭ	Механическая	Шторочный механизм
7	Блокировка, препятствующая открыванию двери отсека ВЭ при рабочем и промежуточном положении ВЭ	Механическая	Дверь отсека ВЭ
8	Блокировка, препятствующая открыванию двери отсека присоединения (при наличии) при отключенном заземлителе (не используется в шкафу ТН)	Механическая	При наличии двери отсека присоединений на тыльной стороне шкафа
<b>Оперативные блокировки распределительного устройства</b>			
9	Блокировка, препятствующая перемещению ВЭ при нарушении последовательности переключений в главных цепях	Электромагнитная	ВЭ с силовым выключателем в шкафу Ввод, СВ, СР
10	Блокировка, препятствующая оперированию заземлителем при нарушении последовательности переключений в главных цепях	Электромагнитная	Заземлитель в шкафу Ввода, СВ, ТН с заземлителем сборных шин

**Описание основных блокировок и принцип действия в соответствии с пунктами**

**Таблица 3 п. 3 Блокировка, препятствующая перемещению ВЭ из контрольного положения при включенном заземлителе**

Блокировка запрещает перемещать выкатной элемент из контрольного положения в рабочее при включенном заземлителе. При включенном заземлителе заслонка доступа к гнезду ручного привода заземлителя фиксирует тягу блокирующую вращение винта привода выкатного элемента.

**Таблица 3 п. 4 Блокировка, препятствующая перемещению ВЭ из контрольного положения в рабочее при открытой двери отсека ВЭ**

Блокировка реализована в конструкции выкатного элемента и запрещает оперирование приводом ВЭ при открытой двери отсека выкатного элемента. Конструктивно блокировка состоит из подпружиненного фиксатора, препятствующего установке рукоятки перемещения ВЭ в гнездо оперирования при открытой двери отсека. При закрытии двери отсека ВЭ фиксатор отжимается, и запрет на перемещение снимается.

Таблица 3 п. 5 **Блокировка, препятствующая операциям с заземлителем при нахождении ВЭ в рабочем или промежуточном положениях**

Блокировка реализована в отсеке ВЭ и запрещает открывание заслонки доступа к гнезду ручного привода заземлителя при нахождении ВЭ в рабочем или промежуточном положениях. Принцип действия блокировки основан на механическом запираении заслонки доступа к гнезду ручного привода заземлителя штангой.

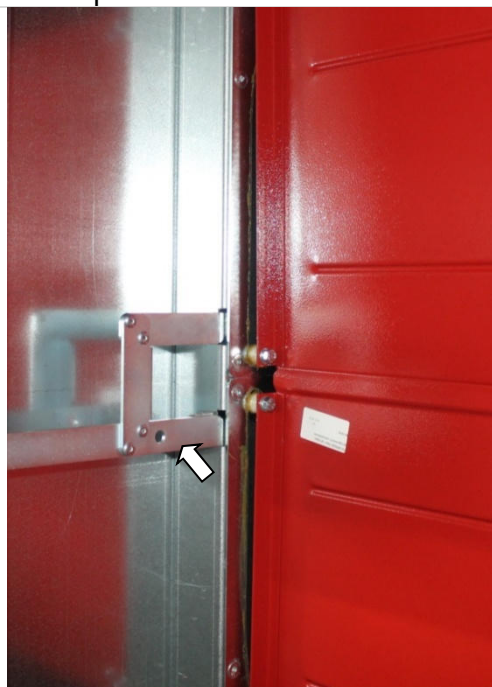
При перемещении ВЭ из контрольного положения в рабочее происходит срабатывание механизма заслонки. Система связанных тяг при движении одновременно с перемещением ВЭ толкает штангу, которая блокирует открытие заслонки доступа к гнезду ручного привода заземлителя. При нахождении ВЭ во всех положениях кроме контрольного отсутствует возможность открытия заслонки доступа к гнезду ручного привода заземлителя.

Таблица 3 п. 6 **Блокировка, препятствующая открытию шторок в контрольном и ремонтном положениях ВЭ**

Блокировка запрещает открытие шторок при контрольном и ремонтном положениях ВЭ (рис. 1.28). Перемещая ВЭ из контрольного положения в рабочее, элементы ВЭ разблокируют шторочный механизм и толкают тяги движения шторок (подробнее описано в разделе 1.8.2). Толкая нижние тяги в прямом направлении через поворотный рычаг, верхние тяги двигаются в обратном направлении, и открывают металлические шторки.



**Рис. 1.28** Отсек ВЭ при закрытых шторках



**Рис. 1.29** Узел фиксации подвижных шторок (указано место установки навесного замка)

При нахождении ВЭ в ремонтном положении существует возможность дополнительно запирать шторки навесным замком (рис. 1.29, не входит в комплект поставки), для чего предусмотрена специальное отверстие.

Таблица 3 п. 7 **Блокировка, препятствующая открыванию двери отсека выкатного элемента при рабочем и промежуточном положении ВЭ.**



**Рис. 1.30** Работа блокировки ВЭ

перемещением ВЭ толкает блокирующую тягу, которая заходит через отверстие в корпусе шкафа в отверстие на двери и производит блокировку запорного механизма. При нахождении ВЭ во всех положениях кроме контрольного отсутствует возможность поворота ручки и перемещения в вертикальной плоскости запорного ригельного механизма на двери отсека ВЭ.

Блокировка реализована в отсеке ВЭ (**рис. 1.30**) и запрещает открывание двери отсека при нахождении ВЭ в рабочем или промежуточном положениях. Принцип действия блокировки основан на механическом запираении замка двери отсека блокирующей тягой.

При перемещении ВЭ из контрольного положения в рабочее происходит срабатывание механизма блокирования двери. Система связанных тяг при движении одновременно с

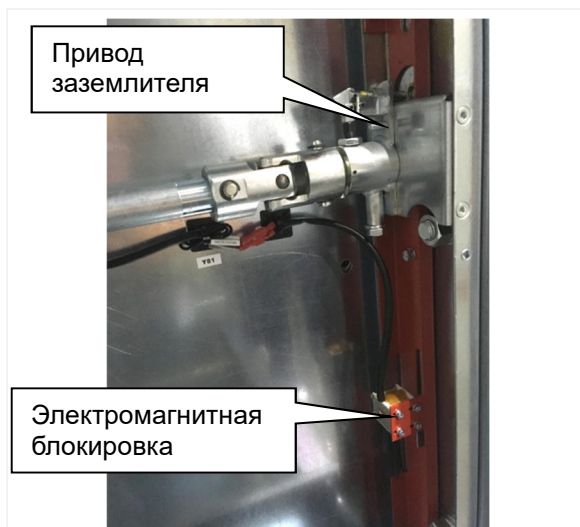
Конструктивно предусмотрена возможность ручного снятия блокировки с фасада шкафа при возникновении нештатных ситуаций. Для этого необходимо через отверстие в двери отсека ВЭ, обозначенное табличкой «Аварийное открытие двери», жестким прутком диаметром не более 3 мм отжать блокирующую штангу внутрь, после чего появится возможность открыть дверь (подробнее в п. 2.3).



Аварийное открытие двери отсека ВЭ повышает риск поражения электрическим током обслуживающего персонала.

### Таблица 3 п. 9 **Электромагнитная блокировка заземлителя**

Блокировка (**рис. 1.31**) препятствует доступу к гнезду ручного привода заземлителя. Разблокирование происходит после выполнения логической цепочки, предусмотренной в ЗТД.



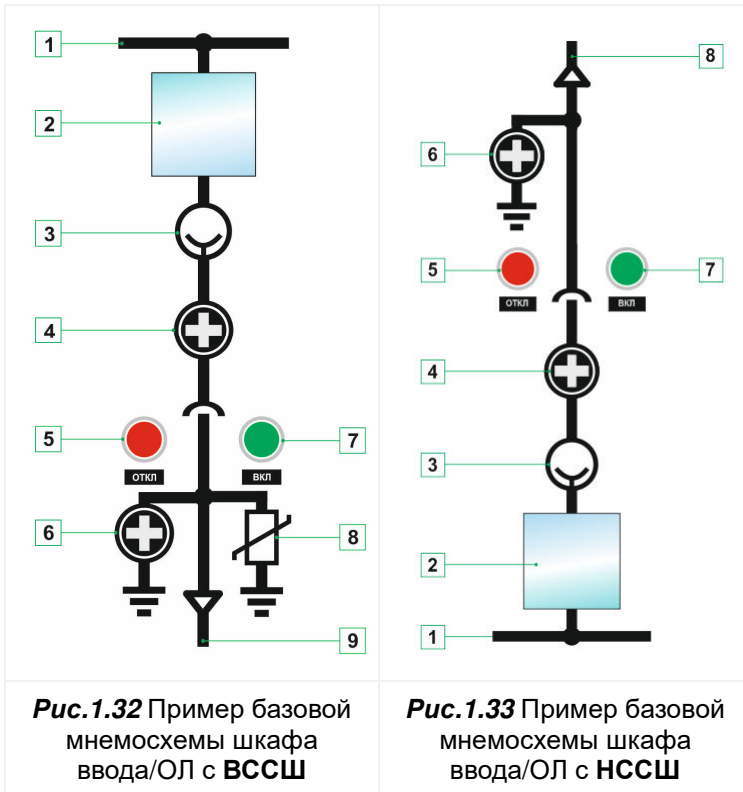
**Рис. 1.31** Электромагнитная блокировка

### Таблица 3 п. 10 **Электромагнитная блокировка привода ВЭ**

Электромагнитная блокировка привода ВЭ устанавливается на двери отсека ВЭ и делает невозможным перемещение ВЭ из рабочего в контрольное положение и наоборот при отсутствии напряжения на обмотке блокировки. Разблокирование привода ВЭ происходит при соблюдении следующих условий: наличие напряжения во вспомогательных цепях, отключенное состояние выключателя и замкнутое положение заземлителя системы сборных шин секции.



### 1.8.7. Мнемосхема



**Рис. 1.32** Пример базовой мнемосхемы шкафа ввода/ОЛ с **ВССШ**

**Рис. 1.33** Пример базовой мнемосхемы шкафа ввода/ОЛ с **НССШ**

Наглядность коммутационных операций обеспечивается наличием на фасадах шкафов информативных мнемосхем. На двери отсека вспомогательных цепей стандартно 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 ВЭ, контактов силового выключателя, заземлителя. По отдельному требованию шкаф КРУ может быть укомплектован интерактивными устройствами индикации состояния элементов, оснащенными ЖК-дисплеями, сторонних производителей.

**ВССШ** - типовая мнемосхема шкафа ввода/отходящей линии,

приведена на **рис. 1.32**, на которой схематично отображены:

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

**НССШ** - типовая мнемосхема шкафа ввода/отходящей линии приведена на **рис. 1.33**, на которой схематично отображены:

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

В качестве вспомогательного устройства, дополняющего показания мнемосхемы и позволяющего контролировать наличие напряжения в шкафу КРУ, используются стационарные индикаторы напряжения, емкостные датчики, которые располагаются в отсеке присоединений в специальных опорных изоляторах заземлителя. Свечение ламп индикатора, располагаемого также на двери отсека вспомогательных цепей, свидетельствует о факте наличия напряжения на токоведущих частях отсека присоединений (подробнее см. раздел 1.8.3).

Расшифровка возможных состояний мнемосхемы с **ВССШ**, приведена на **рис. 1.34 – 1.36**. Показания мнемосхем с **НССШ** выполнены аналогично.

### ВЭ находится в контрольном положении

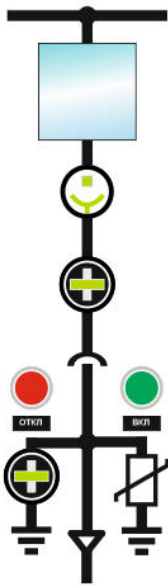


Рис. А

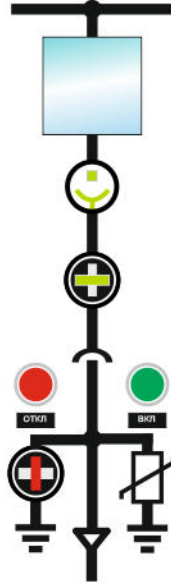


Рис. Б

**Рис. 1.34** Состояние мнемосхемы при нахождении ВЭ в контрольном положении

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

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

#### Перечень возможных манипуляций:

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

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

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

#### Штатные оперативные блокировки присоединения:

- невозможно переместить ВЭ в рабочее положение;

#### Перечень возможных манипуляций:

- включение/отключение выключателя (опробование);
- открытие двери отсека для извлечения ВЭ в ремонтное положение.
- доступ в отсек присоединений.

### ВЭ находится в рабочем положении

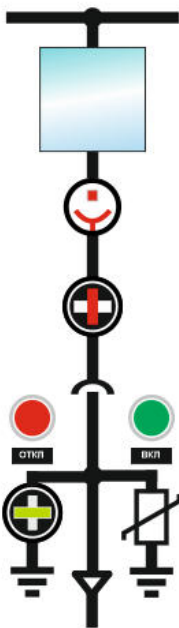


Рис. А

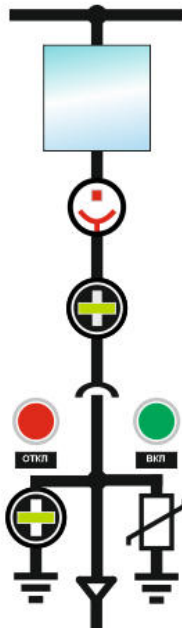


Рис. Б

**Рис. 1.36** Состояние мнемосхемы при нахождении ВЭ в рабочем положении

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

- ВЭ находится в рабочем положении;
- силовой выключатель включен;
- заземлитель отключен.

#### Штатные оперативные блокировки присоединения:

- невозможно открыть дверь ВЭ;
- запрет оперирования заземлителем.
- запрет перемещений ВЭ.

#### Перечень возможных манипуляций:

- отключение выключателя.

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

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

#### Штатные оперативные блокировки присоединения:

- невозможно открыть дверь ВЭ;
- запрет оперирования заземлителем.

#### Перечень возможных манипуляций:

- включение выключателя;
- перемещение ВЭ в контрольное положение.

## 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 технике безопасности).

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 действующими и утвержденными в установленном порядке документами:

- «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации»;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила устройства электроустановок»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- 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, а также нарушение порядка работы блокировок могут привести к поломкам или выходу КРУ из строя, а также являться причиной мотивированного отказа исполнения гарантийных обязательств производителем.

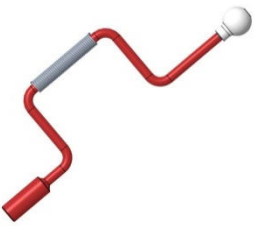



### 2.2. Использование изделия по назначению



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

Работа с КРУ и оперативные переключения должны осуществляться в соответствии с бланками переключений и указаниями диспетчера. В настоящем разделе описаны примеры местного управления аппаратами шкафов КРУ.

Оперирование шкафами КРУ осуществляется при помощи специальных рукояток и ключей (рис. 2.1), входящих в комплект эксплуатационных принадлежностей.

			
Рукоятка перемещения КВЭ	Рычаг оперирования заземлителем	Ключ аварийного отключения и оперирования блокировкой выключателя	Ключ от дверных замков всех отсеков

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

По отдельному требованию количество и состав документации может быть изменен.

### 2.2.1. Доступ в отсеки шкафа КРУ

Двери отсека вспомогательных цепей (**рис. 2.2**) открываются ключом во всех возможных режимах КРУ, и не имеют связи с интегрированной системой механических или электромагнитных блокировок.



**Рис. 2.2** Последовательность действий при открытии дверей отсека вспомогательных цепей

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

Доступ в отсек ВЭ (**рис. 2.3**) может быть получен только, когда ВЭ находится в контрольном положении.



Перед открытием двери ВЭ следует убедиться, что соблюдены все условия, разрешающие данную операцию. Если ручка расфиксирована, но не поворачивается полностью на угол 90°, значит, данное действие не разрешает выполнить встроенная система блокировок (подробнее см. раздел 1.8.5). Прикладывать чрезмерные усилия при явном механическом сопротивлении запрещается!



**Шаг 1:** Вложить ключ в личинку замка ручки и повернуть его по часовой стрелке



**Шаг 2:** Проушину для навесного замка на ручке сдвинуть вверх



**Шаг 3:** Удерживая рукой проушину для навесного замка, повернуть ручку на 90° по часовой стрелке



**Рис.2.3** Последовательность действий при открытии двери отсека ВЭ

Закрывание двери – ручку двери повернуть на 90° против часовой стрелки.

### 2.2.2. Перемещения ВЭ внутри шкафа

ВЭ шкафов КРУ одного типа являются взаимозаменяемыми, что позволяет производить их осмотр, обслуживание или ремонт вне шкафа, заменяя резервными при необходимости. Положение ВЭ относительно главной цепи шкафа сигнализируется при помощи наглядной мнемосхемы, расположенной на двери отсека вспомогательных цепей (подробнее см п. 1.8.6).

	<p>Перед выполнением любой операции по перемещению ВЭ следует убедиться, что данное действие разрешает выполнить встроенная система блокировок.</p>
	<p>Все перемещения ВЭ из рабочего положения в контрольное и обратно и все коммутационные операции в шкафах следует производить только при закрытых дверях высоковольтных отсеков!</p>

### Перемещение ВЭ из контрольного положения в рабочее положение

Этапы	Последовательность производимых действий	Достижимый результат
-------	--	----------------------

<b>Шаг 1</b>	По состоянию мнемосхемы и через смотровые окна визуально убедиться в том, что силовой выключатель отключен, заземлитель разомкнут, разблокированы электромагнитные или замковые блокировки перемещения ВЭ (при наличии). При необходимости привести схему в нужное состояние.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Силовой выключатель отключен;</li> <li>- Заземлитель разомкнут;</li> <li>- Запрет перемещения со стороны блокировок отсутствует</li> </ul>
<b>Шаг 2</b>	Открыть доступ к гнезду привода ВЭ (рис. 2.4), повернув рукоятку крышки гнезда против часовой стрелки.	- Открыт доступ к гнезду оперирования



**Рис. 2.4** Доступ к гнезду оперирования ВЭ

<b>Шаг 3</b>	Удерживая открытым доступ к гнезду привода, вставить до упора рукоятку привода в отверстие	-Возможно оперирование приводом ВЭ
<b>Шаг 4</b>	Поддерживая надежное зацепление, произвести около 45 оборотов рукояткой по часовой стрелке до упора. В начале хода при открывании шторочного механизма, а также на завершающем участке хода (последние 2–3 оборота) допустимо увеличение сопротивления вращению рукоятки (рис. 2.5).	-При движении ВЭ происходит раскрытие шторочного механизма, на завершающем отрезке происходит стыковка элементов контактной системы главной цепи



**Рис. 2.5** Вращение винтовой передачи ВЭ

<b>Шаг 5</b>	Вынуть рукоятку из гнезда привода. По состоянию мнемосхемы и через смотровые окна визуально убедиться в том, что ВЭ находится в рабочем положении	-ВЭ находится в рабочем положении
--------------	---	-----------------------------------

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

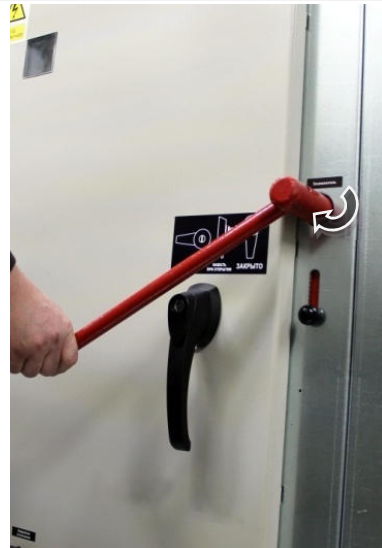
### 2.2.3. Оперирование заземлителем

#### Включение заземлителя

Этапы	Порядок производимых действий	Достижимый результат
<b>Шаг 1</b>	По состоянию мнемосхемы и через смотровые окна визуально убедиться в том, что ВЭ находится в контрольном положении, дверь отсека плотно закрыта, доступ к гнезду привода заземлителя закрыт заслонкой, на заземляемом присоединении отсутствует напряжение. При необходимости привести схему в нужное состояние.	- ВЭ находится в контрольном положении; - Закрыта дверь отсека; - Отсутствует напряжение на присоединении
<b>Шаг 2</b>	Открыть доступ к гнезду привода заземлителя. Для доступа к гнезду привода заземлителя необходимо переместить ручку заслонки ( <b>рис. 2.6</b> ) вниз ( <b>рис. 2.7</b> ).	-Открыт доступ к гнезду привода заземлителя
<b>Шаг 3</b>	При наличии электромагнитной блокировки заземлителя, разблокирование происходит после выполнения логической цепочки, предусмотренной в проекте.	-Открыт доступ к гнезду привода заземлителя
		
<b>Рис. 2.6</b> Доступ к приводу заземлителя	<b>Рис. 2.7</b> Перемещение ручки заслонки вниз	
<b>Шаг 4</b>	Вложить рукоятку в гнездо привода. При этом необходимо преодолеть небольшое сопротивление, возникающее по причине срабатывания установленного в гнезде фиксатора привода заземлителя ( <b>рис. 2.8</b> ).	-Возможно оперирование заземлителем
<b>Шаг 5</b>	Придерживая одной рукой для придания надежного зацепления в пазах, повернуть рукоятку по часовой стрелке на 180°. В конце поворота для преодоления сопротивления тарельчатых пружин подвижных контактов движение должно быть более энергичным ( <b>рис 2.9</b> ).	-При повороте ручки усилие, создаваемое оператором, передается на вал с подвижными контактами, которые входят в зацепление с неподвижными контактами
<b>Шаг 6</b>	Вынуть рукоятку из гнезда привода, визуально по состоянию мнемосхемы и через смотровые окна убедиться в замкнутом состоянии контактов заземлителя.	-Заземлитель присоединения включен, разрешено открытие двери ВЭ



**Рис. 2.8** Размещение рычага оперирования заземлителем



**Рис. 2.9** Включение заземлителя присоединений

Отключение (размыкание) заземлителя производится в обратном порядке. Рукоятку заземлителя можно вынуть из привода только в двух крайних вертикальных положениях.

#### 2.2.4. Оперирование заземлителем сборных шин

Заземлитель сборных шин стандартно располагается в шкафу с измерительными ТН. Порядок оперирования заземлителем СШ в этом случае аналогичен описанному выше алгоритму для заземлителя присоединения. Последовательность операций при включении заземлителя на СШ определяется электромагнитными блокировками (подробнее см. п. 1.8.5).

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

#### 2.2.5. Оперирование выключателем



**Рис. 2.10** Фасад отсека вспомогательных цепей с органами местного управления

Управление силовым выключателем в нормальном режиме осуществляется кнопками «ВКЛЮЧИТЬ» и «ОТКЛЮЧИТЬ» зеленого и красного цвета соответственно, расположенными на двери отсека вспомогательных цепей (**рис. 2.10**). Для подачи управляющих сигналов с кнопок может потребоваться переключение ключа управления на двери отсека вспомогательных цепей в положение «Местное управление». 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 ВЭ при помощи механического указателя положения, расположенного на фасаде кожуха ВЭ и жестко связанного с валом привода силового выключателя.

Коммутирование встроенного выключателя возможно, как при нахождении ВЭ в рабочем положении, так и в контрольном - в режиме «ОПРОБОВАНИЕ». Перемещения



включенного выключателя в рабочее положение из контрольного положения запрещено системой интегрированных блокировок.

### 2.2.6. Оперирование разъединителем

Операции включения и отключения разъединителем и интегрированного в конструкцию шкафа с ТН, установленным стационарно, осуществляются при помощи рычага оперирования заземлителя, входящего в комплект поставки КРУ. Разъединитель стандартно обладает механической блокировкой, не позволяющей проводить коммутационные операции при замкнутых заземляющих ножах, и соответственно обратной блокировкой - включению заземлителя при замкнутых главных ножах.

Отключение разъединителя		
Этапы	Порядок производимых действий	Достижимый результат
Шаг 1	Открыть доступ к гнезду привода разъединителя. Для доступа к гнезду привода разъединителя необходимо переместить ручку заслонки вниз (рис. 2.11).	-Открыт доступ к гнезду привода разъединителя.
Шаг 2	Вставить рычаг оперирования в гнездо привода разъединителя, повернуть его на 180° против часовой стрелки, отключить разъединитель (рис. 2.12)	- Разъединитель отключен (рис. 2.13); - Снята блокировка оперирования заземлителем сборных шин



**Рис. 2.11** Разъединитель включен



**Рис. 2.12** Отключение разъединителя



**Рис. 2.13** Разъединитель отключен

Включение разъединителя 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 заземлителя.

Открытие двери шкафа осуществляется после включения заземлителя присоединения.

## Оперирование заземлителем сборных шин в шкафу с ТН, установленным стационарно

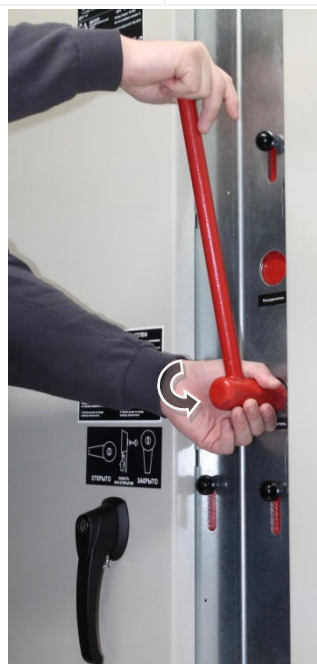
Этапы	Порядок производимых действий	Достижимый результат
<b>Шаг 1</b>	Отключить разъединитель, повернув рычаг оперирования на 180° против часовой стрелки (см. предыдущий раздел)	- Разъединитель отключен; - Разрешено оперирование заземлителем СШ
<b>Шаг 2</b>	По свечению индикатора на двери отсека вспомогательных цепей убедиться, что выполнены условия, разрешающие оперирование заземлителем СШ. Открыть доступ к гнезду привода заземлителя. Для доступа к гнезду привода необходимо переместить ручку заслонки вниз ( <b>рис. 2.14</b> ).	- Подтверждено отсутствие напряжения на сборных шинах
<b>Шаг 3</b>	Вставить рычаг оперирования в гнездо привода разъединителя, повернуть его на 180° против часовой стрелки, отключить заземлитель ( <b>рис. 2.15 – 2.16</b> )	- Заземлитель сборных шин включен



**Рис. 2.14** Гнездо привода заземлителя СШ, заземлитель СШ отключен



**Рис. 2.15** Включение заземлителя СШ



**Рис. 2.16** Заземлитель СШ включен

### 2.2.7. Оперирование ВЭ с разъединителем

ВЭ 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 ВЭ с разъединителями в шкафах СР и присоединениях осуществляется только после снятия нагрузки с главной цепи шкафа. Разрешение и порядок перемещения ВЭ-СР определяется электромагнитными блокировками (подробнее см. п. 1.8.5).

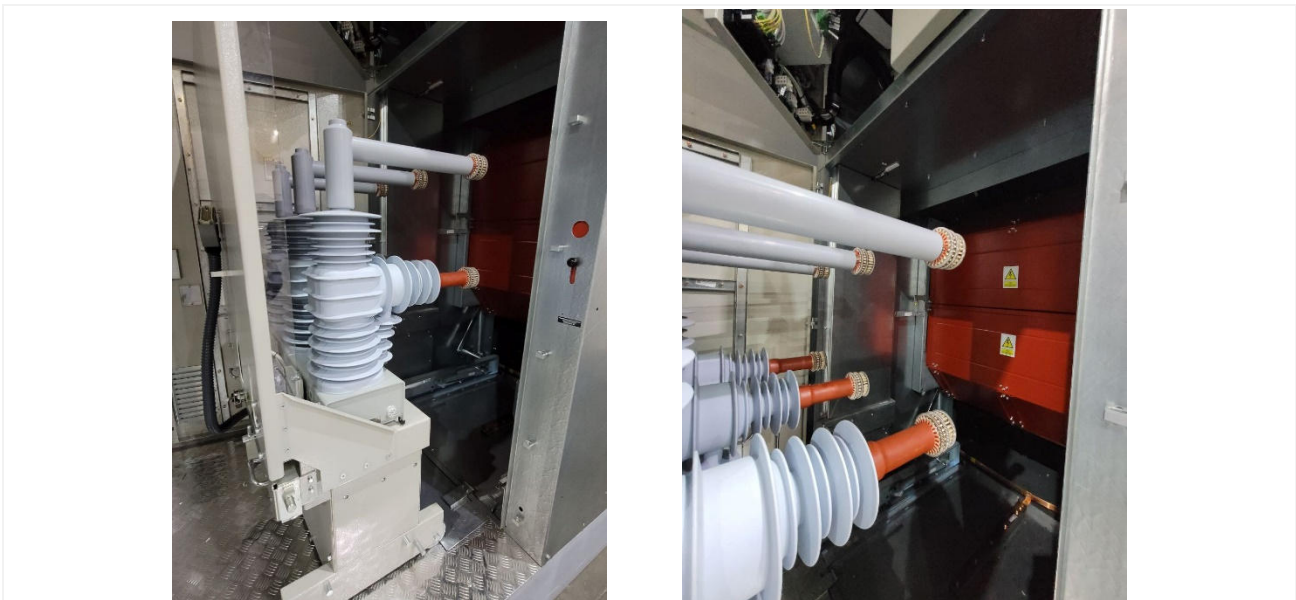
## 2.2.8. Перемещение ВЭ в ремонтное положение

Перемещение ВЭ в ремонтное положение		
Этапы	Порядок производимых действий	Достижимый результат
Шаг 1	Убедиться, что ВЭ находится в контрольном положении, заземлитель присоединения включен. При необходимости привести схему в нужное состояние.	- ВЭ в контрольном положении; - Заземлитель включен
Шаг 2	Открыть дверь отсека ВЭ, разблокировать разъем вспомогательных цепей и вынуть его из ответной части (рис. 2.17).	- Перевод ВЭ в разобщенное положение;
Шаг 3	Опустить площадку в нижней части шкафа, отжав фиксирующие элементы. Освободить ВЭ, сдвигая к середине ручки (рис. 2.18). Держась за ручки, перекачать ВЭ за габариты шкафа (рис. 2.19)	- Извлечение ВЭ в ремонтное положение - Перемещение ВЭ по помещению ЗРУ



**Рис. 2.17** Отключения разъема вспомогательных цепей ВЭ

**Рис. 2.18** Извлечение ВЭ



**Рис. 2.19** ВЭ в ремонтном положении

В ремонтном положении можно произвести осмотр или ремонт ВЭ, обеспечен доступ в отсек ВЭ. Операции, необходимые для перемещения ВЭ из ремонтного в контрольное и рабочее положение, производятся в обратном порядке.

### **2.3. Действия во внштатных 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!

#### **2.3.1. Аварийное открытие двери отсека КВЭ**

В конструкции шкафов КРУ предусмотрена возможность снятия блокировки двери отсека ВЭ при нахождении ВЭ в рабочем положении. В двери отсека предусмотрено отверстие для снятия блокировки (**рис. 2.20**), обозначенные соответствующей табличкой.

Для деактивации блокировки открытия двери необходимо ввести в отверстие пруток диаметром не более 3 мм и утопить с его помощью тягу, препятствующую движению запорного механизма. После чего, сохраняя удерживающее усилие, открыть дверь в соответствии с инструкцией п. 2.2.1.



**Рис. 2.20** Отверстие аварийного открытия двери отсека ВЭ

### 2.3.2. Аварийное отключение силового выключателя

В случае отсутствия оперативного питания или при повреждении цепей управления невозможно электрически отключить выключатель.

В шкафах КРУ предусмотрена возможность механического отключения выключателя при закрытых дверях отсека ВЭ при помощи специального ключа типа EURO LOCK, входящего в комплект поставки КРУ.



**Рис. 2.21** Отверстие аварийного отключения силового выключателя

Для ручного отключения выключателя необходимо, повернув ручку аварийного отключения и открыв доступ к замку, вставить ключ в отверстие в двери отсека ВЭ и повернуть против часовой стрелки на 15°. Включение производится поворотом ключа в противоположном направлении (**рис. 2.21**).

### 2.3.3. Аварийное отключение электромагнитной блокировки заземлителя

Конструкцией блокировки заземлителя 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 выкатном элементе - ВЭ должен находиться в контрольном положении, ВВ отключен, заземлитель отключен;

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

3) Для деактивации блокировки открытия заслонки доступа к приводу заземлителя необходимо ввести в отверстие пруток диаметром не более 3 мм и утопить с его помощью подвижный сердечник, препятствующий движению запорного механизма (**рис. 2.22**);

4) После чего, сохраняя удерживающее усилие, открыть заслонку привода заземлителя (**рис. 2.23**) – гнездо оперирования заземлителем разблокировано.

Выход из строя электромагнитной блокировки 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. 2.22** Деактивация блокировки



**Рис. 2.23** Заслонка привода заземлителя

#### 2.3.4. Аварийное отключение электромагнитной блокировки ВЭ

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

1) подтвердить неисправность электромагнита путем его 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 отсеке вспомогательных цепей;

3) демонтировать крышку электромагнита, открутив 2 винта с корпуса (**рис.2.24**);

4) оттянуть сердечник электромагнита за гайку (**рис. 2.25**);

5) Открыть доступ к гнезду привода, вставить рукоятку перемещения ВЭ и переместить в контрольное положение (см. п. 2.2.2).

После перемещения ВЭ в контрольное положение причина выхода из строя электромагнитной блокировки должна быть выявлена, и устранена.



**Рис. 2.24** Демонтаж крышки электромагнита



**Рис. 2.25** Перемещение сердечника

### 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ и РЕМОНТ

#### 3.1. Общие указания

Техническое обслуживание и ремонт шкафов КРУ проводится в соответствии с действующими «Правилами устройства электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», действующими нормами «Объем и нормы испытаний электрооборудования» (СТО 34.01-23.1-001-2017) и требованиями настоящего РЭ.



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 РЗиА производится в соответствии с прилагаемой к оборудованию документацией (входят в состав документации комплекта ЗИП).



Металлоконструкция шкафов КРУ не содержат компонентов, требующих периодического ремонта при условии отсутствия за этот период неустранимых отказов комплектующего оборудования или возникновения аварийных ситуаций, повлекших видимые изменения состояния КРУ.



Работы по техническому обслуживанию и ремонту шкафов КРУ должны выполняться только квалифицированным персоналом, четко представляющим назначение и взаимодействие элементов КРУ и изучившим настоящее РЭ.

#### 3.2. Рекомендации по техническому обслуживанию

При соблюдении нормальных условий эксплуатации КРУ рекомендуется проводить визуальный осмотр раз в 5 лет и проверку технического состояния раз в 10 лет согласно **таблице 5**, а также проводить регламентные работы согласно **таблице 6**.

**Таблица 5.** Рекомендации по срокам проведения обслуживания

Наименование работ	Периодичность
Визуальный осмотр	Раз в 5 лет
Проверка технического состояния	Раз в 10 лет
Техническое обслуживание	По результатам проверки технического состояния и после выработки коммутационного и механического ресурса. Время восстановления КРУ после технического обслуживания — 2 часа

**Таблица 6. Рекомендации по объемам проведения регламентных работ**

Наименование работ	Регламент работ	Рекомендации по устранению
<b>Визуальный осмотр</b>	Соответствие температуры в помещении нормируемым условиям эксплуатации КРУ	При обнаружении изменения включить в перечень работ по техническому обслуживанию
	Исправность освещения в отсеках КРУ	
	Состояние контактного соединения магистральной шины и внешнего контура заземления подстанции	
	Визуальный контроль наличия загрязнений, повреждения окраски и антикоррозийного покрытия	
	Проверка сохранность пломб на крышках цепей учета электроэнергии (при наличии)	
<b>Проверка технического состояния</b>	Отсутствие следов воздействия высокой температуры на токоведущие части и аппаратуру главных цепей	При обнаружении изменения включить в перечень работ по техническому обслуживанию. Воздействие высокой температуры обычно сопровождается изменением окраски неизолированных токоведущих частей и оплавлением изоляции изолированных токоведущих частей и аппаратуры.
	Состояние поверхностей контактных соединений	При обнаружении изменения окраски, связанные с воздействием высокой температуры, включить в перечень технического обслуживания. Рекомендуется провести испытания контактных соединений по п.3.4.5 данного РЭ
	Проверка отсутствия следов воздействия на изоляцию	При обнаружении загрязнения, включить в перечень технического обслуживания. Рекомендуется провести испытания изоляции по п.п. 3.4.1-3.4.3 данного РЭ
	Проверка состояния электрических соединений токоведущих цепей и цепей заземления Состояние покрытия подвижных и неподвижных контактов	При обнаружении следов коррозии и ослабления соединений, включить в перечень технического обслуживания. При обнаружении отслоения покрытия, в том числе до основного металла обращайтесь к Поставщику или ближайшему региональному представителю компании «Таврида Электрик».



Продолжение таблицы 6. Рекомендации по объемам проведения регламентных работ

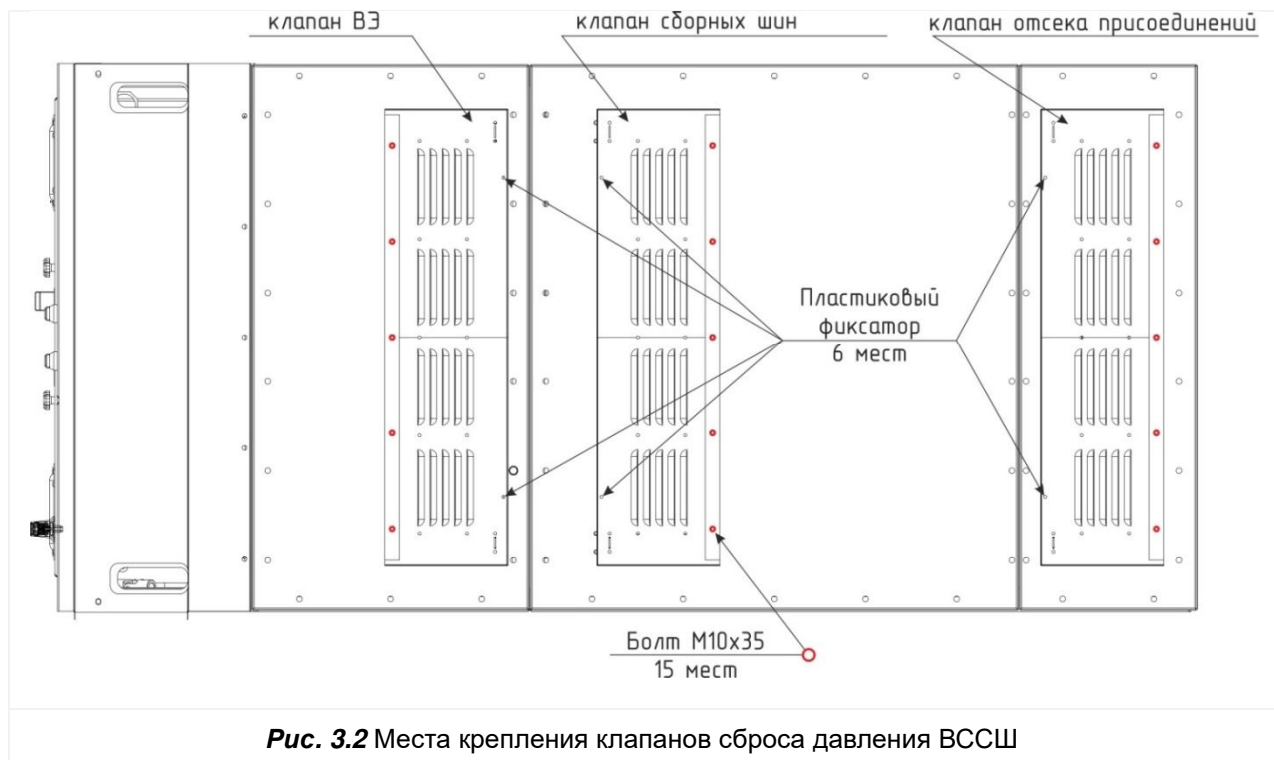
Наименование работ	Регламент работ	Рекомендации по устранению
Проверка технического состояния	Проверка правильного функционирования коммутационных аппаратов, приводов, защитных и сигнальных устройств	Проверка должна производиться в соответствии с инструкциями по эксплуатации данного оборудования
	Проверка работоспособности механизмов перемещения КВЭ, приводов, блокировок и фиксаторов	При обнаружении неисправностей компонентов обращайтесь к Поставщику или ближайшему региональному представителю компании «Таврида Электрик».
	Исправность и работоспособность устройств обогрева и аппаратуры автоматического управления ими (при наличии)	Проверка должна производиться в соответствии с инструкциями по эксплуатации данного оборудования
Техническое обслуживание	Чистка элементов изоляции	Для проведения чистки необходимо снять напряжение с главной цепи КРУ (всего распределительного устройства или одной секции). ВЭ вводных и секционных шкафов перевести в ремонтное положение, ВЭ 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.
	Восстановление окраски	Место повреждения окраски зачистить наждачной бумагой по ГОСТ 6456 и ГОСТ 5009, обезжирить поверхность (средство для обезжиривания Уайт-спирит по ГОСТ 3134, либо аналогичным, ветошь х/б), просушить естественным способом до полного высыхания, загрунтовать, и окрасить жидкой эмалью соответствующего цвета
	Восстановление антикоррозийного покрытия	Место повреждения антикоррозийного покрытия зачистить наждачной бумагой по ГОСТ 6456 и ГОСТ 5009, протереть смоченной растворителем чистой хлопчатобумажной салфеткой, обезжирить поверхность (средство для обезжиривания Уайт-спирит по ГОСТ 3134, либо аналогичным, ветошь х/б), просушить естественным способом до полного высыхания и обработать препаратом для восстановления антикоррозийного покрытия

Окончание таблицы 6. Рекомендации по объемам проведения регламентных работ

Наименование работ	Регламент работ	Рекомендации по устранению
Техническое обслуживание	Восстановление смазки трущихся элементов	Восстанавливать смазку трущихся элементов, механизмов приводов и блокировок, петель дверей отсеков, подвижного основания ВЭ, требуется, как правило, один раз в пять лет. При проведении работ следует использовать смазку типа ЦИАТИМ-221 или аналогичную консистентную смазку с нижним пределом рабочих температур не ниже минус 25°С. Попадание смазки на элементы изоляции и токопроводящие поверхности недопустимо. Смазка разъемных контактов КВЭ в процессе эксплуатации не требуется.
	Проверка момента затягивания контактных соединений	При необходимости выполнить затягивание контактных соединений медных шин моментом согласно Инструкции по выполнению винтовых соединений медных шин (входит в комплект документации к заказу).
	Регулировка концевых выключателей	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 фиксирующие элементы (рис. 3.2).



**Рис. 3.1** Регулировка концевого выключателя



**Рис. 3.2** Места крепления клапанов сброса давления ВССШ

Регулировка концевых выключателей **НССШ** произведена заводом-изготовителем и не требует дополнительного вмешательства после поставки.

### 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.

Доступ для проведения ремонтных работ в отсек присоединений шкафов ввода, секционных выключателей, секционных разъединителей и шкафов с заземлителем 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 ВЭ, следует производить после извлечения ВЭ в коридор обслуживания. Работы внутри высоковольтных отсеков шкафов отходящих линий, кроме отсека сборных шин, допускается проводить при наличии напряжения на сборных шинах. Аппараты, размещенные в отсеке вспомогательных цепей, можно заменить, открыв дверь отсека и отключив внешнее питание.

При повреждении оптического датчика (в зависимости от его типа) его следует заменить вместе с волоконно-оптическим кабелем, либо с электрическим кабелем, если конструкция датчика не позволяет отсоединить кабель. Оптический датчик в отсеке ВЭ можно заменить, переместив ВЭ в ремонтное положение. Оптический датчик в отсеке присоединений и в отсеке сборных шин **НССШ** можно заменить после демонтажа перегородок из отсека ВЭ, для **ВССШ** – доступ в отсек присоединений осуществляется сзади.

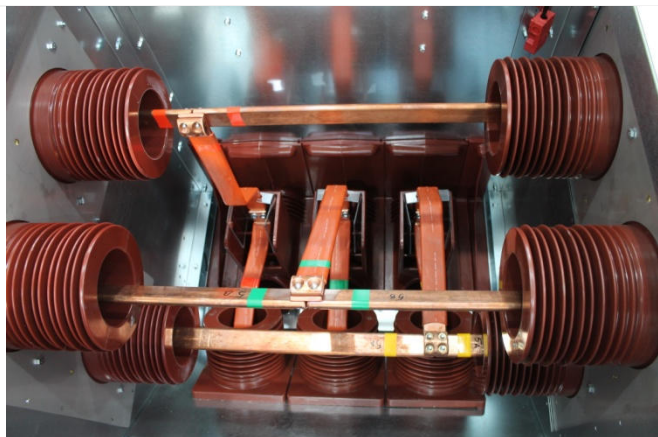
После замены датчиков и монтажа клапанов сброса избыточного давления, необходимо проверить срабатывание концевых выключателей и протестировать работу оптической дуговой защиты путем подсветки датчиков фотовспышкой и убедиться, что сигнал от датчиков поступает на регистратор.

Проведение работ в отсеке присоединений **НССШ** возможно только после включения заземлителя и извлечения ВЭ в ремонтное положение.

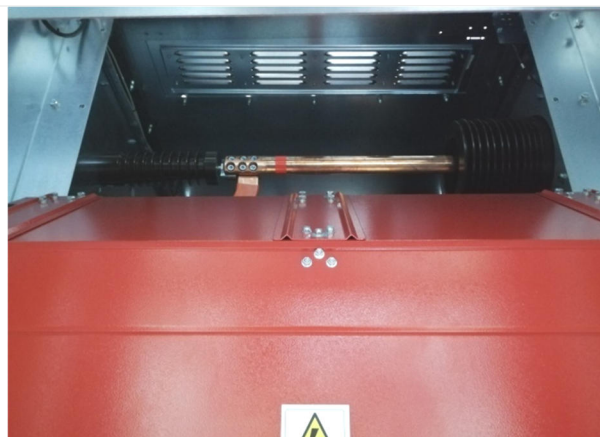
Проведение работ в отсеке присоединений **ВССШ**, осуществляется с тыльной стороны шкафа, после включения заземлителя и перемещении ВЭ в контрольное положение.

### 3.3.1. Организация доступа в отсек сборных шин

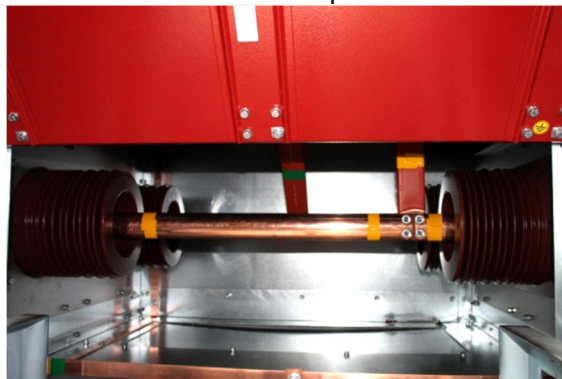
Для организации доступа в отсек сборных шин (рис. 3.3 – 3.5) предусмотрены демонтируемые ревизионные панели и крышки.



**Рис.3.3** Организация доступа в отсек сборных шин с **ВССШ** через верхнюю крышку



**Рис.3.4** Организация доступа в отсек сборных шин с **ВССШ** со снятой ревизионной панелью



**Рис.3.5** Организация доступа в отсек сборных шин с **НССШ**

### 3.3.2. Демонтаж трансформаторов тока **ВССШ**

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

- Отключить выключатель и переместить ВЭ в ремонтное положение;
- Проверить отсутствие напряжения с помощью стационарного индикатора напряжения или Указателя напряжения УВНБУ-35-220 и включить заземлитель.

Организация доступа к трансформаторам тока с тыльной стороны шкафа обеспечивается путем снятия задней крышки, крепление которой осуществлено по периметру болтами. Дополнительно с фасада шкафа предусмотрена возможность демонтажа съемной панели, расположенной в нижней части отсека ВЭ под нижней шторкой. Крепление ревизионной панели осуществляется по ее периметру болтами.

При необходимости демонтажа проводов вспомогательных цепей, выходящих непосредственно из кожухов трансформаторов 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.



В шкафах ввода для исключения возможности включения заземлителя на ввод, находящийся под напряжением, следует обеспечить отсутствие напряжения со стороны питающего РУ или подстанции. Отключение питания должно производиться в соответствии с инструкцией по производству оперативных переключений.

### Демонтаж трансформаторов тока ВССШ

Этапы	Порядок производимых действий	Достижимый результат
<b>Шаг 1</b>	После включения заземлителя, демонтировать съемную заднюю панель, закрывающую доступ к трансформаторам тока, отключить кабельные линии (рис. 3.6)  Альтернативный доступ к ТТ можно осуществить: После включения заземлителя, открыть дверь отсека ВЭ, извлечь ВЭ, демонтировать панель нижней шторки, демонтировать ревизионную панель, закрывающую доступ к трансформаторам тока со стороны отсека ВЭ, отключить кабельные линии (рис. 3.7)	- Организация рабочей зоны максимально возможного объема
<b>Шаг 2</b>	Произвести расшировку ТТ и демонтаж отрезков шин от ТТ до контактного узла (рис. 3.8) и от ТТ до опорных изоляторов в точке подключения кабельных линий.	- Демонтаж шин, подключаемых к ТТ
<b>Шаг 3</b>	Отключить провода вспомогательных цепей от клемника ТТ. Открутить болты крепления от опорной несущей площадки (рис. 3.9). Соблюдая осторожность в виду значительного веса элемента, извлечь ТТ из шкафа.	- Демонтаж ТТ и его извлечение из шкафа КРУ



Рис. 3.6 Вид после демонтажа задней панели

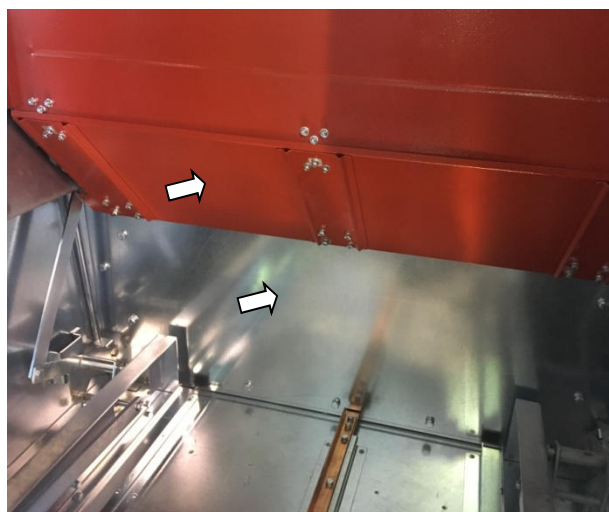
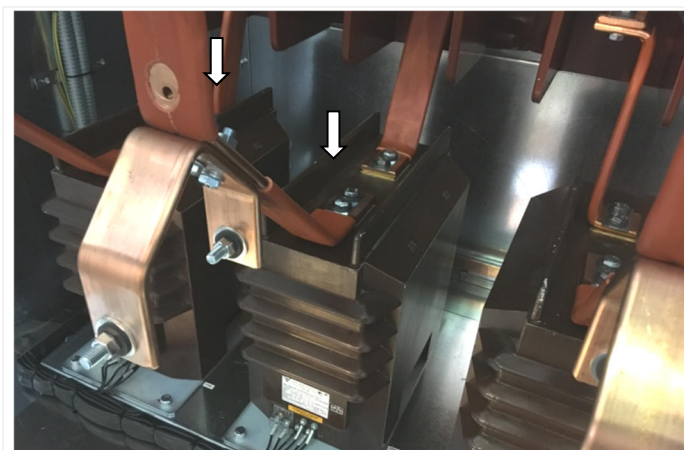
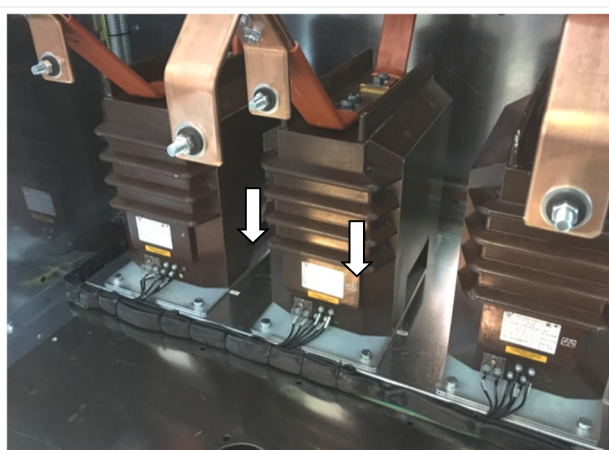


Рис. 3.7 Доступ к ТТ через ревизионную панель с фасада шкафа (вспомогательный)



**Рис. 3.8** Демонтаж шин



**Рис. 3.9** Демонтаж ТТ

Монтаж ТТ производится в обратном порядке.



Момент затягивания болтового соединения М12 шины с ТТ составляет  $M_{кр}=45H \cdot m$

### 3.3.3. Демонтаж трансформаторов тока **НССШ**

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

- Отключить выключатель и переместить ВЭ в ремонтное положение;
- Проверить отсутствие напряжения с помощью стационарного индикатора напряжения или Указателя напряжения УВНБУ-35-220 (входит в состав ЗИП) и включить заземлитель.

Для организации доступа к трансформаторам с фасада шкафа предусмотрена возможность демонтажа съемных панелей, расположенных в верхней части отсека ВЭ над верхней шторкой. Крепление ревизионных панелей осуществляется по ее периметру болтами.

При необходимости демонтажа проводов вспомогательных цепей, выходящих непосредственно из кожухов ТТ, следует отсоединить провода от клеммника в отсеке вспомогательных цепей и вытащить их затем из защитных труб и/или коробов.

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

Если ТТ имеют собственные клеммники, провода отсоединяются непосредственно на ТТ.

<b>Демонтаж трансформаторов тока НССШ</b>		
<b>Этапы</b>	<b>Порядок производимых действий</b>	<b>Достижимый результат</b>
<b>Шаг 1</b>	После включения заземлителя, открыть дверь ВЭ, извлечь ВЭ, демонтировать верхнюю шторку и ревизионные панели, закрывающие доступ к ТТ со стороны отсека ВЭ, отключить кабельные линии ( <b>рис. 3.10 – 3.11</b> ).	- Организация рабочей зоны максимально возможного объема
<b>Шаг 2</b>	Произвести расшиновку ТТ и демонтаж отрезков шин от ТТ до контактного узла ( <b>рис. 3.12</b> ) и от ТТ до опорных изоляторов в точке подключения кабельных линий.	- Демонтаж шин, подключаемых к ТТ

**Шаг 3**

Отключить провода вспомогательных цепей от клемника ТТ. Придерживая трансформатор, открутить болты его крепления от опорной несущей площадки (рис. 3.13). Соблюдая осторожность в виду значительного веса элемента, извлечь ТТ из шкафа.

- Демонтаж ТТ и его извлечение из шкафа КРУ



**Рис. 3.10** Снятие верхней шторки



**Рис. 3.11** Вид после демонтажа ревизионных панелей



**Рис. 3.12** Демонтаж шин



**Рис. 3.13** Демонтаж ТТ

Монтаж ТТ производится в обратном порядке.



Момент затягивания болтового соединения втычного контакта в изоляторы:  
 - М12 составляет  $M_{кр}=45Н*м$ ;  
 - М16 составляет  $M_{кр}=60Н*м$ .

### 3.4. Пуско-наладочные испытания

При вводе в эксплуатацию, а также по завершению ремонта все элементы шкафов КРУ (выключатели, силовые и измерительные трансформаторы, кабели и т.п.) должны быть подвергнуты пуско-наладочным испытаниям.

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. Испытания электрической прочности изоляции главных цепей

Главные цепи шкафов КРУ испытываются напряжением 85,5 кВ промышленной частоты. Испытательное напряжение прикладывается к изоляции фаз относительно земли.

При проведении испытаний все ВЭ с выключателями устанавливаются в рабочее положение, а ВЭ с измерительными трансформаторами в контрольное положение. Все стационарно установленные силовые трансформаторы, ОПН, конденсаторные батареи, а также измерительные трансформаторы напряжения должны быть отключены. Корпуса испытываемого оборудования должны быть заземлены на общий контур заземления. Вторичные обмотки ТТ должны быть закорочены и заземлены. Заземлители должны быть разомкнуты. Испытания изоляции КРУ производятся до присоединения силовых кабелей.



Испытания электрической прочности компонентов шкафов КРУ с облегченной 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 пробой 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.



С целью защиты персонала от возможного рентгеновского излучения при испытании изоляции вакуумных камер, когда испытательное напряжение прикладывается к отходящим силовым контактам вакуумных выключателей, необходимо закрывать двери отсеков ВЭ с вакуумными выключателями. При испытаниях электрической прочности главных цепей непосредственно самого шкафа КРУ выключатель находится во включенном положении, и не является источником возможного рентгеновского излучения.

### 3.4.2. 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 ОПН, вторичные обмотки трансформаторов тока должны быть закорочены, и заземлены.

Измерение сопротивления изоляции главных цепей необходимо осуществлять после того, как с них снят возможный остаточный электрический заряд путем их предварительного заземления. Заземление с токоведущих частей следует отключать только после присоединения к ним концов мегаомметра. Соединительные концы мегаомметра следует присоединять к токоведущим цепям с помощью изолирующих держателей. Прикасаться к токоведущим цепям во время измерений изоляции запрещается. После окончания измерения сопротивления изоляции главных цепей шкафов КРУ также следует снять с них возможный остаточный электрический заряд путем их кратковременного заземления.

Для проведения измерений ВЭ с вакуумными выключателями ВЭ необходимо переместить в рабочее положение; силовые выключатели включить; отключить (выкатить) ТН, ТСН и ОПН; вторичные обмотки ТТ должны быть закорочены и заземлены. Измеряют



сопротивление изоляции главных цепей шкафов КРУ «фаза - корпус», «фаза - фаза» (переключатель режима измерения мегомметра установить в положение 2500 В). Сопротивление изоляции главных цепей шкафов КРУ должно составлять не менее 3000 Мом.

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

#### *3.4.3. 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, подвергающемуся 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 шкафа». Включить установку, плавно поднять испытательное напряжение до 2 кВ, испытательное напряжение прикладывать в течение 1 минуты, затем снизить напряжение до нуля и отключить установку.

#### *3.4.4. 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.

#### *3.4.5. Измерение электрического сопротивления контактных соединений постоянному току*

Для шкафов КРУ, номинальным током главных цепей до 2500 А измерение переходных сопротивлений токопроводящего контура главной цепи шкафа КРУ следует проводить на каждой фазе по цепи от шин, отходящих к вакуумному выключателю из отсека сборных шин до шин подсоединённых к ТТ в отсеке присоединений. Измерения проводятся микроомметром МКИ-200 или аналогичным по параметрам прибором при помощи щупов с острыми иглами или зажимами, способными разрушать возможную оксидную пленку на медных шинах. Трансформаторы тока в данном случае исключаются из схемы измерений по причине значительной величины собственного омического сопротивления. Полученные результаты переходных сопротивлений на указанном участке главной цепи не должны превышать значений, указанных в **таблице 7**.

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 сопротивлений главных цепей КРУ, производятся замеры сопротивления связи ВЭ с корпусом шкафа при нахождении ВЭ в рабочем и контрольном положениях.

**Таблица 7. Нормируемые значения переходных сопротивлений**

<b>Измеряемый элемент</b>	<b>Допустимые значения сопротивления</b>
Главные цепи	Для шкафов до 1600 А – 150 мкОм; Для шкафов свыше 1600 до 2500 А – 90 мкОм;
Связь ВЭ с корпусом шкафа	Не более 0,1 Ом.

### **3.5. Гарантийный срок и срок службы**

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.

Гарантийный срок хранения и эксплуатации указан в паспорте, который поставляется вместе с заказом.

Гарантийные обязательства прекращаются в следующих случаях:

- истечение гарантийного срока хранения и эксплуатации;
- нарушение пломб;
- выработка коммутационного или механического ресурса;
- нарушение условий или правил хранения, транспортирования, монтажа или эксплуатации.

В нормальных условиях эксплуатации срок службы КРУ составляет не менее 30 лет.

### **3.6. Рекламации**

Рекламации и предложения по улучшению качества продукции и услуг следует направлять Поставщику или в ближайшее региональное представительство «Таврида Электрик».

## 4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

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

Транспортирование КРУ допускается при температуре окружающего воздуха от минус 50°С до плюс 50°С и относительной влажности воздуха 98% при температуре плюс 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 (**рис. 4.1**), целостность которых при доставке на объект монтажа служит одним из признаков соблюдения условий и скоростного режима при транспортировании.

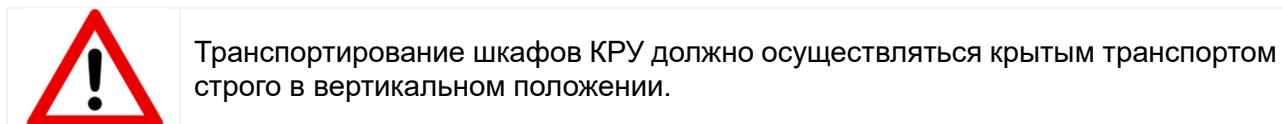


Рис.4.1 Датчик удара

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. Для подъема распакованных шкафов КРУ необходимо использовать кран и двухпетлевые стропы. Минимальная длина строп 10 метров. Петли строп надевать на стальные транспортировочные стержни, входящие в комплект ЗИП, которые вставляются в специальные отверстия в основании. Стropы должны быть зафиксированы шплинтами. Горизонтальное перемещение распакованных шкафов КРУ на поддонах следует производить ручными тележками, без поддонов - с использованием катков (не менее трех).

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.

## 5. ХРАНЕНИЕ

Хранение КРУ допускается при температуре окружающего воздуха от минус 50°С до плюс 40°С и относительной влажности воздуха не более 98% при температуре плюс 25°С 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 РЗиА. В осенне-зимний период, а также при явном длительном периоде хранения, рекомендуется обеспечить условия в соответствии с группой 1(Л) по ГОСТ 15150: осуществлять хранение на отапливаемых и вентилируемых складах или хранилищах при нижнем значении температур не ниже плюс 5°С.

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 8**.

**Таблица 8.** Рекомендации по утилизации

<b>Материалы</b>	<b>Рекомендуемый способ утилизации</b>
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. Общий вид и габаритные размеры шкафа КРУ серии D-40P

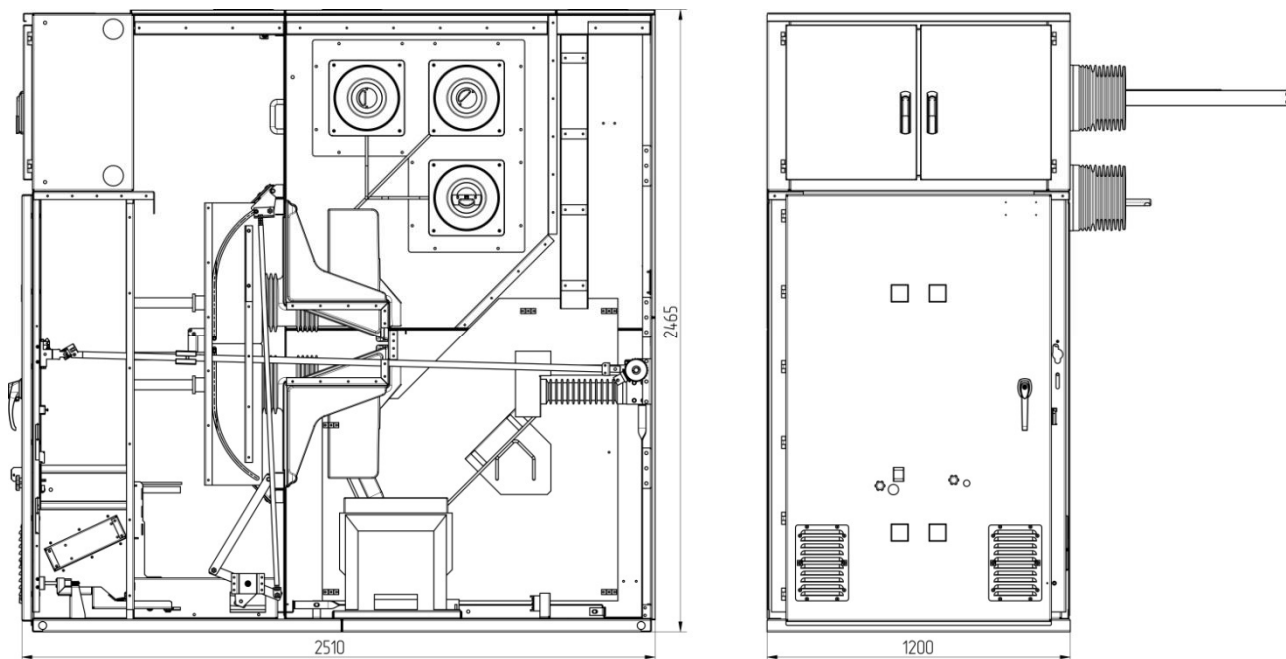


Рис. П1.1 Шкаф КРУ D-40P с ВССШ

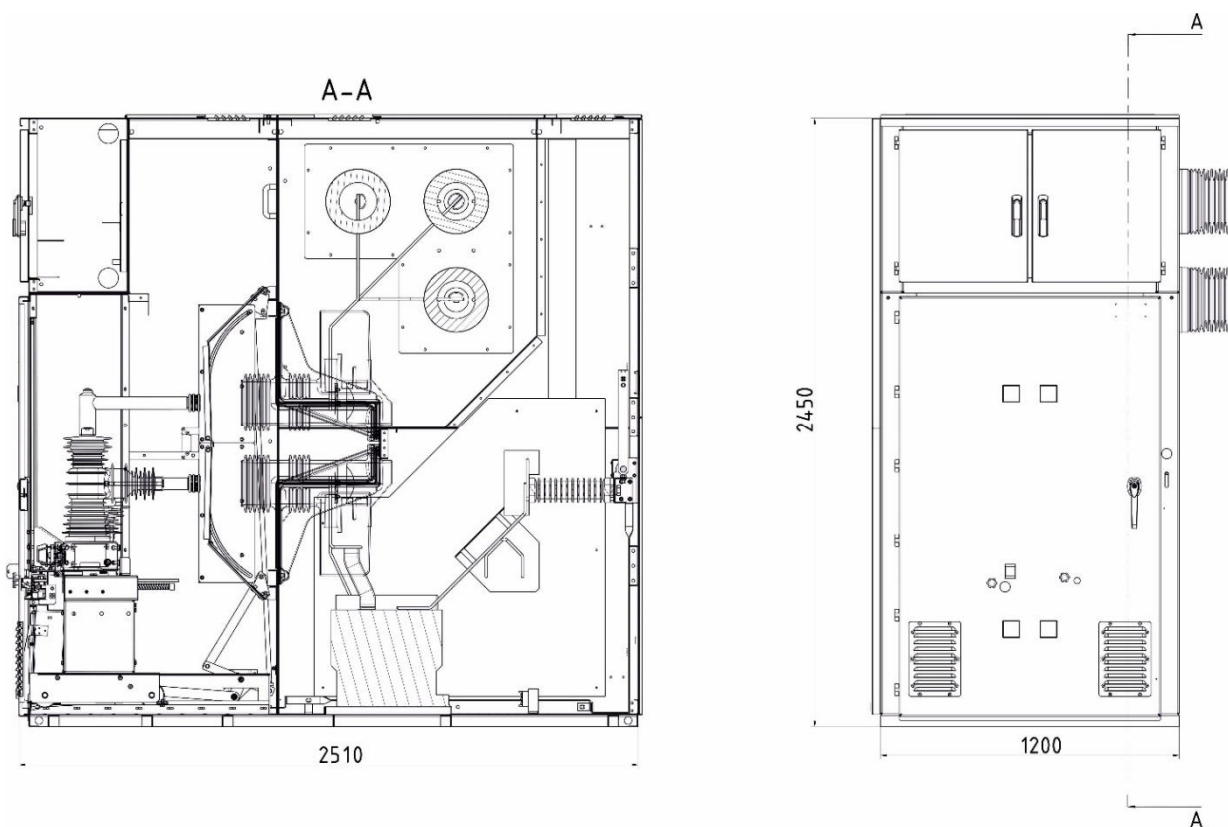


Рис. П2.2 Шкаф КРУ D-40P с ВССШ с вакуумным выключателем Smart35

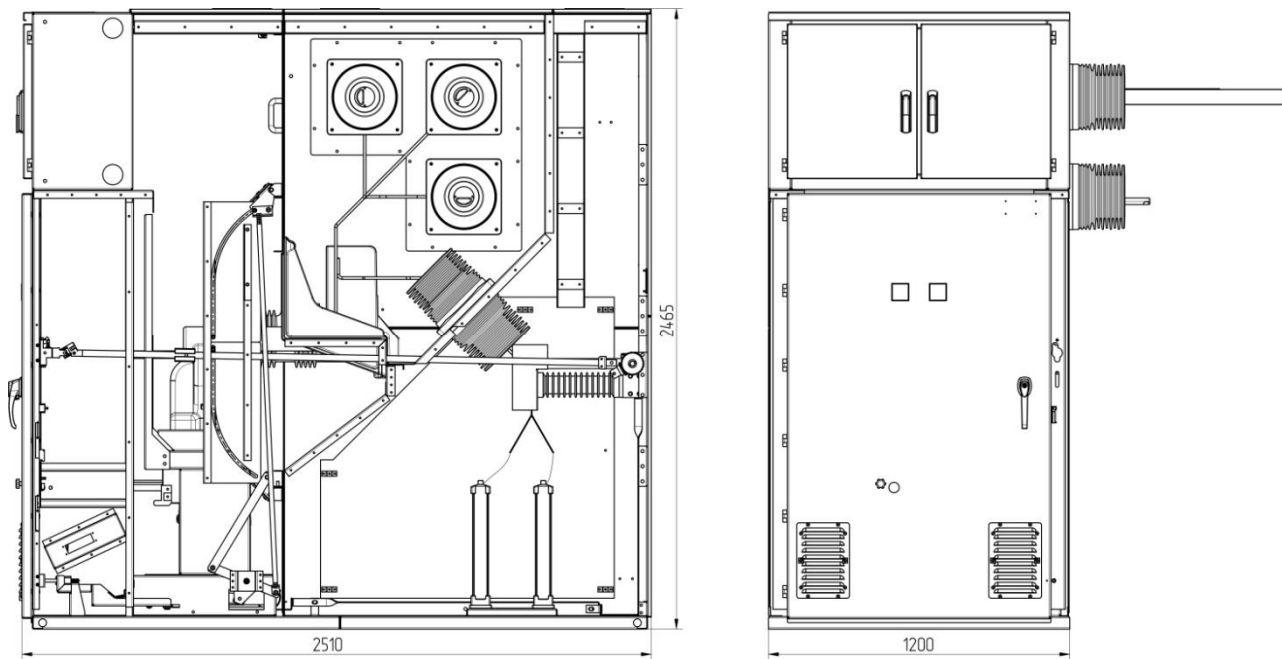


Рис. П1.2 Шкаф КРУ D-40P с ВССШ с ТН на ВЭ

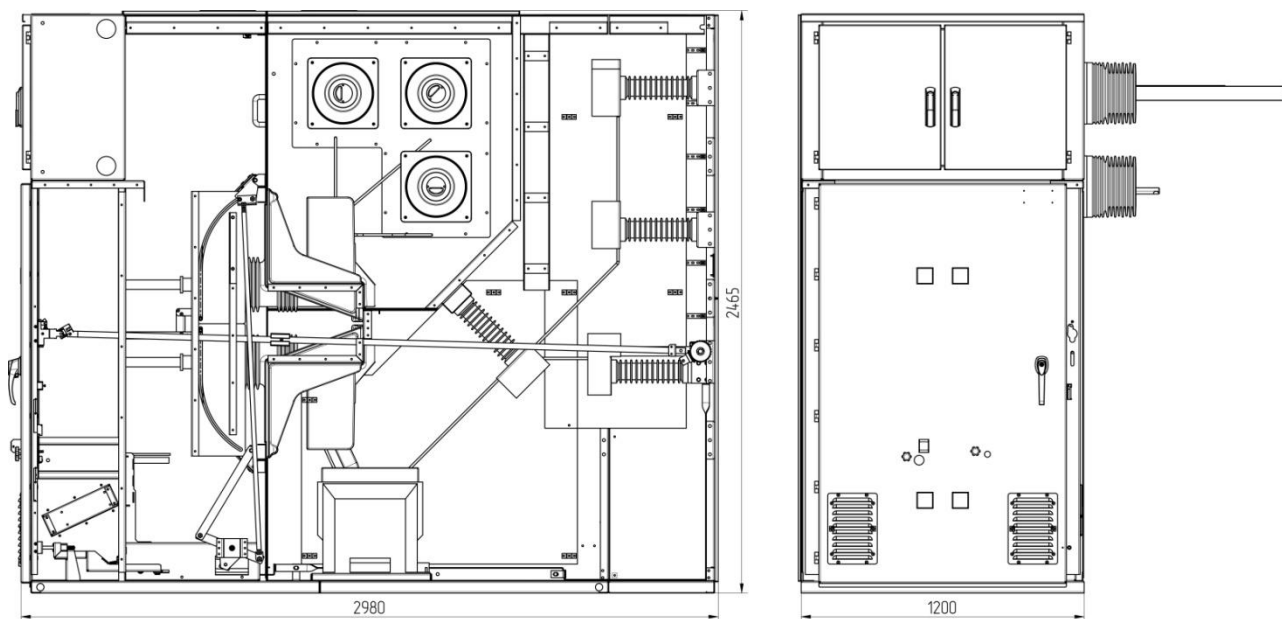


Рис. П1.3 Шкаф КРУ D-40P с ВССШ, ввод через ЗП

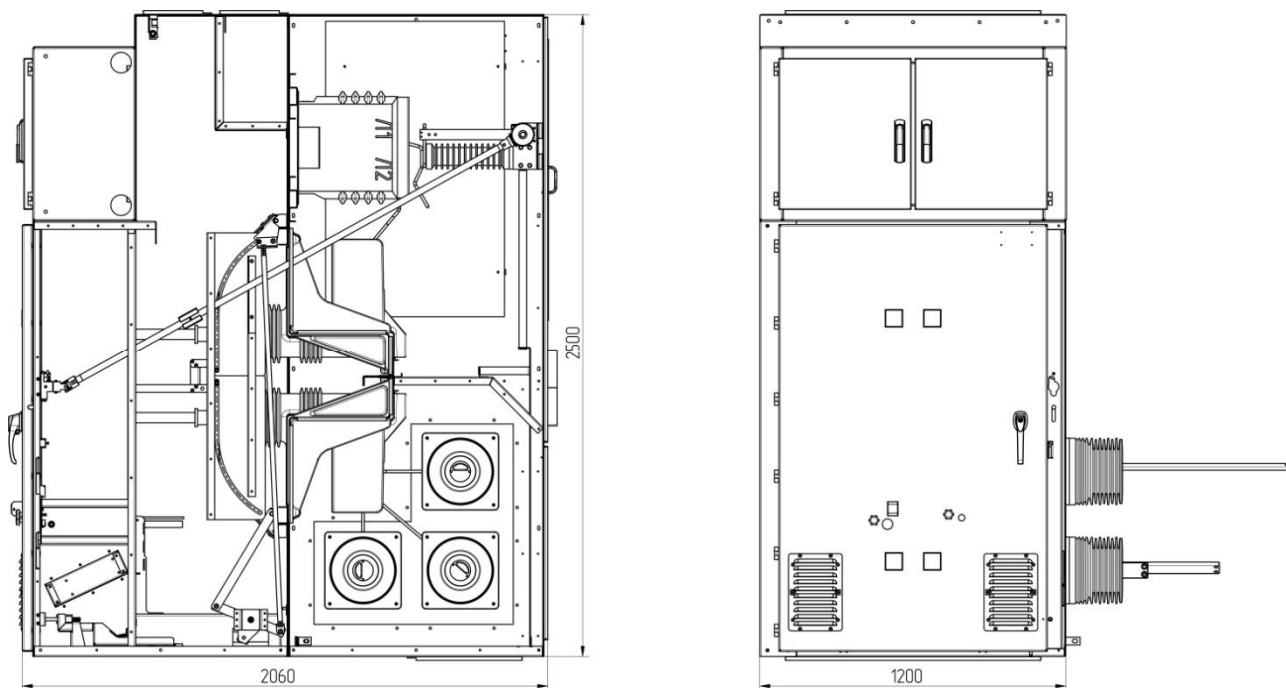


Рис. П1.4 Шкаф КРУ D-40P с НССШ

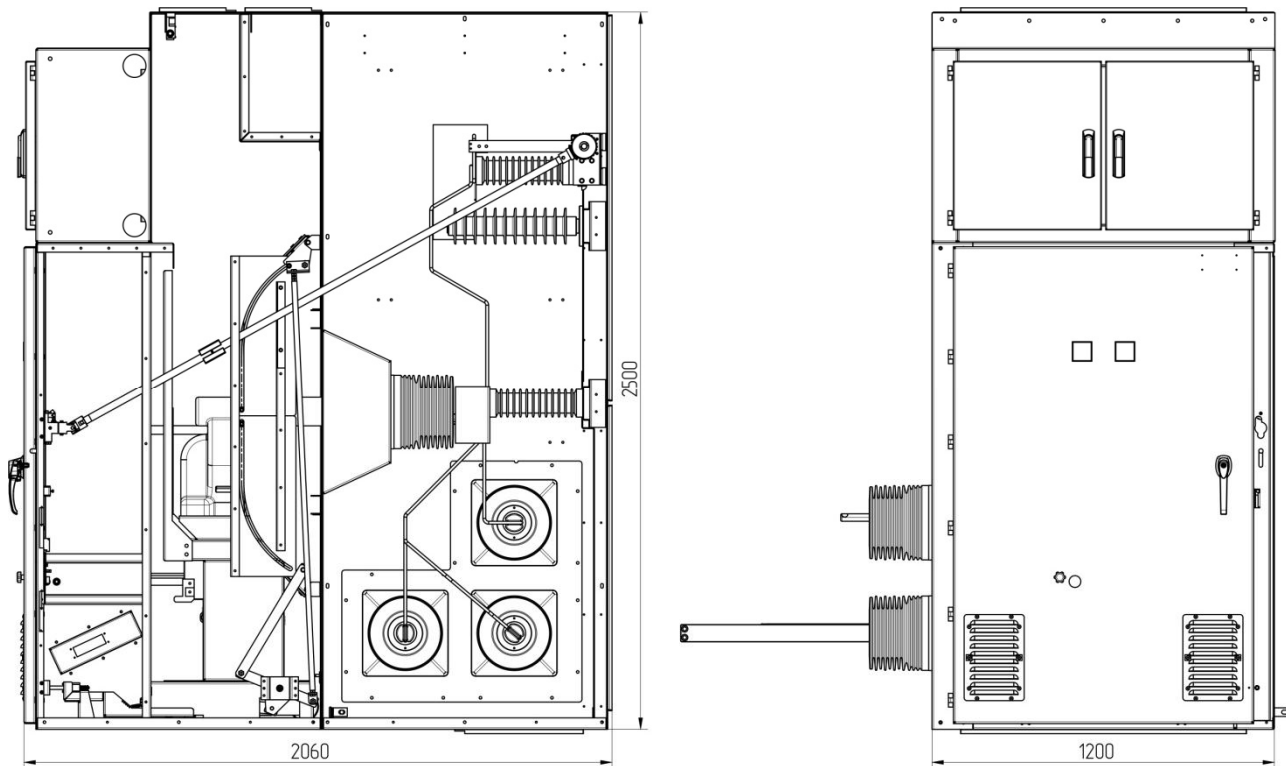
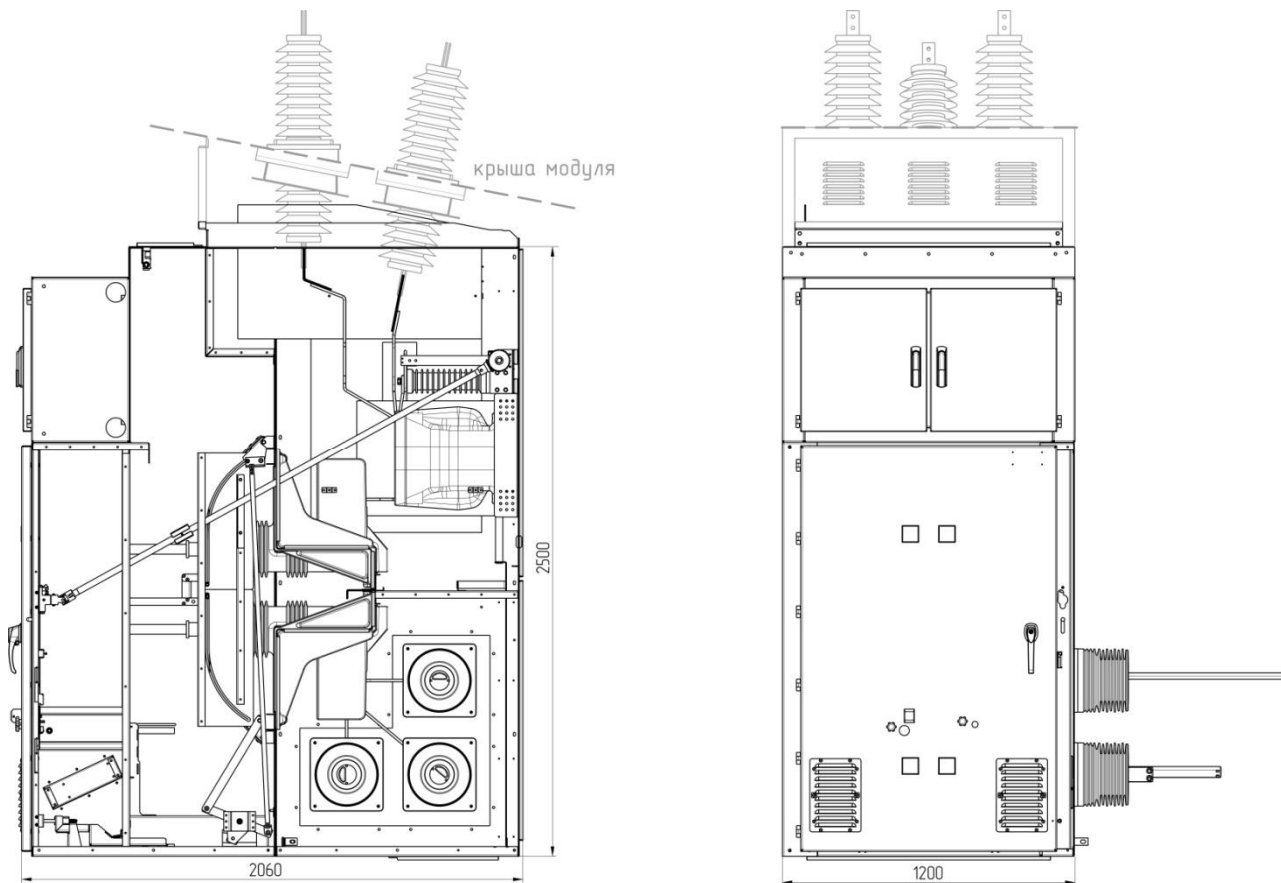
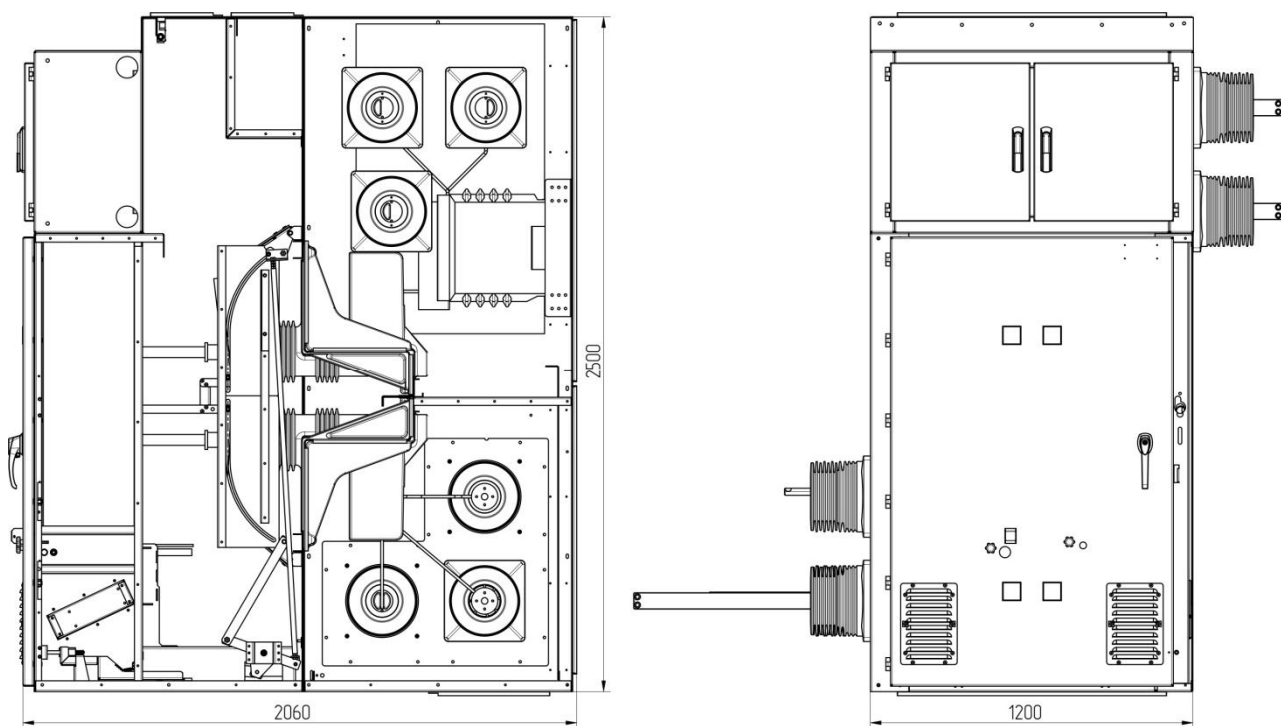


Рис. П1.5 Шкаф КРУ D-40P с НССШ с ТН на ВЭ





**Рис. П1.6** Шкаф КРУ D-40P с НССШ подключение к ВЛ



**Рис. П1.7** Шкаф КРУ D-40P с НССШ СВ

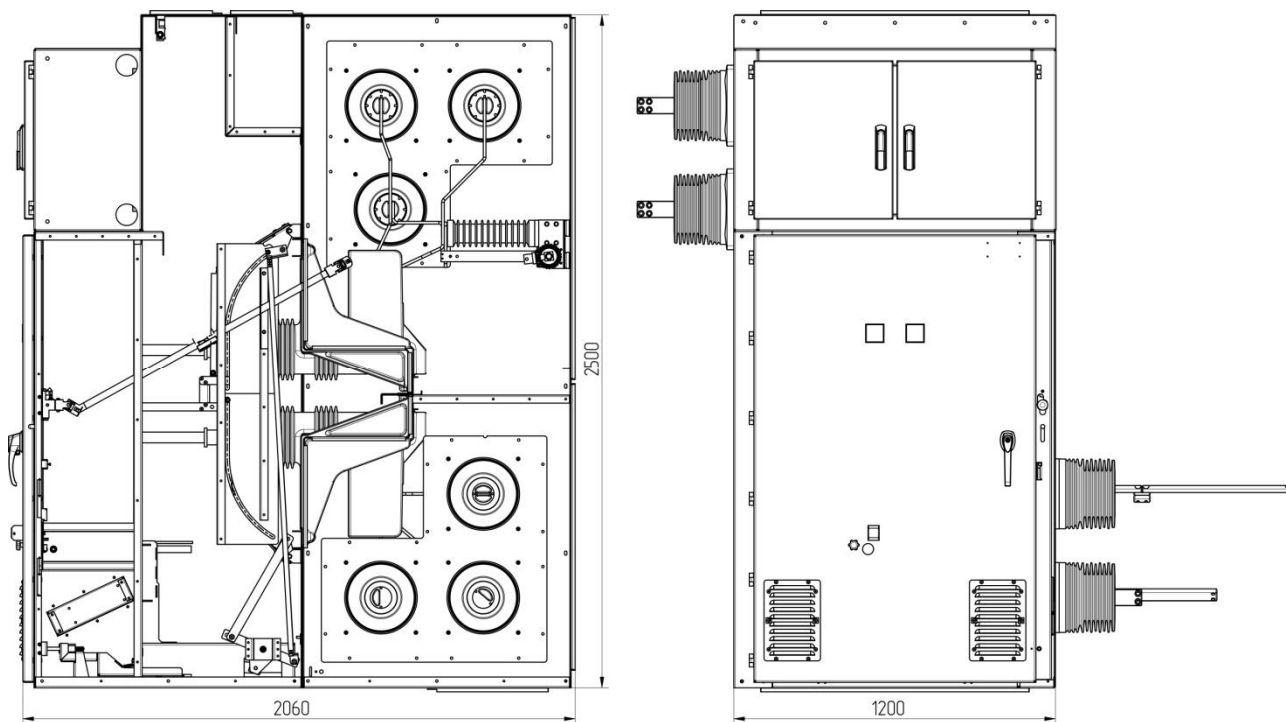


Рис. П1.8 Шкаф КРУ D-40P с НССШ СР

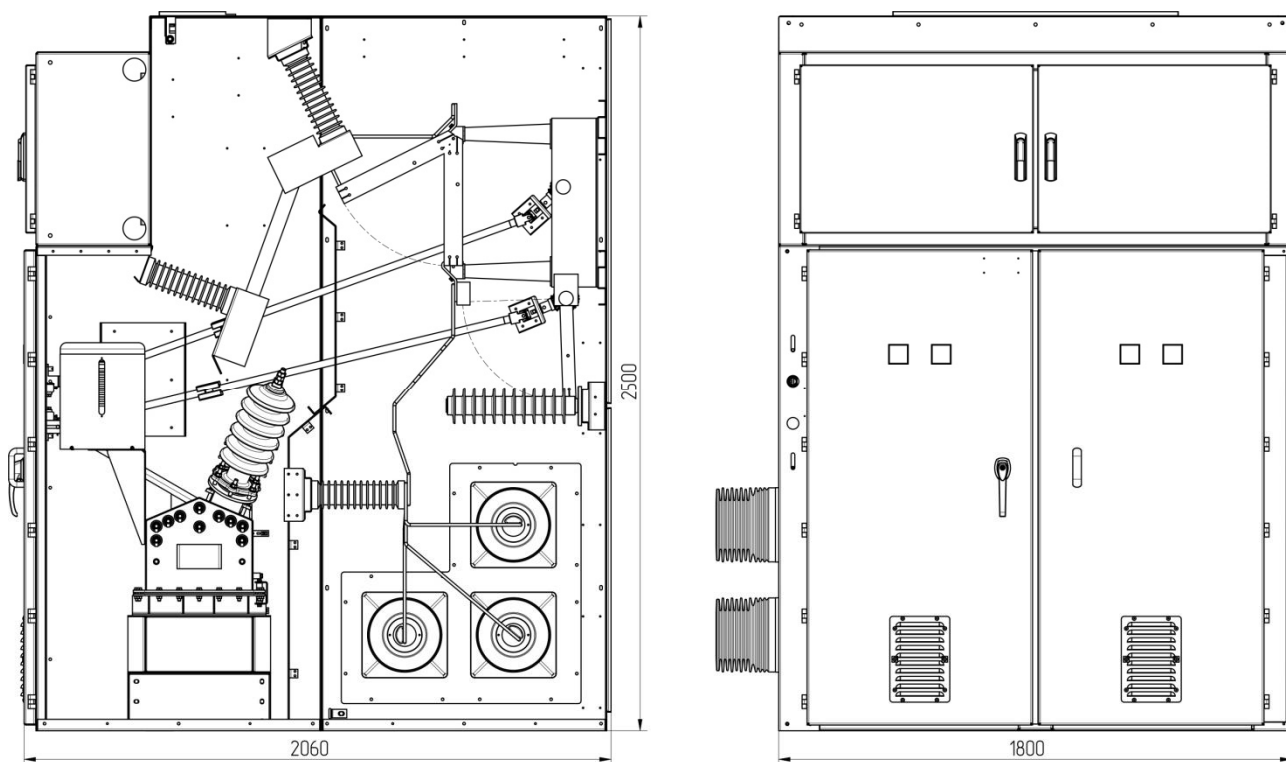


Рис. П1.9 Шкаф КРУ D-40P с НССШ с ТН типа НАМИ(Т), подключенным через разъединитель

## Приложение 2. Основное встраиваемое оборудование

В качестве основного встраиваемого оборудования, применяемого в КРУ, используются различные виды выключателей, трансформаторов, ограничителей перенапряжений, а так же другие виды оборудования. Приоритетным производителем является «Таврида Электрик». Более подробная информация об используемых компонентах, актуальные декларации и метрологические сертификаты доступны для скачивания на официальных сайтах производителей. По согласованию с потребителем возможно использование других компонентов, не приводящих к изменению функциональных параметров и не снижающих надежность изделия в целом.



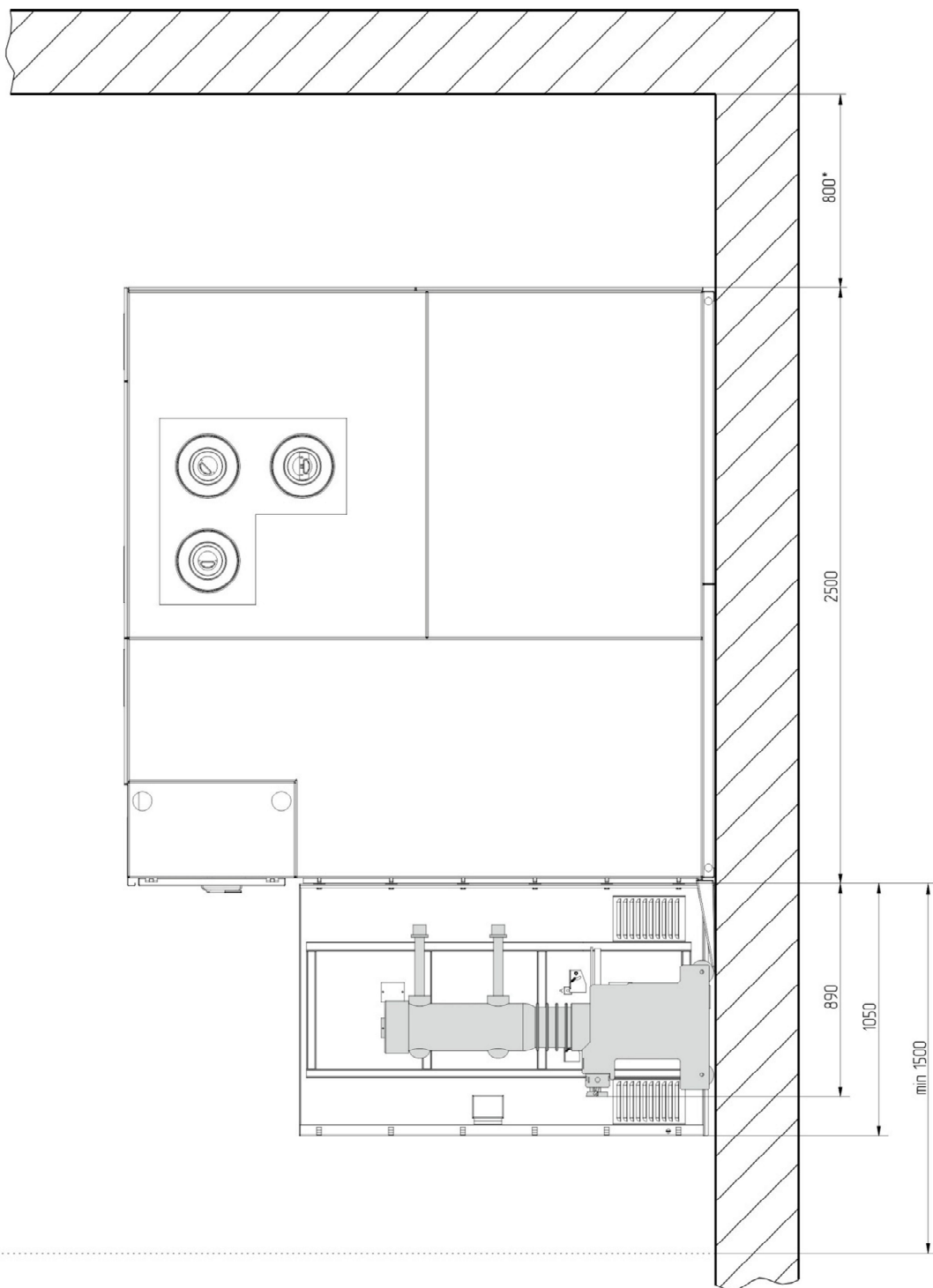
В качестве измерительного ТН рекомендуется использовать АНТИРЕЗОНАНСНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ!

Приложение 3. Массогабаритные характеристики шкафов КРУ

Таблица ПЗ.1. Массогабаритные характеристики

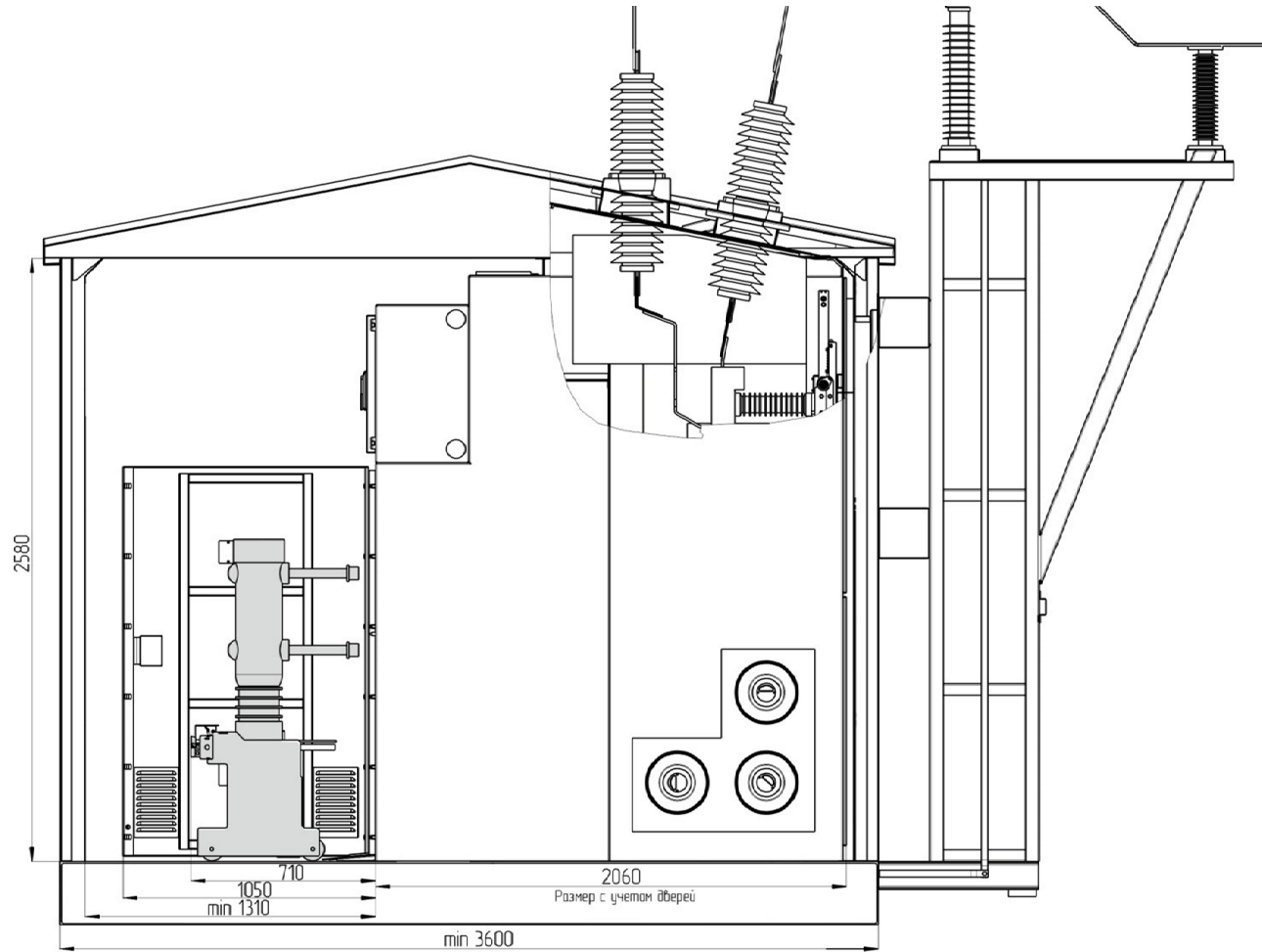
Тип шкафа КРУ		Ном. Ток сборных шин, А	Ширина, мм	Глубина, мм	Высота, мм	Масса не более, кг
<b>ВССШ</b>	Шкаф с ВВ	до 2500	1200	2510	2465	2300
	Шкаф с ТН на ВЭ		1200	2510	2465	1600
	Шкаф с СР		1200	2510	2465	2250
	Шкаф с ТСН		1800	2510	2465	1750
	Шкаф с вводом через ЗП		1200	2980	2465	2500
<b>НССШ</b>	Шкаф с ВВ	до 1250	1200	2060	2500	1650
	Шкаф с ТН на ВЭ		1200	2060	2500	1420
	Шкаф с СР		1200	2060	2500	1450
	Шкаф с ТН, установленным стационарно		1800	2060	2500	1500
	Шкаф с ТСН		1800	2060	2500	1600
	Шкаф с подключением к ВЛ		1200	2060	2500	1600

## Приложение 4. Расположение шкафов КРУ D-40P в помещениях



**Рис. П4.1** Однорядное расположение шкафов КРУ с ВССШ в помещении

### ВАРИАНТ РАЗМЕЩЕНИЯ В БЛОЧНО - МОДУЛЬНОМ КТП

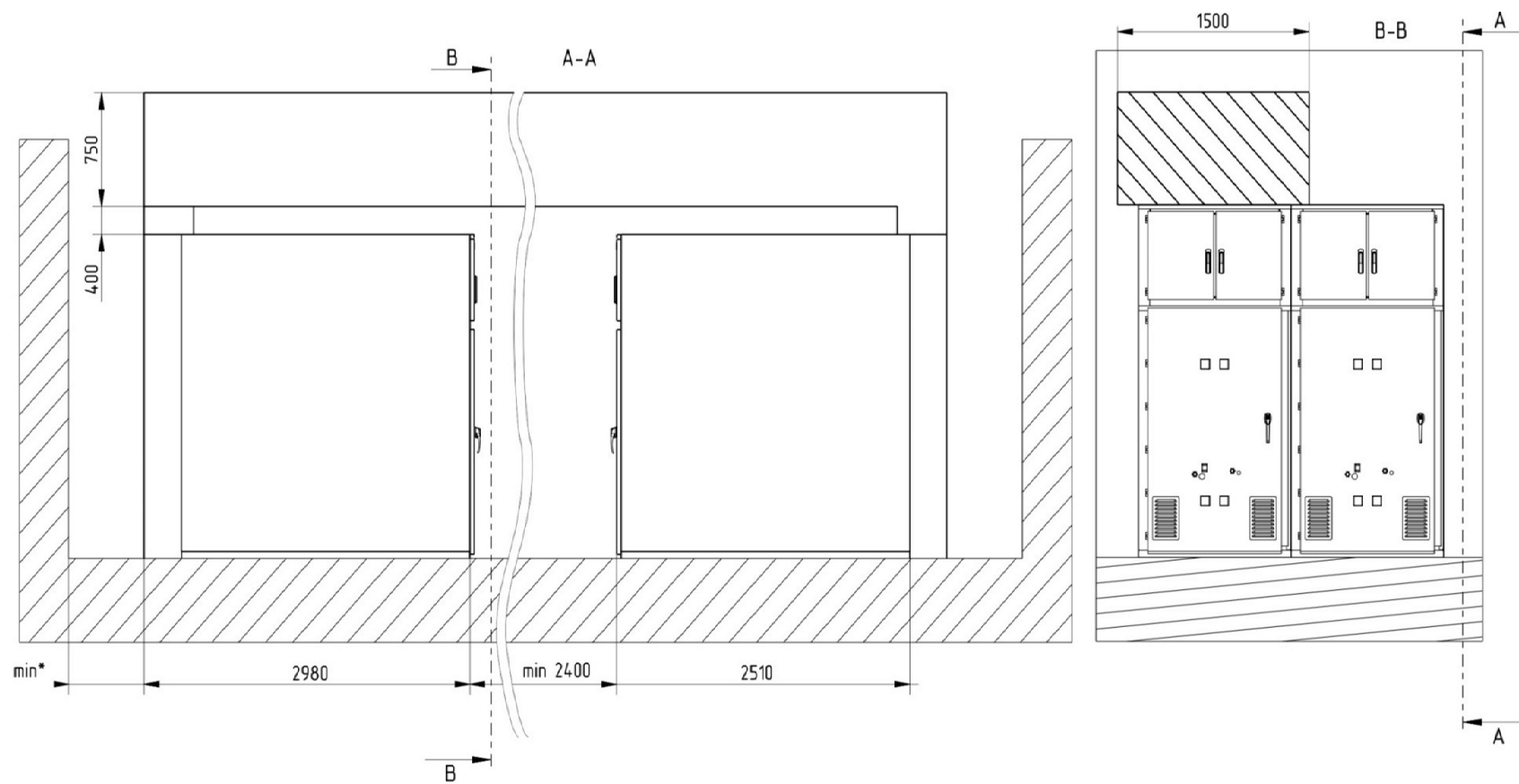


70

**Рис. П4.2** Однорядное расположение шкафов КРУ с НССШ в блочно-модульном КТП

## ВАРИАНТЫ РАЗМЕЩЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ РУ С ШИННЫМ МОСТОМ

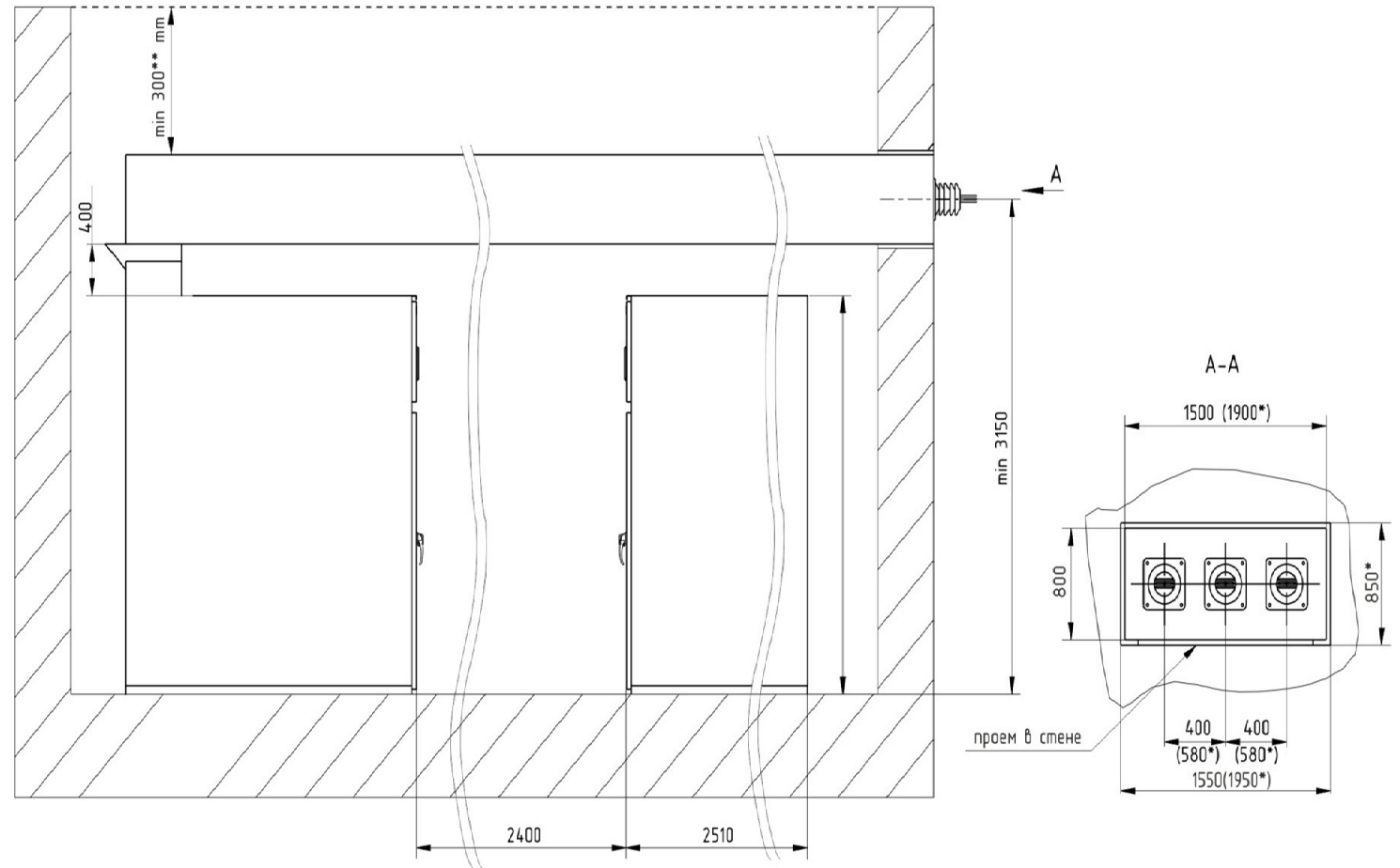
71



- \* Минимальное расстояние от стены помещения до задних стенок шкафов:
- 800 мм при условии одностороннего обслуживания;
  - 1500 мм при условии двустороннего обслуживания.

**Рис. П4.3** Двухрядное расположение шкафов

## ВАРИАНТЫ РАЗМЕЩЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ РУ С ШИННЫМ ВВОДОМ



- \* Для открытых РУ
- \*\* 300 мм до балок и 800 мм до потолка

**Рис. П4.4** Организация шинного ввода через стену помещения