



ООО «ЭНЕРГОМАШ-РЗА»

Разработка и производство  
электрооборудования 0,4 – 110 кВ

## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

КОМПЛЕКТНОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО 20 кВ  
КРУ «БАЗАЛЬТ»

**РЭ 23052810520/КРУ/800-2023/1/20**



**ЭНЕРГОМАШ-РЗА**

## Содержание

Введение.....	3
1. Описание и работа.....	4
2. Эксплуатация шкафов КРУ 20 кВ .....	46
3. Техническое обслуживание.....	63
4. Маркировка и упаковка .....	65
5. Размещение и монтаж .....	67
6. Подготовка к работе и ввод в эксплуатацию .....	70
7. Транспортирование и хранение .....	71
8. Гарантии изготовителя .....	72
Приложение 1 .....	74
Приложение 2 .....	78

## Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для ознакомления с конструкцией, порядком установки, монтажа и организации эксплуатации комплектных распределительных устройств КРУ «Базальт» 20 кВ УЗ ТУ 3414-018-52609822-2020 (далее – шкаф КРУ).

РЭ содержит сведения о технических характеристиках шкафов КРУ, типе, составе изделия и конструкции и указания об устройстве, принципе работы и монтажу КРУ, типовые схемы главных цепей.

При ознакомлении с конструкцией и проведением пусконаладочных работ необходимо пользоваться документацией на основную комплектующую аппаратуру, входящую в комплект поставки.

РЭ предназначено для обслуживающего персонала, прошедшего подготовку по эксплуатации и техническому обслуживанию электротехнических изделий среднего напряжения.

Руководство по эксплуатации может служить информационным материалом для ознакомления с изделием проектных, монтажных и эксплуатационных организаций.

ООО «Энергомаш-РЗА» постоянно занимается совершенствованием конструкции шкафов КРУ, не ведущим к функциональным изменениям, поэтому возможны незначительные конструктивные расхождения с описанием РЭ.

Условные обозначения:

**ЗИП** - запчасти и принадлежности

**КРУ** - комплектное распределительное устройство

**ОПН** - ограничитель перенапряжения

**РЗА** - релейная защита и автоматика

**РЭ** - руководство по эксплуатации

**ИСМУ** – интеллектуальные системы мониторинга и управления

**БУ** - блок управления

**ТОиР** - техническое обслуживание и ремонт оборудования

**ТУ** - технические условия

**ПУЭ** - правила эксплуатации электроустановок

**КМ** – коммутационный модуль

**КВЭ** – кассетный выкатной элемент

**ЭМБ** – электромагнитная блокировка

# 1. Описание и работа

## 1.1. Назначение

Шкафы КРУ предназначены для работы в составе распределительных устройств в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, номинальным напряжением 20 кВ с изолированной, заземленной через дугогасительный реактор или резистор нейтралью.

КРУ применяются в составе РУ напряжением 6 – 10 – 20 кВ при новом строительстве, расширении, реконструкции и техническом перевооружении следующих объектов:

- распределительных и трансформаторных подстанций городских электрических сетей;
- распределительных и трансформаторных подстанций объектов гражданского назначения и инфраструктуры;
- распределительных подстанций предприятий легкой промышленности;
- тяговых подстанций городского электрического транспорта и метрополитена; понизительных подстанций 35-110/6-10 кВ и 6-10/0,4 кВ распределительных сетей.

1.1.1. Шкафы КРУ предназначены для работы при следующих условиях окружающей среды:

- наибольшая высота установки над уровнем моря не более 1000 м;
- рабочий диапазон температур окружающего воздуха от минус 25 °С до плюс 40 °С;
- относительная влажность воздуха не более 75% при температуре плюс 15 °С;
- тип атмосферы II по ГОСТ 15150;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих материалы и изоляцию.

### 1.1.2. Структура условного обозначения

	КРУ	Базальт	- XX	- XXXX	/ XX	- XXX	УЗ
Комплектное распределительное устройство							
Торговая марка ООО «Энергомаш-РЗА»							
Номинальное напряжение, кВ							
Номинальный ток главных цепей, А							
Номинальный ток термической стойкости, кА							
Номер схемы главных цепей (см. приложение 1)							
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150							

Пример записи условного обозначения: КРУ Базальт -20-800/16-114 УЗ – комплектное распределительное устройство «Базальт» на номинальное напряжение 20 кВ, номинальный ток 800 А, ток термической стойкости 16 кА со схемой главных цепей №114 климатического исполнения УЗ.

1.1.3. Шкафы КРУ комплектуются силовыми выключателями типа Shell\_2 и LD\_1.

1.1.4. Шкафы КРУ могут быть дополнительно укомплектованы интеллектуальными системами мониторинга и управления.

1.1.5. Шкафы КРУ соответствуют требованиям ТУ 3414-018-52609822-2020.

1.1.6. Шкафы КРУ должны быть размещены в здании закрытого распределительного устройства согласно плану расположения. Габаритные и установочные размеры шкафа КРУ приведены в Приложении 2.

1.2. Технические характеристики

1.2.1. Основные параметры и характеристики шкафов КРУ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, кВ	20
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	24
Номинальный ток, А - главных цепей шкафов КРУ - сборных шин	630; <b>800</b> ; 1000; 1250; 1600; 2000 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500
Номинальный ток трансформаторов тока, А	100; 200; 300; 400; 500; 600; 800; 1000; 1200; 1500; 2000
Номинальный ток отключения силового выключателя, кА	<b>16</b> ; 20; 25; 31,5
Ток термической стойкости, кА	<b>16</b> ; 20; 25; 31,5
Длительность протекания тока термической стойкости, с: - главных токоведущих цепей - цепей заземления	3 1
Ток электродинамической стойкости, кА	<b>41</b> ; 51; 64; 81
Номинальные напряжения вспомогательных цепей, В: - при постоянном токе - при переменном токе - цепей освещения	110; 220 110; 220 36

Наименование параметра	Значение
<p>Нормы испытаний изоляции главных токоведущих цепей одноминутным напряжением между фазами, относительно земли и между контактами силового выключателя частоты 50 Гц, кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на заводе изготовителе</li> <li>- перед вводом в эксплуатацию и в эксплуатации</li> </ul> <p>Для электрооборудования с облегчённой изоляцией (уровень изоляции (а) по ГОСТ Р 55195-2012).</p>	<p>50</p> <p>45</p>
<p>Нормы испытаний изоляции главных токоведущих цепей напряжением грозового импульса 1,2/50 мкс, кВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- между фазами и относительно земли</li> <li>- между контактами силового выключателя</li> </ul>	<p>125</p> <p>125</p>
<p>Норма испытания изоляции цепей управления и вспомогательных цепей одноминутным напряжением частоты 50 Гц, кВ</p>	<p>2</p>
<p>Электрическое сопротивление изоляции, МОм, не менее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- главных цепей</li> <li>- вторичных цепей</li> </ul>	<p>3000</p> <p>1</p>
<p>Ресурс по коммутационной стойкости вакуумного выключателя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при номинальном токе, «ВО»</li> <li>- при номинальном токе отключения, «О»</li> <li>- при номинальном токе отключения, «ВО»</li> </ul>	<p>30000</p> <p>25</p> <p>13</p>
<p>Ресурс по механической прочности и стойкости, не менее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- количество операций В и О заземлителей</li> <li>- перемещение выкатного элемента (далее ВЭ) из контрольного положения в рабочее и обратно</li> <li>- открывание и закрывание дверей шкафов КРУ</li> <li>- открывание и закрывание шторочного механизма</li> <li>- включения и отключения разъёмных контактных систем главных цепей</li> </ul>	<p>2000</p> <p>3000</p> <p>3000</p> <p>3000</p> <p>3000</p>
<p>Срок службы до списания, лет, не менее</p>	<p>30</p>
<p>Степень защиты по ГОСТ 14254</p>	<p>IP41</p>

Красным цветом выделены параметры для вакуумного выключателя Таврида Электрик TER\_ISM25\_LD\_1 на номинальный ток 800 А.

1.2.2. Классификация КРУ по ГОСТ 14693 приведена в таблице 2.

Таблица 2

<b>Наименование признаков классификации</b>	<b>Значения признаков</b>
Вид КРУ в зависимости от установленной в них аппаратуры	Шкафы с силовым выключателем в комбинации с заземлителем класса E0
	Шкафы с заземлителем и измерительным трансформатором напряжения
	Шкафы с трансформатором собственных нужд и выключателем нагрузки
Уровень изоляции по ГОСТ Р 55195-2012	Облегчённая изоляция (уровень изоляции(а))
Вид изоляции	Комбинированная (воздушная и твердая)
Наличие изоляции токоведущих шин	Изолированные, неизолированные шины
Система сборных шин	Одна система сборных шин
Способ разделения фаз	Неразделенные фазы
Классификация исполнения	С выкатными элементами
Вид линейных высоковольтных подсоединений	С кабельными, шинными присоединениями
Условия обслуживания	С односторонним и двухсторонним обслуживанием
Наличие дверей в отсеке выкатного элемента	С дверьми
Наличие теплоизоляции в шкафах КРУ (по ГОСТ 15150)	Без теплоизоляции
Наличие закрытого коридора (по ГОСТ 15150)	Без коридора управления
Вид управления	Местное и дистанционное

Допустимые значения переходного сопротивления главной токоведущей цепи шкафов КРУ приведены в таблице 3. Согласно СТО 34.01-23.1-001-2017 «Объём и нормы испытания оборудования» пункт 18.4 допустимые значения сопротивления контактов постоянному току должны быть приведены в инструкциях изготовителя шкафов КРУ.

Таблица 3

Точки измерения переходного сопротивления токоведущей петли главной цепи	Значение переходного сопротивления, мкОм	
	Вакуумный выключатель с номинальным током 800 А	Вакуумный выключатель с номинальным током 2000 А
От шин секции, через включенный выключатель до трансформаторов тока	290	230
От верхнего втычного контакта, через включенный выключатель до нижнего втычного контакта	200	160

### 1.3. Состав шкафов КРУ

1.3.1. Шкафы КРУ предназначены для установки в электротехнических помещениях, соответствующих требованиям Правил устройства электроустановок. Внутри шкафа размещаются все функциональные элементы КРУ.

1.3.2. Сетка схем главных цепей КРУ приведена в Приложении 1.

1.3.3. В комплект поставки шкафов КРУ входят:

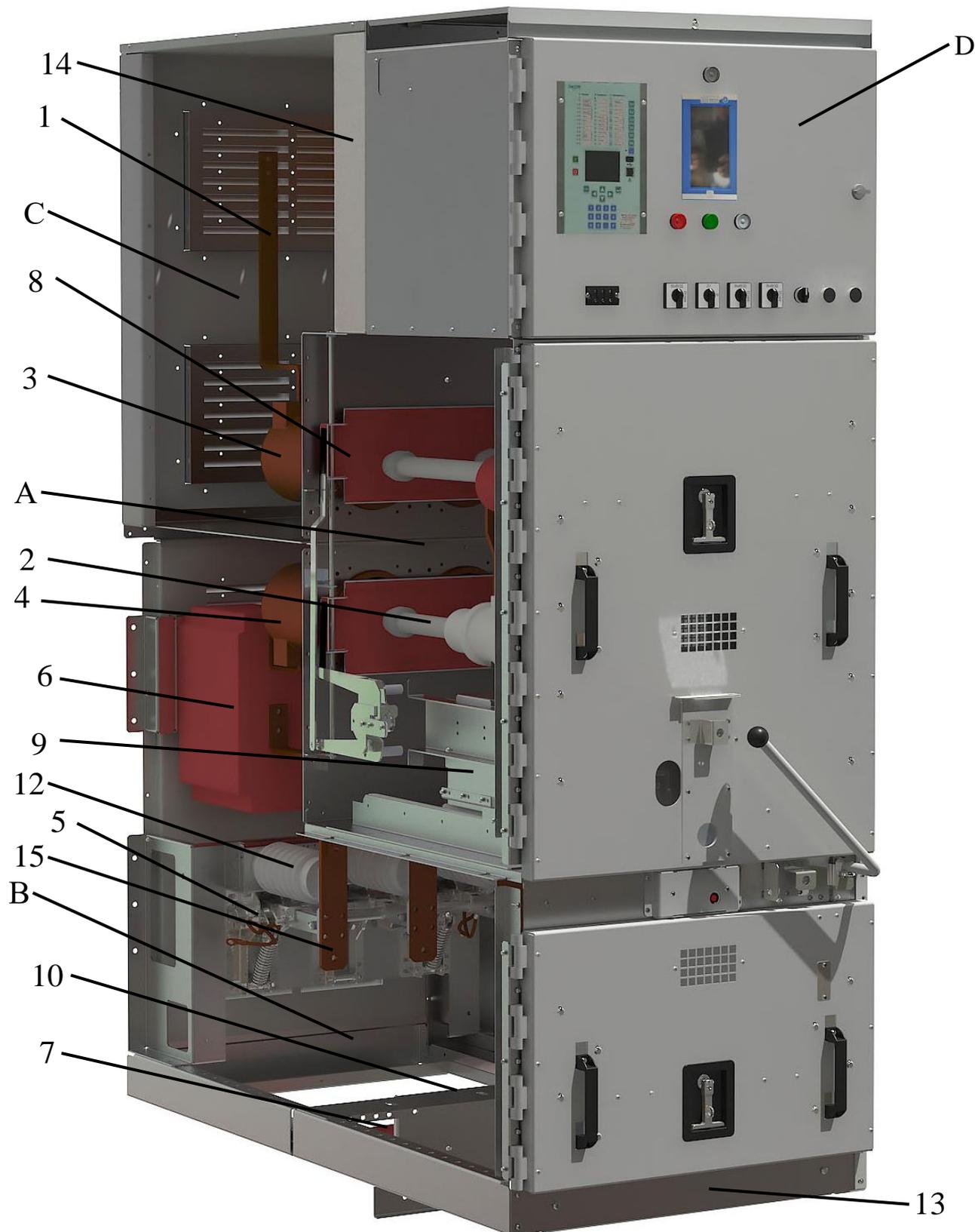
- шкаф КРУ;
- шинные мосты (в соответствии с заказом);
- кабельные вставки;
- комплект ЗИП (в соответствии с заказом);
- электрические схемы шкафов КРУ (Э3);
- монтажные схемы шкафов КРУ (Э4);
- перечни элементов на шкафы КРУ (ПЭ3);
- паспорт с отметкой о приемке изделия – 1 экземпляр на каждый шкаф КРУ;
- руководство по эксплуатации – 2 экземпляра в адрес поставки;
- комплект эксплуатационной документации на комплектующие изделия – 1 комплект

### 1.4. Устройство и работа

Общий вид внутреннего устройства шкафа КРУ с силовым вакуумным выключателем ISM25\_LD\_1, лицевая сторона КРУ и принадлежности показаны на рисунках 1, 2, 3.

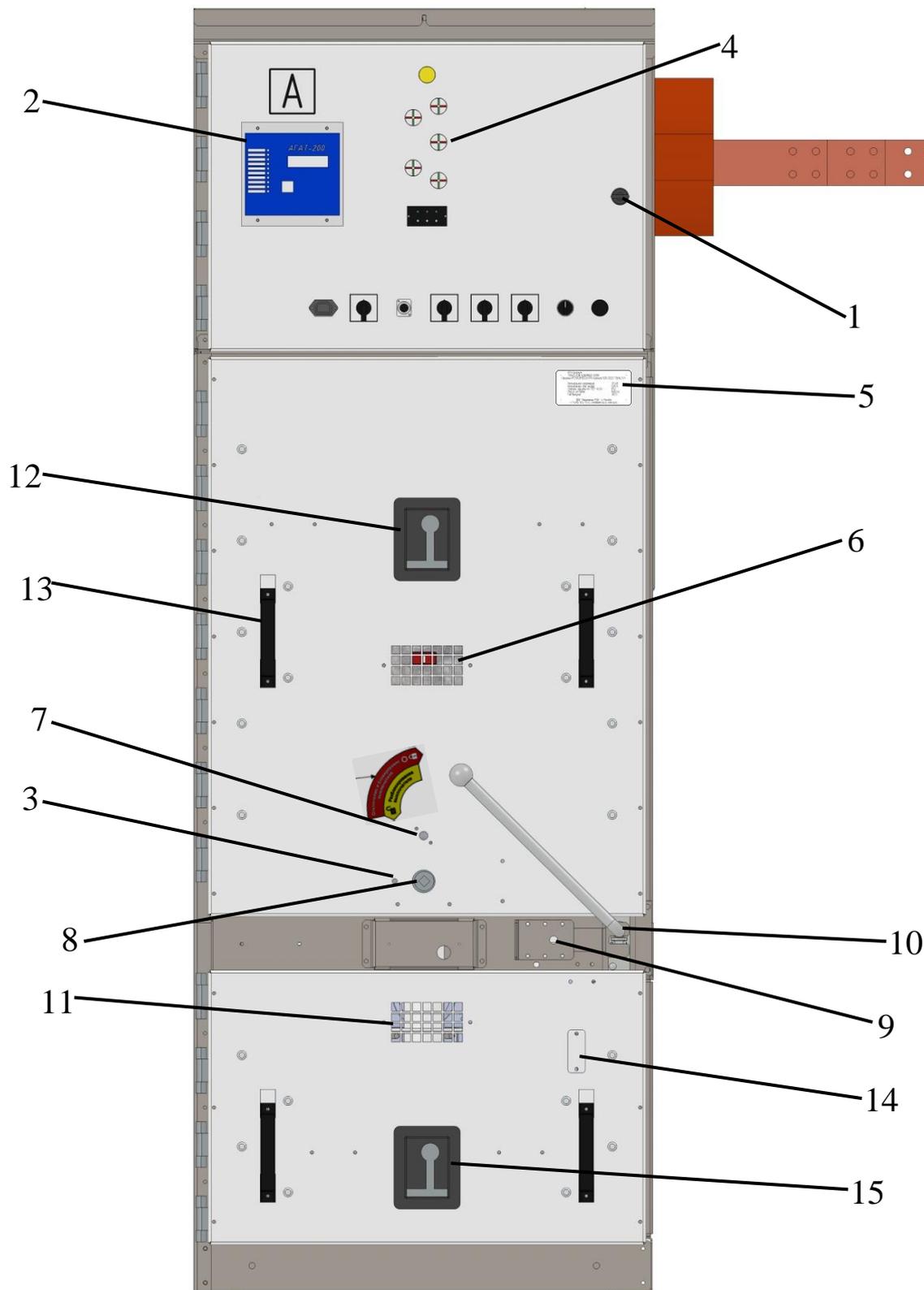
Шкаф КРУ представляет собой корпус, изготовленный из листовой оцинкованной стали, состоящий из трех модулей, соединенных друг с другом при помощи болтовых соединений:

- Два модуля главных цепей, в состав которых входят отсеки А, В, С;
- Модуль вторичных цепей D.



**Рис. 1. Основные функциональные элементы шкафа КРУ**

1 – сборные шины; 2 – контактная система (показан токоведущий стержень);  
 3 – проходные изоляторы (в отсеке сборных шин); 4 – проходные изоляторы (в отсеке кабельных присоединений и сборных шин); 5 – заземлитель; 6 – измерительные трансформаторы тока;  
 7 – измерительный трансформатор тока нулевой последовательности (выносится в кабельное пространство); 8 – шторочный механизм; 9 – выкатной элемент; 10 – ограничители перенапряжений; 11 – трансформатор напряжения (опция); 12 – опорные изоляторы с емкостным делителем; 13 – шина заземления; 14 – перегородки; 15 – шины кабельных присоединений



**Рис. 2. Лицевая сторона КРУ**

1 – замок модуля вторичных цепей; 2 – устройства РЗА на двери модуля; 3 – электромагнитная блокировка оперирования выкатным элементом (с внутренней стороны двери); 4 – мнемосхема с блоком индикации напряжения; 5 – маркировочная табличка; 6 – смотровое окно отсека выкатного элемента; 7 – отверстие для включения/отключения блокировки выключателя при вкате и выкате;

8 – отверстие для рукоятки оперирования выкатным элементом; 9 – электромагнитная блокировка оперирования заземлителем; 10 – гнездо оперирования заземлителем; 11 – смотровое окно отсека кабельных присоединений; 12 – замок двери отсека выкатного элемента;

13 – вспомогательные ручки дверей; 14 – отверстие для аварийного открывания двери отсека кабельных присоединений; 15 – замок двери отсека кабельных присоединений.

### 1.4.1. Отсек выкатного элемента А

Отсек выкатного элемента (рис. 1) предназначен для размещения в нем выкатного элемента КРУ. На задней стенке установлены шесть проходных изоляторов 4 с внутренними неподвижными контактами, которые образуют контактные системы вместе с токоведущими стержнями 2, являющимися частью главной цепи выкатного элемента. На листе имеются разрезы, служащие для исключения индукционных токов, возникающих при протекании тока главной цепи. При номинальных токах 1250А и выше применяется лист из нержавеющей стали.

Вдоль боковых стенок отсека установлены два направляющих швеллера, по которым происходит перемещение выкатного элемента 9. Оперирование выкатным элементом осуществляется вручную съемной рукояткой оперирования выкатным элементом.

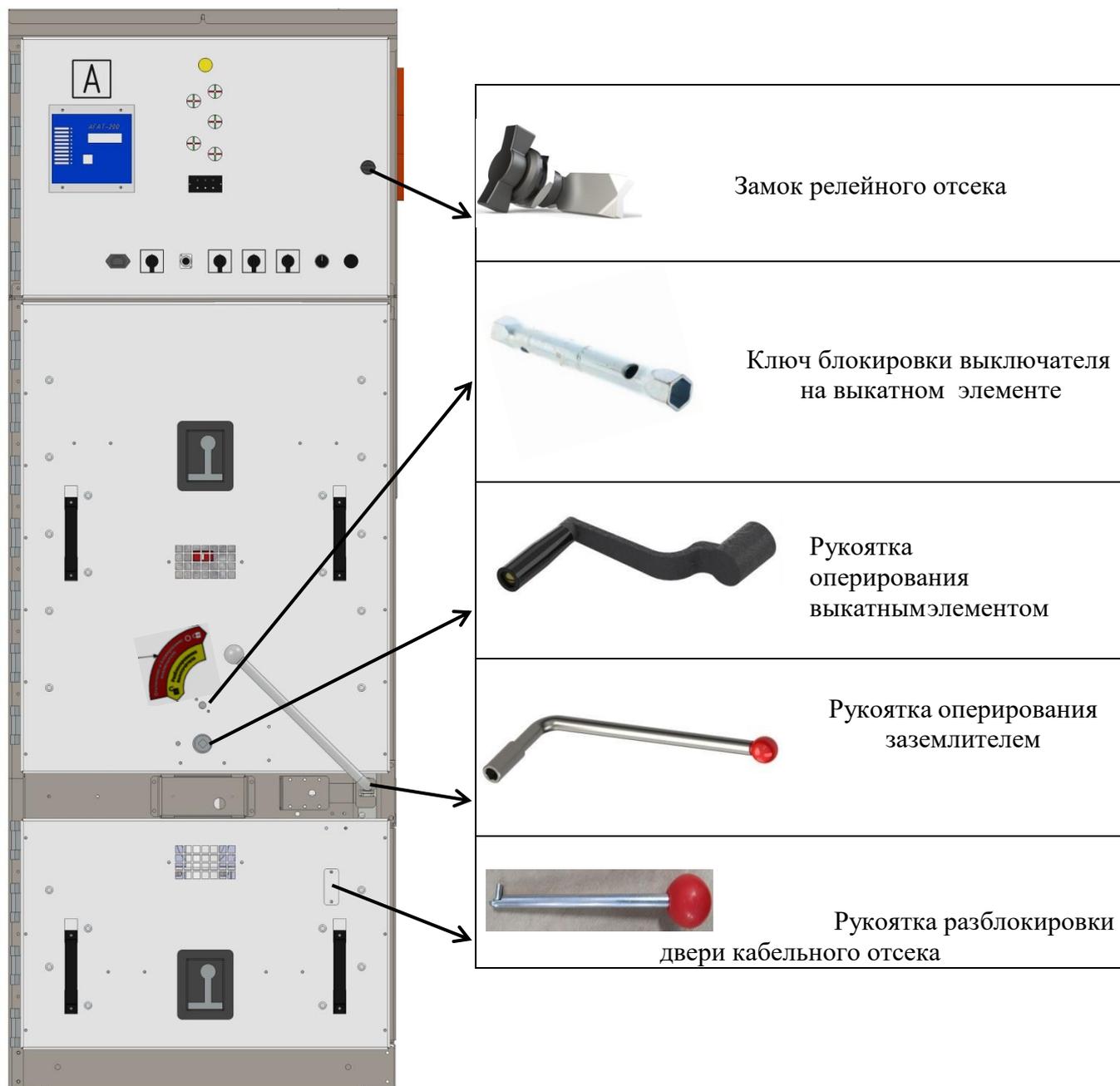
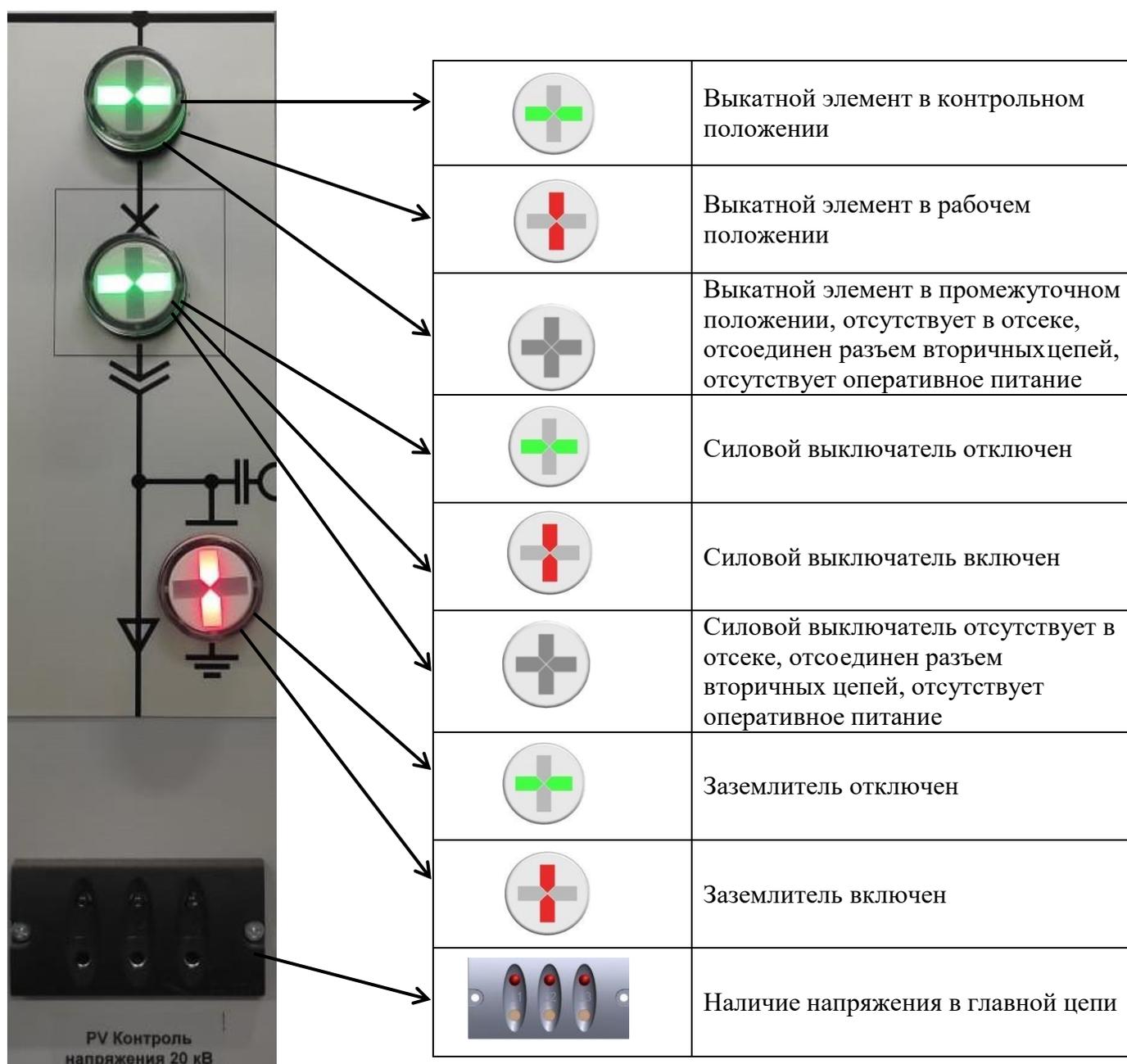


Рис. 3. Принадлежности КРУ

Для исключения возможности прикосновения к токоведущим частям, находящимся под высоким напряжением, во время проведения регламентных работ отсек выкатного элемента оборудован шторочным механизмом 8, закрывающим проходные изоляторы 4. Открывание/закрывание шторок происходит автоматически при переводе выкатного элемента из рабочего положения в контрольное и обратно. В закрытом положении шторочный механизм может быть заблокирован навесным замком (таблица 4 п. 16).

Для ручного блокирования силового выключателя при закрытой двери применяется рукоятка блокировки выключателя на выкатном элементе. Перед оперированием тележкой рукоятку необходимо повернуть по часовой стрелке. После фиксации тележки в контрольном или рабочем положении, рукоятку следует повернуть против часовой стрелки, согласно наклейке возле неё.



**Рис. 4. Индикация на двери релейного отсека**

При необходимости проверки отсутствия напряжения в кабельном отсеке, до включения заземляющих ножей в сторону кабеля, допускается применить рукоятку разблокировки двери кабельного отсека.

На двери релейного отсека расположена однолинейная схема главных цепей шкафа КРУ, объединенная с интерактивной схемой 4 (рис.2), с указателем наличия напряжения. Возможные варианты индикации представлены на рисунке 4.



**Рис. 4.1** Индикация на двери релейного отсека с ЖК-дисплеем

Возможен вариант отображения схемы главной цепи на жидкокристаллическом экране устройства «КСО-мнемо». Пример исполнения показан на рисунке 4.1. Ключевые моменты состояния элементов главной цепи 20 кВ, такие как включенное и отключенное положение вакуумного выключателя, а так же положение заземлителя 20 кВ дублируются отдельными светодиодными лампами с соответствующими обозначениями.

Устройство «КСО-мнемо» для шкафов типа КРУ отображает состояние вакуумного выключателя, положение аппаратной тележки рабочее, контрольное или промежуточное, включенное или отключенное положение заземлителя 20 кВ. На ЖК-дисплей выводится значение температуры шин сборных и кабельного отсека пофазно. При превышении порогового значения температуры срабатывает выходное реле в предупредительную сигнализацию. Индикация наличия напряжения 20 кВ выведена от кабельного присоединения.

#### 1.4.2. Отсек кабельных присоединений *B* (рис. 1)

Отсек кабельных присоединений предназначен для размещения следующих элементов:

- трансформаторов напряжения 11;
- заземлителя с приводом 5;
- трансформаторов тока 6;
- трансформаторов тока нулевой последовательности 7;
- ограничителей перенапряжений 10;
- кабельных присоединений 15;
- опорных изоляторов с емкостными делителями 12.

Отсек оборудован дверью с механизмом запираения.

#### 1.4.3. Отсек сборных шин *C* (рис. 1)

Отсек сборных шин предназначен для размещения сборных шин 1, объединяющих главные цепи всех шкафов КРУ в единую электрическую схему главной цепи распределительного устройства.

Для облегчения теплового режима и снижения динамических усилий применяется несколько вариантов сборных шин, в зависимости от величины номинального тока (табл. 1).

В отсеке размещены спуски, отходящие от сборных шин к установленному в шкафу КРУ оборудованию. Сечение спусков выбирается в зависимости от номинального тока главной цепи.

#### 1.4.4. Модуль вторичных цепей *D* (рис. 1)

Модуль вторичных цепей представляет собой отдельный модуль с дверью на лицевой стороне, в котором располагаются клеммные ряды, реле, блоки цифровых защит и другое оборудование вторичных цепей.

Реле, клеммные соединения, автоматические выключатели, низковольтные предохранители и другие устройства внутри модуля крепятся на DIN-рейках на задней стенке, что облегчает монтаж или замену этих элементов.

Связь вспомогательных цепей с цепями выкатных элементов осуществляется с помощью штепсельного 48-контактного разъема вторичных цепей и проводов, проложенных в гибком шланге.

Электрическая связь между модулями разных шкафов КРУ, выполнена по шинкам оперативных цепей через отверстия в боковых стенках модуля, контрольными кабелями через отверстия в крыше модуля, с выходом в кабельные каналы на крыше шкафов КРУ.

На двери модуля устанавливаются:

- ключи и кнопки управления электрооборудованием;

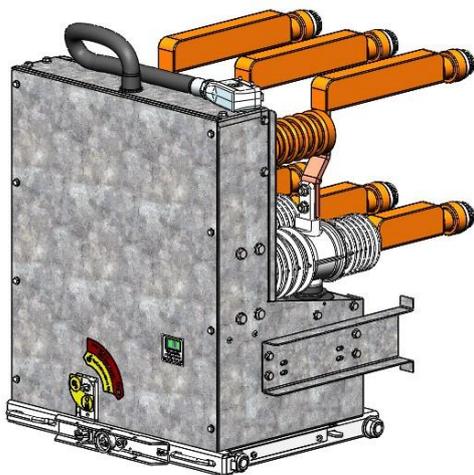
- сигнальные лампы неисправности и срабатывания защит;
- цифровые или аналоговые электроизмерительные приборы;
- блок релейной защиты или дисплей блока релейной защиты.

В модуле предусмотрен антиконденсатный нагревательный элемент с автоматическим управлением от гигростата.

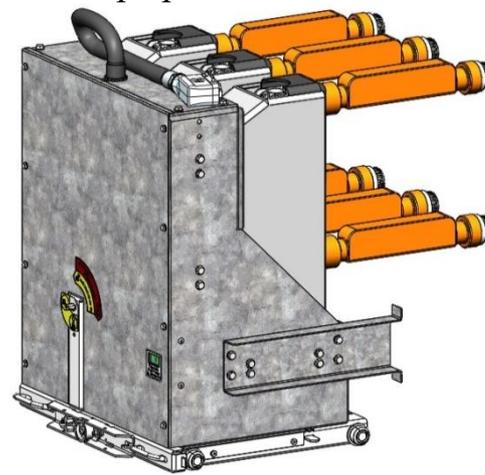
## 1.5. Описание и работа составных частей

### 1.5.1. Выкатной элемент

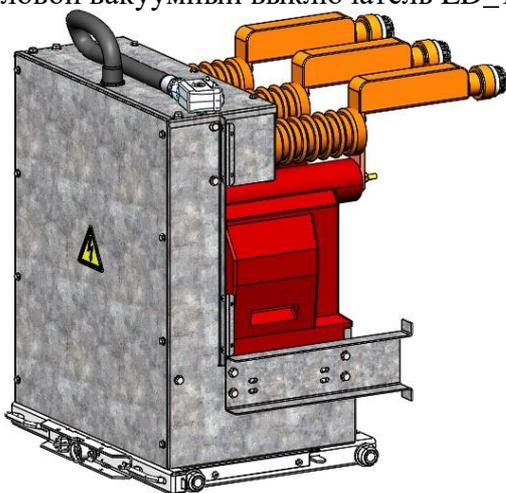
Выкатной элемент представляет собой тележку аппаратную, на которой в зависимости от функционального назначения шкафа КРУ (Приложение 1) может быть установлено различное оборудование (рис. 5). Расположение органов управления выкатных элементов с выключателями Таврида Электрик TER\_ISM25\_LD\_1 и TER\_ISM25\_Shell\_2 выведено на дверь релейного отсека.



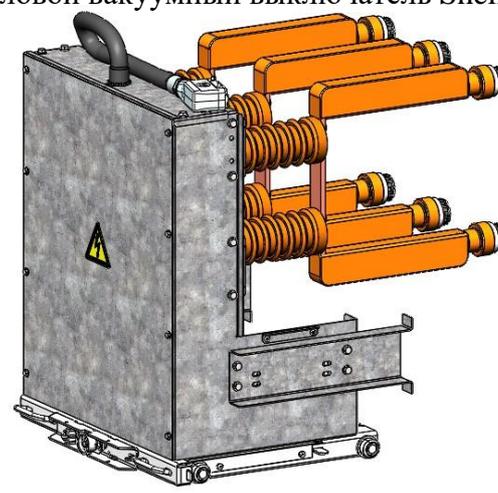
Силовой вакуумный выключатель LD\_1



Силовой вакуумный выключатель Shell\_2



Трансформаторы напряжения 20 кВ



Секционный разъединитель 20 кВ

### Рис. 5. Варианты выкатных элементов

Выкатной элемент может занимать три положения в отсеке:

- рабочее (рис. 6, слева, шторочный механизм открыт, контакты главной цепи КРУ и выкатного элемента соединены, заход ламельных контактов в неподвижные контакты не менее 15 мм);
- промежуточное;
- контрольное (рис. 6, справа, шторочный механизм закрыт, контакты главной цепи КРУ и выкатного элемента разъединены).



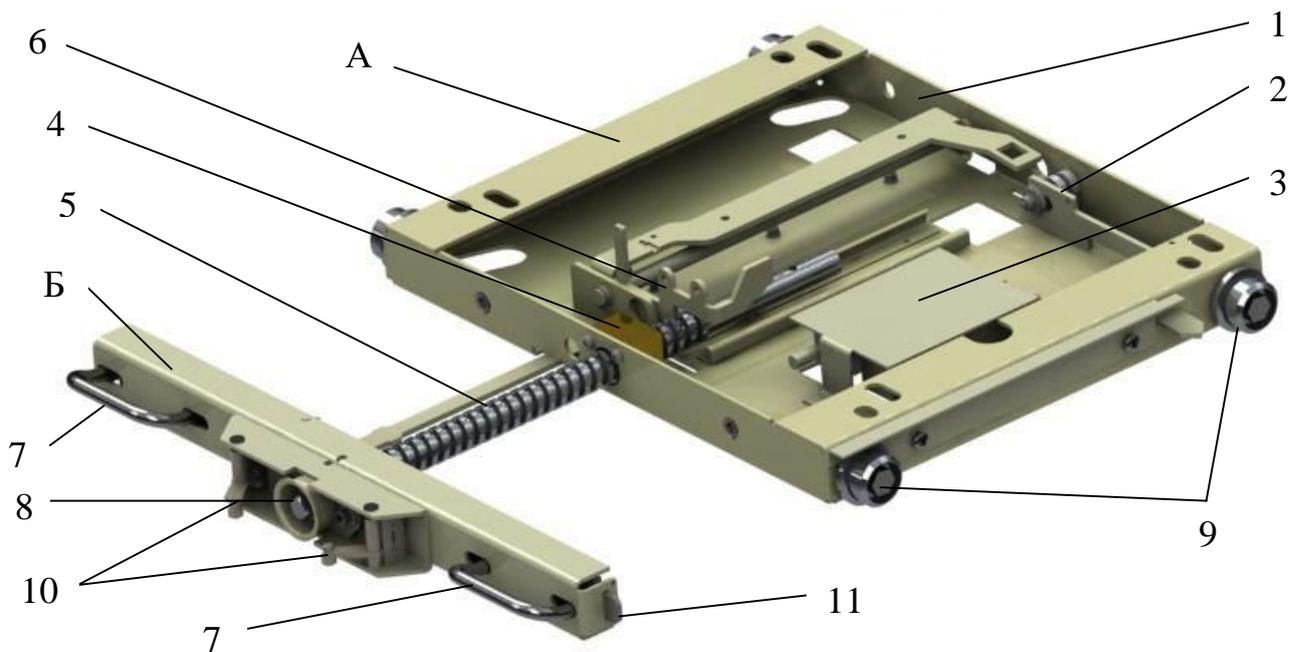
**Рис. 6. Положения выкатных элементов на примере силового выключателя (слева – рабочее, справа – контрольное)**

Тележка аппаратная (рис. 7) состоит из подвижной части *A*, на которой установлено оборудование, и неподвижной *B*, являющейся опорой червячно-винтового механизма привода подвижной части. Перемещение подвижной части относительно неподвижной осуществляется посредством винта 5 при помощи съемной рукоятки оперирования выкатным элементом (рис. 3), которая устанавливается в гнездо 8, расположенное на неподвижной части *B*.

Подвижная часть представляет собой основание 1 из оцинкованной стали с четырьмя металлическими колесами с ребрами 9. На правой боковой стороне подвижной части установлена блокировочная планка заземлителя 2, которая управляет работой блокировки включения заземлителя при нахождении выкатного элемента вне контрольного положения, установленной на стенке отсека выкатного элемента. На основании установлены блок-контакты 3, упорная гайка винта 4, механизм блокировки оперирования выключателем 6.

На левой и правой стенке выкатного элемента установлены две скобы, которые при перемещении выкатного элемента воздействуют на ролики шторочного механизма, автоматически открывая или закрывая шторочный механизм.

Неподвижная часть тележки аппаратной в режиме нормальной эксплуатации удерживается относительно корпуса шкафа КРУ при помощи двух торцевых фиксаторов с ручками 7. Фиксация происходит при выдвигении ручек в стороны от центра тележки аппаратной; при этом пластины торцевых фиксаторов вводятся в вырезы на корпусе шкафа КРУ, чем обеспечивается двусторонний упор для червячно-винтового механизма. Фиксаторы оборудованы пружинами, удерживающими их в выдвинутом положении. Механизм привода устроен таким образом, что перемещение подвижной части *A* возможно, только если неподвижная часть *B* находится в зафиксированном положении (ручки фиксаторов выдвинуты от центра до упора). С другой стороны, конструкцией предусмотрена невозможность освобождения от фиксации неподвижной части при нахождении тележки аппаратной в любом положении, кроме контрольного.



**Рис. 7. Тележка аппаратная:**

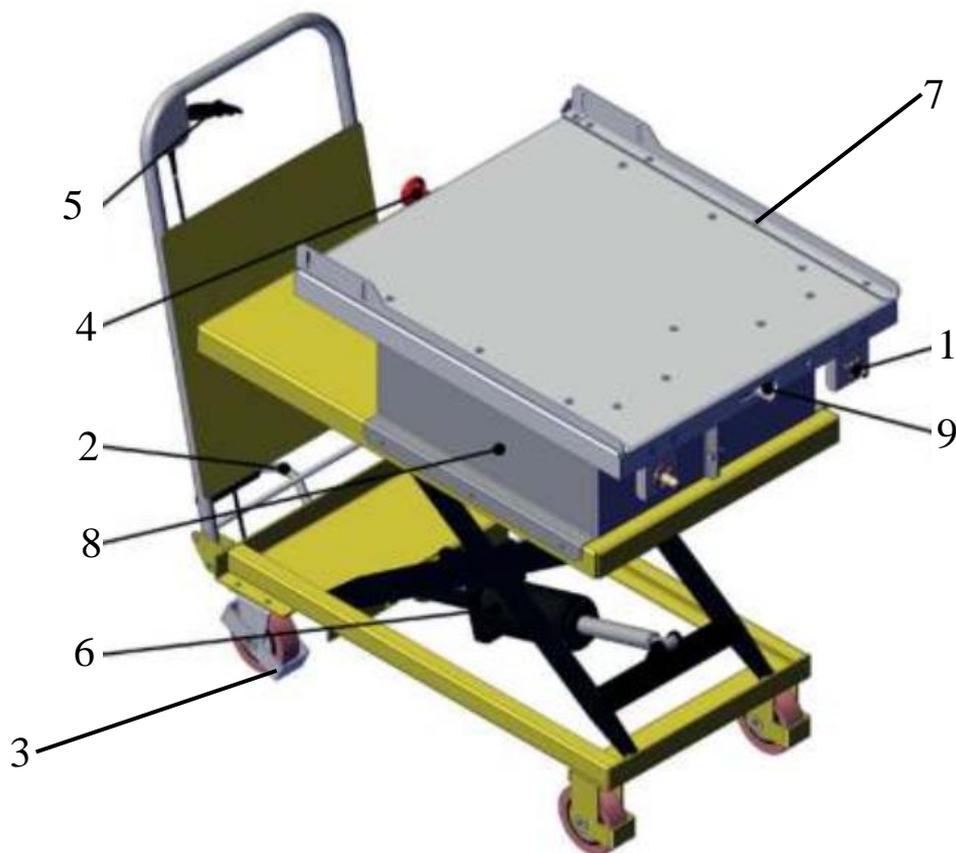
А – подвижная часть; Б – неподвижная часть с червячно-винтовым механизмом;

1 – основание подвижной части; 2 – планка блокировки винта привода тележки аппаратной; 3 – блок-контакты; 4 – гайка упорного винта; 5 – винт; 6 – блокировка оперирования выключателем; 7 – ручки фиксаторов выкатного элемента; 8 – гнездо для установки рукоятки оперирования выкатным элементом; 9 – колеса; 10 – блокировка перемещения выкатного элемента; 11 – фиксатор (2 шт. с обеих сторон на неподвижной части Б)

Неподвижная часть *Б* содержит механическую блокировку перемещения выкатного элемента *10*, которая препятствует вращению винта механизма привода *5* в случае отсутствия механического воздействия на неё при открытой двери отсека выкатного элемента.

Дверь отсека выкатного элемента может быть открыта только в контрольном положении выкатного элемента. Оперирование силовым выключателем возможно только в рабочем или контрольном положениях выкатного элемента.

Операции установки выкатного элемента в шкаф КРУ и его извлечения должны производиться при помощи сервисной тележки (рис. 8). Сервисная тележка универсальная, имеет регулировку по ширине основания для КРУ шириной 800мм и 1000мм. Для регулировки ширины основания необходимо открутить болтовое соединение основания *7* от сервисной тележки, передвинуть основания *7* до упора и закрутить в имеющиеся отверстия. Тележка имеет винтовые шпильки *1* для фиксации выкатного элемента с помощью фиксаторов, механизм регулировки по высоте *2* и стопоры колес *3*. Сервисная тележка фиксируется к корпусу КРУ с помощью винтового механизма *1* и *4*. Рукоятка *5* предназначена для стравливания давления гидроцилиндра *6*.



**Рис. 8. Сервисная тележка:**

1 – винтовой механизм фиксации; 2 – педаль подъёма гидравлического механизма;  
 3 – стопоры колес; 4 – рукоятка шпильки фиксации сервисной тележки к корпусу КРУ;  
 5 – рукоятка опускания гидравлического механизма; 6 – гидравлический механизм сервисной тележки; 7 – основания; 8 – надстройка сервисной тележки; 9 – направляющий механизм.

#### 1.5.2. Заземлитель РВЗ

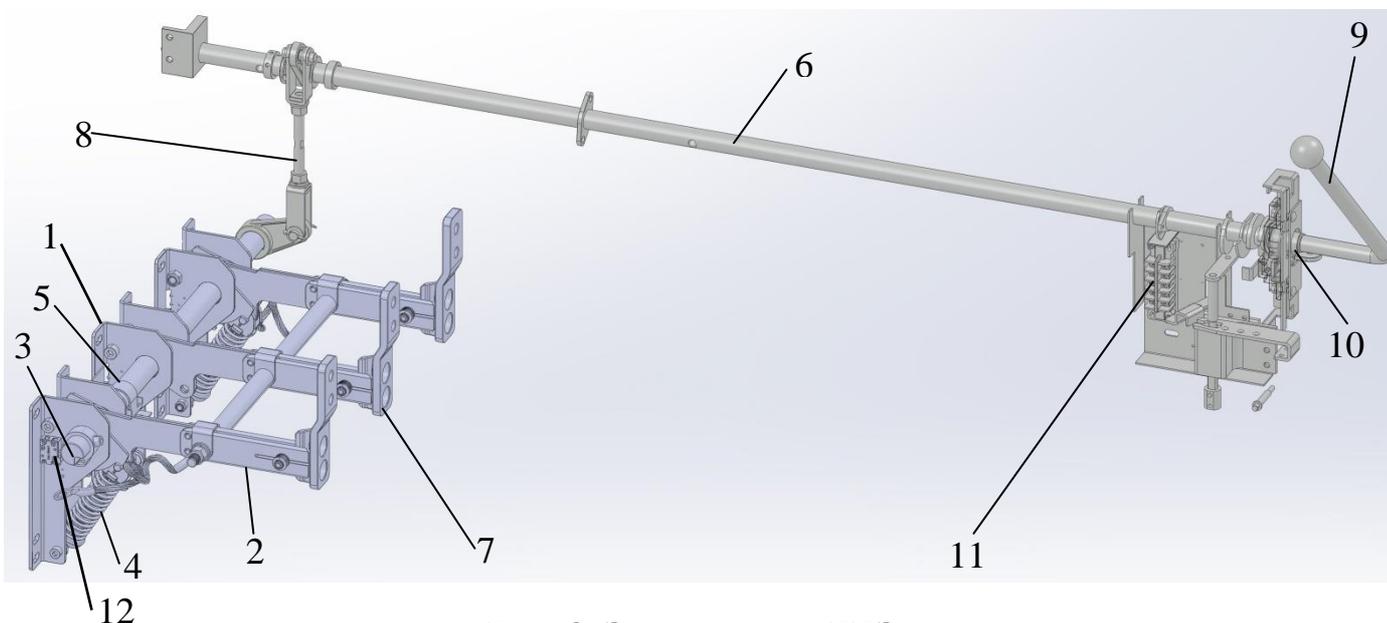
Заземлитель (рис. 9) представляет собой систему из трех подвижных контактов 2, установленных на общем вращающемся валу управления 3, который крепится на трёх опорных основаниях из листового металла 1. Неподвижные контакты 7 устанавливаются непосредственно на токоведущих шинах главной цепи шкафа КРУ.

Подвижные контакты могут занимать два устойчивых положения, соответствующих включенному и отключенному положениям заземлителя. Для визуального контроля положения контактов заземлителя (через смотровое окно двери отсека кабельных присоединений) на валу установлен указатель положения контактов 5.

Механизм привода состоит из вала привода 6, установленного на двух опорных подшипниках, расположенных в правой нижней части отсека выкатного элемента, параллельно боковой стенке. Передача вращательного движения от вала привода на вращающийся вал управления заземлителя производится при помощи рычажной передачи 8.

Оперирование заземлителем осуществляется при помощи рукоятки 9, которая устанавливается в гнездо 10 и поворачивается в требуемом для выполнения операции

направлении. На первой стадии выполнения операции происходит накопление энергии за счет сжатия включающих пружин 4, подвижные контакты при этом остаются на месте (в одном из конечных положений). На второй стадии выполнения операции контакты за счет энергии сжатых включающих пружин переводятся в другое конечное положение со скоростью, не зависящей от действий оператора.

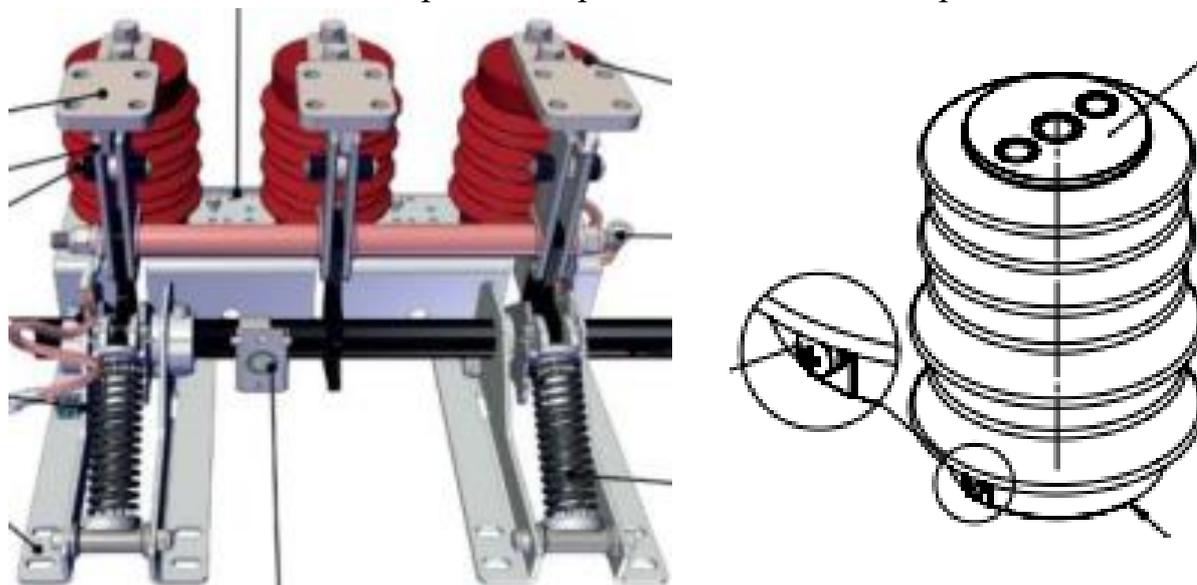


**Рис. 9. Заземлитель РВЗ:**

1 – основание; 2 – подвижные контакты; 3 – вал управления заземлителем; 4 – силовая пружина; 5 – указатель положения контактов; 6 – вал привода; 7 – неподвижные контакты; 8 – рычажная передача; 9 – рукоятка оперирования; 10 – гнездо для рукоятки оперирования; 11 – блок-контакты привода заземлителя; 12 – блок контакты заземлителя.

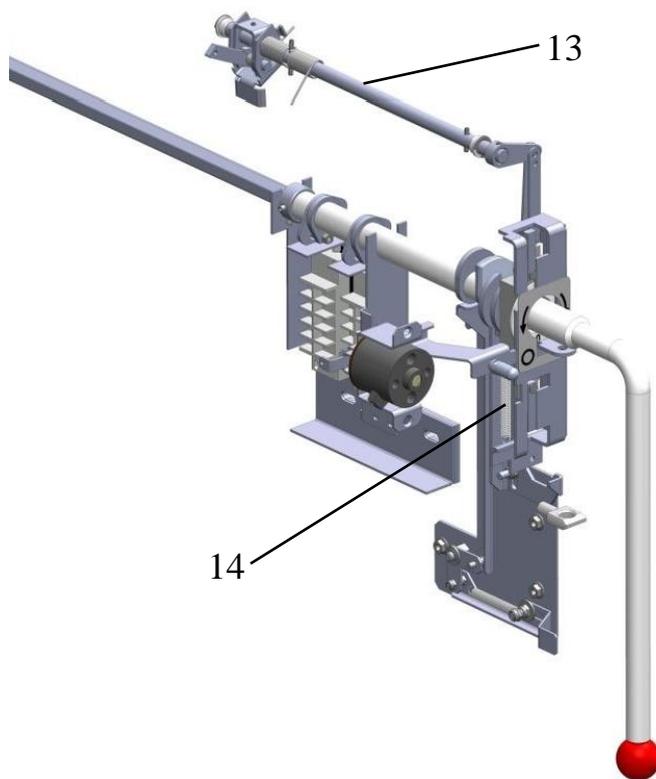
Входящие в состав привода заземлителя блок-контакты 11 предназначены для вторичных цепей управления и сигнализации. Блок контакты 12 выполняют ту же функцию, определять положение заземлителя главной цепи.

Привод заземлителя оборудован электромагнитной блокировкой 15 с ручной тягой и механической блокировкой выкатного элемента и заземлителя 13, а так же механизмом механической блокировки двери отсека кабельных присоединений 14.



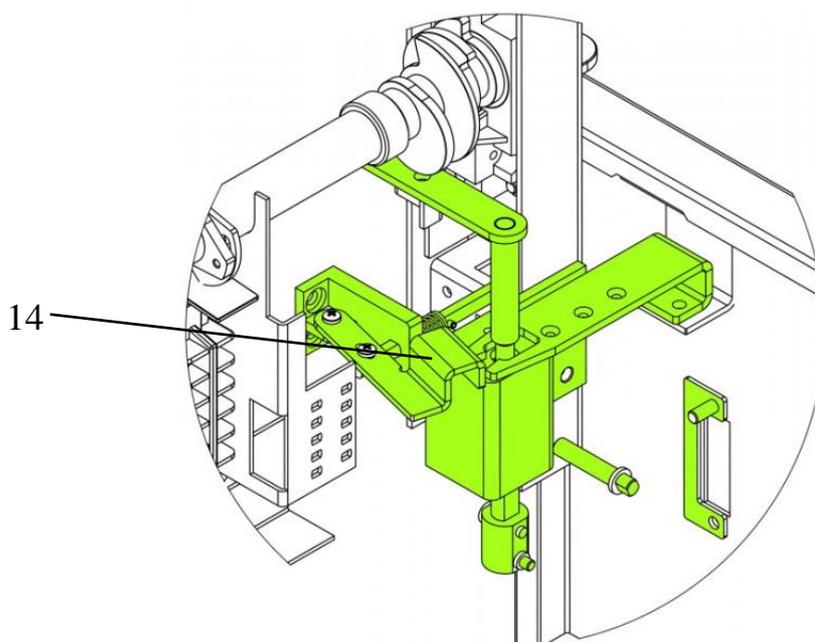
**Рис. 10. Заземлитель РВЗ с опорными изоляторами**

Заземлитель РВЗ может быть с опорными изоляторами, как на рисунке 10. Опорные изоляторы в свою очередь могут быть с емкостными делителями для индикации напряжения 20 кВ.



**Рис. 10.1 Привод заземлителя РВЗ:**

13 – механическая блокировка выкатного элемента от заземлителя; 14 – механическая блокировка двери отсека кабельных присоединений от заземлителя.



**Рис. 10.2 Механическая блокировка (14) двери отсека кабельных присоединений**



**Рис. 10.3 Электромагнитная блокировка (15) привода заземлителя**

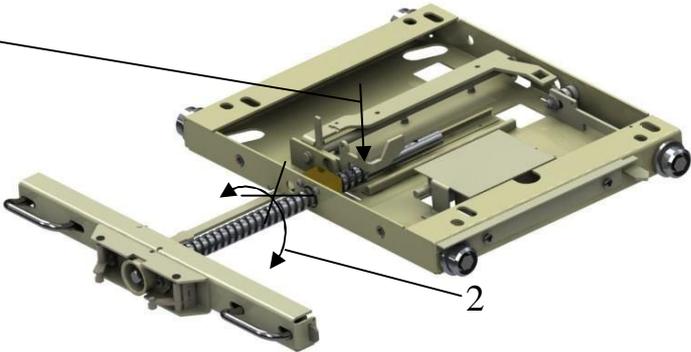
### 1.5.3. Механизмы блокировок

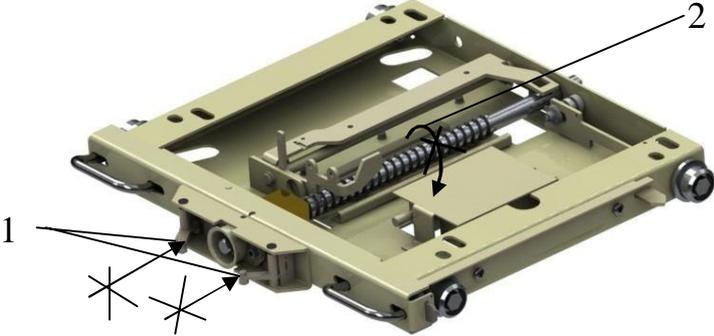
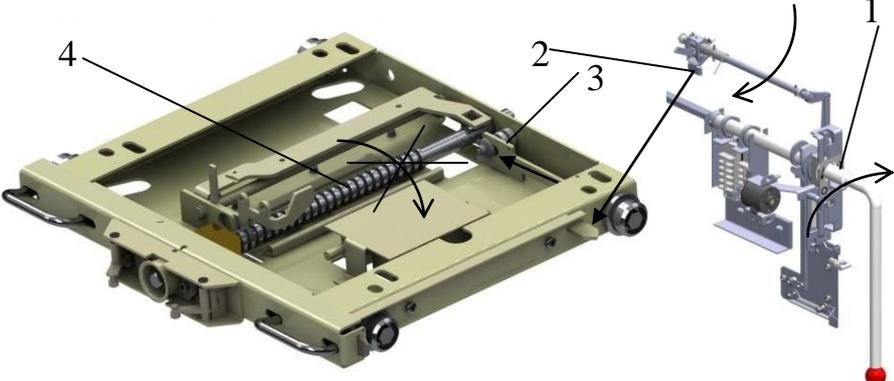
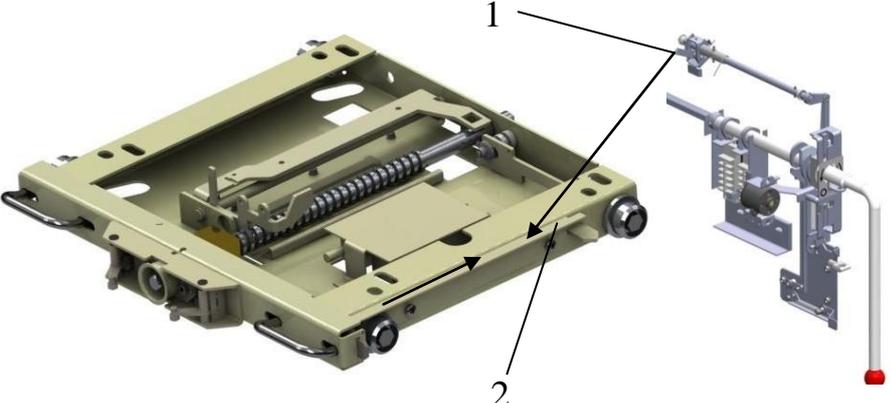
В шкафах КРУ предусмотрена система блокировок согласно требованиям по безопасности, установленным ПУЭ, ПТЭ и ГОСТ 12.2.007.4.

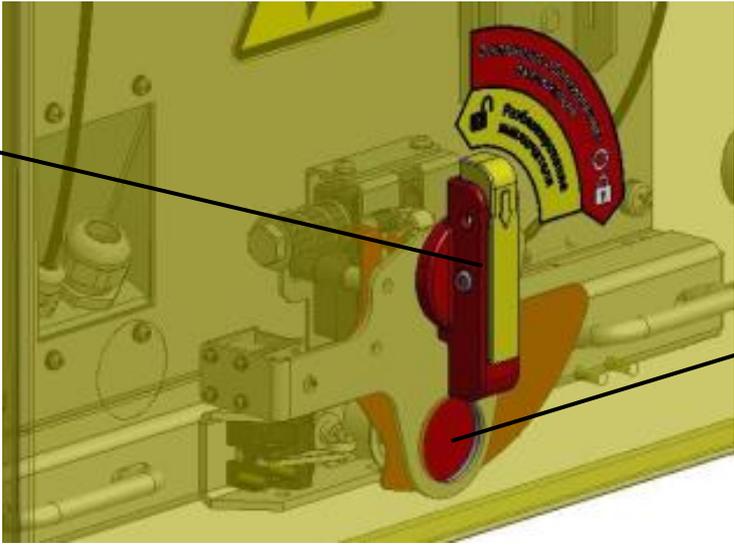
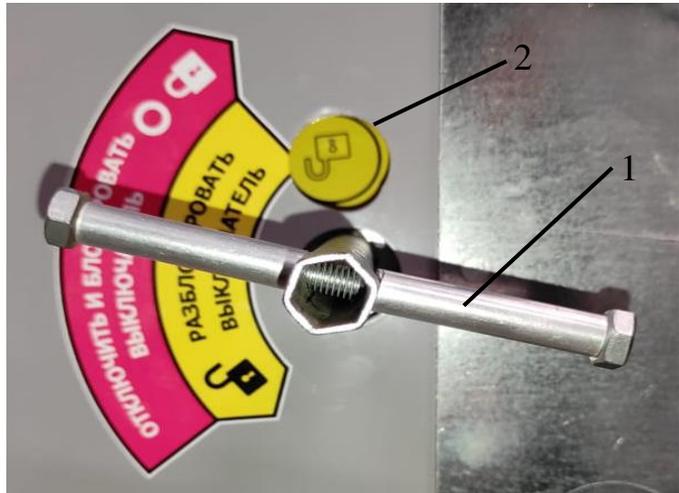
В шкафах КРУ применяются блокировки четырех типов: механические, электромагнитные (с использованием электромагнитных катушек МСВ-101), электрические и замковые. Перечень блокировок и их характеристики указаны в таблице 4.

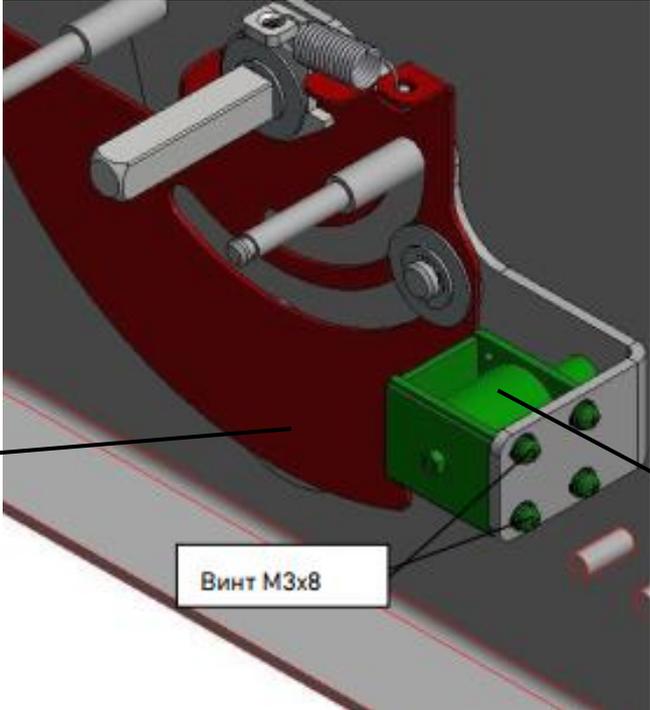
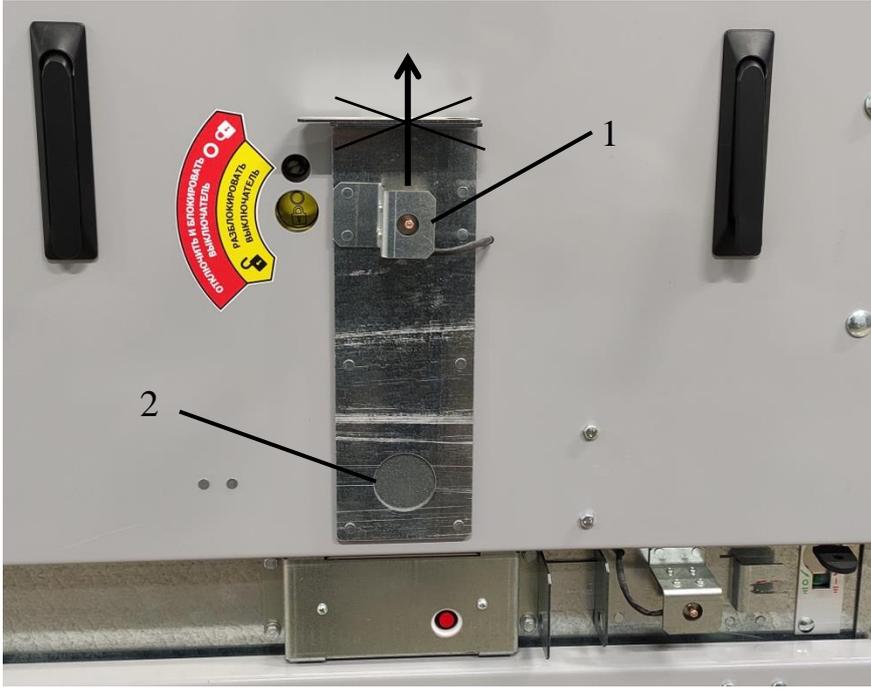
**Категорически запрещается производить попытки оперирования заземлителем приоткрытой двери отсека кабельных присоединений**

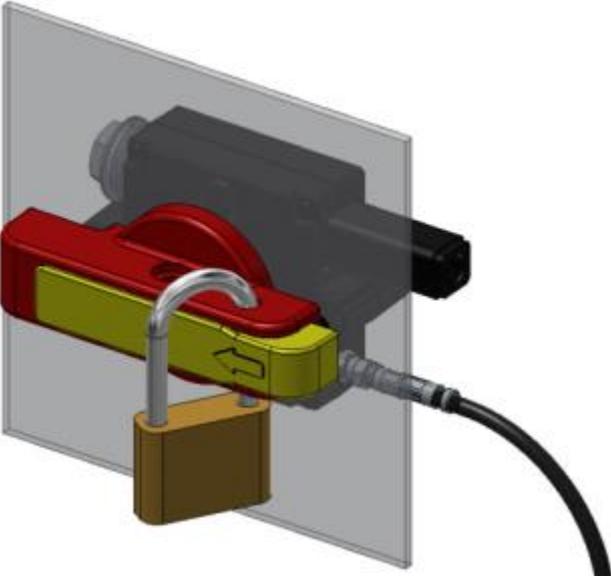
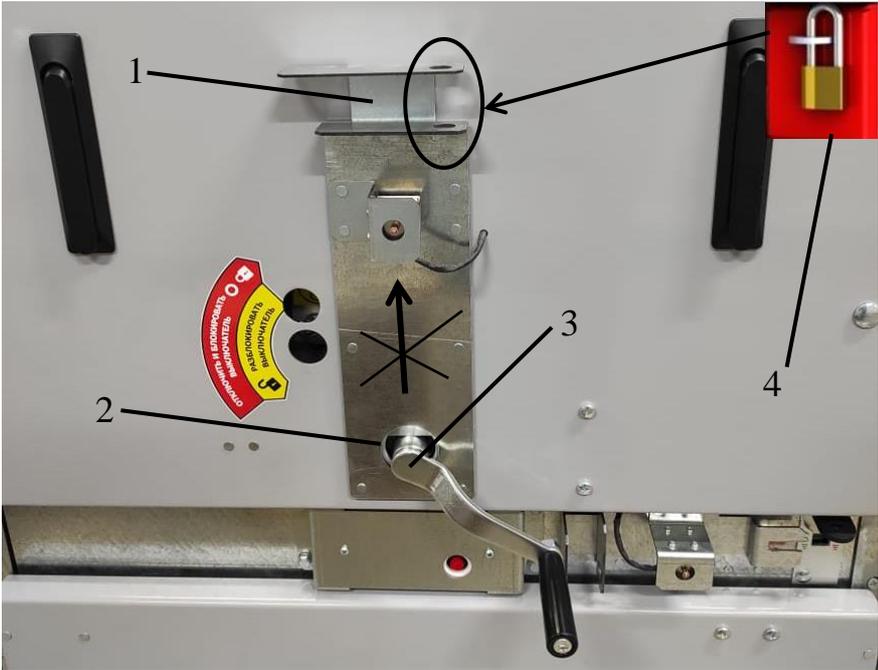
Таблица 4

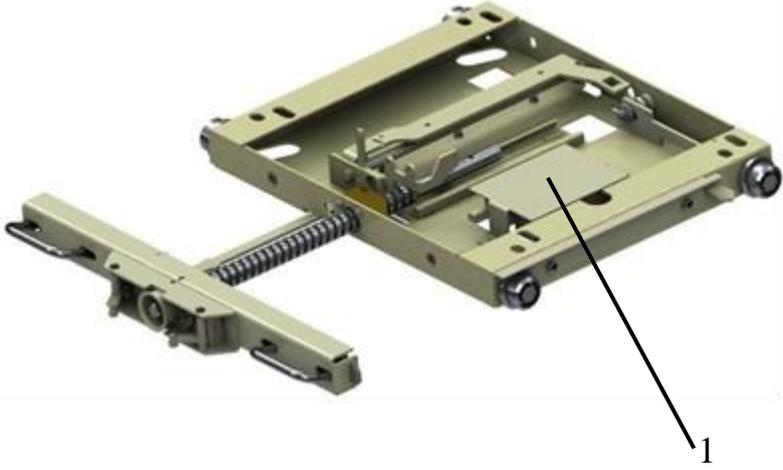
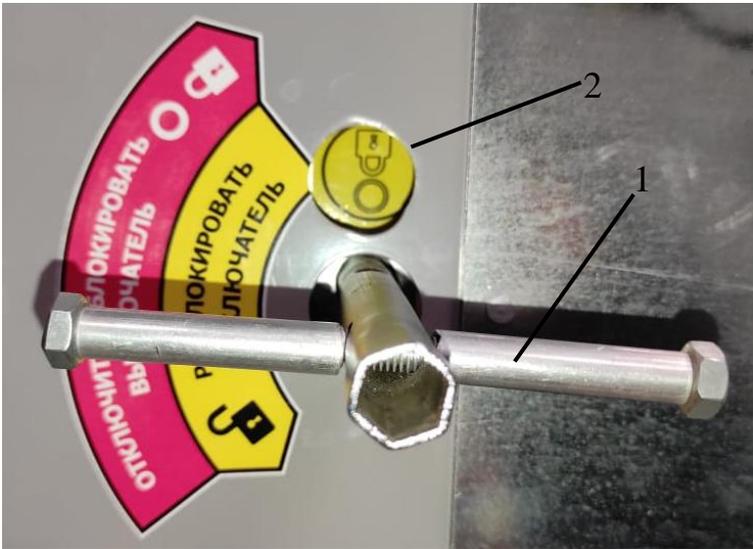
№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
1	<p><b>Блокировка перемещения тележки аппаратной из рабочего или контрольного положения при включенном силовом выключателе. При наличии воздействия 1 от привода выключателя во включенном положении блокируется вращение винта 2.</b></p> 	Механическая	Выкатной элемент

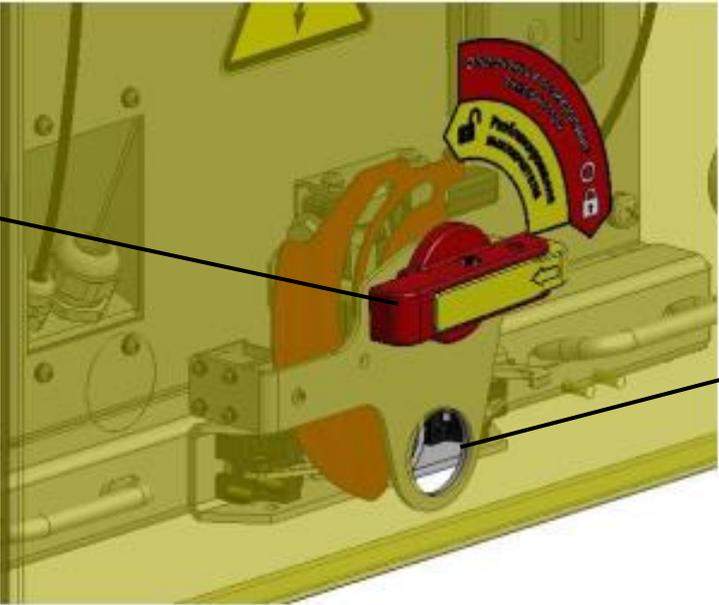
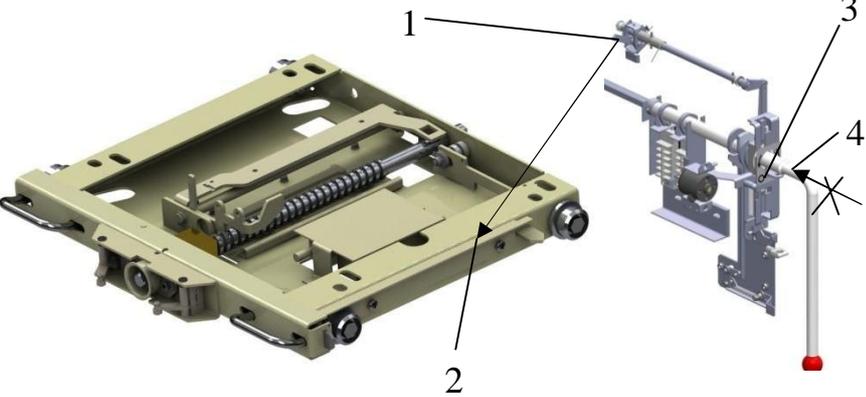
№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
2	<p>Блокировка перемещения тележки аппаратной из контрольного положения в рабочее при открытой двери отсека выкатного элемента. При отсутствии воздействия 1 блокируется установка рукоятки оперирования выкатным элементом в гнездо и, соответственно, вращение винта 2</p> 	Механическая	Выкатной элемент
3	<p>Блокировка перемещения тележки аппаратной из контрольного положения в рабочее при включенном заземлителе. При включении заземлителя 1 происходит поворот механизма 2, который воздействует на планку 3. Планка при перемещении блокирует вращение винта 4</p> 	Механическая	Выкатной элемент
4	<p>Блокировка перемещения тележки аппаратной из контрольного положения в рабочее при включенном заземлителе. При включенном заземлителе перемещение тележки упрётся направляющей 2 в выдвинутую планку 1. Движение аппаратной тележки прекратится.</p> 	Механическая	Выкатной элемент

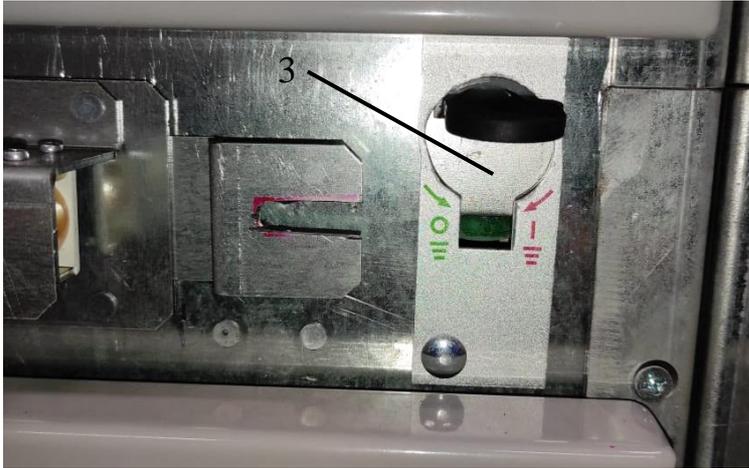
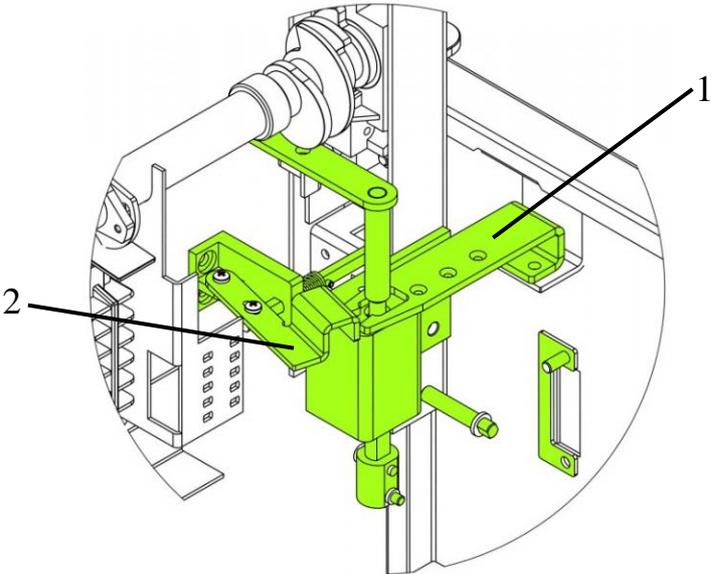
№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
5	<p><b>Блокировка перемещения тележки аппаратной из контрольного положения в рабочее при отключенной блокировке вакуумного выключателя ISM25_Shell_2.</b></p> <p>В контрольном или рабочем положении аппаратной тележки, при повороте ручки блокиратора 1 против часовой стрелке на 90° окошко 2 доступа к перемещению КВЭ будет закрыто. Ручка блокиратора фиксируется в вертикальном положении. В этом положении, движение аппаратной тележки, будет заблокировано механической блокировкой вакуумного выключателя. Но возможно управление вакуумным выключателем.</p>  <p><b>Блокировка перемещения тележки аппаратной из контрольного положения в рабочее при отключенной блокировке вакуумного выключателя ISM25_LD_1.</b></p> <p>В контрольном или рабочем положении аппаратной тележки, при повороте ключа 1 против часовой стрелке на 90° в окошке 2 появится индикация «открытый замок». В этом положении, движение аппаратной тележки, будет заблокировано механической блокировкой вакуумного выключателя. Но возможно управление вакуумным выключателем.</p> 	Механическая	Выкатной элемент

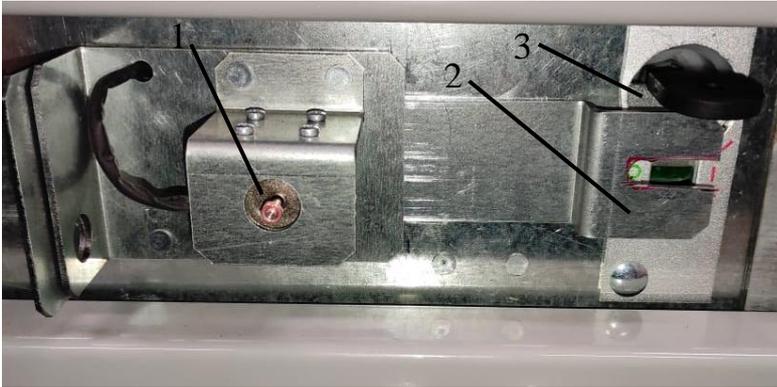
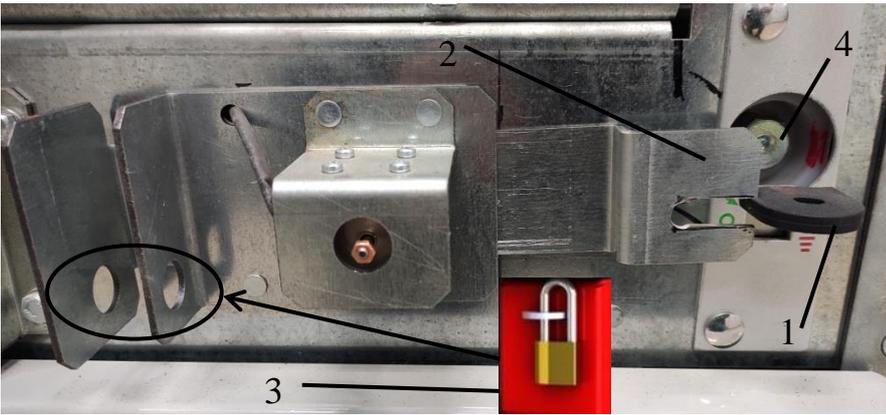
№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
6	<p>Блокировка перемещения тележки аппаратной с вакуумным выключателем ISM25_Shell_2 при отсутствии управляющего напряжения на выводах электромагнитной катушки. При отсутствии управляющего напряжения <math>U</math> на электромагнитной блокировке 1 открывание шторки гнезда 2 для рукоятки оперирования выкатным элементом блокируется.</p> 	Электромагнитная	Выкатной элемент
6	<p>Блокировка перемещения тележки аппаратной с вакуумным выключателем ISM25_LD_1 при отсутствии управляющего напряжения на выводах электромагнитной катушки. При отсутствии управляющего напряжения <math>U</math> на электромагнитной блокировке 1 открывание шторки гнезда 2 для рукоятки оперирования выкатным элементом блокируется.</p> 	Электромагнитная	Выкатной элемент

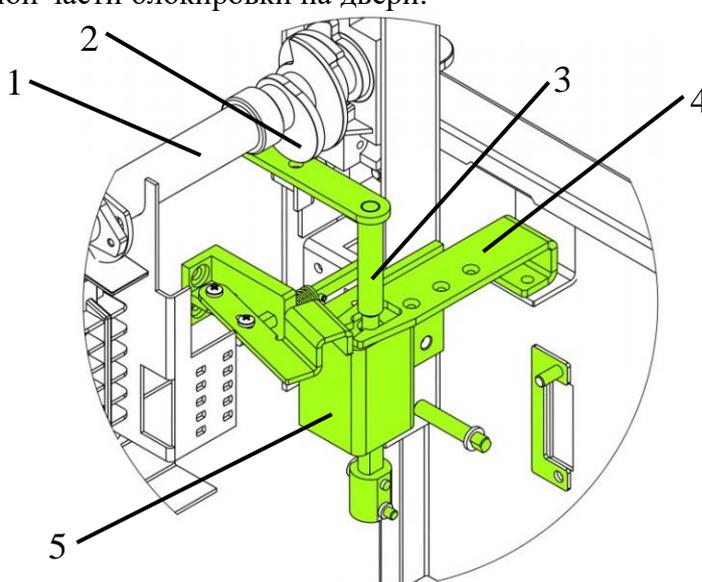
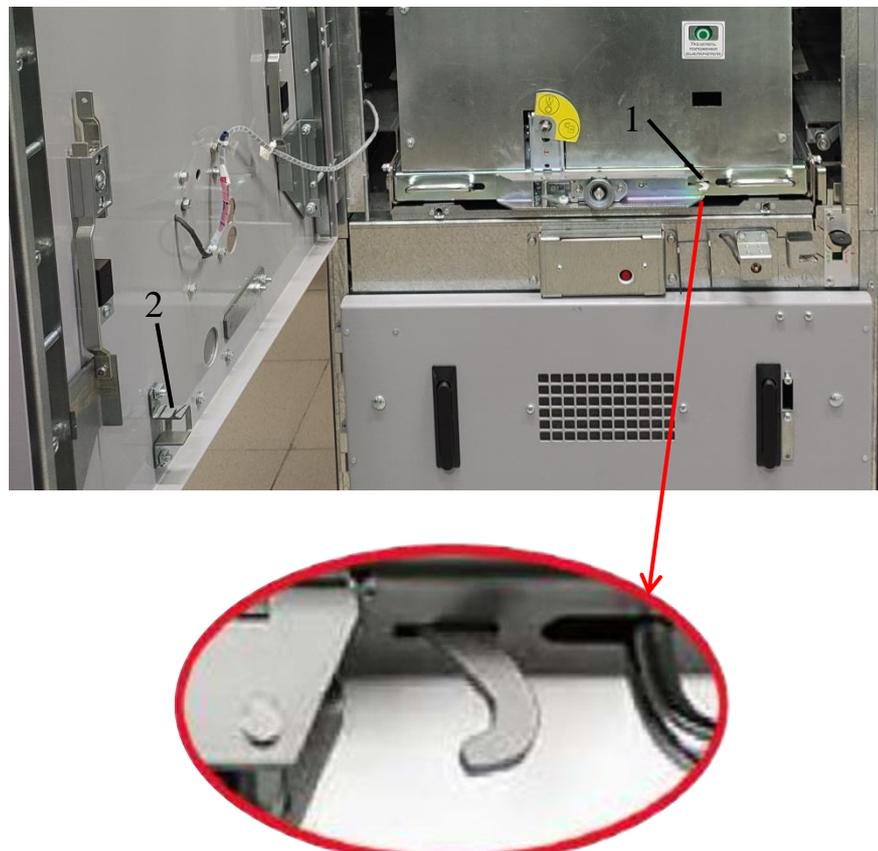
№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
7	<p><b>Блокировка перемещения тележки аппаратной с вакуумным выключателем ISM25_Shell_2 навесным замком.</b> При необходимости блокируется открывание шторки гнезда для рукоятки оперирования выкатным элементом, посредством установки навесного замка.</p> <p>В состоянии «Отключено и Заблокировано» поворотные рукоятки блокираторов могут быть заперты на механический замок.</p> <p>Диаметр дужки замка должен быть не более 6 мм, длина прямого участка дужки не менее 30 мм.</p> <p>Для поворота рукоятки блокиратора, после снятия замка, рукоятку блокиратора необходимо вернуть в исходное положение «Разблокировано» нажатием кнопки желтого цвета на корпусе блокиратора, в направлении указанном стрелкой.</p> 	Замковая	Выкатной элемент
7	<p><b>Блокировка перемещения тележки аппаратной с вакуумным выключателем ISM25_LD_1 навесным замком.</b></p> <p>При необходимости блокируется открывание шторки 1 гнезда 2 для рукоятки оперирования выкатным элементом 3, посредством установки навесного замка 4.</p> 		

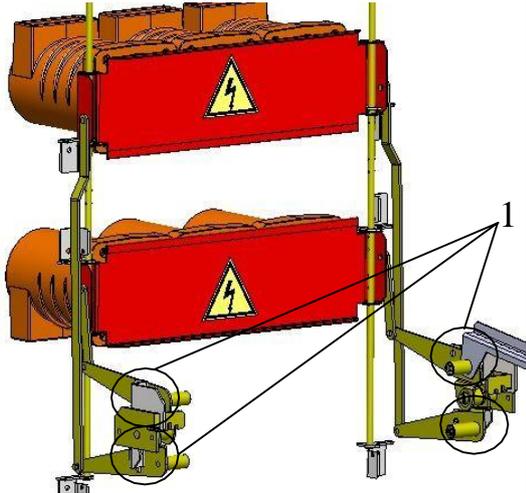
№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
8	<p><b>Блокировка оперирования силовым выключателем.</b> При нахождении выкатного элемента вне контрольного или рабочего положений, блок-контакты положения тележки аппаратной / разомкнуты и тем самым разрывают цепь включения силового выключателя.</p> 	Электрическая	Силовой выключатель
9	<p><b>Блокировка оперирования вакуумным выключателем ISM25_LD_1 при нахождении выкатного элемента в контрольном или рабочем положениях.</b> При повороте ключа / по часовой стрелке на 90° в окошке 2 появится индикация «закрытый замок». В этом положении аппаратная тележка может перемещаться в контрольное или рабочее положение. Для выключателя Таврида Электрик TER_ISM25_LD_1 будет работать механическая блокировка, а TER_ISM25_Shell_2 электрическая. При появлении управляющего сигнала включения на блоке управления выключателя LD_1 произойдет блокирование процесса включения коммутационного модуля механизмом блокировки и на блоке управления CM_16 будет мигать светодиодный индикатор «Неисправность». В случае с выключателем Shell_2, на блоке управления CM_16 сразу будет мигать светодиодный индикатор «Неисправность» и процесс включения коммутационного модуля не начнется.</p> 	Электрическая и Механическая	Силовой выключатель

№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
9	<p><b>Блокировка оперирования вакуумным выключателем ISM25_Shell_2 при нахождении выкатного элемента в контрольном или рабочем положениях.</b> При повороте рукоятки блокиратора 1 по часовой стрелке на 90° окошко 2 гнезда рукоятки управления выкатным элементом откроется. В этом положении аппаратная тележка может перемещаться в контрольное или рабочее положение. Для выключателя Таврида Электрик TER_ISM25_LD_1 будет работать механическая блокировка, а TER_ISM25_Shell_2 электрическая. При появлении управляющего сигнала включения на блоке управления выключателя LD_1 произойдёт блокирование процесса включения коммутационного модуля механизмом блокировки и на блоке управления CM_16 будет мигать светодиодный индикатор «Неисправность». В случае с выключателем Shell_2, на блоке управления CM_16 сразу будет мигать светодиодный индикатор «Неисправность» и процесс включения коммутационного модуля не начнётся.</p> 	Электрическая и Механическая	Силовой выключатель
10	<p><b>Блокировка включения заземлителя при нахождении выкатного элемента вне контрольного положения (в рабочем или промежуточном положении).</b> Планка 1 упирается в направляющую 2 и блокирует опускание шторки 3 для установки рукоятки оперирования заземлителем 4.</p> 	Механическая	Заземлитель

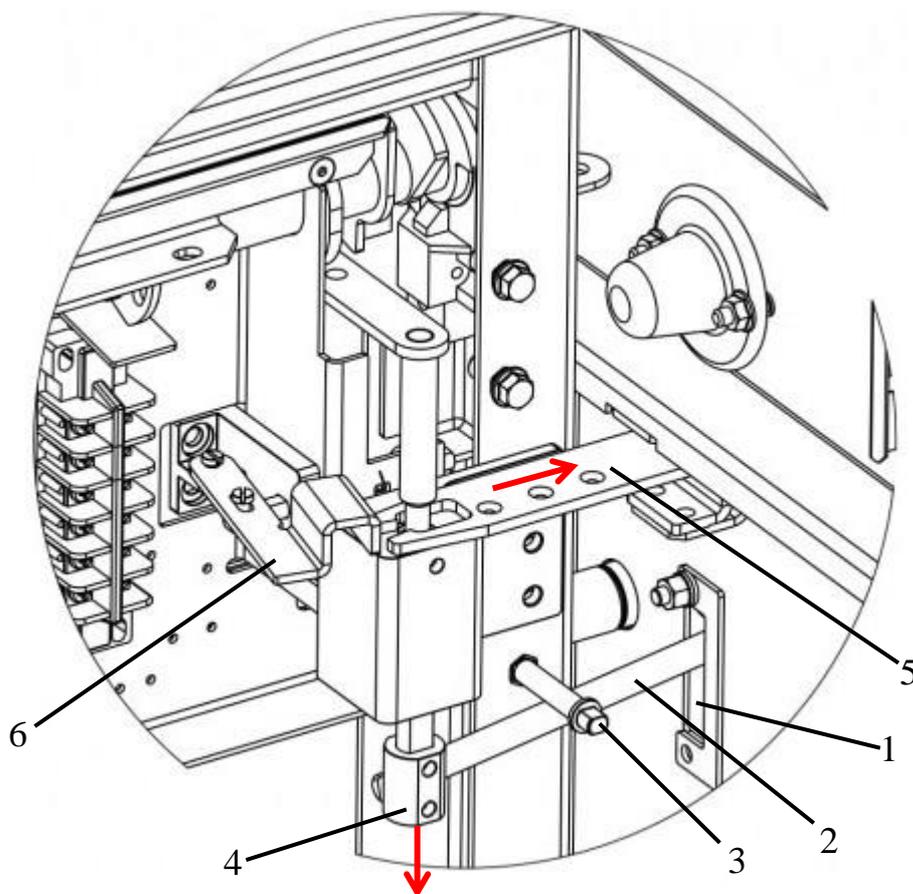
№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
11	<p>Блокировка включения заземлителя при открытой двери отсека кабельных присоединений. Вилка 1 упирается в тягу-качалку 2 и разблокирует опускание шторки 3 для установки рукоятки оперирования заземлителем. При открытой двери отсека кабельных присоединений вилка 1 не упирается в тягу-качалку 2 и опускание шторки 3, для установки рукоятки оперирования заземлителем, остаётся заблокировано.</p>  	Механическая	Заземлитель

№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
12	<p><b>Блокировка оперирования заземлителем при отсутствии управляющего напряжения на выводах электромагнитной катушки.</b></p> <p>При отсутствии напряжения питания <math>U</math> электромагнитная катушка 1 блокирует перемещение шторки 2, которая закрывает доступ к открытию шторки гнезда привода заземлителя 3.</p> 	Электромагнитная	Заземлитель
13	<p><b>Блокировка оперирования заземлителя навесным замком.</b></p> <p>Шторка гнезда оперирования заземлителя 1 закрывается шторкой электромагнитной блокировки 2. В свою очередь шторка электромагнитной блокировки 2 может фиксироваться навесным замком 3 для перекрытия доступа к гнезду установки рукоятки оперирования заземлителем 4. При включенном положении заземлителя есть возможность задвинуть шторку электромагнитной блокировки 2, тем самым перекрыть доступ к гнезду привода заземлителя 4 и закрыть шторку 2 навесным замком 3.</p> 	Замковая	Заземлитель

№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
14	<p><b>Блокировка открывания двери отсека кабельных присоединений при отключенном заземлителе.</b> При повороте вала привода заземлителя 1 вместе с ним происходят поворот сегмента 2 и через связанную планку опускается шток 3 в прорези вилки 4 за счет пружины 5 и фиксация зацепом 4 ответной части блокировки на двери.</p> 	Механическая	Дверь отсека кабельных присоединений
15	<p><b>Блокировка открывания двери отсека выкатного элемента при нахождении выкатного элемента вне контрольного положения.</b> Крючок зацеп 1 тележки выкатного элемента удерживает дверь отсека выкатного элемента за скобу 2.</p> 	Механическая	Дверь отсека выкатного элемента

№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
16	<p><b>Блокировка шторочного механизма навесным замком.</b>  Места установки замков 1.  Диаметр дужки навесного замка должен быть не более 6 мм.</p> 	Замковая	Шторочный механизм

Доступ в высоковольтный отсек кабельных присоединений заблокирован при отключенном состоянии заземлителя. Тем не менее согласно требованиям правил ораны труда и другим документам энергетических предприятий, регламентирующие последовательность действий при переключениях в электроустановках 6-20 кВ, существует необходимость проверки отсутствия напряжения на токоведущих частях перед соединением с заземлителем.



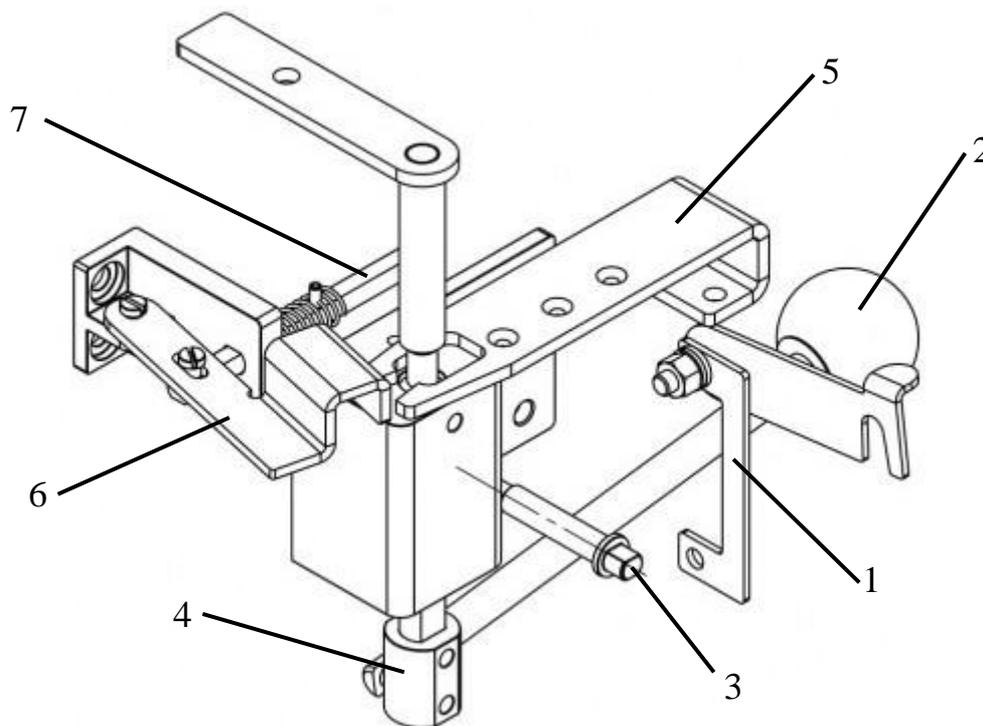
**Рис. 11. Механизм блокировки двери отсека кабельных присоединений:**

- 1 – технологическое окно принудительной деблокировки; 2 – деблокировочный ключ; 3 – шпилька-упор; 4 – тяга; 5 – вилка; 6 – тяга качалка.

Для выполнения этого действия, предварительно нужно открыть дверь отсека кабельных присоединений имеющимися на ней двумя механическими ручками. После открытия двери при помощи ручек, она останется закрыта механизмом блокировки двери отсека кабельных присоединений (Рис. 11.). На двери отсека кабельных присоединений, предусмотрено технологическое окно принудительной деблокировки 1. В это технологическое окно помещается деблокировочный ключ 2, под шпильку 3 и вставляется в отверстие тяги 4. Для открывания двери необходимо воздействовать на ручку деблокировочного ключа 2 вертикально в вверх, при этом он как рычаг используя в качестве упора шпильку 3, тянет вниз тягу 4. В результате чего тяга 4 освобождает вилку 5, закреплённую на двери отсека кабельных присоединений. В дальнейшем не отпуская ключ 2, можно открыть дверь отсека кабельных присоединений.

Что бы произвести закрытие двери отсека кабельных присоединений, нужно будет повторить те же действия.

**Принудительное открывание двери отсека кабельных присоединений следует производить только в условиях необходимости проверки отсутствия напряжения 20 кВ!**



**Рис. 11.1. Механизм блокировки двери отсека кабельных присоединений (поясняющий чертёж):**

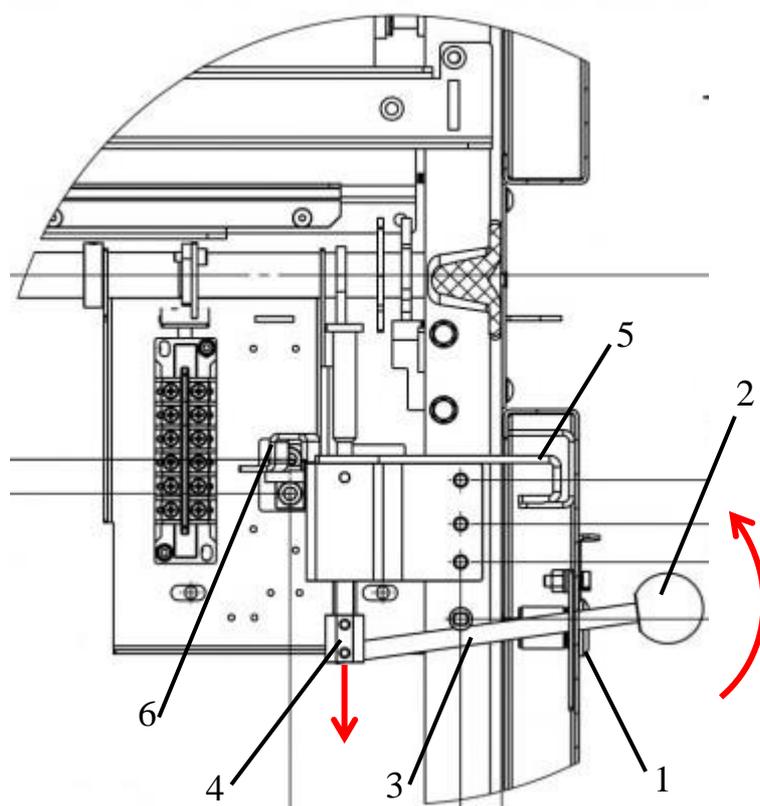
1 – технологическое окно принудительной деблокировки; 2 – деблокировочный ключ; 3 – шпилька-упор; 4 – тяга; 5 – вилка; 6 – тяга качалка; 7 – планка блокировки шторки доступа к гнезду заземлителя.

После того как дверь отсека кабельных присоединений была открыта, тяга-качалка 6 больше не находится под воздействием вилки 5 и возвращается в своё исходное состояние, тем самым блокируя опускание шторки доступа к гнезду оперирования заземлителем. Поэтому после открытия двери кабельных присоединений и проверки отсутствия напряжения 20 кВ, необходимо будет закрыть дверь отсека кабельных присоединений. Для этого следует закрыть дверь до

момента упора вилки 5 в широкую часть тяги 4, затем вставить деблокировочный ключ 2 в технологическое окно 1 под шпильку упор 3, таким образом что бы ключ попал в отверстие тяги 4. Далее воздействуя на деблокировочный ключ 2 вертикально вверх, опускаем тягу 4 вниз и вилка 5 проходит в узкой части тяги 4, что позволяет закрыть дверь отсека кабельных присоединений до конца. В свою очередь вилка 5 отодвинет тягу-качалку 6, тем самым освободит шторку доступа к гнезду оперирования заземлителем. В конце фиксируем дверь отсека кабельных присоединений двумя ручками дверного механизма.



**Рис. 11.2. Внешний вид деблокировочного ключа принудительного открывания двери отсека кабельных присоединений (2).**



**Рис. 11.3. Механизм блокировки двери отсека кабельных присоединений (поясняющий чертёж, вид сбоку):**

1 – технологическое окно принудительной деблокировки; 2 – деблокировочный ключ;  
3 – шпилька-упор; 4 – тяга; 5 – вилка; 6 – тяга качалка.

**Категорически запрещается перемещение в рабочее положение из контрольного выкатного элемента в отсеке выкатного элемента шкафа КРУ при включенном заземлителе! Это действие приведет к выходу из строя устройства заземлителя РВЗ!**

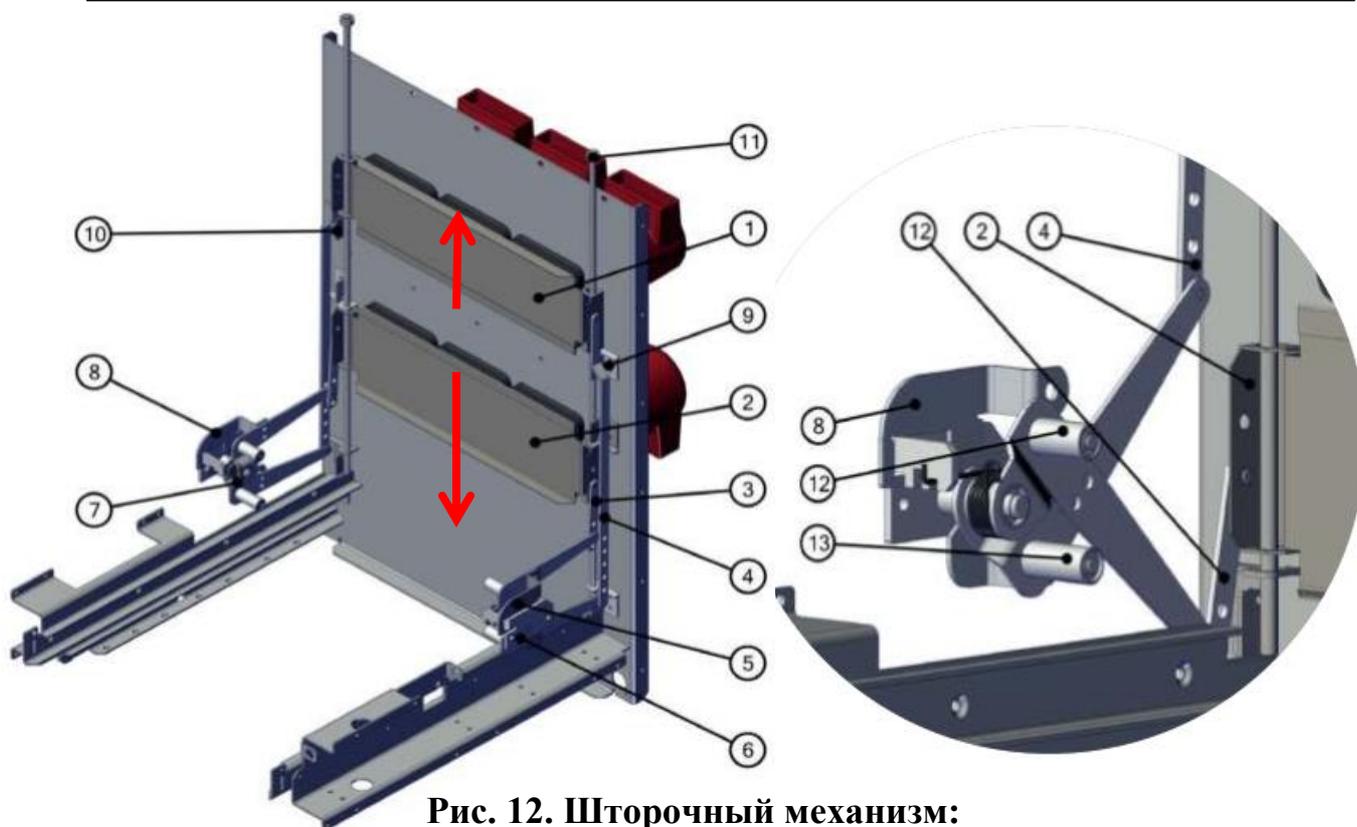
#### 1.5.4. Шторочный механизм

Шторочный механизм (рис. 12) предназначен для защиты персонала от поражения электрическим током при выполнении регламентных работ внутри отсека выкатного элемента без снятия напряжения со сборных шин или ввода.

При отсутствии выкатного элемента в отсеке или нахождении его в контрольном положении шторы *1* и *2* полностью перекрывают отверстия проходных изоляторов, исключая прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Шторы приводятся в действие тягами *3* и *4* посредством рычажного механизма *6* и *7* и двигаются по направляющим вертикально всегда в противоположных направлениях. Направления движения элементов шторочного механизма при открывании шторок показаны стрелками.

Для обеспечения безопасности во время выполнения регламентных работ предусмотрена возможность блокировки шторок в закрытом положении при помощи навесного замка. С этой целью с обеих сторон в деталях конструкции шторочного механизма предусмотрены кронштейны навесного замка *5* и *8* (п. 16 табл. 4), через которые пропускается дужка навесного замка.

**Категорически запрещается установка выкатного элемента в отсек выкатного элемента шкафа КРУ при неснятой блокировке шторочного механизма! Оперирование выкатным элементом при заблокированном шторочном механизме приведет к выходу его из строя!**

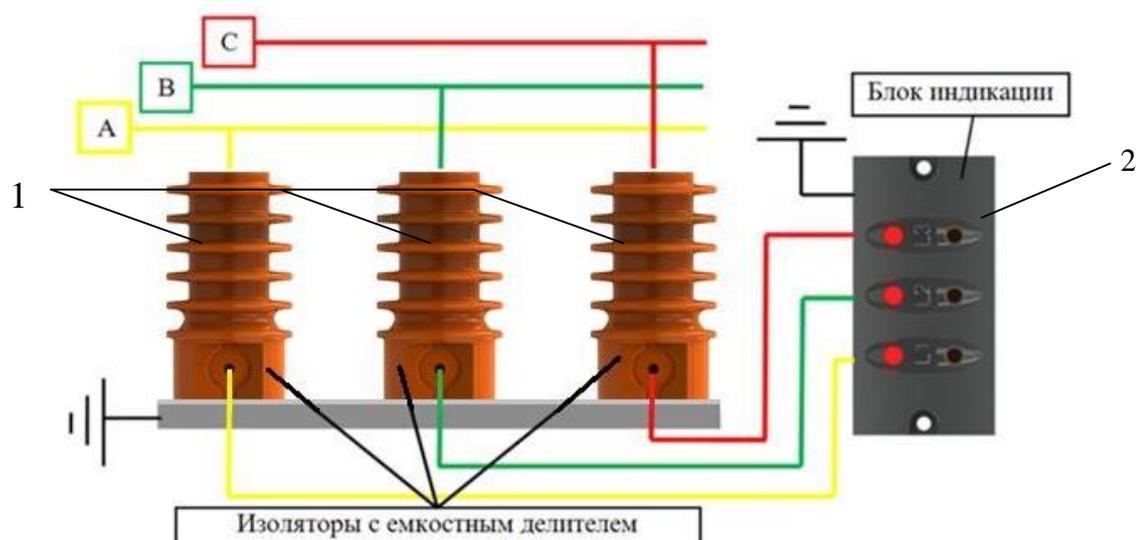


**Рис. 12. Шторочный механизм:**

1 – шторка верхняя; 2 – шторка нижняя; 3 – тяга нижней шторки; 4 – тяга верхней шторки;  
 5 – кронштейн навесного замка правый; 6 – рычажный механизм правый; 7 – рычажный механизм левый; 8 – кронштейн навесного замка левый; 9 – кронштейн ограничитель хода шторки правый; 10 – кронштейн ограничитель хода шторки левый; 11 – ограничитель хода верхней шторки; 12 – ролик рычага верхней шторки; 13 – ролик рычага нижней шторки.

### 1.7.5. Блок индикации напряжения

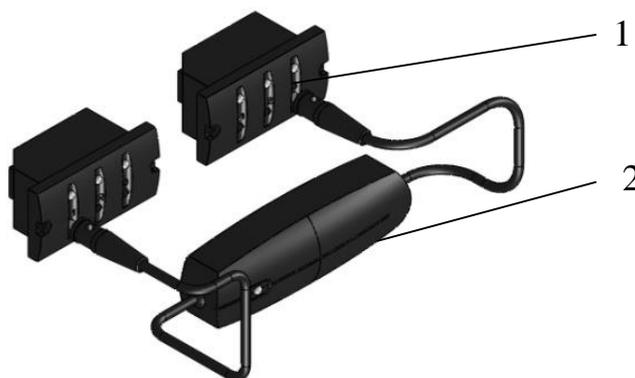
Блок индикации напряжения предназначен для индикации наличия напряжения в каждой фазе главной цепи. Блок индикации напряжения устанавливается на двери релейного отсека (рис. 2 поз. 4, рис. 4). Напряжение на светодиоды блока индикации напряжения поступает от датчиков напряжения, представляющих собой изоляторы с емкостным делителем (рис. 1, поз. 12). Светодиоды блока индикации начинают светиться при напряжении 1600 В в главной токоведущей цепи. При номинальном напряжении главной токоведущей цепи, напряжение на гнездах для подключения устройства фазировки не превышает 8 В.



**Рис. 13. Схема соединения блока индикации напряжения:**

1 – опорные изоляторы с емкостным делителем; 2 – блок индикации напряжения.

Схема соединения блока индикации напряжения и емкостных делителей приведена на рис. 13. Блок индикации напряжения устанавливается на двери релейного отсека. Для осуществления проверки правильности фазировки, блок индикации напряжения оборудован гнездами для подключения устройства фазировки (рис. 14). При правильной фазировке светодиод на устройстве не светится.



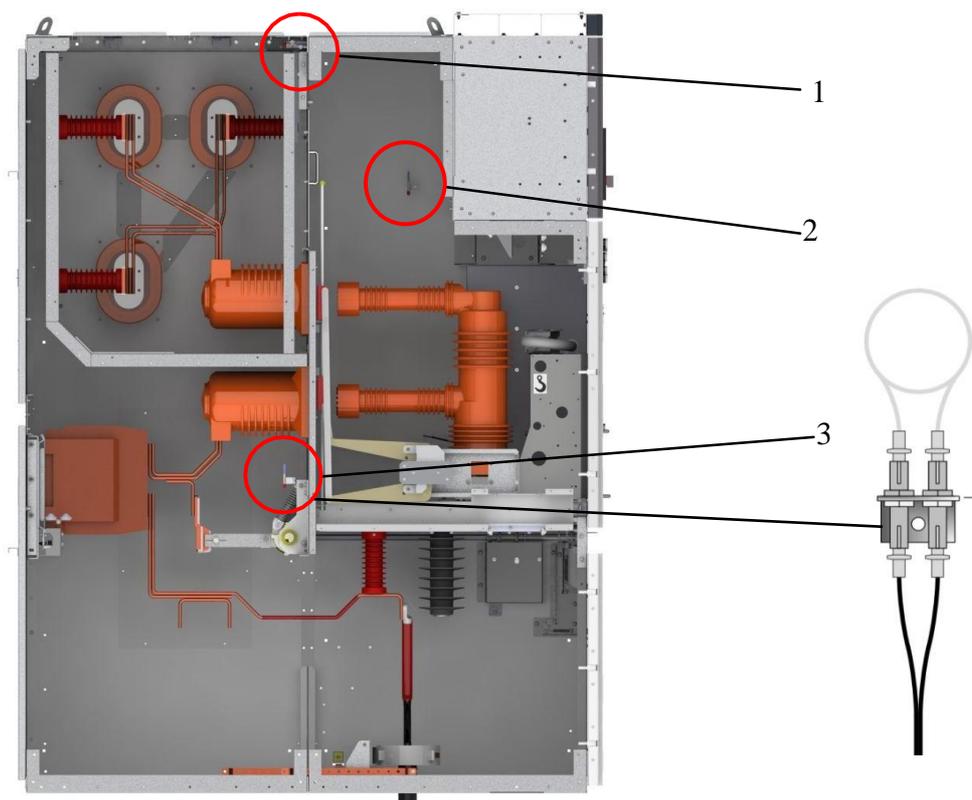
**Рис. 14. Схема соединения блока индикации напряжения:**

1 – блок индикации напряжения; 2 – устройство для фазировки.

### 1.7.6. Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ)

Защита от дуговых замыканий реализована в шкафах КРУ в виде защиты клапанного типа и микропроцессорной защиты с оптоволоконными датчиками.

Опционально шкафы КРУ могут комплектоваться оптоволоконными устройствами дуговой защиты с оптическими датчиками, которые реагируют на световое излучение, создаваемое электрической дугой. Датчики дуговой защиты устанавливаются в каждом отсеке шкафа. Места установки датчиков (рис. 15) выбраны с таким расчетом, чтобы в зоне их видимости оказывался весь объем контролируемого отсека.

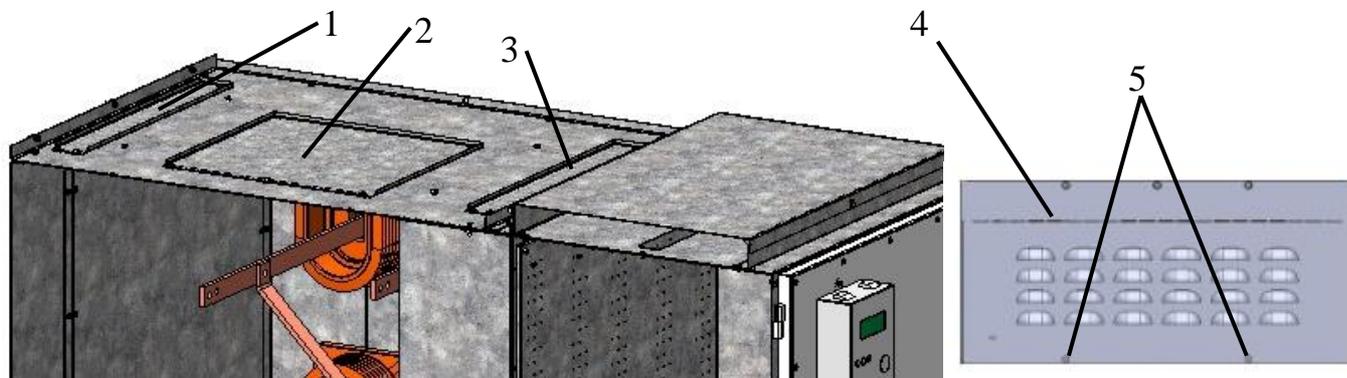


**Рис. 15. Места установки датчиков дуговой защиты в отсеках шкафа КРУ:**

1 – в отсеке сборных шин; 2 – в отсеке выкатного элемента; 3 – в отсеке кабельных присоединений.

Устройство защиты от дуговых замыканий может применяться в схемах защиты от дуговых замыканий как с контролем тока/напряжения, так и без контроля этих параметров, в том числе с прямым подключением на электромагнит отключения (ЭО) выключателей с пружинно-моторным приводом. Дуговая защита с контролем тока/напряжения - более предпочтительный вариант, выполняется с использованием внутренней логики МП РЗА присоединения, когда сигнал срабатывания от устройства защиты от дуговых замыканий предварительно подается на дискретный вход МП РЗА и, если есть пуск защит по току (напряжению), МП РЗА выдает сигнал отключения выключателя без выдержки времени. Описание устройств дуговой защиты и характеристики представлены в документации производителей устройств.

ЗДЗ клапанного типа реагирует на повышение давления воздуха в отсеке. В качестве датчика, реагирующего на повышение давления воздуха, используются специальные разгрузочные клапаны (рис. 16) установленные на крыше шкафа КРУ. Для каждого из отсеков шкафа КРУ предусмотрен отдельный клапан. Чувствительность клапана сброса давления обеспечивает срабатывание дуговой защиты при токе КЗ 1,1 кА.



**Рис. 16. Клапаны сброса давления КРУ:**

1 – клапан сброса давления в отсеке кабельных присоединений; 2 – клапаны сброса давления в отсеке сборных шин; 3 – клапан сброса давления в отсеке выкатного элемента; 4 – просечки (для открывания клапана при превышении давления); 5 –срывные пластиковые болты М6 (по 2 шт. на каждом клапане)



**Рис. 16.1. Клапаны сброса давления КРУ одностороннего обслуживания**

Зона выброса клапанов рассчитана таким образом, чтобы исключить попадание продуктов горения электрической дуги в зону обслуживания шкафа КРУ. Защитой от дуговых замыканий клапанного типа оборудуются все шкафы КРУ. Опционально над клапанами сброса давления могут устанавливаться короба для удержания горячего воздуха и газов возникших в результате появления электрической дуги.

В случае если вариант изготовления ячейки КРУ предусматривает одностороннее обслуживание, то дополнительно клапаны сброса давления от продуктов горения возникших в результате дуговых замыканий, располагаются на задней стенке ячейки КРУ, как показано на рисунке 16.1.

#### 1.7.7. Оборудование главных цепей

Кроме перечисленного выше оборудования, шкафы КРУ в зависимости от функционального назначения могут комплектоваться:

- измерительными трансформаторами тока (с винтовыми соединениями/без винтовых соединений на выводах вторичных обмоток);
- измерительными трансформаторами напряжения;
- трансформаторами собственных нужд;
- трансформаторами тока нулевой последовательности;
- ограничителями перенапряжений.

Каждый из видов оборудования может быть представлен различными производителями. Выбор типа устанавливаемого оборудования определяется требованиями заказчика с учетом возможных конструктивных ограничений и условий эксплуатации. Список применяемого типового оборудования представлен в таблице 5.

Таблица 5

Оборудование	Наименование	Исполнение
Силовой выключатель	1) Вакуумный выключатель 20 кВ производства Таврида Электрик TER_ISM25_LD_1(210_1) 2) Вакуумный выключатель 20 кВ производства Таврида Электрик TER_ISM25_Shell_2(210_H)	Технологически выкатное
Заземлитель	РВЗ-ИС-20/31,5-210	Стационарное
Измерительные трансформаторы тока	ТЛО-20 ТОЛ-НТЗ-20-12А, ТОЛ-НТЗ-20-11А, ТОЛ-НТЗ-20-11АК	На съемной панели
Измерительные трансформаторы напряжения	ЗНОЛП – НТЗ – 20; НАЛИ – НТЗ – 20	Технологически выкатное На съемной панели
Трансформаторы тока нулевой последовательности	ТЗЛК-НТЗ-0,66-205 ТЗЛМ-1; ТДЗЛК	Стационарное
Трансформатор собственных нужд	ТС 40-20	Технологически выкатное
Ограничители перенапряжений (ОПН)	ОПН-П-ЗЭУ-20/24 ОПН П-20/24/10/650 УХЛ2	На съемной панели

### 1.7.8. РЗА и учёт электроэнергии

Устройства РЗА в КРУ осуществляют:

- необходимые виды защит присоединений 20 кВ согласно требованиям ПУЭ;
- индикацию измеряемых величин на встроенном дисплее;
- сохранение информации (энергонезависимая память);
- регистрацию и хранение аварийных параметров;
- установку и изменение уставок защит по локальной сети;
- включение в SCADA-систему для сбора и передачи необходимой

информации, управления коммутационными аппаратами и РЗА распределительного устройства;

- дистанционное управление коммутационным аппаратом по локальным сетям.

В шкафах КРУ используются только цифровые устройства РЗА. Тип устанавливаемого устройства определяется по опросному листу.

Описание устройств РЗА и характеристики представлены в документации производителей устройств (прилагается к каждому шкафу КРУ).

В шкафах КРУ используются счётчики активной и реактивной электроэнергии. Счётчики имеют следующие возможности:

- измерение и учёт реактивной, активной, полной мощностей и энергий;
- возможность включения в SCADA-систему;
- встроенный календарь, часы;
- сохранение информации (энергонезависимая память);
- отображение информации на встроенном жидкокристаллическом дисплее;
- контактный выход при превышении потребления мощности.

Список основного оборудования, которое устанавливается в ячейку КРУ для обеспечения функций релейной защиты, учёта электроэнергии, измерения параметров главной цепи обозначен в таблице 6. По желанию заказчика или по причине выбранного оборудования в конкретном проекте, устройства РЗА, учёта и измерения могут быть выбраны не из списка таблицы 6. Требуемое оборудование указывается в опросном листе и после его согласования передаётся в производство.

Таблица 6

Оборудование	Наименование
Микропроцессорные блоки релейной защиты и автоматики	АГАТ-100, АГАТ-200 производства ООО «Энергомаш-РЗА» ТЕКОН-300 Серия «Сириус – 2Л»; Сириус – ОЗЗ; Сириус – 2 - АЧР; Серия «Орион»: Орион-2; Орион – РТЗ БМРЗ – 100, БМРЗ – 150 БМЦС MiCOM P121;P122; P123; P124; P126; P127; P632 Корпус 40TE; P921; P922; P40 Agile БЭ2502А, ЭКРА-217 ТОР-200, ТОР-300
Дуговая защита	АГАТ-ДУГА производства ООО «Энергомаш-РЗА»; «ОВОД-МД», «ОВОД-Л»; «ОРИОН-ДЗ».

Оборудование	Наименование
Измерительные преобразователи	SATEC PM130E-PLUS-5-50HZ-ACDC ЭНКС-3м, ЭНИП-2, ЭНМВ, ЭНМИ, ЭНКМ-3, ESM АЕТ серия 100, 200, 300, 400
Счётчики электрической энергии	Меркурий-234 СЭТ-4ТМ, ПСЧ-4

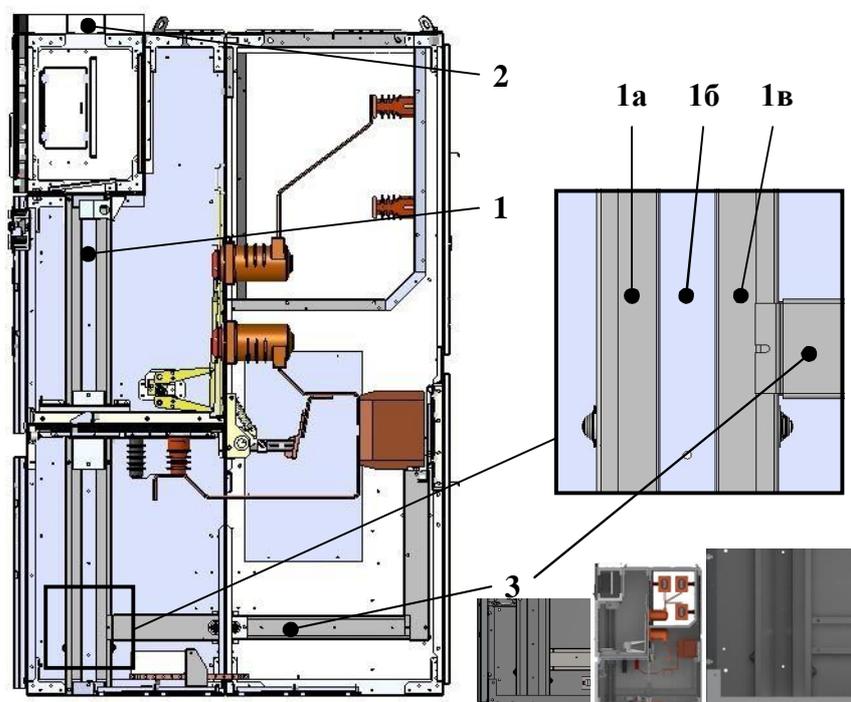
### 1.7.9. Кабельные каналы

Для прокладки жгутов вторичных цепей в шкафах КРУ применяются кабельные каналы (рис. 17). Для ввода жгутов вторичных цепей внутрь модуля вторичных цепей применяются монтажные ленты или универсальные сальники.

Ввод жгутов внешних вторичных цепей может осуществляться:

- кабельный канал 1 снизу шкафа КРУ из кабельного этажа;
- через кабельный канал 2 сверху шкафа КРУ.

Кабельный канал 1 может выполняться одним коробом с перегородками внутри или состоять из трех каналов 1а, 1б, 1в. Разделение короба кабельного канала 1 нужно для отделения жгутов внешних вторичных цепей, в том числе и контрольных кабелей, при прокладке снизу шкафа. В случае ввода контрольных кабелей сверху шкафа, разделение короба кабельного канала 1 не требуется. Все кабельные каналы оборудованы съемными крышками для монтажа вторичных цепей. Крепление крышек с помощью болтов М6 с внешней шестигранной головкой. Демонтаж крышек (кроме крышки кабельного канала 2) – изнутри отсеков.



**Рис. 17. Кабельные каналы для прокладки жгутов вторичных цепей**

1 – кабельный канал для проводников вторичных цепей от оборудования модулей главных цепей и внешних вторичных цепей при прокладке в кабельном этаже; 2 – кабельный канал для жгутов внешних вторичных цепей при прокладке сверху шкафов и от соседних секций; 3 – кабельный канал для жгутов вторичных цепей измерительных трансформаторов тока.

#### 1.7.10. Шкаф КРУ с измерительными трансформаторами напряжения

В шкаф с измерительными трансформаторами напряжения (рис. 18) устанавливается выкатной элемент с тремя измерительными трансформаторами напряжения ЗНОЛП-НТЗ-20 на 20 кВ или один трёхфазный антирезонансный трансформатор напряжения НАЛИ-НТЗ-20 на 20 кВ.

Применение трансформаторов типа НАЛИ-НТЗ позволяет снизить возникновение феррорезонанса при однократных дуговых замыканиях («клевках земли») и отключении металлических замыканий на землю – т.е. при основных видах воздействий, приводящих к возникновению феррорезонанса в сетях с изолированной нейтралью.

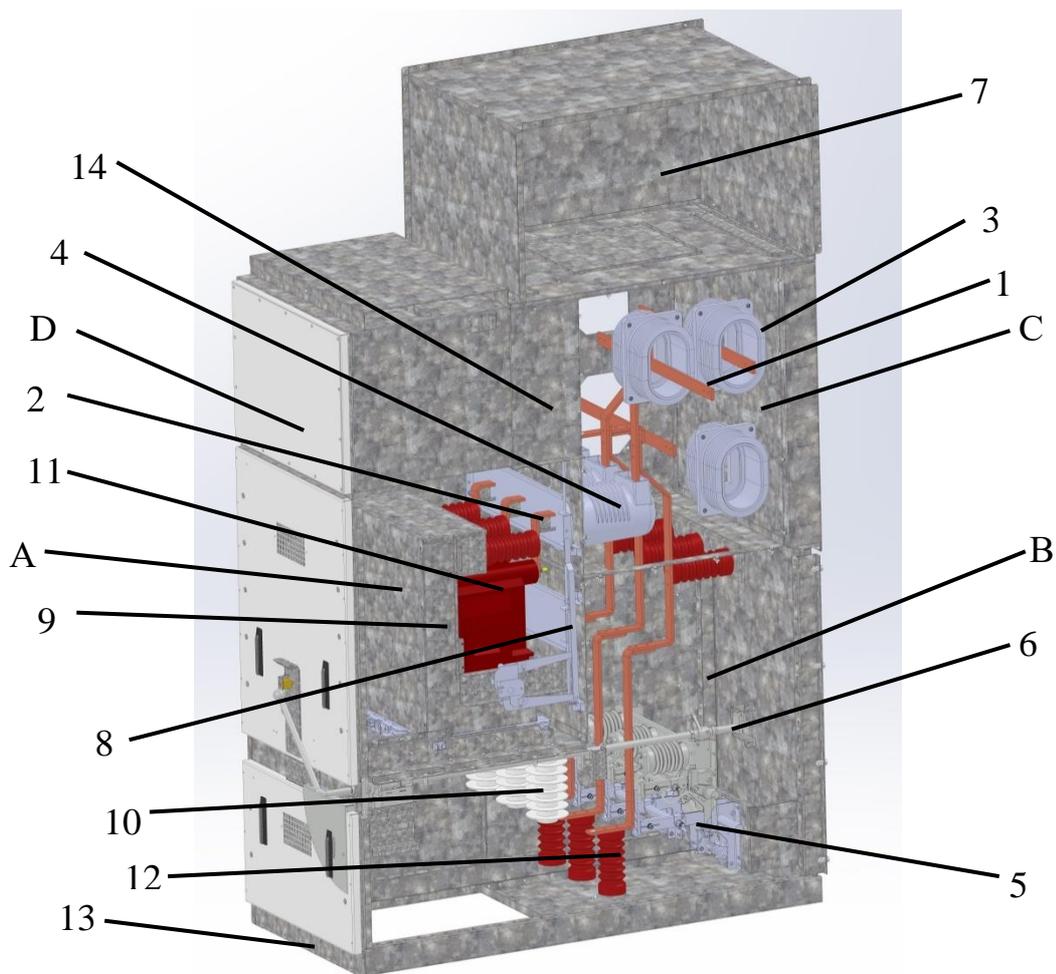
Возникновение неполнофазного режима работы силового трансформатора может приводить к возникновению на повреждённой фазе перенапряжений до  $3,8U_{ф.мах}$ . Для традиционных трансформаторов такой режим является очень опасным, т.к. за счёт насыщения ток в их первичных обмотках в таком режиме может достигать единиц ампер. Трансформаторы типа НАЛИ-НТЗ не подвержены повреждениям в этом режиме благодаря значительно сниженной рабочей индукции трансформатора нулевой последовательности. Конструкция трансформатора нулевой последовательности позволяет выдержать трёхкратное повышение напряжения на первичной обмотке повреждённой фазы.

Корпус шкафа КРУ для ячейки ТН 20 кВ аналогичный корпусу ввода 20 кВ и ОЛ 20 кВ, отличие есть в схеме главной цепи (Приложение 1), точнее заземлителя РВЗ-ИС-20/31,5-210, который включается на сборные шины 20 кВ соответствующей секции шин.

Шкаф КРУ трансформаторов напряжения представляет собой корпус, изготовленный из листовой оцинкованной стали, состоящий из трех модулей, соединенных друг с другом при помощи болтовых соединений:

- Два модуля главных цепей, в состав которых входят отсеки А, В, С;
- Модуль вторичных цепей D.

В исходном положении выкатной элемент находится в контрольном положении. Оперирование выкатным элементом заблокировано электромагнитными и механическими блокировками идентичными по конструкции и функциональному использованию ячейкам КРУ ввода 20 кВ и ОЛ 20 кВ. Схема главной цепи отображается на мнемосхеме, расположенной на двери релейного отсека (рис. 19).

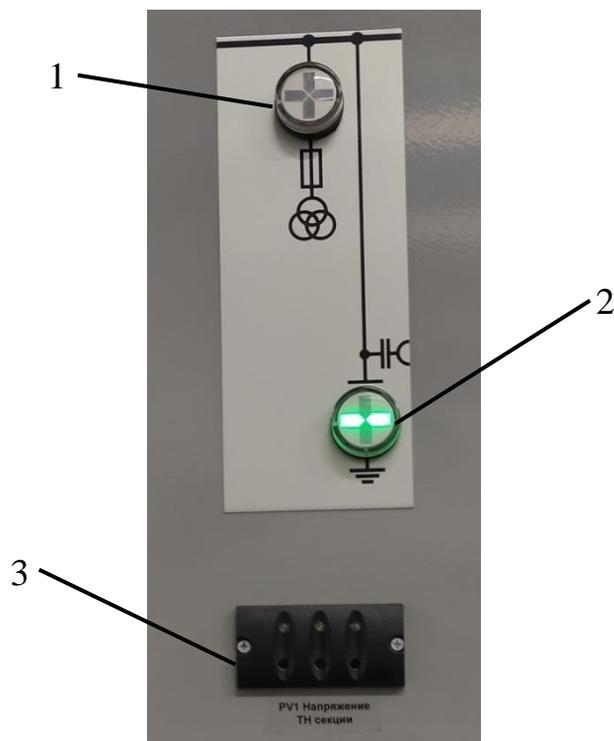


**Рис. 18. Основные функциональные элементы шкафа КРУ ячейки ТН**

1 – сборные шины; 2 – контактная система (показан токоведущий стержень);  
 3 – проходные изоляторы (в отсеке сборных шин); 4 – проходные изоляторы контактной системы; 5 – заземлитель секции шин 20 кВ; 6 – вал заземлителя; 7 – короб ЗДЗ; 8 – шторочный механизм; 9 – выкатной элемент; 10 – ограничители перенапряжений; 11 – трансформатор напряжения; 12 – опорные изоляторы с емкостным делителем; 13 – шина заземления; 14 – перегородки.

Лампа 1 показывает рабочее или контрольное положение выкатной тележки, индикация лампы 2 соответствует положению заземлителя сборных шин 20 кВ, блок индикации напряжения 3 светится тремя своими светодиодами когда есть наличие напряжения на шинах 20 кВ соответствующей секции.

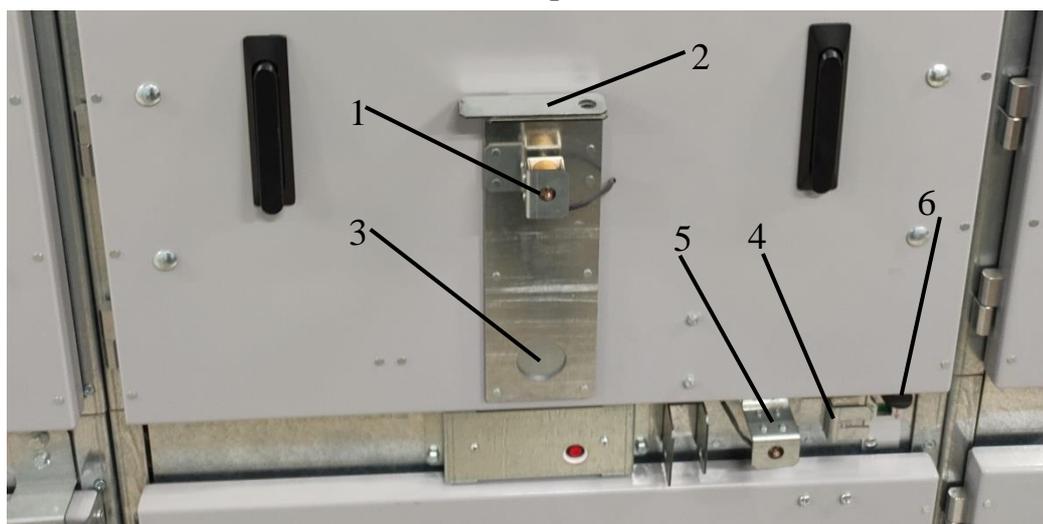
При необходимости перевода выкатного элемента из контрольного в рабочее положение (рис. 20), необходимо чтобы на катушке электромагнитной блокировки 1 было управляющее напряжение, что возможно при выполнении условий схемы электромагнитной блокировки. При выполнении этого условия появляется возможность поднять шторку 2 гнезда 3 для установки рукоятки управления выкатным элементом. Вкат производится вращением рукоятки по часовой стрелке до появления индикации вкоченного положения на мнемосхеме. Перед вкатом тележки обязательно следует убедиться в отключенном состоянии заземлителя.



**Рис. 19. Мнемосхема главной цепи 20 кВ шкафа КРУ измерительных трансформаторов:**

1 – лампа индикации положения рабочей тележки; 2 – лампа индикации положения заземлителя сборных шин 20 кВ; 3 – блок индикации напряжения 20 кВ.

Включение заземлителя секции сборных шин 20 кВ возможно если схема электромагнитной блокировки позволяет произвести оперирование шторкой 4, которое открывает гнездо для установки рукоятки оперирования заземлителем 6. Наличие управляющего напряжения на катушке 5 освобождает движение шторки 4. Установить рукоятку оперирования заземлителем и перевести его во включенное состояние нельзя если выкатной элемент в рабочем положении.



**Рис. 20. Элементы блокировки шкафа КРУ измерительных трансформаторов:**

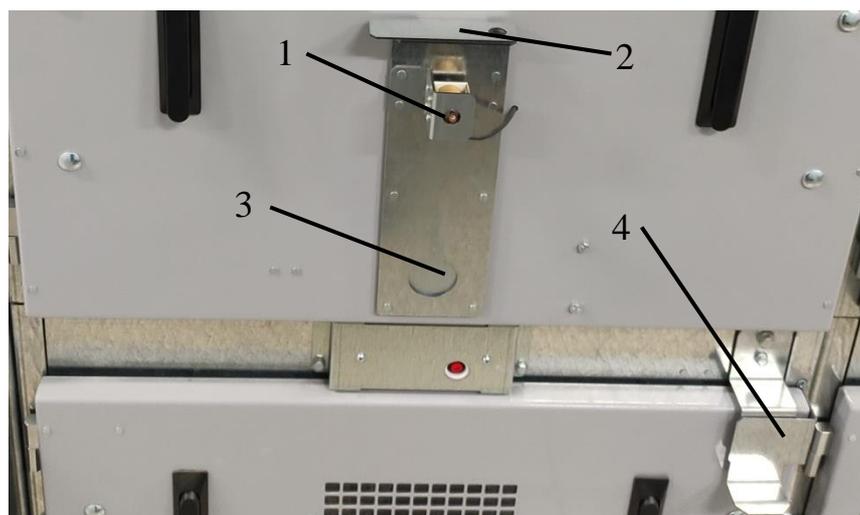
1 – электромагнитная катушка блокировки шторки рабочей тележки; 2 – шторка гнезда рабочей тележки; 3 – гнездо рабочей тележки; 4 – шторка гнезда рукоятки заземлителя; 5 – электромагнитная катушка шторки заземлителя; 6 – гнездо рукоятки заземлителя со шторкой механической блокировки.

В этом положении выкатного элемента нет возможности вставить рукоятку в гнездо б из за шторки механической блокировки заземлителя. После выполнения всех вышеперечисленных условий, при помощи рукоятки управления заземлителем можно его включить вращая эту рукоятку по часовой стрелке и отключить против часовой.

#### 1.7.11. Шкаф КРУ секционного разъединителя 20 кВ и секционного выключателя 20 кВ

Шкаф секционного разъединителя 20 кВ (рис. 23) так же как и предыдущие шкафы КРУ имеет выкатной элемент, оснащённый только соединительными шинами.

Корпус шкафа КРУ для ячейки СР 20 кВ аналогичный корпусу ввода ОЛ 20 кВ, отличие есть в схеме главной цепи (Приложение 1). Функционально шкаф КРУ СР 20 кВ выполняет соединение главной цепи 20 кВ секций I и II, через ячейку КРУ секционного выключателя (СВ 20 кВ). Шкаф КРУ СВ 20 кВ имеет такой же конструктив как и ячейка ОЛ 20 кВ, только вместо присоединения кабельной линии 20 кВ смонтированы соединительные шины в сторону ячейки СР 20 кВ.

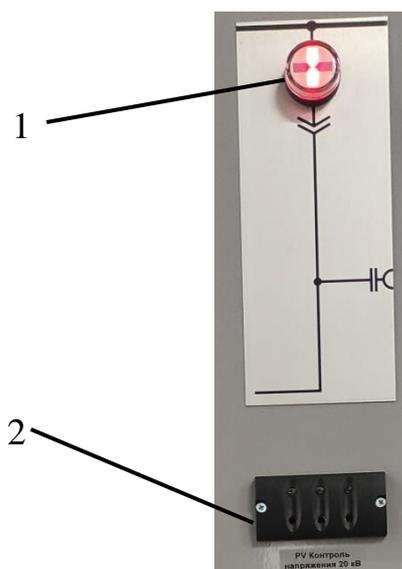


**Рис. 21. Элементы блокировки шкафа КРУ секционного разъединителя 20кВ:**

1 – электромагнитная катушка блокировки шторки рабочей тележки; 2 – шторка гнезда рабочей тележки; 3 – гнездо рабочей тележки; 4 – механическая блокировка двери высоковольтного отсека.

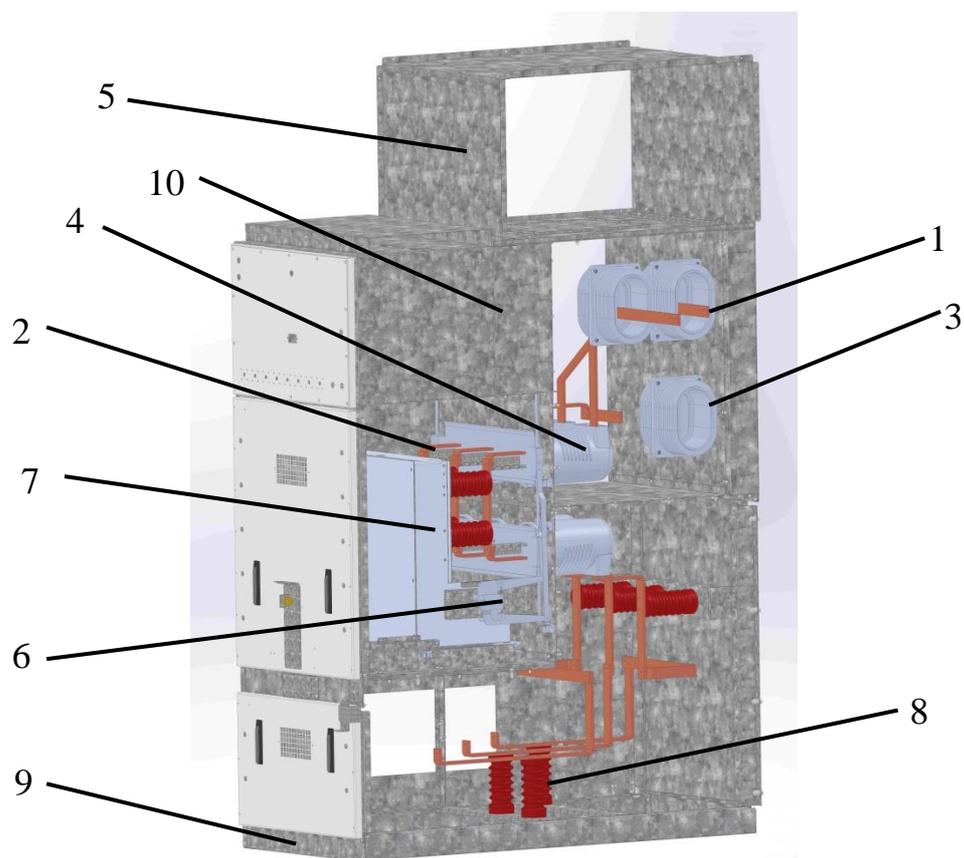
Ячейка КРУ 20 кВ секционного разъединителя не оснащена заземлителем главной цепи 20 кВ, поэтому блокировка двери высоковольтного отсека выполнена в виде механической щеколды 4, препятствующей доступу в отсек (рис. 21).

На мнемосхеме отображающей главную цепь ячейки КРУ секционного разъединителя 20 кВ видно лампу положения рабочей 1 тележки и индикатор 2 напряжения 20 кВ (рис. 22).



**Рис. 22. Мнемосхема главной цепи 20 кВ шкафа КРУ СР 20 кВ:**

1 – лампа индикации положения рабочей тележки; 2 – блок индикации напряжения 20 кВ.



**Рис. 23. Основные функциональные элементы шкафа КРУ ячейки СР 20 кВ:**

1 – сборные шины; 2 – контактная система (показан токоведущий стержень); 3 – проходные изоляторы (в отсеке сборных шин); 4 – проходные изоляторы контактной системы; 5 – короб ЗДЗ; 6 – шторочный механизм; 7 – выкатной элемент; 8 – опорные изоляторы с емкостным делителем; 9 – шина заземления; 10 – перегородки.

## 2. Эксплуатация шкафов КРУ 20 кВ

### 2.1. Ввод в эксплуатацию

При вводе в эксплуатацию все элементы шкафов КРУ (выключатели, силовые и измерительные трансформаторы, кабели и т.п.) должны быть подвергнуты приемосдаточным испытаниям в соответствии с главой 1.8 ПУЭ и РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования». Объем приемосдаточных испытаний:

- внешний осмотр (проверка состояния защитных лакокрасочных покрытий, изоляционных поверхностей, защитных покрытий контактных поверхностей главной цепи и соответствия требованиям сборочного чертежа, комплектности, спецификации, маркировки);
- измерение электрических сопротивлений (главная цепь, заземлитель, заземление выкатного элемента, заземление дверей);
- измерение сопротивления изоляции и испытание электрической прочности изоляции главной цепи и вторичных цепей;
- проверка работоспособности вторичных цепей согласно принципиальной электрической схеме в комплекте и инструкциям по эксплуатации на комплектующие изделия;
- проверка механической работоспособности элементов КРУ.

Измерение электрического сопротивления главных токоведущих цепей производится по участкам, исключая замер сопротивления первичной обмотки трансформаторов тока. Замер сопротивления цепи заземления производится при включенном заземлителе. На время проведения измерений необходимо замкнуть накоротко выводы вторичных обмоток измерительных трансформаторов тока.

Проверка функционирования коммутационных аппаратов производится согласно РЭ на аппараты.

Проверка функционирования оборудования релейной защиты и автоматики производится согласно инструкциям производителей оборудования.

Испытание электрической прочности изоляции кабельных присоединений 20 кВ необходимо проводить с их отсоединения от главной цепи шкафа КРУ.

На время проведения испытаний главных цепей шкафов КРУ необходимо отсоединить гибкие шины от ограничителей перенапряжений (ОПН) и отвести от заземленных частей корпуса КРУ на расстояние не менее 180 мм. Также должны быть отсоединены измерительные трансформаторы напряжения, вторичные выводы трансформаторов тока должны быть замкнуты накоротко (на клеммной рейке модуля вторичных цепей) и заземлены.

При измерении сопротивления изоляции вторичных цепей необходимо отключить элементы схемы, испытательное напряжение которых ниже прикладываемого (в соответствии с документацией заводов изготовителей).

### 2.2. Порядок эксплуатации шкафов КРУ

Эксплуатация шкафов КРУ должна производиться в соответствии с требованиями следующих документов:

- «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» (ПТЭ РФ);

- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП);
- «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ 7);
- «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ ЭЭ);
- настоящее РЭ.

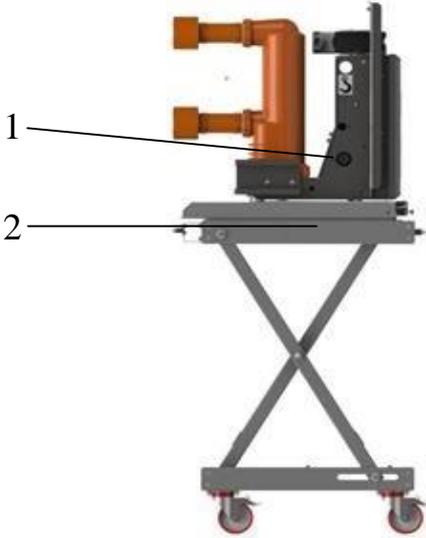
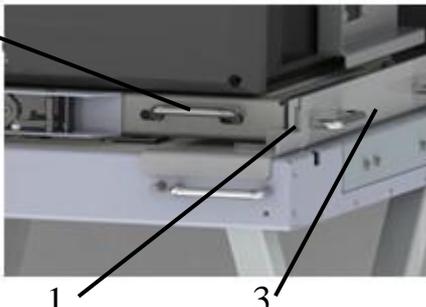
Порядок эксплуатации шкафов КРУ устанавливается соответствующими инструкциями для обслуживающего персонала организации, в ведении которого находится распределительное устройство.

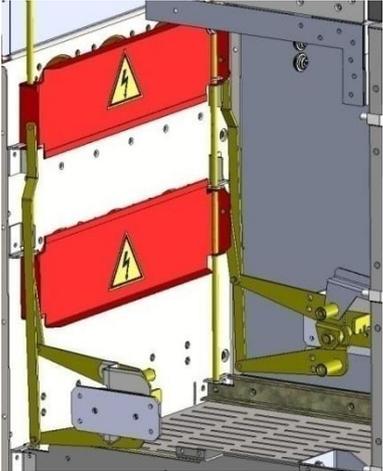
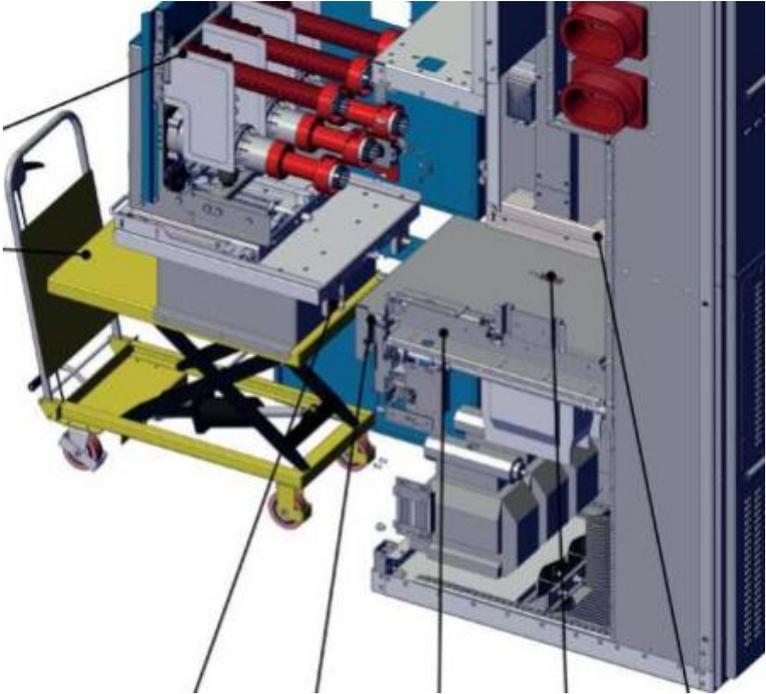
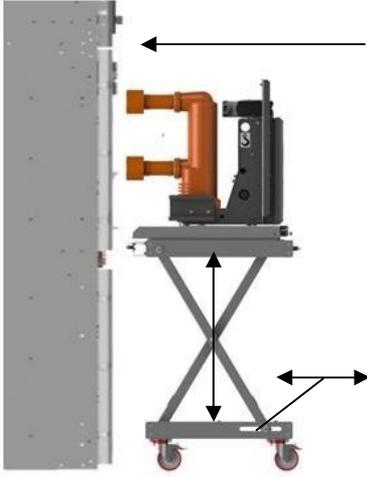
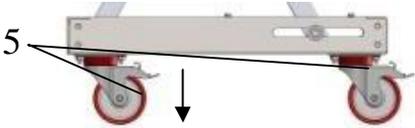
К эксплуатации и обслуживанию шкафов КРУ допускается персонал, изучивший данное РЭ, технические описания и руководства по эксплуатации на коммутационные аппараты и аппаратуру управления, установленные в шкафах КРУ, и имеющий соответствующую группу допуска по электробезопасности. Работа с оборудованием РЗА осуществляется в соответствии с инструкциями производителей оборудования.

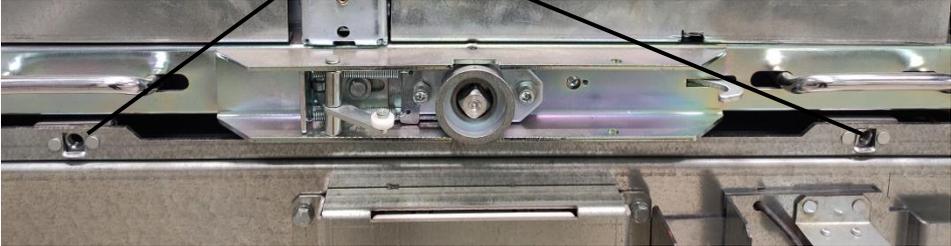
Для исключения конденсации влаги на поверхности оборудования, расположенного внутри релейного отсека, установлен гигростат с обогревателем. При всех допустимых условиях эксплуатации КРУ уровень влажности регулируется на самом гигростате.

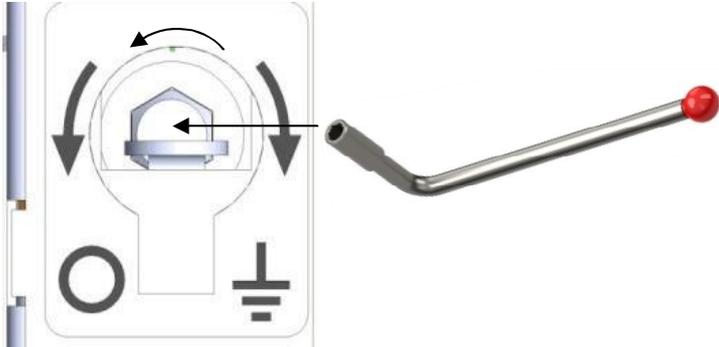
Алгоритм оперирования выкатным элементом приведен в таблице 7.

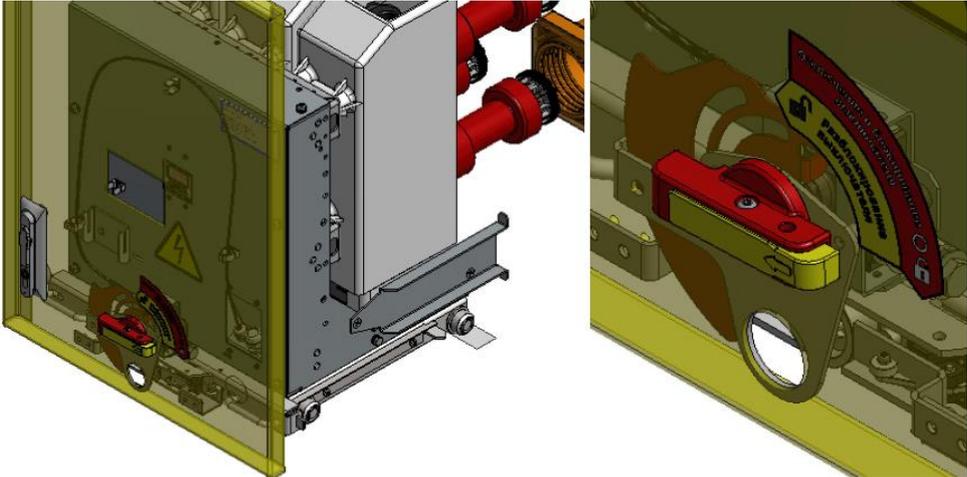
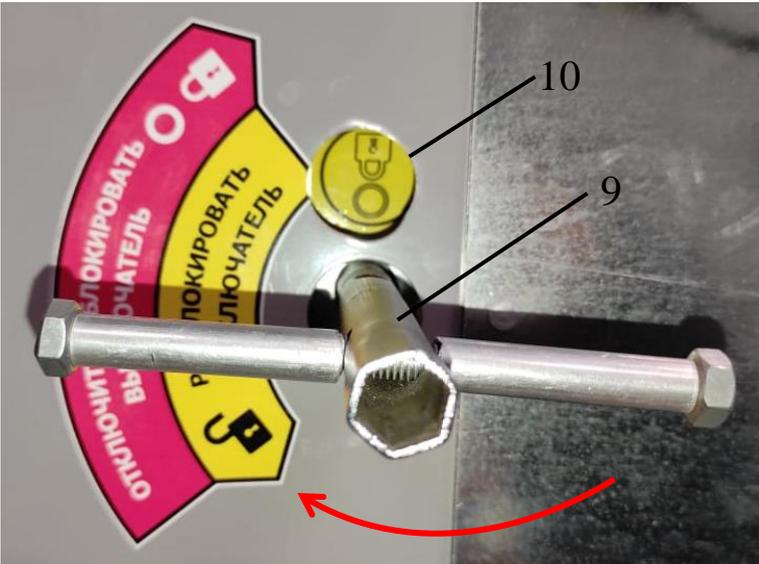
Таблица 7

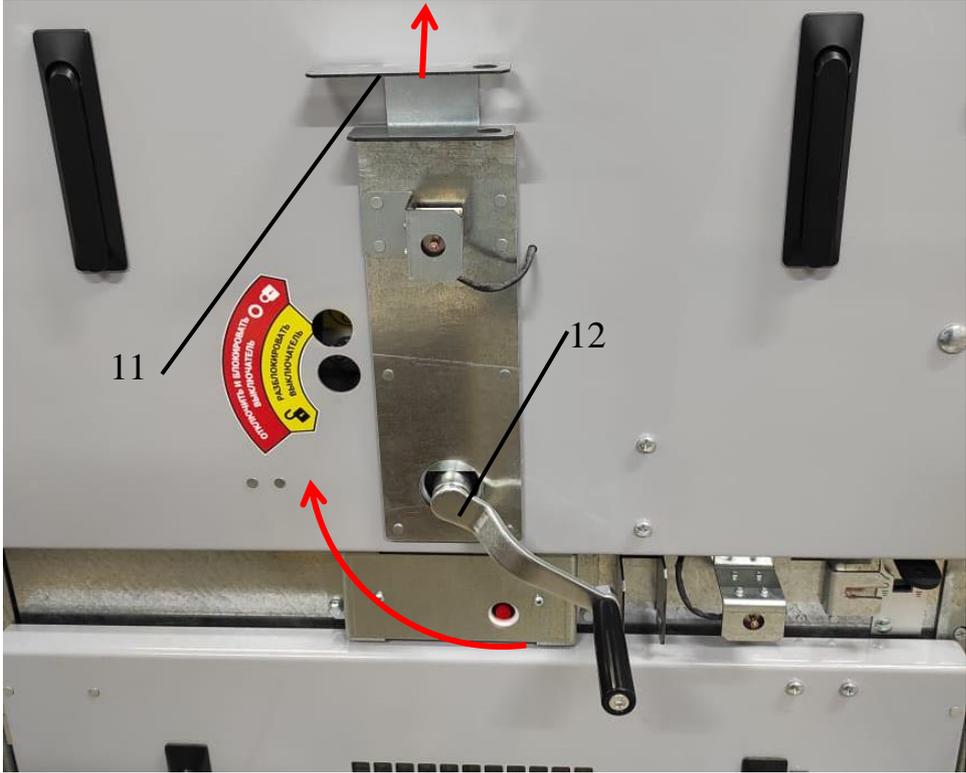
Операция	Действия оператора
<p>Установка выкатного элемента на сервисную тележку</p>	<p>Установить выкатной элемент 1 на сервисную тележку 2.</p> 
<p>Установка выкатного элемента на сервисную тележку</p>	<p>Расположить выкатной элемент на сервисной тележке так, чтобы пластины фиксаторов 1 оказались напротив вырезов боковых стенок основания. Закрепить от перемещения выкатной элемент, выдвинув ручки фиксаторов 2 наружу от центра тележки, при этом пластины фиксаторов должны войти в вырезы боковых стенок основания 3.</p> 

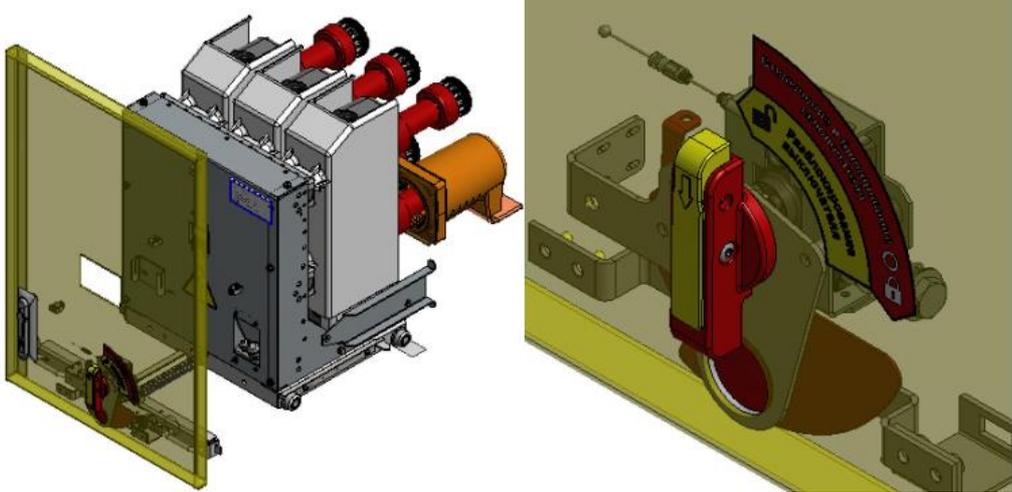
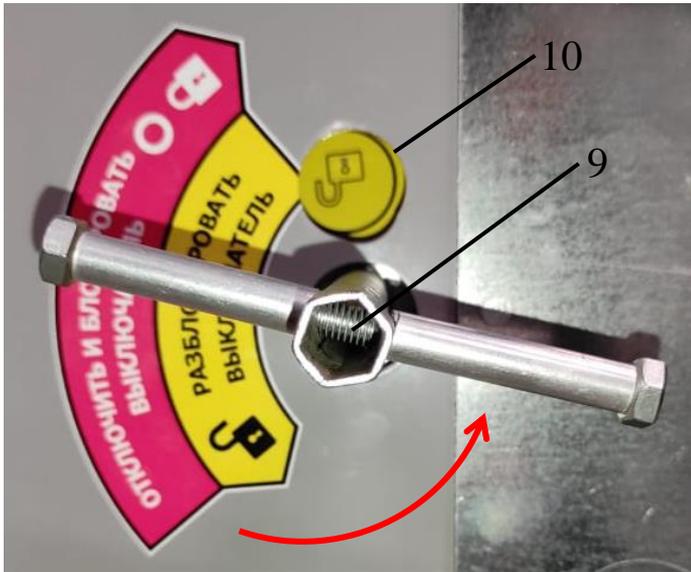
Операция	Действия оператора
<p>Установка выкатного элемента в контрольное положение</p>	<p>Открыть дверь выкатного элемента. Убедиться, что токоведущие части КРУ закрыты шторочным механизмом. Проверить отсутствие блокировки шторочного механизма навесным замком.</p> 
<p>Установка выкатного элемента в контрольное положение</p>	 <p>Подкатить сервисную тележку вплотную к лицевой части шкафа КРУ. С помощью подъёмного механизма сервисной тележки совместить по высоте направляющие рейки сервисной тележки и отсека выкатного элемента.</p> 
<p>Установка выкатного элемента в контрольное положение</p>	<p>Вкатить до упора сервисную тележку к лицевой части шкафа КРУ и зафиксировать поворотные колёса 5 на сервисной тележке.</p> 

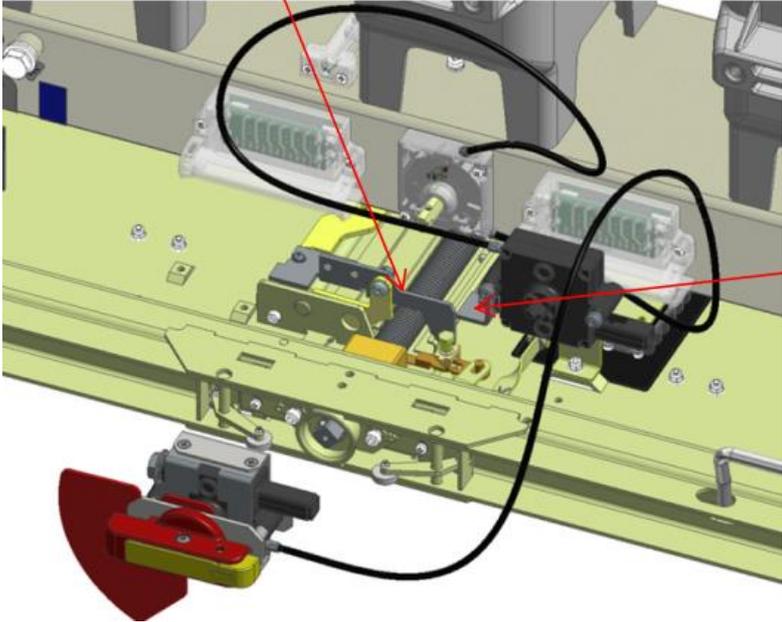
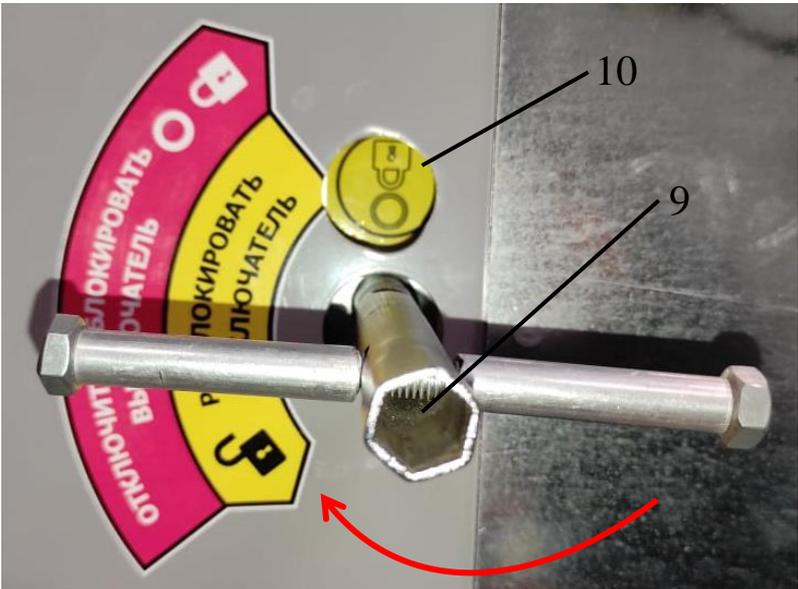
Операция	Действия оператора
<p>Установка выкатного элемента в контрольное положение</p>	 <p>Зафиксировать положение сервисной тележки путём завинчивания в отверстия 6 отсека выкатного элемента шпилек сервисной тележки 7.</p> 
<p>Установка выкатного элемента в контрольное положение</p>	<p>Сдвинуть до упора к центру ручки фиксаторов выкатного элемента 2. Вкатить выкатной элемент внутрь отсека выкатного элемента и расположить его таким образом, чтобы выдвижные пластины фиксаторов оказались напротив вырезов в боковых проушинах направляющих отсека.</p> 

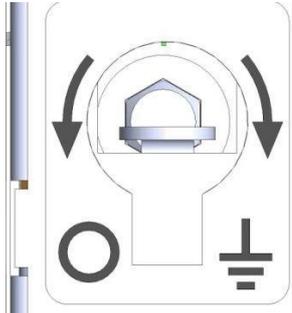
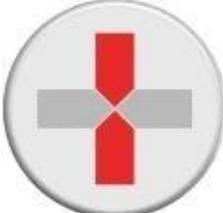
Операция	Действия оператора
<p>Установка выкатного элемента в контрольное положение</p>	<p>Зафиксировать неподвижную часть тележки выкатного элемента в отсеке, выдвинув ручки фиксаторов в стороны от центра тележки. Присоединить разъём вторичных цепей выкатного элемента 8 к соответствующему разъёму в КРУ. Закрывать дверь отсека выкатного элемента.</p> 
<p>Установка выкатного элемента в контрольное положение</p>	<p>Убедиться, что светится сигнальная лампа «Выкатной элемент в контрольном положении» мнемосхемы расположенной на двери релейного отсека.</p> 
<p>Перевод выкатного элемента из контрольного положения в рабочее положение</p>	<p>Отключить заземлитель</p> 
<p>Перевод выкатного элемента из контрольного положения в рабочее положение</p>	<p>Убедиться, что светится сигнальная лампа «Заземлитель главных цепей 20 кВ в отключенном состоянии» мнемосхемы расположенной на двери релейного отсека.</p> 

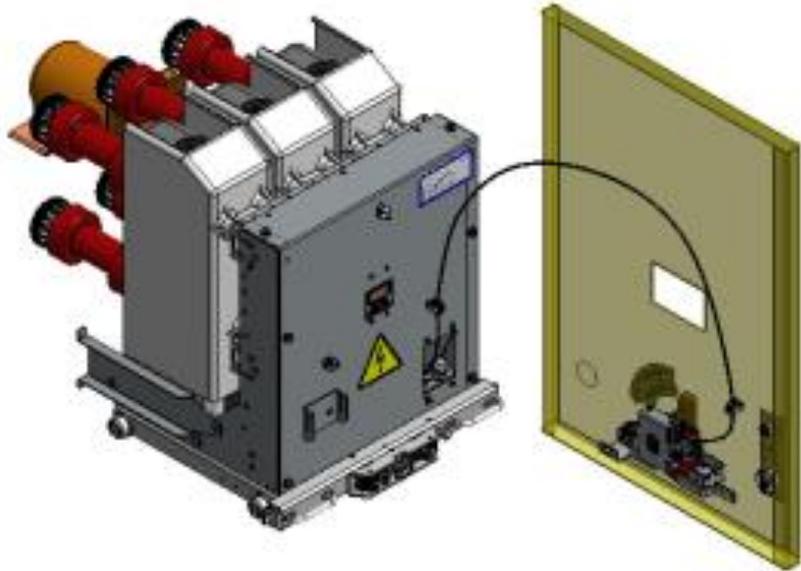
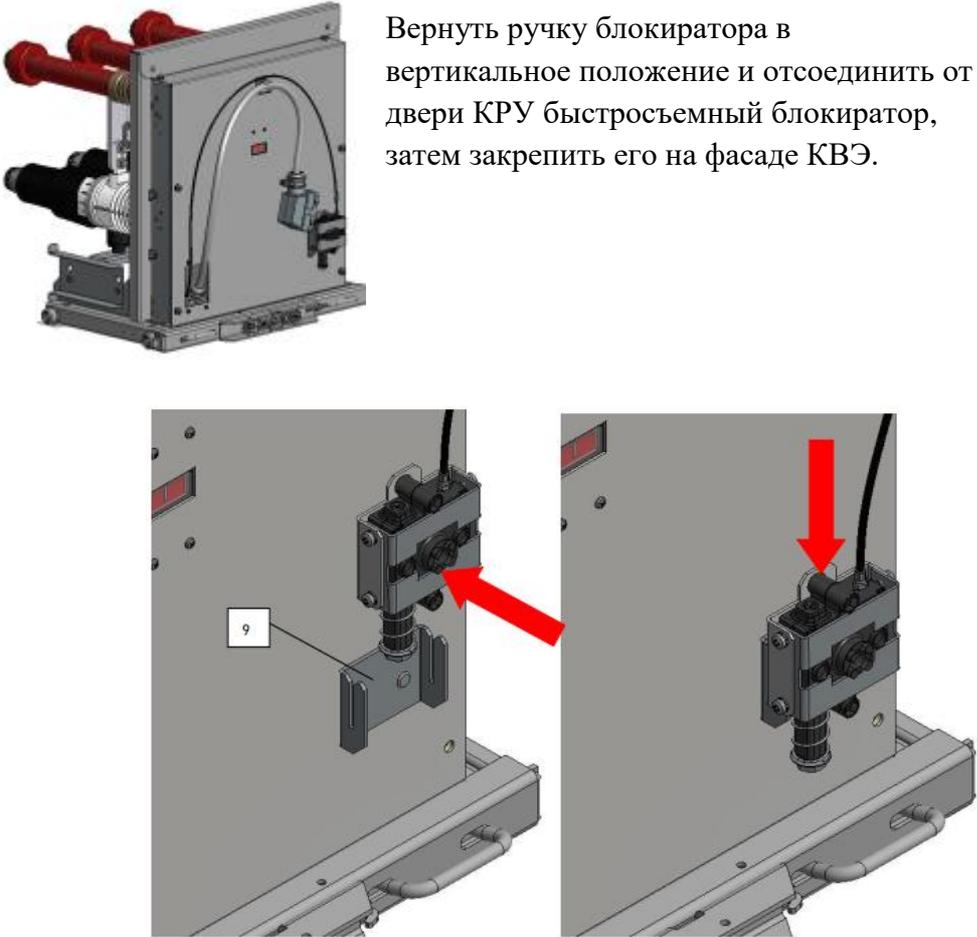
Операция	Действия оператора
<p>Перевод выкатного элемента из контрольного положения в рабочее положение</p>	<p>Повернуть ручку блокировки по часовой стрелке на 90° в положение «Отключение и блокирование выключателя». Проконтролировать отключенное положение выключателя. Отверстие гнезда рукоятки управления выкатным элементом должно быть открыто.</p> <p>Такой порядок действий с выкатным элементом оборудованным вакуумным выключателем TER_ISM25_Shell_2 с тросиковым исполнением блокировок.</p>  <p>В случае если на рабочей тележке установлен вакуумный выключатель Таврида Электрик TER_ISM25_LD_1 с механизмом блокировок тяговой конструкции, последовательность действий не поменяется, но вместо ручки блокировки необходимо будет использовать съёмный ключ.</p> <p>Вставить ключ 9 в гнездо блокировки вакуумного выключателя и повернуть его по часовой стрелке на 90° до появления в окошке сигнализации 10 указателя в виде закрытого замочка.</p> 

Операция	Действия оператора
<p>Перевод выкатного элемента из контрольного положения в рабочее положение</p>	 <p>В случае если на рабочей тележке установлен вакуумный выключатель Таврида Электрик TER_ISM25_LD_1 с механизмом блокировок тяговой конструкции, поднять защитную шторку 11 на двери отсека выкатного элемента и установить рукоятку оперирования 12 в гнездо управления выкатным элементом до появления характерного щелчка. При отсутствии щелчка убедиться в том, что дверь отсека полностью закрыта. Выполнить несколько полных оборотов рукоятки по часовой стрелке до появления характерного щелчка. На завершающем участке хода (последние 2-3 оборота) допустимо увеличение сопротивления вращению рукоятки вследствие процесса стыковки элементов контактных систем главной цепи.</p> <p>С выкатным элементом оборудованным вакуумным выключателем TER_ISM25_Shell_2 с тросиковым исполнением блокировок, защитная шторка установлена за дверью и уже будет открыта после установки ручки блокировки в горизонтальное положение.</p>
<p>Перевод выкатного элемента из контрольного положения в рабочее положение</p>	<p>Убедится, что светится сигнальная лампа «Выкатная тележка в рабочем положении» мнемосхемы расположенной на двери релейного отсека. Удерживая в верхнем положении защитную шторку на двери отсека выкатного элемента, извлечь рукоятку из гнезда, отпустить защитную шторку.</p> 

Операция	Действия оператора
<p>Перевод выкатного элемента из контрольного положения в рабочее положение</p>	<p>Вернуть ручку блокировки на 90° против часовой стрелке в положение «Разблокирование выключателя». Для этого необходимо будет нажать жёлтый сегмент со стрелочкой.</p> <p>Такой порядок действий с выкатным элементом оборудованным вакуумным выключателем TER_ISM25_Shell_2 с тросиковым исполнением блокировок.</p>  <p>При этом отверстие для рукоятки управления КВЭ будет закрыто. Включение коммутационного модуля будет разблокировано.</p> <p>В случае если на рабочей тележке установлен вакуумный выключатель Таврида Электрик TER_ISM25_LD_1 с механизмом блокировок тяговой конструкции, последовательность действий не поменяется, но вместо ручки блокировки необходимо будет использовать съёмный ключ.</p> <p>Вставить ключ 9 в гнездо блокировки вакуумного выключателя и повернуть его против часовой стрелке на 90° до появления в окошке сигнализации 10 указателя в виде открытого замочка.</p> 

Операция	Действия оператора
<p>Перевод выкатного элемента из рабочего положения в контрольное положение</p>	<p>Повернуть ручку блокировки по часовой стрелке на 90° в положение «Отключение и блокирование выключателя». Проконтролировать отключенное положение вакуумного выключателя TER_ISM25_Shell_2 по индикатору положения главных контактов.</p>  <p>При этом перемещение тележки КВЭ будет разблокировано, а управление вакуумным выключателем заблокировано.</p> <p>В случае если на рабочей тележке установлен вакуумный выключатель Таврида Электрик TER_ISM25_LD_1 с механизмом блокировок тяговой конструкции, последовательность действий не поменяется, но вместо ручки блокировки необходимо будет использовать съёмный ключ.</p> <p>Вставить ключ 9 в гнездо блокировки вакуумного выключателя и повернуть его по часовой стрелке на 90° до появления в окошке сигнализации 10 указателя в виде закрытого замочка.</p> 

Операция	Действия оператора
<p>Перевод выкатного элемента из рабочего положения в контрольное положение</p>	<p>В случае если на рабочей тележке установлен вакуумный выключатель Таврида Электрик TER_ISM25_LD_1 с механизмом блокировок тяговой конструкции: поднять защитную шторку на двери отсека выкатного элемента и установить рукоятку оперирования в гнездо управления выкатным элементом до появления характерного щелчка. При отсутствии щелчка убедиться в том, что дверь отсека полностью закрыта. Выполнить несколько полных оборотов рукоятки против часовой стрелки до появления характерного щелчка. С выкатным элементом оборудованным вакуумным выключателем TER_ISM25_Shell_2 с тросиковым исполнением блокировок, защитная шторка установлена за дверью и уже будет открыта после установки ручки блокировки в горизонтальное положение.</p>
<p>Перевод выкатного элемента из рабочего положения в контрольное положение</p>	<p>Убедится, что светится сигнальная лампа «Выкатной элемент в контрольном положении» мнемосхемы расположенной на двери релейного отсека.</p> 
<p>Перевод выкатного элемента из рабочего положения в контрольное положение</p>	<p>Перед включением заземлителя главной цепи 20 кВ в отсеке кабельных присоединений, может существовать необходимость проверки отсутствия напряжения 20 кВ на заземляемом участке с помощью высоковольтного указателя напряжения. Для этого нужно будет открыть заблокированную от механизма заземлителя дверь кабельного отсека. Порядок временного открывания двери высоковольтного отсека кабельного присоединения описан в пункте 1.5.3. настоящего руководства по эксплуатации.</p>
<p>Перевод выкатного элемента из рабочего положения в контрольное положение</p>	<p>Включить заземлитель.</p>  
<p>Перевод выкатного элемента из рабочего положения в контрольное положение</p>	<p>Убедится, что светится сигнальная лампа «Заземлитель главных цепей 20 кВ во включенном состоянии» мнемосхемы расположенной на двери релейного отсека.</p> 

Операция	Действия оператора
<p>Извлечение выкатного элемента из отсека выкатного элемента</p>	<p>Открыть дверь отсека выкатного элемента. Отсоединить разъем вторичных цепей выкатного элемента от соответствующего разъема в шкафу КРУ и закрепить на фасаде КВЭ.</p> 
<p>Извлечение выкатного элемента из отсека выкатного элемента</p>	<p>Вернуть ручку блокиратора в вертикальное положение и отсоединить от двери КРУ быстросъемный блокиратор, затем закрепить его на фасаде КВЭ.</p> 

Операция	Действия оператора
Извлечение выкатного элемента из отсека выкатного элемента	Подкатить сервисную тележку вплотную к лицевой части шкафа КРУ. С помощью подъёмного механизма сервисной тележки совместить по высоте направляющие рейки сервисной тележки и отсека выкатного элемента. Подкатить до упора сервисную тележку к лицевой части шкафа КРУ и зафиксировать поворотные колёса на сервисной тележке. Зафиксировать положение сервисной тележки путём завинчивания в отверстия отсека выкатного элемента шпилек сервисной тележки.
Извлечение выкатного элемента из отсека выкатного элемента	Сдвинуть до упора к центру ручки фиксаторов выкатного элемента. Выкатить выкатной элемент из отсека выкатного элемента на сервисную тележку и расположить его таким образом, чтобы выдвижные пластины фиксаторов оказались напротив вырезов в боковых проушинах направляющих сервисной тележки. Зафиксировать тележку выкатного элемента на сервисной тележке, выдвинув ручки фиксаторов в стороны от центра тележки. Отвинтить шпильки сервисной тележки от части выкатного элемента КРУ. Разблокировать колёса и откатить сервисную тележку от ячейки КРУ. Закрыть дверь отсека выкатного элемента КРУ.

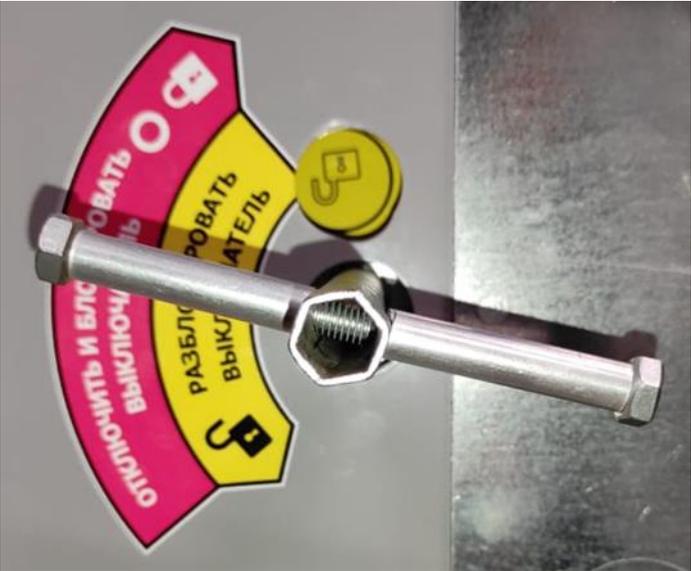
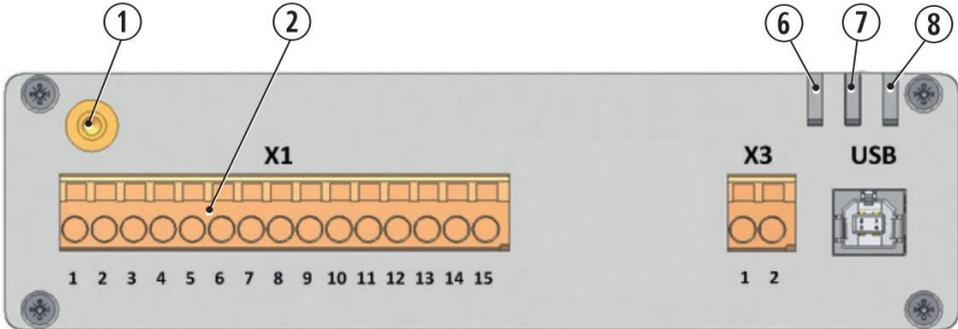
**Перед выполнением любой операции с выкатным элементом необходимо убедиться в том, что система блокировок позволяет ее выполнить. Приложение чрезмерных усилий к рукоятке привода тележки выкатного элемента не допускается!**

### 2.3. Оперирование коммутационными аппаратами

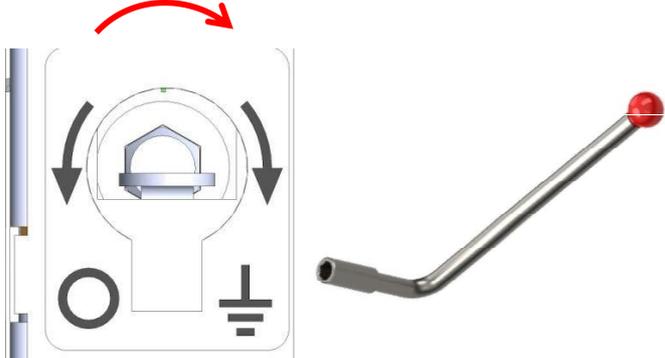
При выполнении операций с коммутационными аппаратами необходимо убедиться в отсутствии их запрета со стороны какой-либо из блокировок (табл. 4). Алгоритм операций с коммутационными аппаратами приведен в таблице 8. После выполнения каждого действия необходимо проверить соответствие состояния аппарата выполненной операции.

Таблица 8

Операция	Действия оператора
<p>Разблокировка вакуумного выключателя</p>	<p>Порядок действий с выкатным элементом оборудованным вакуумным выключателем TER_ISM25_Shell_2 с тросиковым исполнением блокировок, определяется положением рукоятки блокировки, которая в свою очередь закреплена на двери отсека выкатного элемента. Сама рукоятка на двери установлена стационарно, но имеет быстросъемную часть, которая отсоединяется при необходимости извлечения тележки из отсека КРУ.</p> <p>Для возможности управления вакуумным выключателем необходимо установить рукоятку блокировки в вертикальное положение. Окошко гнезда рукоятки управления КВЭ закрыто. Выключатель разблокируется и можно будет производить операции «Включение - Отключение», при этом перемещение выкатного элемента будет заблокировано.</p> <p>Если при включенном выключателе повернуть рукояткой вал оперирования блокировкой по часовой стрелке до упора, выключатель отключится, заблокируется, нельзя будет производить операции «Включение - Отключение», при этом перемещение выкатного элемента будет разблокировано.</p> <p>Возврат ручки блокиратора в вертикальное положение производится с предварительным нажатием на кнопку на ручке в направлении стрелки.</p> <p>При вертикальном положении рукоятки блокировки, линейная тяга второго блокиратора КВЭ с уголком 11, выдвинута и запрещает подъем уголку 12, тем самым запрещается перемещение кассеты. Блокировочный рычаг кассеты не может приподняться.</p> <div data-bbox="512 952 1007 1361" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="497 1384 922 1435" data-label="Caption"> <p>Оперирование выключателем «Разблокировано» Перемещение КВЭ «Заблокировано» механически</p> </div> <div data-bbox="497 1451 1007 1832" data-label="Image"> </div>

Операция	Действия оператора
<p>Разблокировка вакуумного выключателя</p>	<p>В случае если на рабочей тележке установлен вакуумный выключатель Таврида Электрик TER_ISM25_LD_1 с механизмом блокировок рычажной конструкции, последовательность действий не поменяется, но вместо ручки блокировки необходимо будет использовать съёмный ключ.</p>  <p>Перед коммутационными действиями с вакуумным выключателем следует установить рукоятку на вал оперирования блокировкой и повернуть против часовой стрелки до упора. В окошке индикатора состояния выключателя появится открытый замок, выключатель разблокируется и можно будет производить операции «Включение - Отключение», при этом перемещение выкатного элемента будет заблокировано.</p> <p>Если при включенном выключателе повернуть рукояткой вал оперирования блокировкой по часовой стрелке до упора, в окошке индикатора состояния выключателя появится закрытый замок, выключатель отключится, заблокируется, нельзя будет производить операции «Включение - Отключение», при этом перемещение выкатного элемента будет разблокировано.</p>
<p>Разблокировка вакуумного выключателя</p>	 <p>Выкатной элемент оснащён выключателями двух типов Таврида Электрик TER_ISM25_LD_1 и TER_ISM25_Shell_2, которые управляются модулями TER_CM_16. Эти модули управления имеют светодиодную индикацию: 6 – питание, 7 – неисправность, 8 – готов.</p>

Операция	Действия оператора
<p>Цикл «Включение - Отключение» вакуумного выключателя Shell_2</p>	<p>Выкатной элемент оснащённый выключателем TER_ISM25_Shell_2 можно включить кнопкой управления на двери релейного отсека или кнопкой пульта дистанционного управления, который подключается к разъёму на двери релейного отсека. Управление выключателем можно осуществлять в рабочем или контрольном положении выкатного элемента. Рукоятка блокировки вакуумного выключателя должна при закрытой двери выкатного элемента быть в вертикальном положении, а на блоке управления TER_CM_16 должны светиться зелёным цветом светодиоды 6 – питание и 8 – готов. Если рукоятка блокировки вакуумного выключателя в горизонтальном положении (заблокировано), то на модуле управления TER_CM_16 будет мигать красным цветом светодиод 7–неисправность. В этом случае команда включения не пройдёт.</p> <p>Отключение вакуумного выключателя выполняется также кнопкой управления на двери релейного отсека или кнопкой пульта дистанционного управления, который подключается к разъёму на двери релейного отсека.</p> <p>Если отключение вакуумного выключателя произведено от вала блокировки, то на модуле управления TER_CM_16 будет мигать красным цветом светодиод 7–неисправность и снять эту неисправность можно будет путём отключения соответствующего автомата цепей управления в релейном отсеке на время, пока светодиод 7 не перестанет мигать.</p>  <p>Необходимо учитывать, что положение переключателя выбора режима управления «местное» или «дистанционное» должно быть в положении «местное», тогда только возможно включение вакуумного выключателя от кнопки включения на двери релейного отсека или пульта дистанционного управления.</p> <p>Перед включением вакуумного выключателя также необходимо убедиться в отсутствии световой аварийной и предупредительной сигнализации. Если горит жёлтая лампа «неисправность», то следует нажатием кнопки «сброс», на той же двери релейного отсека, квитировать её предупредительный сигнал. Если светится белая сигнальная лампа «авария» отдельно или вместе с жёлтой сигнальной лампой «неисправность», тогда сначала нужно будет нажать кнопку отключения вакуумного выключателя, а после кнопку «сброс». В случае если после попыток квитирования аварийной и предупредительной сигнализации одна или обе сигнальные лампы будут гореть, нужно найти причину этой сигнализации по сообщениям на терминале микропроцессорной защиты.</p>

Операция	Действия оператора
<p>Цикл «Включение - Отключение» вакуумного выключателя LD_1</p>	<p>Выкатной элемент оснащённый выключателем TER_ISM25_LD_1 можно включить кнопкой управления на двери релейного отсека или кнопкой пульта дистанционного управления, который подключается к разъёму на двери релейного отсека. Управление выключателем можно осуществлять в рабочем или контрольном положении выкатного элемента. Вал блокировки вакуумного выключателя должен при закрытой двери выкатного элемента давать индикацию «открытый замок», а на блоке управления TER_CM_16 должны светиться зелёным цветом светодиоды 6 - питание и 8 – готов. Если вал блокировки вакуумного выключателя в положении «закрытый замок» (заблокировано), то на модуле управления TER_CM_16 индикация не изменится, будут светиться зелёным цветом светодиоды 6 - питание и 8 – готов. При получении команды включения пройдёт попытка коммутации выключателя TER_ISM25_LD_1 и сброс его в отключенное состояние. Модуль управления в этом случае будет индигировать аварию миганием красного светодиода 7. Включение будет заблокировано до снятия неисправности отключением автомата цепей управления в релейном отсеке на время, пока светодиод 7 не перестанет мигать.</p> <p>Отключение вакуумного выключателя выполняется также кнопкой управления на двери релейного отсека или кнопкой пульта дистанционного управления, который подключается к разъёму на двери релейного отсека. Если отключение вакуумного выключателя произведено от вала блокировки, то на модуле управления TER_CM_16 будет мигать красным цветом светодиод 7–неисправность и снять эту неисправность можно будет путём отключения соответствующего автомата цепей управления в релейном отсеке на время, пока светодиод 7 не перестанет мигать.</p> <p>Соответственно для ячейки с выключателем LD_1 так же как и для выключателя Shell_2, необходимо убедиться перед включением в отсутствии аварийной и предупредительной сигнализации. Если не удаётся её квитировать (сбросить), нужно будет найти причину по сообщениям устройства микропроцессорной защиты, по индикации модуля управления TER_CM_16 и блока ЗДЗ.</p>
<p>Включение заземлителя РВЗ</p>	<p>Включение заземлителя выполняется только при закрытых дверях отсека кабельных присоединений, отсека выкатного элемента и только в контрольном положении выкатного элемента.</p> 

Операция	Действия оператора
<p>Включение заземлителя РВЗ</p>	<p>Нажать вниз на задвижку, закрывающую отверстие для ввода рукоятки оперирования (если заземлитель включен, то задвижка уже находится в нижнем положении). Если операция не выполняется, не пытаться ее выполнить, а проверить правильность последовательности выполнения операции.</p> <p>Установить рукоятку оперирования на шестигранный управляющий вал так, чтобы она была направлена вертикально, вверх или вниз.</p> <p>Заземлитель включить поворотом рукоятки оперирования в направлении вращения по часовой стрелке на <math>90^{\circ}</math> до упора.</p> <p>Проверить, чтобы рукоятка оперирования при включении была повернута до упора для того, чтобы однозначно было достигнуто конечное положение заземлителя. Снять рукоятку оперирования. Задвижка во включенном состоянии заземлителя остается в открытом положении.</p> <p>Перемещение рукоятки оперирования должно производиться до упора плавно, без остановок и возвратов.</p> <p>Контроль положения заземлителя после выполненной операции нужно осуществить визуально, сверкой схемы главных цепей в натуре, через окошко двери отсека кабельных соединений. Дополнительно можно убедиться во включенном состоянии заземлителя по мнемосхеме на двери релейного отсека и по механическому указателю в гнезде отверстия для ввода рукоятки оперирования.</p>
<p>Отключение заземлителя РВЗ</p>	<p>Если заземлитель включен, то задвижка уже находится в нижнем положении.</p> <p>Установить рукоятку оперирования на шестигранный управляющий вал так, чтобы она была направлена вертикально, вверх или вниз.</p> <p>Заземлитель отключить поворотом рукоятки оперирования в направлении вращения против часовой стрелки на <math>90^{\circ}</math> до упора.</p> <div data-bbox="560 1272 1222 1630" data-label="Image"> </div> <p>Проверить, чтобы рукоятка оперирования при отключении была повернута до упора для того, чтобы однозначно было достигнуто конечное положение заземлителя. Снять рукоятку оперирования. Задвижка в отключенном состоянии заземлителя поднимется вверх и закроет гнездо для рукоятки оперирования заземлителем.</p> <p>Перемещение рукоятки оперирования должно производиться до упора плавно, без остановок и возвратов.</p> <p>Контроль положения заземлителя после выполненной операции нужно осуществить визуально, сверкой схемы главных цепей в натуре, через окошко двери отсека кабельных соединений. Дополнительно есть индикация на мнемосхеме и механическом указателе.</p>

Кроме механической задвижки (шторки), которая блокирует доступ к гнезду для рукоятки оперирования заземлителем, есть ещё шторка электромагнитной блокировки. В таблице 4 приведена конструкция этой электромагнитной блокировки. Перемещение шторки возможно при наличии напряжения на электромагнитной катушке. В свою очередь напряжение на катушку даёт схема электромагнитной блокировки, при условии подготовленной к включению заземлителя схемы главных цепей электроустановки. Схема вторичных цепей электромагнитной блокировки выполняется индивидуально для каждой электроустановки, в зависимости от её компоновки шкафами КРУ, их количеством и видами. Сама схема ЭМБ собирается уже после установки всех ячеек КРУ и в комплект поставки не входит.

### **3. Техническое обслуживание**

#### **3.1. Общие указания**

Техническое обслуживание ячеек проводится в сроки, определяемые местными инструкциями, в соответствии с действующими «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» и требованиями данного РЭ.

Техническое обслуживание ячеек включает в себя:

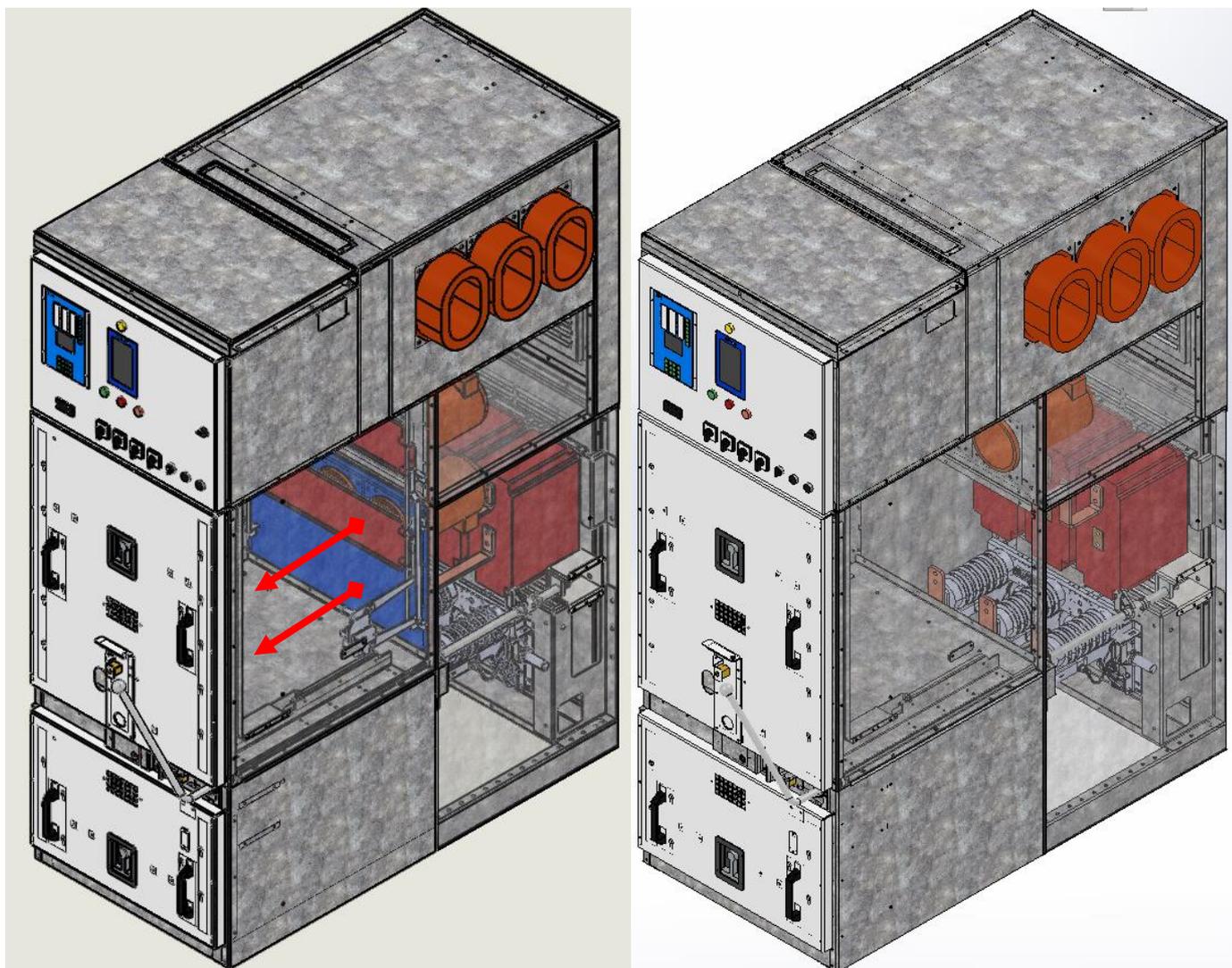
- периодические осмотры;
- чистку, восстановление окраски, антикоррозийного покрытия и смазки (по результатам осмотра);
- ремонт (при необходимости).

Техническое обслуживание оборудования, установленного в ячейках (выключателей, разъединителей, силовых и измерительных трансформаторов, ограничителей перенапряжений, устройств защиты и автоматики и др.), должно производиться в соответствии с инструкциями по эксплуатации данного оборудования. Периодичность и график проведения технического обслуживания устанавливается техническим руководителем эксплуатирующего предприятия с учетом условий и опыта эксплуатации, технического состояния и срока службы ячеек.

Все неисправности КРУ и установленного в них электрооборудования, обнаруженные при периодических осмотрах, должны регистрироваться в эксплуатационной документации и устраняться по мере их выявления. Чистка, восстановление окраски, антикоррозийного покрытия и смазки проводятся, если необходимость этих работ установлена во время проведения осмотра. Ремонт проводится при необходимости восстановления работоспособности ячеек после аварий.

Обслуживание аппаратуры РЗА производится в соответствии с прилагаемой к оборудованию документацией производителя устройств РЗА.

Существуют два варианта конструктивного исполнения шкафов КРУ: стандартный двухстороннего обслуживания и одностороннего обслуживания для помещений ЗРУ с узким коридором обслуживания.



**Рис. 24. Шкаф КРУ одностороннего обслуживания**

Особенностью технического обслуживания шкафов КРУ «Базальт» одностороннего обслуживания является доступ к токоведущим цепям и оборудованию, которые обслуживались с задней стороны при двухстороннем исполнении КРУ.

Техническое обслуживание оборудования внутренней установки и болтовых соединений шин возможно только при полном снятии напряжения со всех токоведущих частей КРУ, в том числе и со сборных шин 20 кВ, так как потребуется временный демонтаж элементов конструкции КРУ.

После подготовки шкафа КРУ к техническому обслуживанию и извлечения выкатного элемента из отсека появляется доступ к шторочному механизму, который необходимо отсоединить от конструкции путём откручивания болтовых соединений. Далее открутить болтовые соединения между неподвижными контактами и изоляторами нижнего ряда контактной системы вакуумного выключателя, а так же крепёжные болты внутренней шины и того же изолятора. Затем необходимо открутить болтовые соединения панели, на которой установлены изоляторы нижнего ряда контактной системы вакуумного выключателя и движением вверх и на себя, извлечь эту панель вместе с изоляторами из отсека высоковольтного выключателя. На рисунке 24 слева показана установка КРУ с

элементами конструкции, которые подлежат временному демонтажу и справа уже без вышеперечисленных составных частей.

В частности появляется доступ к трансформаторам тока и возможность протяжки их болтовых соединений с внутренними медными шинами и проводов вторичных измерительных цепей. К заземлителю 20 кВ типа РВЗ появляется более широкий подход, по сравнению с обслуживанием через отсек кабельных присоединений. Осмотр сборных шин 20 кВ и протяжка их болтовых соединений производится через люк на крыше отсека сборных шин.

### **3.2. Меры безопасности**

Работы по техническому обслуживанию КРУ может выполнять только специально обученный персонал, имеющий соответствующую группу по технике безопасности, изучивший настоящее РЭ и имеющий представление о конструкции шкафов КРУ, их назначение и взаимодействие элементов.

С целью защиты персонала от возможного рентгеновского излучения испытание электрической прочности изоляции главных цепей шкафов КРУ с силовыми вакуумными выключателями повышенным напряжением должно проводиться только при закрытой двери отсека выкатного элемента.

Перед началом ремонта шкафов КРУ со снятием напряжения необходимо выполнить организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, в соответствии с требованиями «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок». Проверка отсутствия напряжения на отключенном оборудовании должна проводиться во всех фазах со стороны сборных шин и со стороны кабельных присоединений. Наложение заземления производится посредством включения заземлителя после проверки отсутствия напряжения на заземляемом участке. Во время проведения ремонта КРУ запрещается работа людей на участке схемы, отключенной только выключателем.

Доступ в отсеки присоединений вводных и секционных ячеек возможен только при полном снятии напряжения со сборных шин и вводных кабелей и при включенных заземлителях. При обслуживании оборудования внутри линейных отсеков ячеек с кабельными вводами, на которые может быть подано напряжение с питающей стороны, питающая линия должна быть отключена и заземлена для предупреждения ошибочной подачи напряжения.

## **4. Маркировка и упаковка**

### **4.1. Маркировка изделия**

На каждую камеру КРУ устанавливается табличка по ГОСТ 12971, на которой по ГОСТ 18620 и ГОСТ Р 51121 должна быть указана минимальная информация об изделии в объеме:

- товарный знак предприятия;
- условное наименование изделия;
- номинальное напряжение в киловольтах;
- номинальный ток в амперах;
- масса в килограммах.



**Рис. 25. Маркировочная табличка**

1 – тип шкафа КРУ; 2 – ТУ которым соответствует изделие; 3 – серийный номер шкафа КРУ; 4 – номинальное напряжение шкафа КРУ; 5 – номинальный ток главной цепи; 6 – степень защиты по ГОСТ 14524; 7 – масса изделия в килограммах; 8 – год выпуска; 9 – предприятие изготовитель; 10 – контактная информация.

Способ нанесения надписей на табличках и материал табличек обеспечивают ясность надписей на все время эксплуатации камеры КРУ.

Табличка КРУ установлена на фасаде камеры КРУ в удобном для чтения месте. Пример таблички для шкафа КРУ «Базальт» учитывающий минимальный объём информации согласно ГОСТ приведён на рисунке 25.

На дверях и задних стенках нанесены знаки «Осторожно! Высокое напряжение!» в соответствии с ГОСТ 12.4.026.

Все места присоединения защитных заземляющих проводников в камере имеют соответствующую маркировку, а проводники – расцветку в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0.

#### 4.2. Маркировка упаковки

На транспортную тару наносятся следующие манипуляционные знаки и информационные надписи по ГОСТ 14192:

- «Хрупкое. Осторожно»;
- «Беречь от влаги»;
- «Верх»;
- «Центр тяжести»;
- «Место строповки»;
- «Штабелировать запрещается».

На одну из сторон тары закреплена транспортная табличка, содержащая следующую информацию:

- наименование изделия;
- тип изделия;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- масса брутто и нетто в килограммах;
- габаритные размеры грузового места в сантиметрах (ширина, глубина и

высота);

- объем грузового места в кубических метрах;
- адреса и реквизиты грузоотправителя и грузополучателя в соответствии с требованиями действующей системы грузоперевозок;
- номер заводского заказа.

### **4.3. Упаковка**

Упаковка шкафов КРУ соответствует требованиям ГОСТ 23216 и обеспечивает совместно с консервацией, выполненной по ГОСТ 9.014, защиту при транспортировании и хранении. Упаковка соответствует исполнению по механической прочности и категории по защите от воздействия климатических факторов.

Транспортной единицей является шкаф КРУ. При транспортировании используется следующая упаковка:

- внутренняя упаковка, выполненная оборачиванием шкафов в полиэтиленовую пленку. Фасады дополнительно защищаются от механических повреждений пенопластом;
- транспортная тара, состоящая из деревянного поддона, решетчатых стенок из досок с непрофилированными кромками.

Крепление шкафов КРУ к поддону осуществляется шурупами.

Элементы сборных шин, соединительные межшкафные элементы, комплект ЗИП упаковываются в отдельную упаковку, идентичную упаковке шкафа КРУ.

Эксплуатационная документация (руководство по эксплуатации, комплект электрических схем, паспорт и т. п.) упаковывается в полиэтиленовый пакет и вкладывается в упаковочное место № 1, на которое наносится надпись «Документация здесь».

## **5. Размещение и монтаж**

### **5.1. Подготовка к монтажу**

Помещение электроустановки для камер КРУ должно соответствовать требованиям для закрытых распределительных устройств (ЗРУ):

- строительная часть ЗРУ, с обеспечением необходимых проемов для нормальной подачи шкафов КРУ;
- отделочные работы, чистовая отделка стен и потолков ЗРУ закончены;
- помещение ЗРУ очищено от пыли и строительного мусора, высушено и созданы условия предотвращающие его увлажнение;
- кабельные каналы и проемы в полу для кабелей соответствуют;
- смонтирована силовая сеть 380/220В;
- заземляющее устройство и электроосвещение готово.

Места установки шкафов КРУ в помещении должны соответствовать следующим требованиям:

- минимально допустимая нагрузка на пол должна составлять не менее

1000 кг/м<sup>2</sup>;

- максимально допустимая величина неровности пола в пределах одной секции – не более 2 мм;
- максимально допустимое отклонение прямолинейности установочного ряда в пределах одной секции – не более 1 мм на один метр, но не более 6 мм на всю длину секции;
- шкафы КРУ могут устанавливаться на бетонное или металлическое основание; при подготовке основания должна учитываться возможность вентиляции шкафа КРУ через вентиляционные решетки на дне шкафа. Металлические основания для установки шкафов должны быть выполнены из металлических швеллеров;
- основания должны быть присоединены в двух и более местах с помощью сварки к общему контуру заземления стальной полосой сечением не менее 120 мм<sup>2</sup>;
- расположение закладных элементов крепежа шкафов КРУ и кабелей должно соответствовать установочным размерам, указанным в Приложении 2;
- пол должен быть очищен от цементной пыли, должны быть приняты меры по уменьшению пылеобразования.

Согласно ПУЭ, глава 4.2 «Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ», пункт 4.2.90. Ширина коридора обслуживания должна обеспечивать удобное обслуживание установки и перемещение оборудования, причем она должна быть не менее (считая в свету между ограждениями): 1 м — при одностороннем расположении оборудования; 1,2 м — при двустороннем расположении оборудования. В коридоре обслуживания, где находятся приводы выключателей или разъединителей, указанные выше размеры должны быть увеличены соответственно до 1,5 и 2 м. При длине коридора до 7 м допускается уменьшение ширины коридора при двустороннем обслуживании до 1,8 м.

## 5.2. Монтаж камер КРУ

Монтаж шкафов КРУ производится в соответствии с монтажным чертежом из комплекта прилагаемой документации. Монтаж камер КРУ рекомендуется выполнить в следующей последовательности:

- проверить правильность установки закладных частей;
- установить крайнюю камеру подстанции согласно схеме расположения на монтажном чертеже, после проверки правильности её установки приступить к установке следующей камеры и т. д.;
- после установки и предварительной выверки камер произвести их скрепление между собой посредством болтов;
- при этом необходимо следить, чтобы не появились снова перекосы камер;
- камеры установить по отвесу;
- перекосы камер более двух миллиметров на метр для каркаса не

допускаются, как по фасаду так и по глубине;

- для устранения перекосов допускается применение стальных прокладок толщиной не более 3-4 мм;
- при выравнивании камер необходимо ослабить болты, при помощи которых они скреплены между собой;
- после окончания регулировки произвести закрепление камер путём приварки их к закладным металлическим частям, заземляющей магистрали;
- камеры КРУ установить к стенке таким образом, чтобы был доступ к задней стороне камер КРУ с расстоянием не менее 800 мм от стены до ячейки и допустимым сужением в местах технических расширений на 200 мм.

Монтаж сборных шин может производиться одновременно с установкой шкафов на штатные места. Перед соединением сборных шин необходимо смазать контактные поверхности графитовой смазкой. Соединение шин осуществляется при помощи шинных накладок, болтов с механическими свойствами не ниже класса 8.8, гаек с механическими свойствами класса 8 и тарельчатых шайб.

После установки камер производятся следующие монтажные и пусконаладочные работы:

- установка и крепление отдельно поставляемых сборных шин и шинных отпаек, при этом необходимо соблюсти расцветку шин;
- установка секционной перегородки (для камер с секционным выключателем);
- прокладка проводов магистралей цепей управления;
- монтаж цепей освещения фасада камер;
- проверка правильности включения и отключения выключателей разъединителей, а также работы всех других аппаратов на соответствие требованиям инструкций по эксплуатации этих аппаратов;
- проверка механических блокировок на правильность их работы;
- проверка расстояния от кабельных наконечников до корпуса камер или друг от друга (не менее 120 мм).

При двухрядном расположении камер в ЗРУ должна соблюдаться параллельность, а при наличии шинного моста – заданное по проекту расстояние между рядами.

Монтаж шинного моста без разъединителей рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- соединить рамы шинного моста между собой посредством болтовых соединений, при необходимости с последующей сваркой их по прилегающим поверхностям;
- установить на рамы опорные изоляторы с шинодержателями;
- уложить в шинодержатели шины и закрепить их путём поворота шинодержателя до полного вхождения шины в паз, после чего подтянуть болтовые соединения;
- соблюдая правила техники безопасности установить собранный шинный

мост на камеры и закрепить их при помощи болтовых соединений, при необходимости сварки.

### 5.3. Меры безопасности при монтаже

В процессе производства монтажных работ необходимо соблюдать и контролировать выполнение правил охраны труда:

- погрузочно-разгрузочные и монтажные работы с камерами КРУ должны производиться с соблюдением общих правил техники безопасности;
- закладные должны быть надёжно закреплены и заземлены;
- при монтаже концевых разделок жил кабелей, на которые может быть подано напряжение с питающей стороны, должны быть отсоединены и заземлены для предупреждения ошибочной подачи напряжения.

## 6. Подготовка к работе и ввод в эксплуатацию

После окончания монтажа камер КРУ необходимо провести проверку правильности монтажа:

- проверить надёжность крепления шкафов КРУ к фундаменту;
- проверить надёжность крепления коммутационных аппаратов, шин, изоляторов и заземляющих устройств внутри шкафов КРУ;
- проверить функционирование дверей отсеков, запорных механизмов и механизмов блокировок;
- проверить все фарфоровые изоляторы, патроны предохранителей на отсутствие трещин, сколов;
- провести ряд проверок и регулировок высоковольтных выключателей с приводами и других аппаратов в полном соответствии с инструкцией по эксплуатации заводов-изготовителей;
- проверить у разъединителей и заземляющих ножей надёжность попадания подвижных ножей на неподвижные контакты, исправность работы приводов;
- проверить блокировки, приведённые в таблице 4 настоящей инструкции.

При вводе в эксплуатацию все элементы шкафов КРУ (выключатели, силовые и измерительные трансформаторы, кабели и т.п.) должны быть подвергнуты приемо-сдаточным испытаниям в соответствии с главой 1.8 ПУЭ и РД 34.45-51.300-97 «Объём и нормы испытаний электрооборудования». Объём приемо-сдаточных испытаний:

- внешний осмотр (проверка состояния защитных лакокрасочных покрытий, изоляционных поверхностей, защитных покрытий контактных поверхностей главной цепи и соответствия требованиям сборочного чертежа, комплектности, спецификации, маркировки);
- измерение электрических сопротивлений (главная цепь, заземлитель, заземление элементов, заземление дверей);
- измерение сопротивления изоляции и испытание электрической прочности изоляции главной цепи и вторичных цепей;
- испытание повышенным напряжением промышленной частоты;

сопротивления изоляции и испытание электрической прочности изоляции главной цепи и вторичных цепей;

— проверка работоспособности вторичных цепей согласно принципиальной электрической схеме в комплекте и инструкциям по эксплуатации на комплектующие изделия;

— проверка механической работоспособности элементов КРУ.

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты обязательно для электрооборудования на напряжение до 35 кВ. При этом нужно учитывать величину испытательного напряжения исходя из уровня изоляции, облегченной (а) и нормальной (б) (ГОСТ Р 55195-2012).

Электрооборудование с нормальной изоляцией – электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, подверженных действию грозовых перенапряжений при обычных мерах по грозозащите.

Электрооборудование с облегченной изоляцией – электрооборудование, предназначенное для применения в электроустановках, не подверженных действию грозовых перенапряжений или оборудованных специальными устройствами грозозащиты, ограничивающими амплитудное значение грозовых перенапряжений до значения, не превышающего амплитудное значение испытательного напряжения промышленной частоты.

## **7. Транспортирование и хранение**

### **7.1. Транспортирование**

Транспортирование КРУ серии «Базальт» может осуществляться любым видом транспорта при условии, что шкафы упакованы согласно требованиям ТУ 3414-014-01257072-2016. Транспортирование должно осуществляться в соответствии с правилами, действующими на конкретном виде транспорта, и «Техническими условиями по погрузке и креплению грузов».

В части воздействия климатических факторов внешней среды условия транспортирования КРУ серии «Базальт» должны соответствовать условиям хранения 8 ОЖЗ по ГОСТ 15150 — открытые площадки в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом. В части воздействия механических факторов условия транспортирования должны соответствовать условиям ОЛ по ГОСТ 23216.

Транспортной единицей является шкаф КРУ. Он транспортируется в собранном и отрегулированном состоянии в упаковочной таре. Транспортировать шкаф КРУ необходимо в вертикальном положении. Штабелирование не допускается. Заземлитель фиксируется в отключенном положении. Сборные шины и другие дополнительные элементы упаковываются и транспортируются отдельно. Выкатной элемент, так же отдельно упаковывается и транспортируется.

На ящиках, кроме транспортных надписей, нанесены следующие предостерегающие надписи: «Верх», «Осторожно», «Не кантовать».

К комплекту ячейки КРУ прикладывается следующая документация:

— руководство по эксплуатации шкафа КРУ;

— руководство по эксплуатации на основные комплектующие изделия, которые предусмотрены предприятием-изготовителем этих изделий;

- электрические схемы принципиальные;
- паспорта на комплектующие, входящие в заказ;
- сертификаты соответствия на КРУ и комплектующие.

Перед распаковкой камер необходимо убедиться в исправности тары.

Характер повреждений тары если они имеются нужно отметить в акте распаковки и проверки комплектации.

Последовательность распаковки и осмотра:

- распаковать транспортный ящик;
- после распаковки транспортных ящиков проверить комплектацию в соответствии со спецификацией на заказ и упаковочными листами;
- произвести тщательный осмотр камер с целью выявления повреждений при перевозке.

Во избежание повреждения кантовать или бросать ящики с камерами, а также с другим оборудованием запрещается.

Для подъёма и перемещения распакованных камер использовать рым-болты установленные на верхнем основании.

## 7.2. Хранение

Условия хранения КРУ серии «Базальт» должны соответствовать условиям хранения 2С по ГОСТ 15150 – неотапливаемое хранилище в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом. Допустимый срок хранения КРУ серии «Базальт» в заводской упаковке до ввода в эксплуатацию 2 года.

Рекомендуется хранить шкафы КРУ в упаковке и консервации завода-изготовителя. Штабелирование при хранении не допускается. Несоблюдение требований хранения может стать причиной потери гарантии, предоставляемой заводом-изготовителем.

Камеры КРУ следует хранить в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха существенно меньше, чем на открытом воздухе (например, каменные, бетонные, металлические с теплоизоляцией и другие хранилища). Температура воздуха от плюс +40 °С до минус -50 °С. Относительная влажность воздуха 98% при температуре +25 °С (верхнее значение). Расположение шкафов КРУ при хранении должно обеспечивать их свободное перемещение и доступ к ним.

Если камеры КРУ освобождены от упаковки, а начало монтажа по каким-либо причинам задерживается, необходимо покрыть камеры КРУ полиэтиленом, брезентом или другими материалами для предохранения от запыления и попадания влаги. При хранении распакованных камер необходимо не реже одного раза в 6 месяцев проводить осмотр.

## 8. Гарантии изготовителя

Завод–изготовитель гарантирует соответствие ячейки требованиям ТУ 3414-018-52609822-2020 при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации. Гарантийный срок эксплуатации – 2 года со дня ввода в эксплуатацию, но не более 2,5 лет – со дня отгрузки изготовителем.

В зависимости от устанавливаемого в шкаф КРУ оборудования, срок гарантии может быть изменён. Точный гарантийный срок эксплуатации обозначен в паспорте на изделие.

Гарантийные обязательства прекращаются:

- при истечении гарантийного срока эксплуатации;
- при истечении гарантийного срока эксплуатации, если камера КРУ не введена в эксплуатацию до его истечения;
- при нарушении условий или правил хранения, транспортирования или эксплуатации;
- при внесении изменений в конструкцию камер, не согласованных с заводом-изготовителем.

Изготовитель не несет ответственности за косвенный ущерб, связанный с приобретением и использованием изделия.

На момент поставки изделия все его комплектующие части как отдельное оборудование проходят проверку на работоспособность. Сопроводительная документация, в том числе технические паспорта на оборудование встроенное в камеру КРУ различных производителей передаётся Заказчику. При обнаружении неисправности, какого либо устройства или оборудования входящего в состав камеры КРУ в процессе эксплуатации до выхода гарантийного срока, следует обращаться к непосредственному производителю этого изделия.

Перегорание плавких вставок главной цепи 6 (10) кВ и 20 кВ в том числе встроенных в силовое оборудование (ТН и ТСН) не является гарантийным случаем и бесплатная замена их не осуществляется.

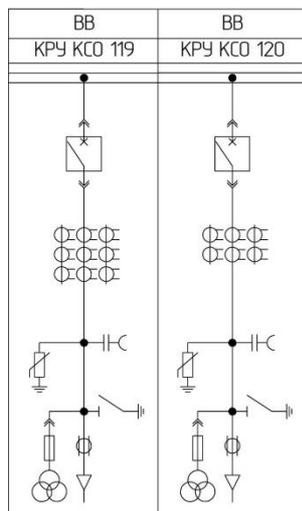
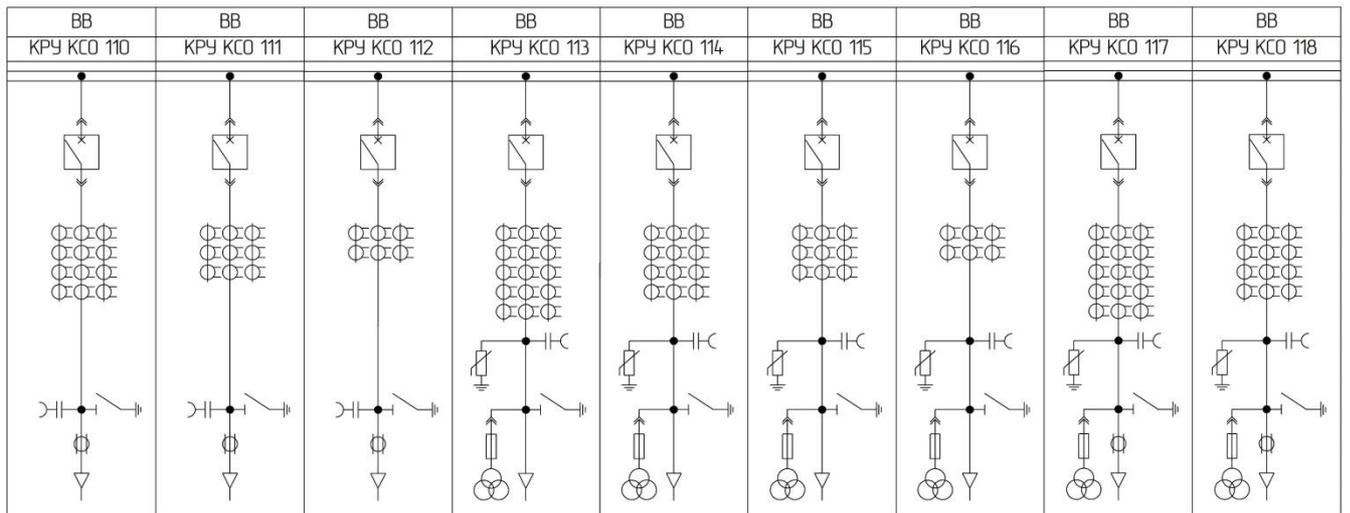
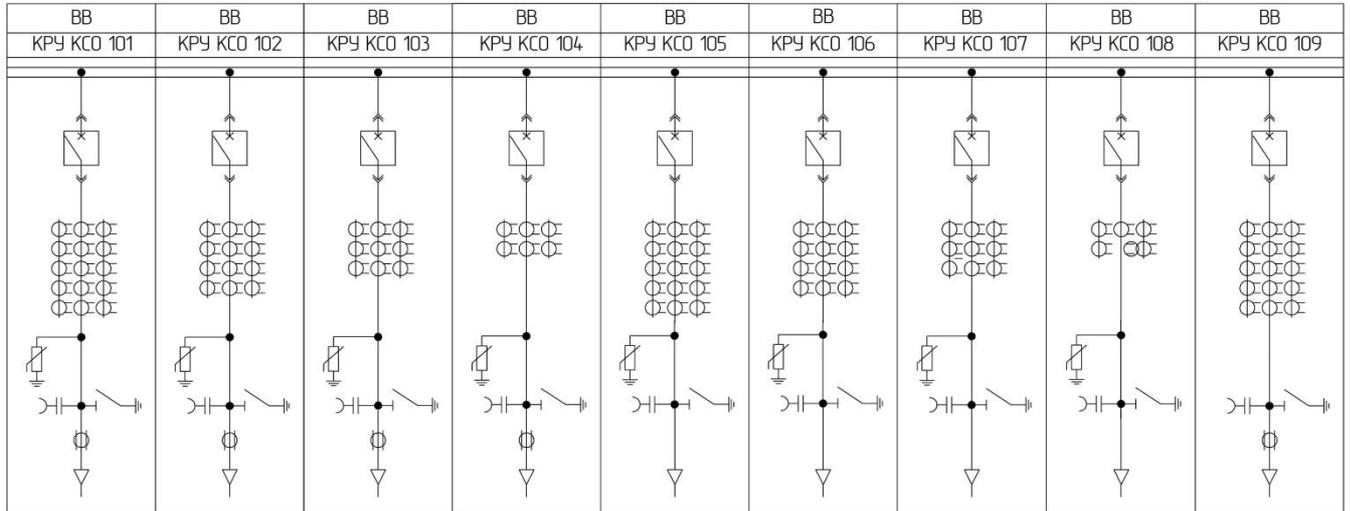
По всем вопросам, связанным с качеством оборудования, следует обращаться к изготовителю по адресу производства ООО "Энергомаш-РЗА":

141703, Московская обл. г. Долгопрудный, ул. Якова Гунина д.1 стр.4

Тел.: +7 (495) 363 71 12                      e-mail: info@emrza.r

## Схемы главных электрических цепей КРУ

# ВВОД

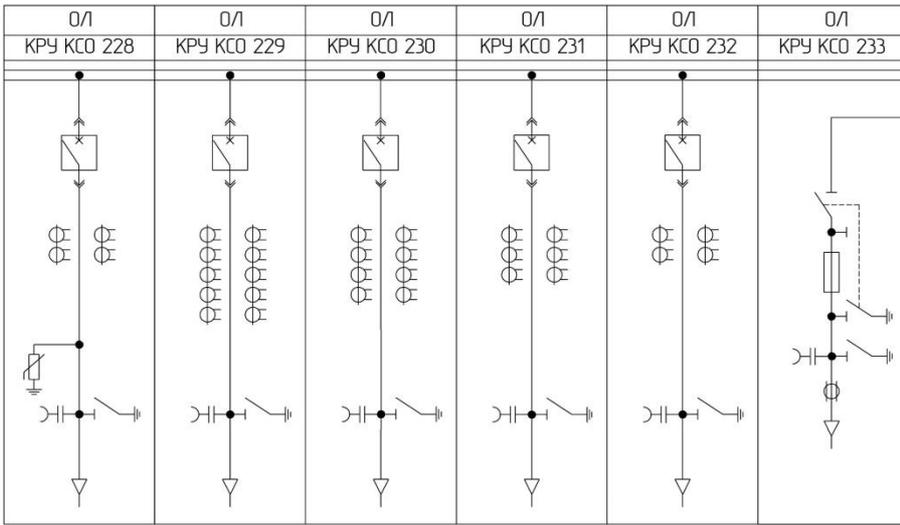


# ОТХОДЯЩАЯ ЛИНИЯ

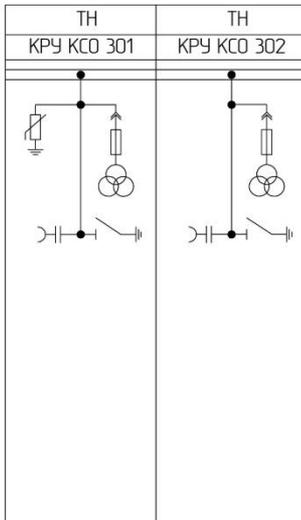
| О/Л         |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| КРУ КСО 201 | КРУ КСО 202 | КРУ КСО 203 | КРУ КСО 204 | КРУ КСО 205 | КРУ КСО 206 | КРУ КСО 207 | КРУ КСО 208 | КРУ КСО 209 |
|             |             |             |             |             |             |             |             |             |

| О/Л         |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| КРУ КСО 210 | КРУ КСО 211 | КРУ КСО 212 | КРУ КСО 213 | КРУ КСО 214 | КРУ КСО 215 | КРУ КСО 216 | КРУ КСО 217 | КРУ КСО 218 |
|             |             |             |             |             |             |             |             |             |

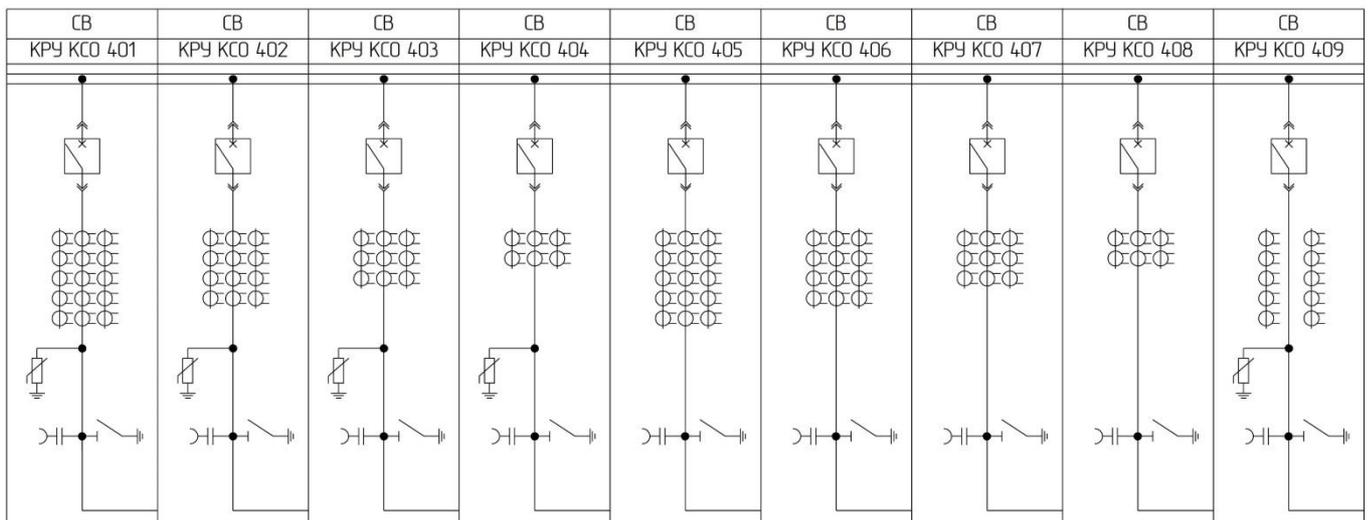
| О/Л         |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| КРУ КСО 219 | КРУ КСО 220 | КРУ КСО 221 | КРУ КСО 222 | КРУ КСО 223 | КРУ КСО 224 | КРУ КСО 225 | КРУ КСО 226 | КРУ КСО 227 |
|             |             |             |             |             |             |             |             |             |

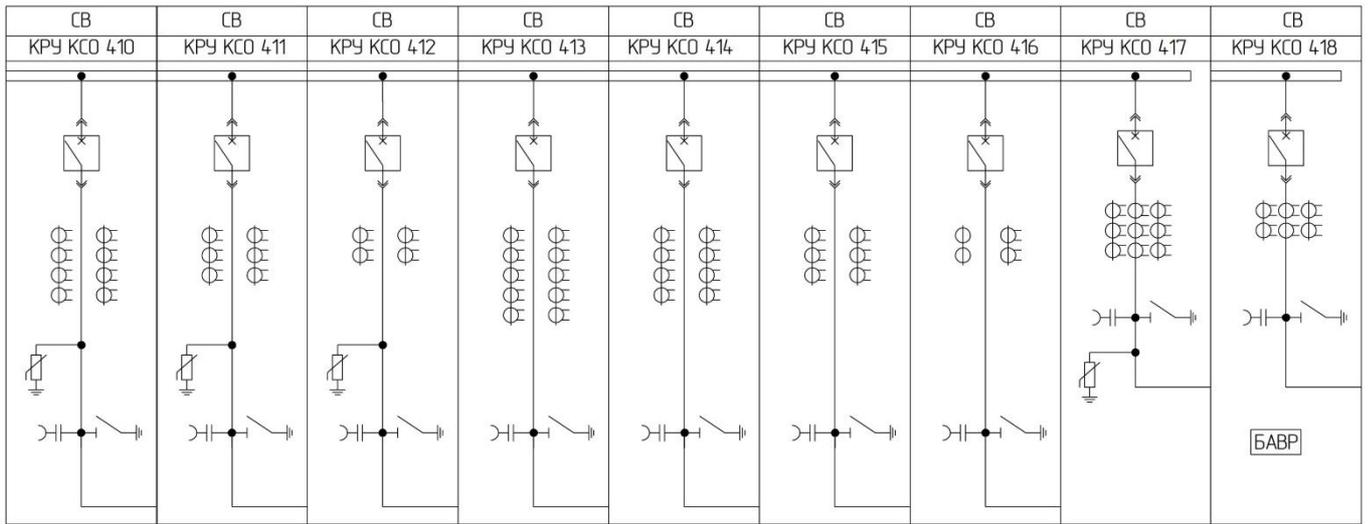


## ТРАНСФОРМАТОР НАПРЯЖЕНИЯ

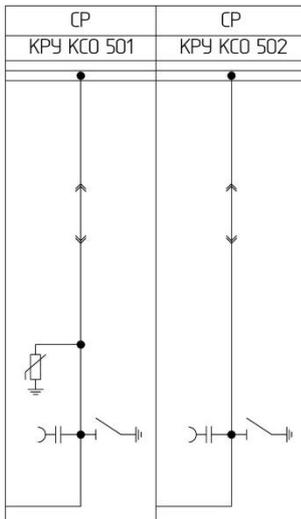


## СЕКЦИОННЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ

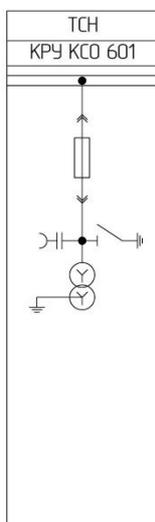




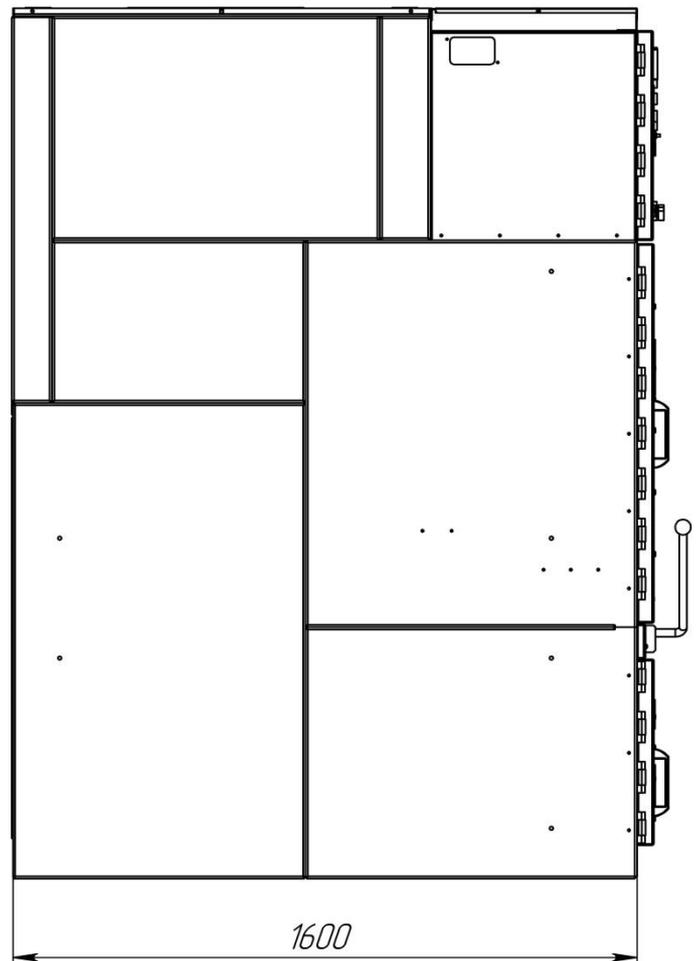
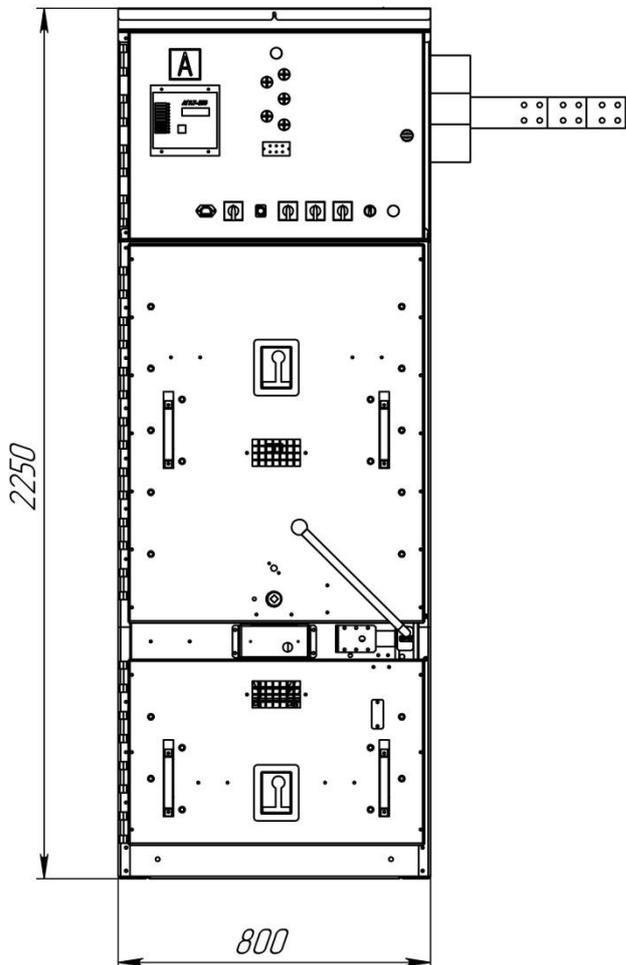
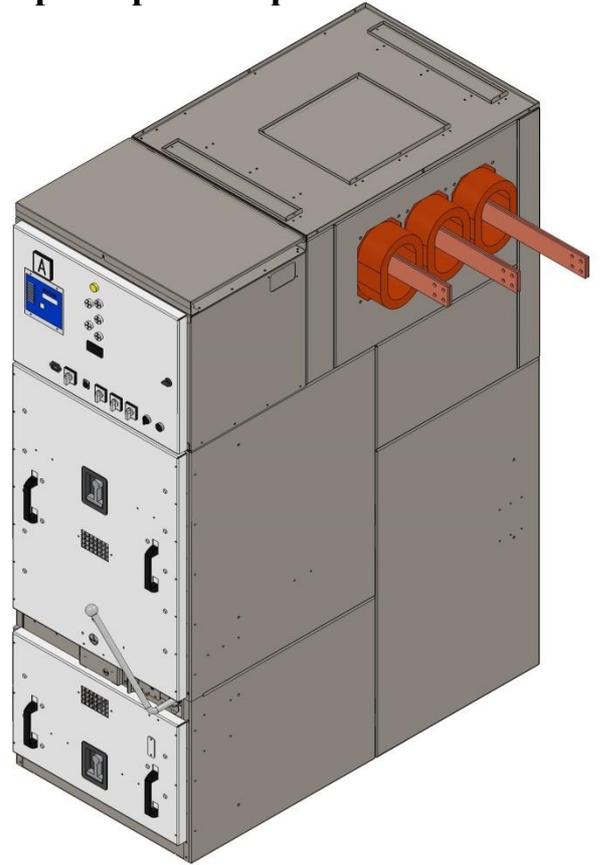
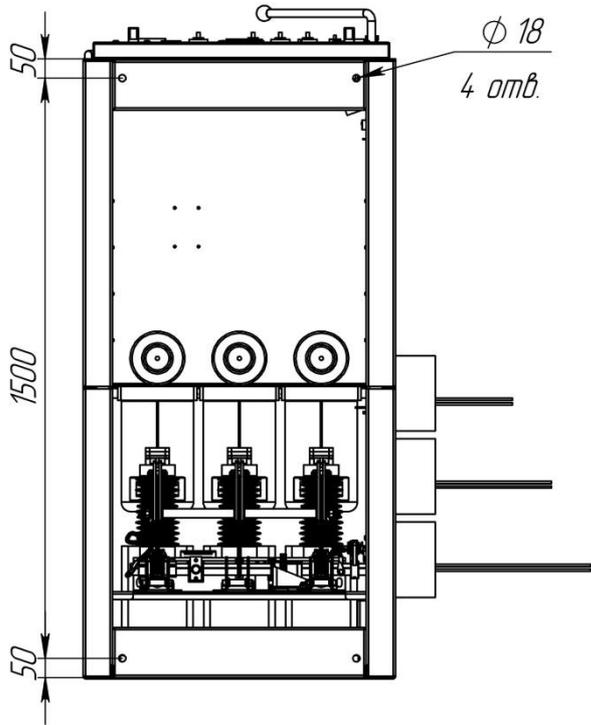
## СЕКЦИОННЫЙ РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ



## ТРАНСФОРМАТОР СОБСТВЕННЫХ НУЖД



Габаритные и установочные размеры шкафа КРУ





ООО "Энергомаш-РЗА "

Телефон: + 7 (495) 363-71-12

E-mail: [info@emrza.ru](mailto:info@emrza.ru)

[emrza.ru](http://emrza.ru)

12/2023