

## КОМПЛЕКТНОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО КМУ-1-КЕМ/kz



Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск, Самарское шоссе, 7

Факс: 8(7232) 210-805; тел. 8(7232) 492-626

E-mail: [kemont@kemont.com](mailto:kemont@kemont.com); [www.kemont.com](http://www.kemont.com)

Комплектные распределительные устройства серии КМУ-1-КЕМ/kz (далее шкафы КМУ-1) с вакуумными выключателями предназначены для приема и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока напряжением 6; 10 кВ промышленной частоты 50 Гц в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор или активное сопротивление нейтралью.

Шкафы серии КМУ-1 применяются в закрытых распределительных устройствах (РУ) и электроустановках с частыми коммутационными операциями.

В шкафах серии КМУ-1 применены следующие инновационные решения:

- повышенная надежность и безопасность в эксплуатации за счет применения современного высоковольтного вакуумного выключателя;
- уменьшенные габаритные размеры;
- возможность доступа к внутренним элементам шкафа со стороны фасада;
- возможность оперативной и безопасной замены вакуумного выключателя при помощи инвентарной тележки;
- повышенная эксплуатационная безопасность за счет применения более надежных блокировок от ошибочных действий персонала подстанций при оперативных переключениях и ремонтных работах;
- размещение аппаратуры вспомогательных цепей в отдельном съемном релейном шкафу, который полностью изолирован от силовых цепей камеры, возможность верхнего, нижнего или бокового присоединения шин вводов и выводов;
- перемещение выключателя и наложение заземления производится при закрытых дверях и без усилий, так как применены винтовые многооборотные редукторы;
- применение заземлителя мгновенного действия исключает возможность возникновения дуги;
- установка на шкафах индикаторов высокого напряжения, дающих возможность безопасно получить информацию о наличии высокого напряжения на кабельных присоединениях.

Шкафы комплектных распределительных устройств серии КМУ-1 соответствуют требованиям Стандарта организации СТ АО990640000421-42-2018 межгосударственных стандартов ГОСТ 14693-90 и ГОСТ 12.2.007.4-96 и защищены двумя Патентами Республики Казахстан.

Шкафы серии КМУ-1 регулярно сертифицируются на соответствие требованиям качества и безопасности в Государственной системе Технического регулирования Республики Казахстан (по схеме «добровольная сертификация»).

*Наше предприятие постоянно работает над повышением надежности и долговечности КРУ, изучает опыт эксплуатации, совершенствует их конструкцию и технологию изготовления, вносит в конструкцию изменения, поэтому возможны отдельные расхождения между данным описанием и фактическим исполнением изделия, не влияющие на работоспособность и технические характеристики.*

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Технические характеристики.....	4
2. Конструктивное исполнение.....	9
3. Монтаж и подготовка к работе .....	28
4. Эксплуатация.....	38
5. Транспортирование, хранение .....	46
6. Гарантии изготовителя .....	47
7. Энергоэффективность и энергосбережение .....	48
8. Формулирование заказа.....	49
9. Рекомендации по использованию кру на высотах более 1000 м.....	53

## 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1

Технические характеристики шкафов КМУ-1	
Наименование параметров	Значения параметров
Номинальное рабочее напряжение, кВ	6,0; 10,0
Номинальный ток главных цепей шкафов, А	630; 800; 1250; 1600; 2500; 3150; 4000 <sup>1)</sup>
Номинальный ток сборных шин, А	до 4000
Номинальный ток отключения выключателя, встроенного в КРУ, кА	до 40
Ток термической стойкости для промежутка времени 3с, кА	до 40 <sup>2)</sup>
Номинальный ток электродинамической стойкости главных цепей, кА	до 102 <sup>2)</sup>
Номинальное напряжение вспомогательных цепей, В	=110, =220/~220

1 Для вводных шкафов;

2 Токи термической и электродинамической стойкости трансформаторов тока – в соответствии с технической документацией на них.

Таблица 2

Габаритные размеры и масса камер	
Параметры	Значение
Габаритные размеры, мм : Ширина (см. таблицу 3) Глубина Высота	А 1400 <sup>1)</sup> 2225; 2360 <sup>2)</sup>
Масса одной камеры, справочно кг	От 600

1 Глубина шкафов - до 1600 мм;

2 Высота шкафов на ток 4000 А (с вентилятором обдува) = 2460 мм.

Таблица 3

Ширина шкафов КМУ-1			
Номинальный ток главных цепей шкафов, А	А (ширина, мм)		
	650	750	900
И <sub>н</sub> =630А	О	О	О
И <sub>н</sub> =800А	О	О	О
И <sub>н</sub> =1250А	О	О	О
И <sub>н</sub> = 1600А	Х	Х	О
И <sub>н</sub> = 2500А	Х	Х	О
И <sub>н</sub> = 3150А	Х	Х	О
И <sub>н</sub> = 4000А	Х	Х	О

О - изготавливается; Х - не изготавливается.

Шкаф ШТСН - ширина 900 мм

Таблица 4

<b>Структура условного обозначения</b>	
Распределительное устройство из шкафов КМУ-1-КЕМ/kz (общее обозначение) <b>КМУ-1-КЕМ/kz -X-XX-УЗ:</b>	
<b>КМУ-1</b>	Комплектное модернизированное устройство
<b>КЕМ/kz</b>	Модификация предприятия
<b>X</b>	Класс напряжения, кВ
<b>XX</b>	Номинальный ток сборных шин, А
<b>УЗ</b>	Вид климатического исполнения и категория размещения по ГОСТ 15150-69.
<p align="center"><b>Пример обозначения: КМУ-1-10-1600-УЗ</b>  <i>Комплектное модернизированное устройство напряжением 10 кВ, номинальный ток сборных шин 1600 А, климатическое исполнение и категория размещения УЗ.</i></p>	

Таблица 5

<b>Структура условного обозначения шкафов КМУ-1</b>	
Общее обозначение шкафов <b>ШХХ-XX-XX-XXXX:</b>	
<b>ШХХ</b>	Тип исполнения шкафа в соответствии с таблицей 5
<b>XX</b>	номинальное напряжение (10 или 6), кВ
<b>XX</b>	номер схемы главных цепей шкафа в соответствии с таблицей 6
<b>XXXX</b>	номинальный ток главных цепей шкафа, А
<p align="center"><b>Пример обозначения: ШВВ-10-010-1250</b>  <i>Шкаф с вакуумным выключателем на напряжение 10 кВ по схеме главных цепей 010, номинальный ток главных цепей шкафа 1250 А.</i></p>	

Таблица 6

<b>Классификация исполнений шкафов КМУ-1</b>	
<b>Признак классификации</b>	<b>Исполнение</b>
Тип исполнения шкафов КМУ в зависимости от встраиваемой аппаратуры и присоединений (Основные варианты исполнений)	ШВВ – шкаф с вакуумным выключателем; ШТН – шкаф с трансформаторами напряжения; ШПС – шкаф с силовыми предохранителями; ШР – шкаф с разъемными контактными соединениями; ШКС – шкаф с кабельной сборкой; ШТСН - шкаф с трансформатором сухим 40 кВА и предохранителями на выкатном элементе
Вид изоляции	Воздушная/комбинированная
Наличие изоляции токоведущих частей	С неизолированными шинами/ с частично изолированными шинами
Вид управления	Местное/дистанционное
Условия обслуживания	Одностороннее (возможно двухстороннее)
Исполнение вводов	Кабельные/ шинные
Степень защиты оболочки со стороны фасада	Не менее IP31 (по ГОСТ 14254-96)
<b>Примечание:</b> Для питания цепей собственных нужд РУ комплектуются по заказу шкафами постоянного или переменного оперативного тока.	

Таблица 7

Назначение схем	
Схема	Назначение
010, 011, 012, 013, 020, 021, 022, 023, 025,	Кабельный ввод или отходящая кабельная линия
026, 030, 031	Шинный ввод
040, 041	Секционный выключатель
050, 051, 052, 058	Секционный разъединитель
060, 061, 062	Трансформатор напряжения
070	Линия к ТСН
073	ТСН
080, 081, 082	Кабельная сборка

Таблица 8

010	011	012	013	014
<b>Ином, А 630, 800, 1250, 1600, 2500</b>				
020	021	022	023	025
<b>Ином, А 630, 800, 1250, 1600, 2500</b>				

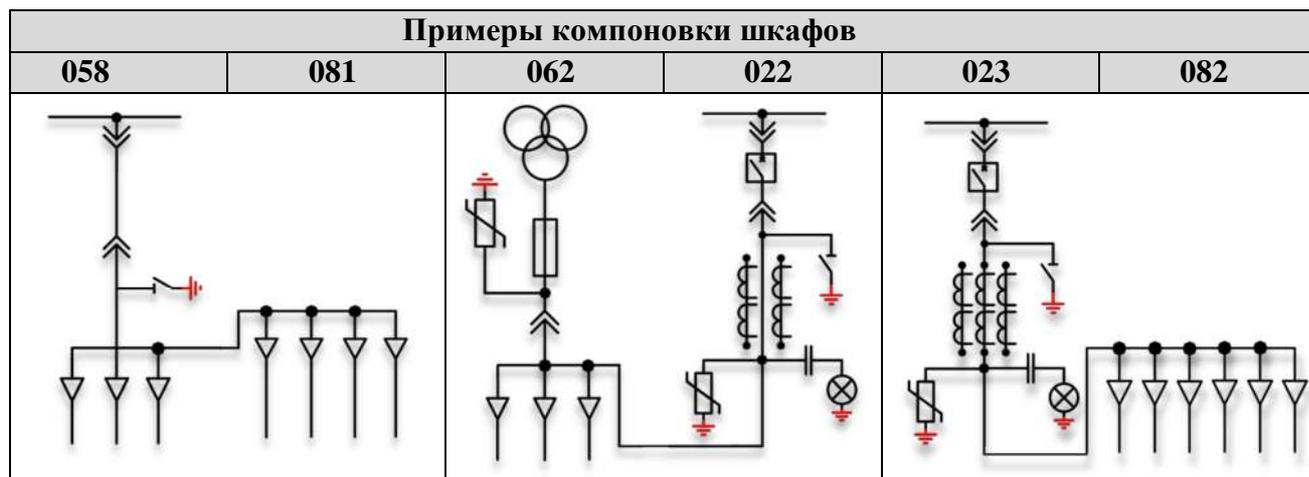
Продолжение таблицы 8

<b>026</b>		<b>030</b>		<b>031</b>		<b>040</b>		<b>041</b>		
Ином, А 630, 800, 1250, 1600, 2500, 3150, 4000*					Ином, А 630, 800, 1250, 1600, 2500, 3150					
<b>050</b>		<b>051</b>		<b>052</b>		<b>058</b>		<b>060</b>		<b>061</b>
Ином, А 630, 800, 1250, 1600, 2500, 3150						Ином, А 630				
<b>062</b>		<b>070</b>		<b>073</b>		<b>080</b>		<b>081</b>		<b>082</b>
Ином, А 630						Ином, А 630, 800, 1250, 1600, 2500, 3150				

**Примечание:**

- 1) В таблице приведены схемы основных исполнений, но по заказу могут быть выполнены и другие варианты исполнения схем;
- 2) Ограничители перенапряжений в схемах 040, 041 устанавливаются по заказу;
- 3) Схемы 058+081, 022+062, 023+082 рекомендуется выполнять в соседних шкафах РУ блоками (см. таблицу 9);
- 4) Шкафы со схемами 022, 023, 030, 031, 052, 058, 062, 080, 081, 082 изготавливаются с выводами шин влево или вправо по заказу.

Таблица 9



Шкафы КМУ предназначены для работы в следующих условиях:

- в распределительных устройствах (РУ) внутри помещений, соответствующих требованиям «Правил устройства электроустановок (ПУЭ)»;

- в части воздействия климатических факторов внешней среды - исполнение У категории 3 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89, при температуре окружающего воздуха в помещении ЗРУ от минус 5 до плюс 40° С<sup>1)</sup>;

- высота установки шкафов над уровнем моря - не более 1000 м (допускается применение шкафов КРУ для работы на высоте над уровнем моря более 1000 м;

- окружающая среда – невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и испарений, химических отложений, не насыщенная токопроводящей пылью и водяными парами;

- номинальный режим работы – продолжительный;

- рабочее положение в пространстве – вертикальное;

- стойкость шкафов КМУ к механическим воздействиям окружающей среды соответствует группе условий эксплуатации М39 по ГОСТ 17516.1-90, в районах с сейсмичностью не более 9 баллов по шкале MSK-64;

- температура нагрева частей оболочки шкафа, которым можно прикасаться при эксплуатации, в номинальном режиме не должна превышать 50 °С (ГОСТ 14693-90);

- верхнее значение температуры нагрева контактных соединений при эксплуатации - 75° С (ГОСТ 8024-90).

**Примечание:**

*При установке и применении шкафов КМУ исполнения УЗ в электропомещениях, где возможно снижение температуры воздуха ниже минус 5° С, потребителем должны быть предусмотрены средства обогрева помещения РУ, обеспечивающие нормальные температурные условия работы оборудования и аппаратуры шкафов КРУ в соответствии с техническими условиями на них.*

## 2. КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

### 2.1 Состав изделия

Шкаф КМУ-1 представляет собой металлоконструкцию, основные элементы каркаса которой выполнены из высококачественной оцинкованной стали толщиной 2,5 мм, на высокоточном современном технологическом оборудовании методом холодной штамповки. В конструкции применена технология, исключая необходимость сварки.

Каркас шкафа разделен перегородками на отсеки:

- отсек выдвижного элемента (выключателя);
- отсек сборных шин;
- нижний (кабельный) отсек.

Клапаны над отсеками служат для сброса давления при коммутации выключателями предельных токов короткого замыкания.

В отсеке выдвижного элемента размещается выдвижной элемент и другие узлы и детали, обеспечивающие безопасную эксплуатацию шкафа. Токоведущие части в проходных изоляторах закрываются шторками. На стенках отсека есть закрытый канал, в котором прокладываются провода вспомогательных цепей и контрольные кабели внешних соединений.

Перемещение выдвижного элемента осуществляется при закрытых дверях с помощью рукоятки из комплекта ЗИП.

Отсек сборных шин расположен в верхней части каркаса, в нем размещаются шины сборные, отпайки сборных шин, изоляторы проходные и изоляторы для крепления верхних втычных неподвижных контактов шкафа.

В нижнем отсеке ячейки устанавливаются ограничители перенапряжения, трансформаторы нулевой последовательности, элементы крепления разделок кабельных или разъемные муфты (неподвижные контакты). В верхней части нижнего отсека находится заземлитель мгновенного действия.

Компоновка, конструкция и заполнение отсека трансформаторов тока и линейных шин зависят от схемы главных соединений реализованной в данном шкафу и от номинального тока шкафа КМУ. Нижняя часть отсека - металлическое дно, в котором выполнены необходимые проемы для ввода кабелей силовых, кабелей контрольных, шинного ввода, отверстия, через которые осуществляется крепление шкафа к закладным элементам.

Над отсеком выдвижного элемента смонтирован релейный шкаф в виде отдельного изолированного от высоковольтных цепей блока. На двери шкафа смонтированы приборы учета, контроля и аппараты сигнализации. Внутри релейного шкафа располагается аппаратура вспомогательных цепей шкафов (аппараты управления, защиты, сигнализации, микропроцессорные блоки релейной защиты, приборы контроля и учета электроэнергии и т.д.) - согласно заказу.

На фасад шкафа КМУ выведена индикация наличия напряжения на сборных шинах и отходящих кабелях.

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КМУ1.13.02.000.ТО_РЭ	R2
		Страница 10 из 55	

Шкафы КМУ-1 одного типоразмера имеют одинаковые габаритные и установочные размеры и обеспечивают взаимозаменяемость выдвижных элементов и запасных частей.

Все токоведущие шины в пределах КРУ изготавливаются только из меди и соединяются болтовыми соединениями.

Класс контактных соединений главных цепей 2 по ГОСТ 10434-82.

Шкафы КМУ-1 изготавливаются в габаритах на номинальное напряжение 10 кВ. Комплектующее оборудование – разъединители, заземлители, выключатели, изоляторы опорные и проходные устанавливаются только с  $U_{ном}=10$  кВ, а трансформаторы напряжения, ограничители перенапряжений, силовые предохранители, силовые трансформаторы - на напряжение 6 или 10 кВ (по заказу).

Релейная защита соединений к шкафам КРУ обеспечивается самыми современными многофункциональными, малогабаритными, высоконадежными микропроцессорными блоками фирм ведущих мировых производителей.

В настоящее время в шкафах КРУ применяются типы релейных защит, соответствующие Международному стандарту ANSI/IEEE C37.2 – см. «Таблицу основных кодов стандарта ANSI C37.2 функций устройств релейной защиты», (которая помещена на нашем сайте).

Для изоляции неподвижных токоведущих контактов и для секционирования сборных шин в пределах одного шкафа применены полимерные проходные изоляторы.

Дуговая защита выполняется на базе фотоэлементов или оптоволоконных с применением клапанов сброса избыточного давления, конструктивно выполненных в верхней части каркаса.

В шкафах ввода, при необходимости, предусматривается отсек вентиляции, оборудованный вентилятором и датчиком температуры.

Конструкция шкафа обеспечивает возможность шинного ввода сверху и снизу, кабельного – снизу.

Корпуса шкафов КМУ-1 при монтаже РУ должны непосредственно заземляться на металлические закладные элементы. Возможен вариант изготовления с общей магистральной шиной заземления, которую можно подключить к заземляющему контуру РУ.

Типоразмер шкафов КМУ-1 определяется конкретной схемой главных и вспомогательных цепей и номинальными параметрами встраиваемых аппаратов.

Схемы главных цепей шкафов КМУ-1 приведены в табл. 8 настоящего документа.

Базовая модель шкафа КМУ-1 (устройство см. рис. 1) рассчитана на применение вакуумного выключателя SION (SIEMENS) на выкатной тележке с контактной системой, установленной в кассете с боковыми и задней стенками. Устройство и установочные размеры исполнений шкафов КМУ-1 с выключателем SION – см. рис 1; 4-8.

По заказу изготавливаются варианты шкафов КМУ-1 с вакуумными выключателями и других ведущих мировых производителей:

- с вакуумным выключателем фирмы АВВ (см. рис. 10-12);

- с вакуумным выключателем фирмы AREVA - Schneider\_Electric (см. рис. 13-15).

Шафы КМУ-1 могут быть изготовлены с концевыми муфтами **Raychem** штекерного типа для подключения кабельных линий к ячейкам распределительного устройства.

Вариант КМУ-1 с разъемными муфтами показан на рис. 2 и 3.

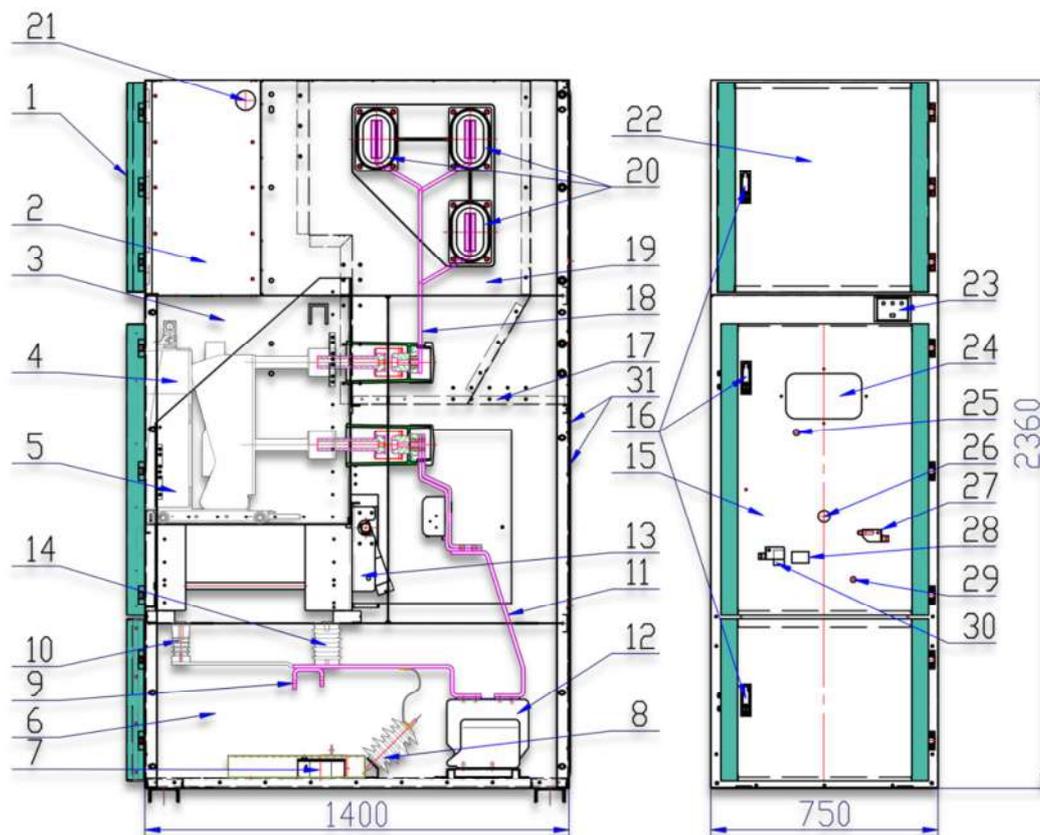


Рисунок 1 - Устройство базовой модели КМУ-1 с выключателем SION (Siemens)

Таблица 10

Пояснение к рисунку 1			
№	Обозначение	№	Обозначение
1	Дверь релейного шкафа	16	Замки дверные
2	Шкаф релейный	17	Перегородка изолирующая
3	Отсек вакуумного выключателя	19	Отсек сборных шин
4	Вакуумный выключатель SIEMENS (SION) с кассетой	20	Проходные изоляторы сборных шин
5	Кассета выключателя	21	Подвод магистральных шинок
6	Нижний отсек (отсек присоединений)	22	Зона установки приборов
7	Трансформатор тока типа ТЗЛМ	23	Индикатор наличия напряжения
8	Ограничитель перенапряжений	24	Смотровое окно
9	Место присоединения силового кабеля	25	Втулка аварийного отключения выключателя
10	Изолятор опорный	26	Место для рукоятки привода перемещения тележки
11,18	Шины медные	27	Блокировка перемещения тележки ВЭ
12	Трансформатор тока	28	Индикация положения заземлителя
13	Заземлитель	29	Кнопка блокировки заземлителя

14	Изолятор опорный с датчиком напряжения	30	Окно для ключа заземлителя
15	Дверь отсека выключателя	31	Зашивка задняя съемная

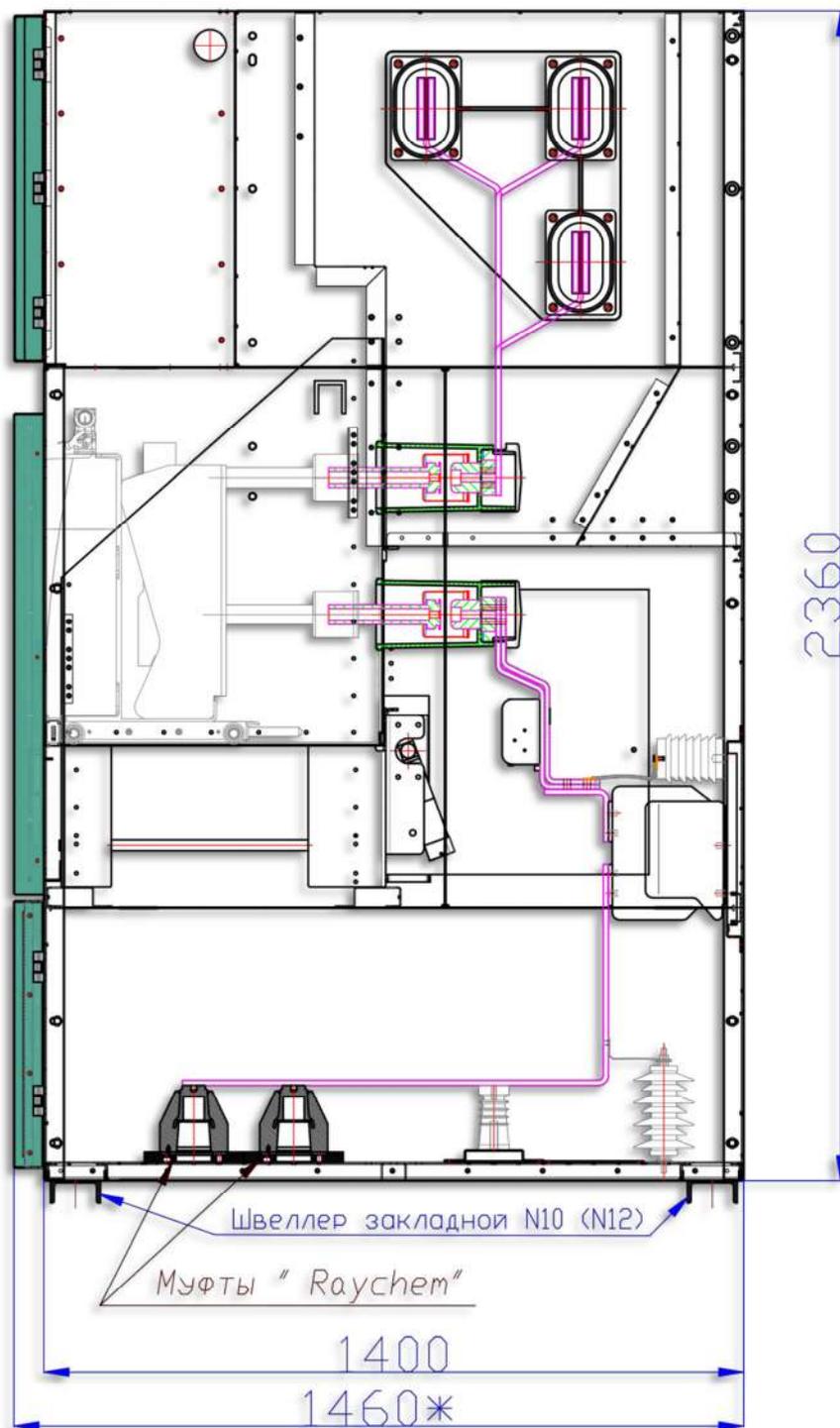


Рисунок 2 - КМУ-1 (разрез) с изоляторами муфт Raychem

*Муфты Raychem* разъемные муфты типа RPIT для высоковольтного кабеля (TYCO Electronics Raychem GmbH)

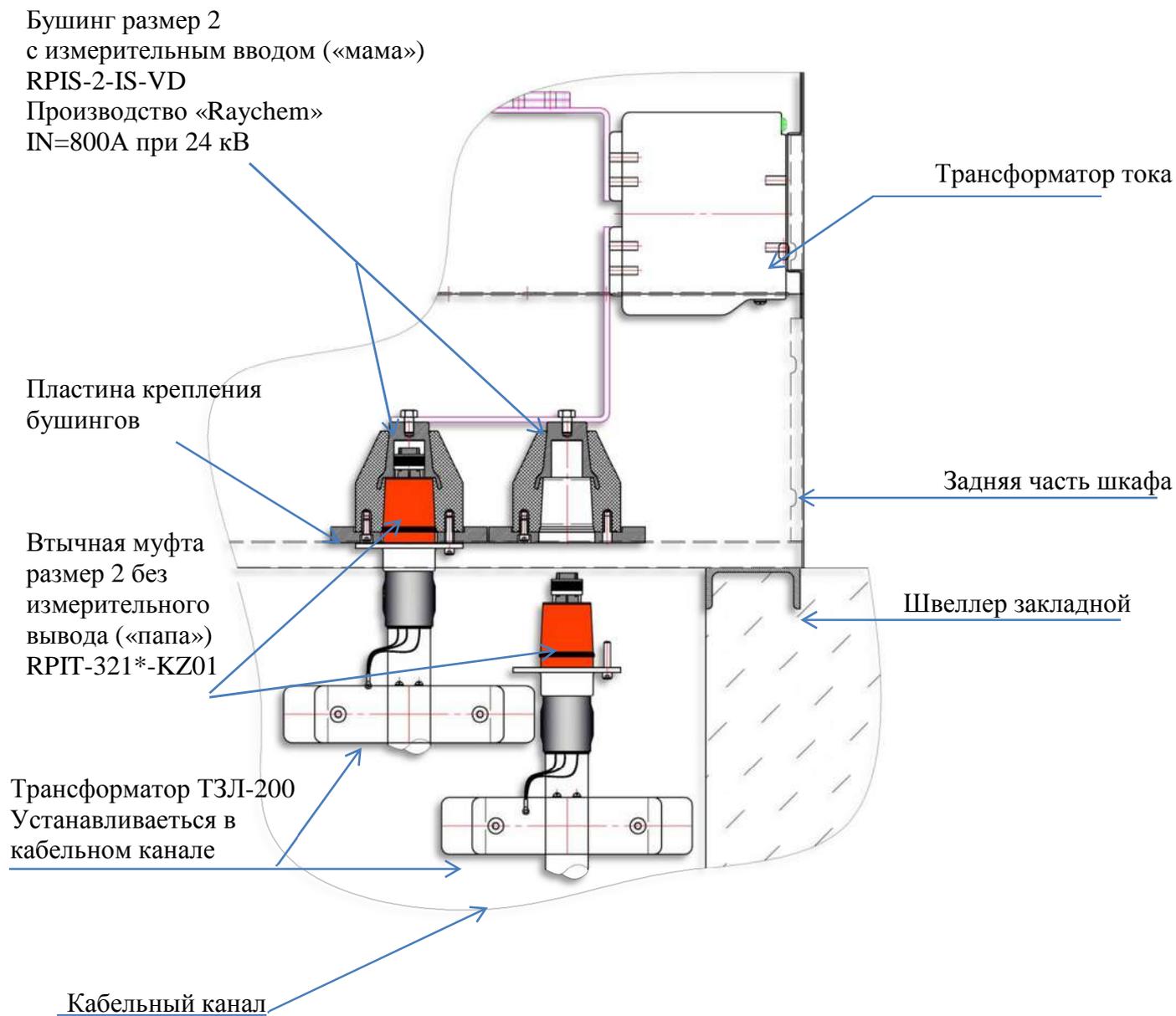


Рисунок 3 - Схема монтажа муфтового соединения Rauchem в КМУ-1 (вариант Л-2)

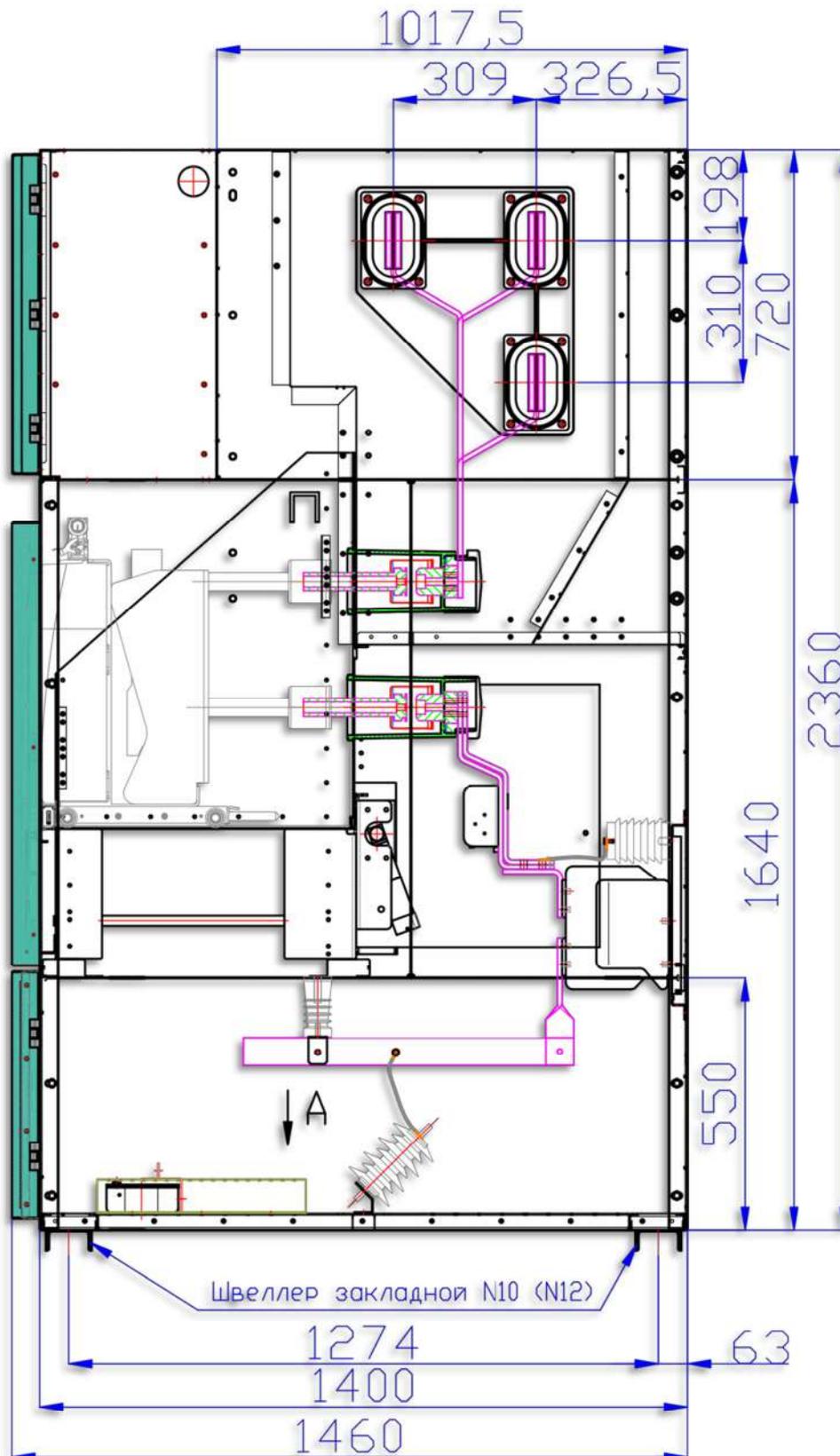


Рисунок 4 - Шкаф КМУ-1 шириной 650, 750 и 900 мм (на ток до 2500 А)

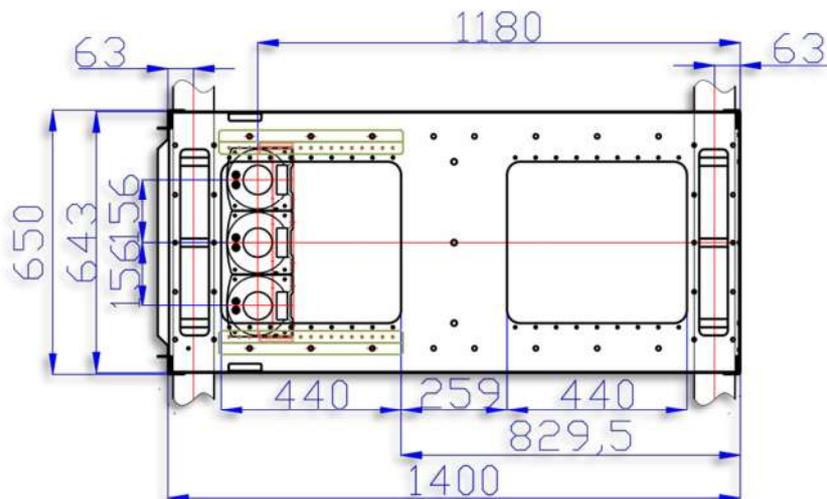


Рисунок 5 - Вид А - шкаф шириной 650 мм (на ток до 1250 А)

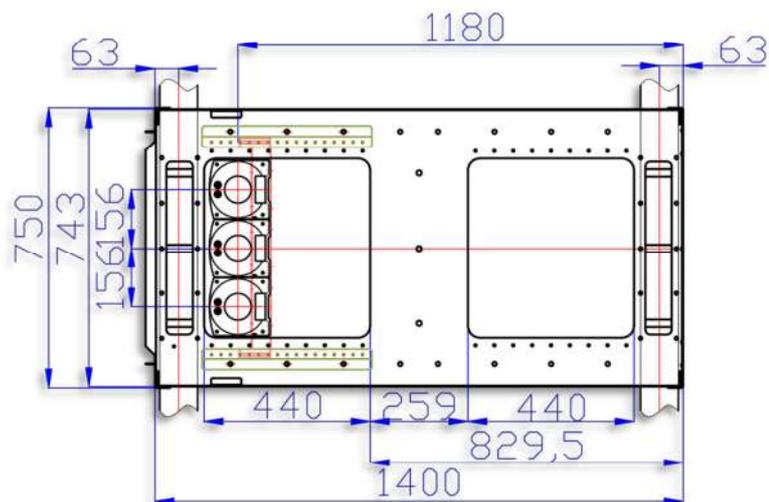


Рисунок 6 - Вид А - шкаф шириной 750 мм (на ток до 1250 А)

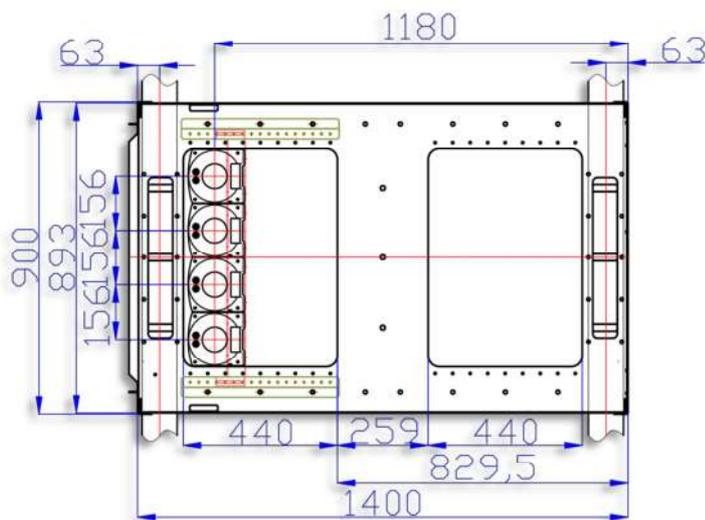


Рисунок 7 - Вид А - шкаф шириной 900 мм (на ток до 2500 А)

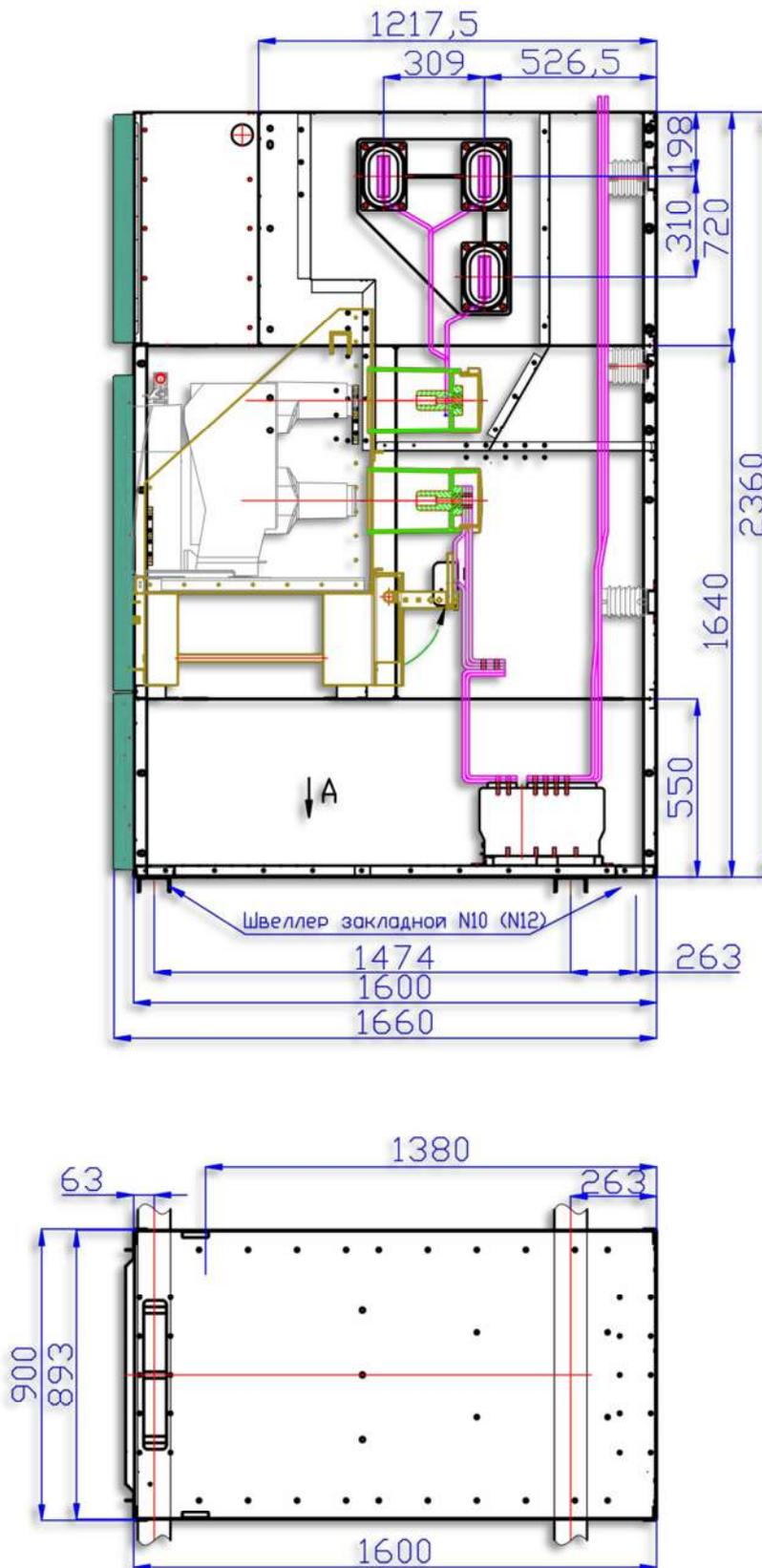


Рисунок 8 - Шкаф КМУ-1 шириной 900 мм (на ток 3150 А)

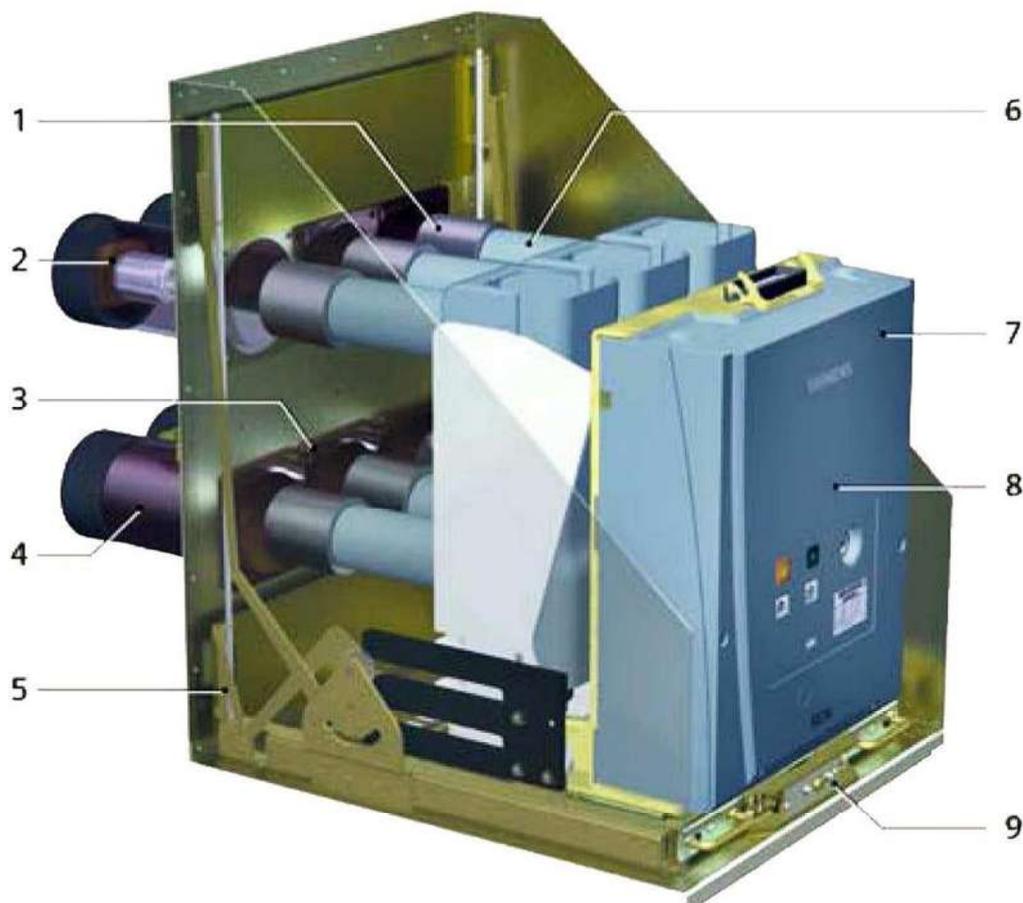


Рисунок 9 - Вакуумный силовой выключатель SION (SIEMENS) в кассете

Таблица 11

Пояснение к рисунку 9			
№	Обозначение	№	Обозначение
1	контакт типа «тюльпан»	6	изолятор круглой шины
2	неподвижный контакт	7	низковольтный отсек
3	шторки	8	вакуумный силовой выключатель
4	проходной изолятор	9	выкатная тележка
5	кассета		

В кассете установлены проходные изоляторы, неподвижные контакты, шторки и шторочный механизм. Боковые и задние стенки кассеты образуют испытанный отсек выключателя в ячейке. Вакуумный силовой выключатель на выкатной тележке перемещается внутри кассеты с помощью рукоятки, вращающей вал. Шторочный механизм управляет поперечными шторками, которые закрывают контакты. Сигналы о сервисном и разъединенном положениях передаются через соединительный модуль в низковольтный отсек вакуумного выключателя от позиционных выключателей выкатной тележки.

**Примечание** - Подробное техническое описание и инструкцию по монтажу и эксплуатации - см. документацию предприятия – изготовителя выключателей (Siemens).

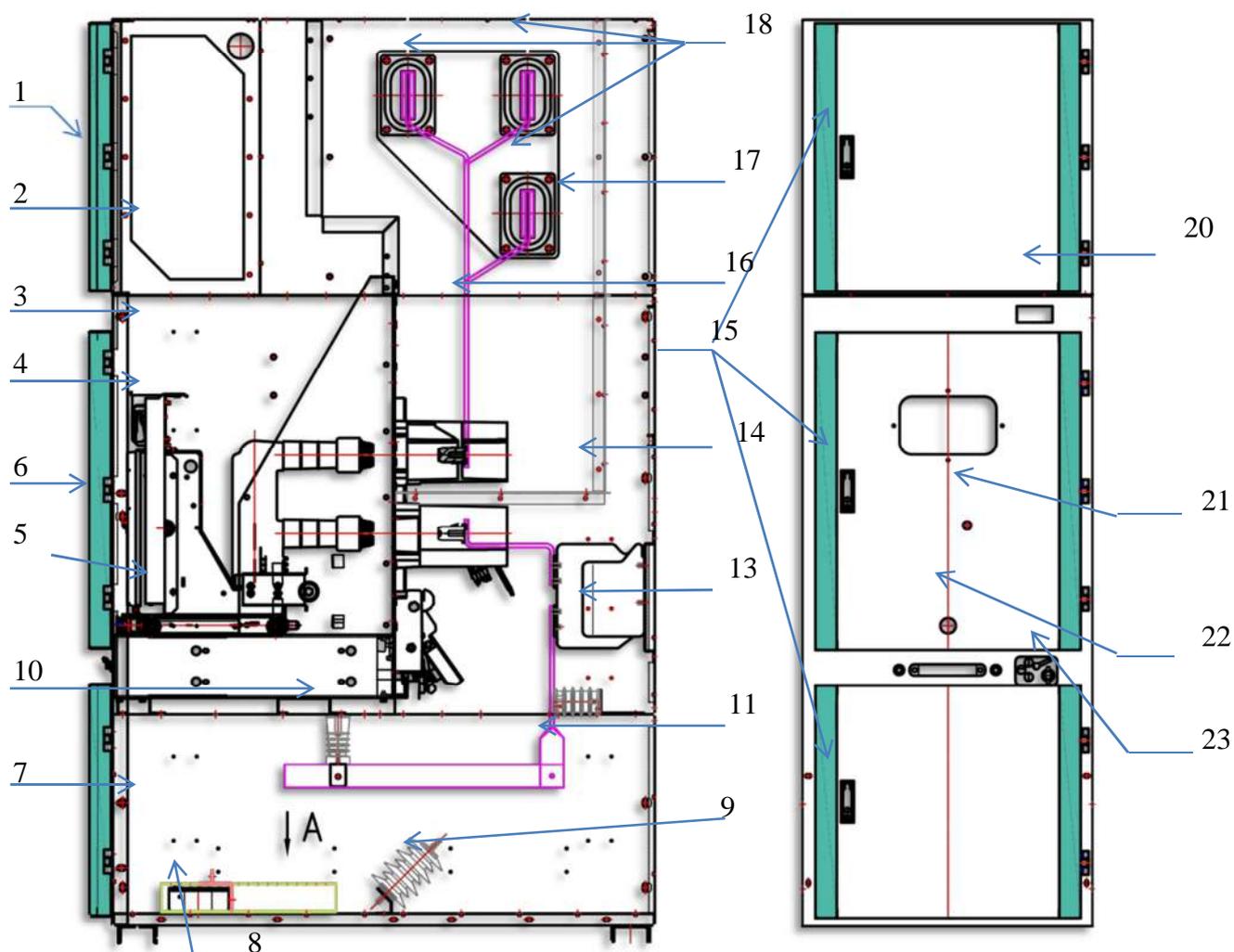
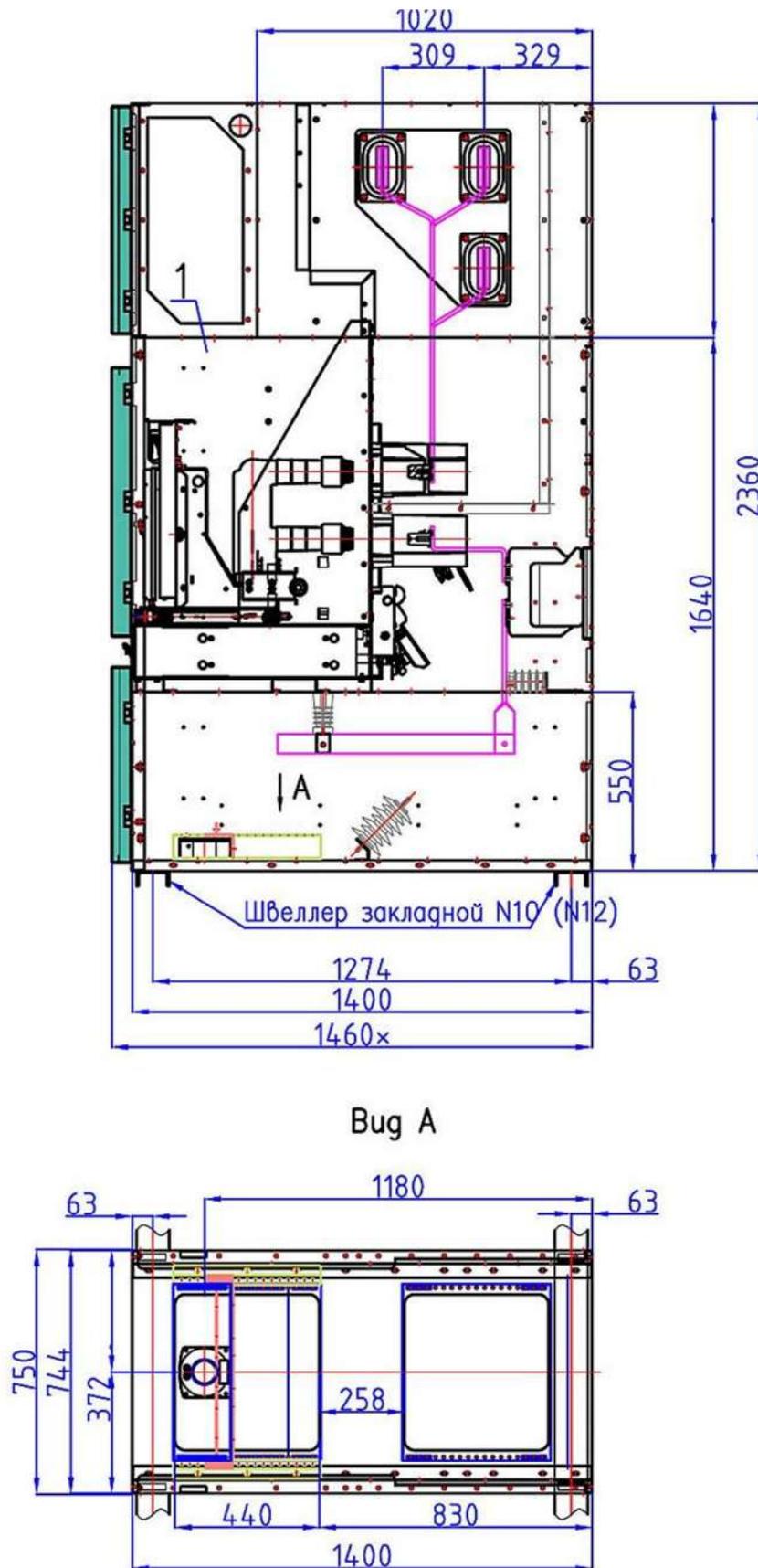


Рисунок 10 - Устройство шкафа линейного КМУ-1 с выключателем АВВ

Таблица 12

Пояснение к рисунку 10			
№	Обозначение	№	Обозначение
1	Дверь релейного шкафа (приборы не показаны)	13	Трансформатор тока типа ТОЛ-10
		14	Перегородка изолирующая
2	Шкаф релейный	15	Замки дверные
3	Отсек вакуумного выключателя	17	Отсек сборных шин
4	Вакуумный выключатель АВВ с кассетой	18	Проходные изоляторы сборных шин
5	Кассета выключателя	19	Подвод магистральных шинок
6	Дверь отсека выключателя		
7	Кабельный отсек	20	Индикатор наличия напряжения на вводе
8	Трансформатор тока типа ТЗЛМ		
9	Ограничитель перенапряжений	21	Кнопка механического аварийного отключения выключателя
10	Изоляторы опорные		
11,16	Шины медные	22	Место для рукоятки привода перемещения тележки
12	Заземлитель	23	Блокировка заземлителя



Вид А

Рисунок 11- Шкаф КМУ-1 с выключателем АВВ шириной 750 мм (на ток 1250 А)



*Примечание - Подробное техническое описание и инструкции по монтажу и эксплуатации - см. документацию предприятия –изготовителя выключателей АBB.*

Рисунок 12 - Вакуумный выключатель и кассета АBB (VD4)

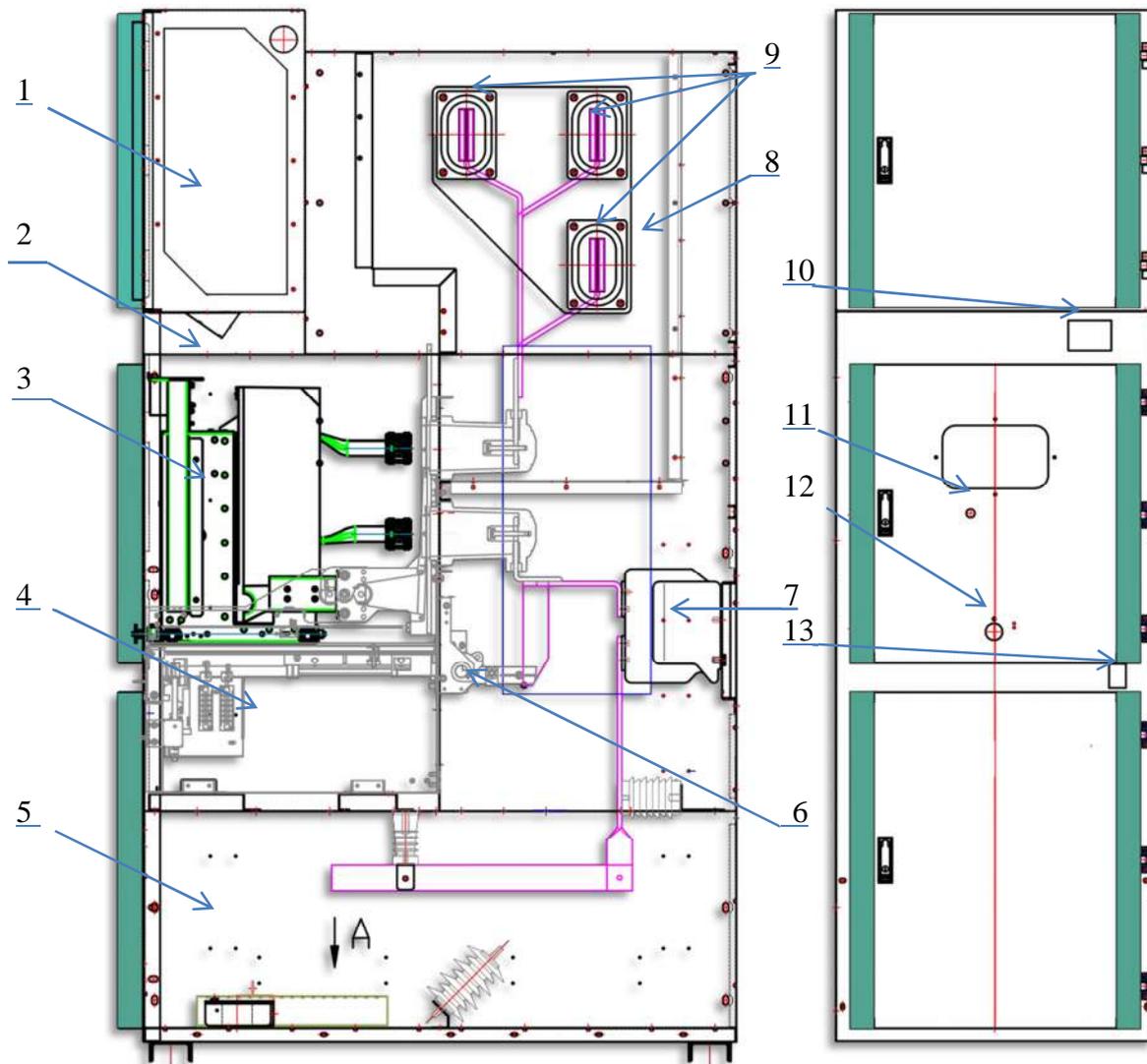
**ШКАФЫ КМУ-1 С ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ типа HVX (AREVA, Schneider\_Electric)**


Рисунок 13 - Устройство шкафа линейного КМУ-1 с выключателем AREVA (Schneider\_Electric)

Таблица 13

Пояснение к рисунку 13			
№	Обозначение	№	Обозначение
1	Шкаф релейный	8	Отсек сборных шин
2	Отсек вакуумного выключателя	9	Проходные изоляторы сборных шин
3	Вакуумный выключатель AREVA типа HVX	10	Индикатор наличия напряжения на вводе
4	Кассета выключателя	11	Кнопка механического аварийного отключения выключателя
5	Кабельный отсек	12	Место для рукоятки привода перемещения тележки
6	Заземлитель	13	Окно для ключа привода заземлителя
7	Трансформатор тока типа ТОЛ-10		

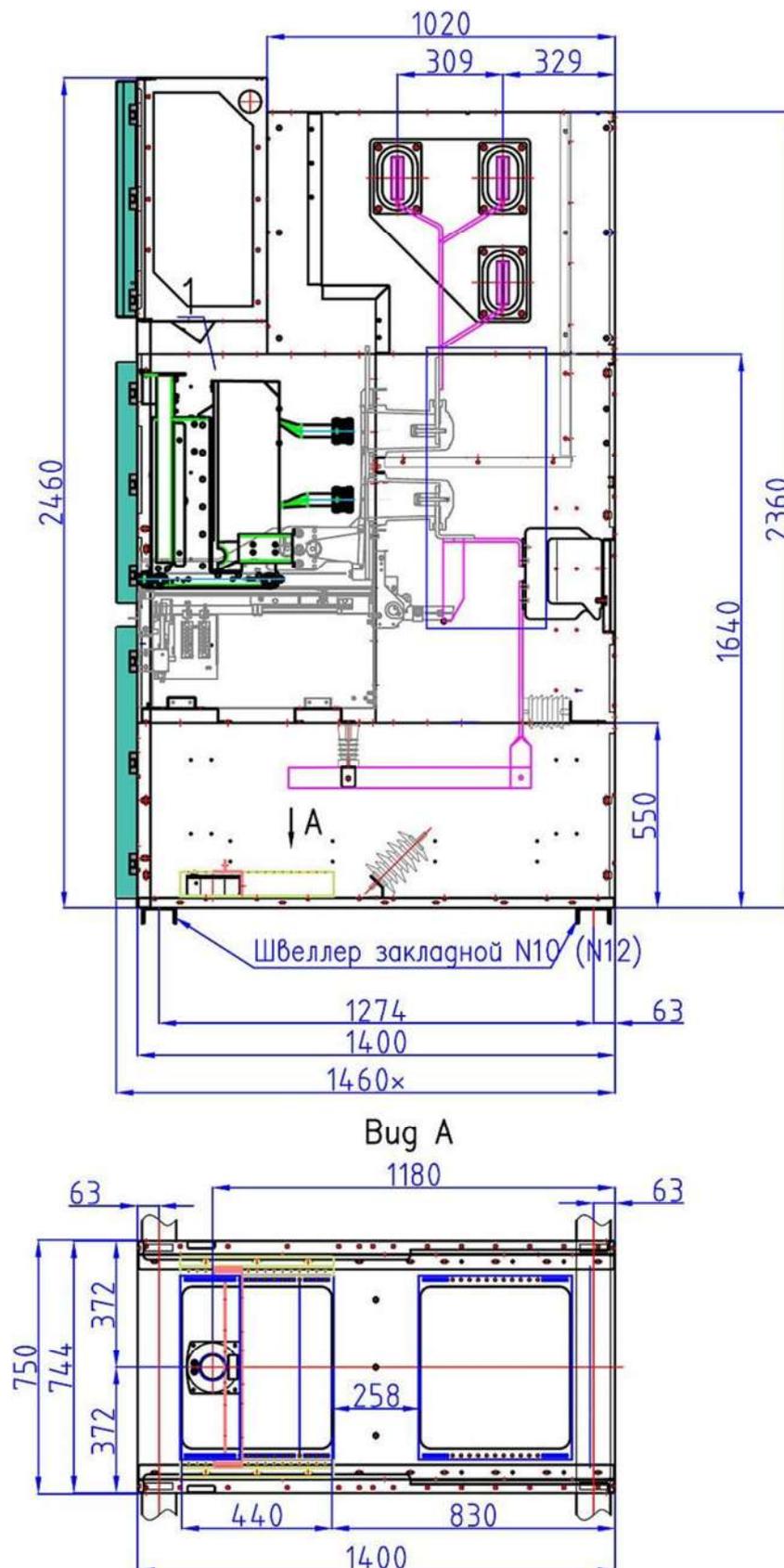


Рисунок 14 - Шкаф КМУ-1 шириной 750 мм (на ток 630-1250 А) с выключателем типа HVX (Schneider\_Electric)

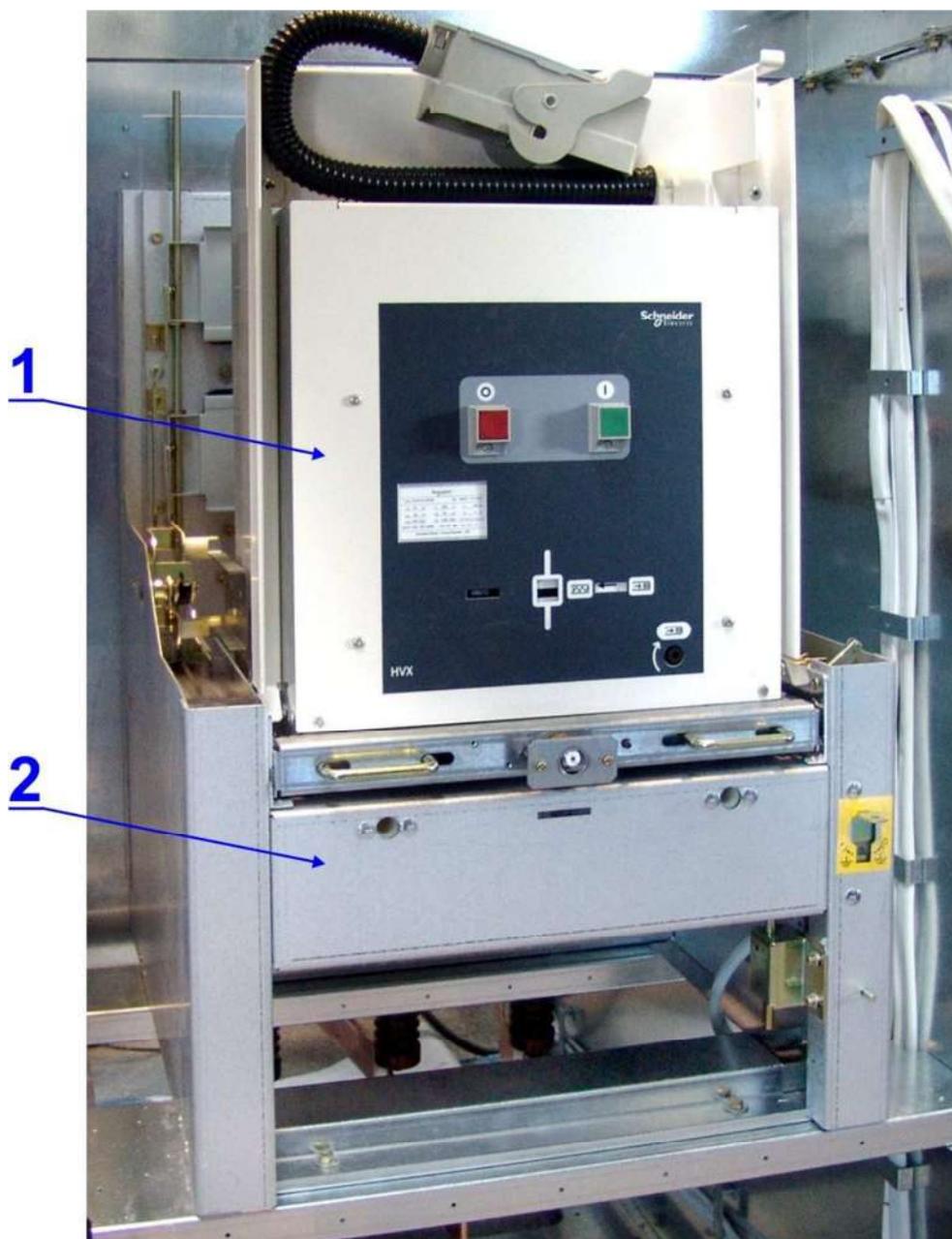


Рисунок 15 - Вакуумный выключатель и кассета HVX (Schneider\_Electric)

Таблица 14

Пояснение к рисунку 15			
№	Обозначение	№	Обозначение
1	Кассета выключателя	2	Выключатель HVX-C-12-06-630 А

**Примечание** - Подробное техническое описание и инструкцию по монтажу и эксплуатации - см. документацию предприятия – изготовителя выключателей (AREVA - Schneider\_Electric)

Все выдвижные элементы КМУ-1 имеют максимально унифицированные конструкционные элементы и присоединительные размеры. Выдвижные элементы для подсоединения к неподвижным контактам главной токопроводящей цепи шкафа имеют розеточные контакты. Размеры розеточных контактов зависят от номинальных токов и динамической стойкости главной цепи.

При извлечении выдвижного элемента из ячейки применяется тележка инвентарная, входящая в комплект ЗИП.

Функцию блокировки перемещения тележки выдвижного элемента в зависимости от состояния выключателя «включено» или «отключено» выполняет рычаг, с одной стороны связанный с приводом выключателя, а с другой с винтом перемещения.

Заземление выдвижного элемента на корпус шкафа обеспечивается колёсами тележки имеющими гальваническое покрытие. Контроль рабочего и контрольного положений осуществляется блок-контактами, которые механически связаны рычагами с винтом перемещения и электрически связаны с цепями вторичных соединений шкафа.

Порядок работы с инвентарной тележкой – см. «Инструкция по монтажу и демонтажу выкатных элементов КМУ-1 - КМУ1.12.03.104.ИВЭ» .

Выдвижной элемент шкафа (тележка) имеет три положения:

**рабочее** – тележка находится в корпусе шкафа, первичные и вторичные цепи замкнуты;

**контрольное** – тележка в корпусе шкафа, первичные цепи разомкнуты, шторки закрыты (вторичные цепи при этом могут быть как в замкнутом так и в разомкнутом положении)

**ремонтное** – тележка находится вне корпуса шкафа, первичные и вторичные цепи разомкнуты.

В рабочем и контрольном положении выкатной элемент имеет механизм фиксации. При выкатывании тележки из шкафа автоматически изоляционными шторками закрываются отсеки шинного и линейного разъединяющих контактов, что исключает возможность случайного прикосновения к токоведущим частям, оставшимся под напряжением. Отсек выкатного элемента в рабочем положении закрыт дверью, запирающейся ключом.

Перевод выключателя из рабочего положения в контрольное осуществляется с помощью рукоятки при закрытых дверях шкафа КМУ-1.

Шкафы КМУ-1 обеспечивают управление, защиты и блокировки в соответствии с техническими нормативами и опросным листом заказа.

В шкафах выполнены стандартные электрические и механические блокировки в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.4-96, обеспечивающие безопасность при обслуживании и исключающие ошибочные действия персонала:

- *запрет на перемещение включенного выкатного элемента;*
- *запрет на включение при не докаченном выкатном элементе;*
- *запрет на перемещение выкатного элемента секционного разъединителя при не выкаченном выкатном элементе секционного выключателя;*
- *запрет заземления секции при не выкаченном вводном и секционном выключателе;*

- *запрет на перемещение выкатного элемента в шкафу с наложенным заземлением;*
- *запрет на работу с заземлителем при любом положении выключателя, кроме контрольного;*
- *запрет на выкат выкатного элемента с трансформатором напряжения при не выкаченном вводном и секционном выключателе;*
- *запрет на открытие двери высоковольтного отсека при не выкаченном в контрольное положение выдвижном элементе;*
- *запрет на открытие нижней двери высоковольтного отсека (кабельного отсека) при не выкаченном в контрольное положение выдвижном элементе (для варианта с тремя дверьми);*
- *запрет на отключение разъема вторичных цепей при не выкаченном выдвижном элементе;*
- *двери отсеков шкафа запираются на замки со специальным ключом;*
- *предусмотрены места для навесных замков, которыми можно запереть иторки и другие элементы управления шкафом.*

Конструкция шкафов обеспечивает возможность установки концевых выключателей и электромагнитных блокировок на выдвижных элементах и приводах заземлителей в соответствии с ГОСТ 14693-90;

Для ограничения коммутационных перенапряжений при отключении вакуумных выключателей устанавливаются ограничители перенапряжений.

Предусмотрена возможность аварийного отключения выключателя при закрытой двери и полном отсутствии напряжения.

На шкафах устанавливаются индикаторы высокого напряжения (ИВН), которые работают вне зависимости от наличия оперативного тока.

Допускается установка шкафов КМУ-1 с проходом с задней стороны. При этом возможно двухстороннее обслуживание.

Шкафы КМУ-1 обладают достаточной механической прочностью, обеспечивающей нормальные условия работы и транспортирования без каких-либо остаточных деформаций или повреждений, препятствующих их нормальной работе, выдерживают не менее указанного в ГОСТ 14693-90 числа циклов работы элементов, установленных в шкафу.

При двухрядном расположении шкафов КМУ-1 в помещении РУ изготавливается закрытый шинный мост, длина которого определяется шириной прохода между двумя рядами шкафов.

В процессе изготовления КМУ-1 выполняется контрольная сборка заказанного распределительного устройства в функциональный блок в соответствии с опросным листом (заказом). При контрольной сборке выполняется ошиновка РУ (соединение сборных и ответвительных шин) и монтаж шинного моста на шкафах КМУ-1.

Каждое, соединенное в функциональный блок КРУ из шкафов КМУ-1, и каждый шкаф по завершению изготовления подвергается комплексу электрических испытаний в соответствии с требованиями ПУЭ и нормативной технической документации.

После испытаний КМУ-1 подготавливается к отгрузке заказчику: РУ разъединяется на транспортные блоки. Шинные мосты демонтируются с нанесением монтажной маркировки, поставляются в комплекте с оборудованием и устанавливаются потребителем по месту установки шкафов.

## 2.2 Комплектность

В комплект поставки входит:

- шкафы КМУ-1, соединенные в соответствии со схемами главных цепей в транспортные блоки по 2-5 штук (или одиночные шкафы), с аппаратурой и приборами главных и вспомогательных цепей;
- шинные мосты (если предусмотрено заказом);
- тележка инвентарная для демонтажа выключателей (стандартно - по 2 шт. на РУ)
- шкаф питания цепей собственных нужд – шкаф оперативного тока (если оговорен в заказе);
- составные элементы и аппараты, демонтированные на период транспортировки;
- принадлежности и монтажные материалы (если предусмотрено заказом);
- запасные части и принадлежности (ЗИП) по нормам изготовителя;
- комплект технической эксплуатационной документации – «Пакет технического паспорта» в одном экземпляре.

«Пакет технического паспорта» включает в себя:

- а) «Технический паспорт» на заказанное комплектное распределительное устройство из шкафов КМУ-1 или (при заказе) на одиночный шкаф;
- б) «Техническое описание и руководство по эксплуатации на шкафы КМУ-1»;
- в) «Инструкция по монтажу и демонтажу выкатных элементов»;
- г) электрические схемы на типоразмерах шкафов КМУ-1 данного заказа;
- д) техническая эксплуатационная документация на основную комплектующую аппаратуру в соответствии с техническими условиями на эту аппаратуру (инструкции по эксплуатации, паспорта) на языке страны-изготовителя;
- е) протоколы испытаний;
- ж) сертификат качества изготовления;
- и) ведомость ЗИП и демонтированных элементов.

### **Примечание:**

1- Микропроцессорные блоки и измерительные приборы, после изготовления и проведения испытаний КМУ-1 могут быть демонтированы и поставляться упакованными в отдельной таре, если отсутствуют иные требования заказчика.

2- Комплект технической эксплуатационной документации на каждое отправляемое РУ из шкафов КМУ-1, в котором установлены микропроцессорные блоки, как правило, дополнительно комплектуются компакт-диском (CD), на котором записана эксплуатационная документация на блоки и аппаратуру шкафов и электронная версия «Пакета технического паспорта».

3– К перечисленным документам могут быть добавлены другие технические документы, если это было оговорено в договоре на поставку.

4- Количество экземпляров документов – согласно ГОСТ 14693-90.

### **2.3 Маркировка**

Маркировка шкафов КМУ-1, элементов, аппаратов и контактных соединений выполняется в соответствии с электрическими схемами и нормативной документацией.

При изготовлении КМУ- 1 с возможностью двухстороннего обслуживания, порядковый номер шкафа в РУ наноситься и с обратной стороны шкафа.

### 3. МОНТАЖ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

#### 3.1 Общие требования

При организации и производстве работ по монтажу, наладке и испытаниям шкафов комплектных распределительных устройства серии КМУ-1 следует соблюдать требования СНиП, государственных стандартов, Правил устройства электроустановок и ведомственных нормативных документов.

Порядок монтажа КМУ определяется монтажным персоналом в зависимости от специфики конкретного распределительного устройства и местных условий. При этом необходимо соблюдать требования данного документа и инструкций по эксплуатации аппаратуры, установленной в КМУ.

Монтаж шкафов КРУ выполняется согласно требованиям ПУЭ, проекта на конкретное распределительное устройство. При установке шкафов КМУ-1 в РУ необходимо выдержать расстояния при размещении шкафов в электропомещении, исходя из требований ПУЭ.

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

Чертежи с установочными размерами для подготовки строительной части РУ для монтажа шкафов КМУ-1 приведены для справки на рис. 4-8, 11, 14 и рис. 23 настоящего документа.

#### 3.2 Меры безопасности

Конструкция шкафов КМУ удовлетворяет требованиям безопасности, изложенных в стандартах СТ АО 990640000421-42-2018, ГОСТ 12.2.007.4-96, настоящем документе и руководствах по эксплуатации аппаратуры, установленной в КМУ. Погрузочно-разгрузочные и монтажные работы должны проводиться с соблюдением общих правил техники безопасности.

Закладные элементы должны быть надежно закреплены и заземлены.

При монтаже концевых заделок кабелей, на которые может быть подано напряжение с питающей стороны, эти кабели должны быть отсоединены и заземлены для предупреждения ошибочной подачи напряжения. Проверка отсутствия напряжения на отключенном оборудовании должна производиться во всех фазах, а у выключателя и разъединителя - на всех контактах.

#### 3.3 Требования к помещению

Электропомещение для шкафов КРУ серии КМУ-1 должно соответствовать требованиям «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ).

Перед монтажом шкафов КРУ в помещении должны быть закончены все строительные работы, включая отделочные, закрыты все проемы, колодцы и кабельные каналы, выполнено освещение, отопление и вентиляция. Помещение должно быть очищено от пыли и строительного мусора и просушено.

К помещению должен быть обеспечен нормальный подъезд.

Помещение, подготовленное для монтажа КРУ, должно дополнительно отвечать следующим требованиям:

- помещение должно быть выполнено из негорюемых материалов с пределом огнестойкости не менее 0,75 часа;

- дверной проем должен иметь высоту и ширину, обеспечивающие свободное перемещение через него шкафов и сборочных элементов РУ и не иметь порогов;
- максимальная допустимая нагрузка на пол должна составлять не менее 1400 кг/м<sup>2</sup>;
- полы или закладные фундаментные рамы должны быть выровнены по горизонтали с точностью ±1мм на 1 метр длины, но не более ±3 мм на длину секции КРУ из 12 шкафов 750x12=9000мм;
- кабельные каналы должны быть выполнены в соответствии с проектом и требованиями настоящего документа.

Готовность строительной части помещения к производству работ по монтажу КРУ должна быть оформлена актом, подписанным представителями строительной организации, заказчика и монтажной организации.

### 3.3 Транспортирование на место монтажа



Рисунок 16 – Рым пластины для транспортировки шкафа

Шкафы КМУ поставляются в собранном и отрегулированном состоянии. Для перемещения КМУ на каждом шкафу закреплены болтами съемные металлические рым-пластины (рис.16).

Шкафы можно транспортировать либо за них, либо погрузчиком грузоподъемностью не менее 1 тонны за основание с помощью поддонов, на которых отгружаются шкафы.

После установки шкафов на место рым-пластины вместе с болтами следует удалить.

### 3.3 Установка шкафов

Шкафы КМУ устанавливаются в распределительном устройстве согласно плана расстановки электрооборудования.

Затем монтируются шинные мосты (при наличии их в заказе).

Шинные мосты следует начать устанавливать от шкафов. На каждом шинном мосту написан номер шкафа – рис.17,18. Шинные мосты крепятся на шкафах сверху болтами. К потолку шинные мосты следует крепить через поставляемые в комплекте крепежные элементы.

**Примечание:** Рым-болты на шинных мостах предназначены для их монтажа, но не для крепления.

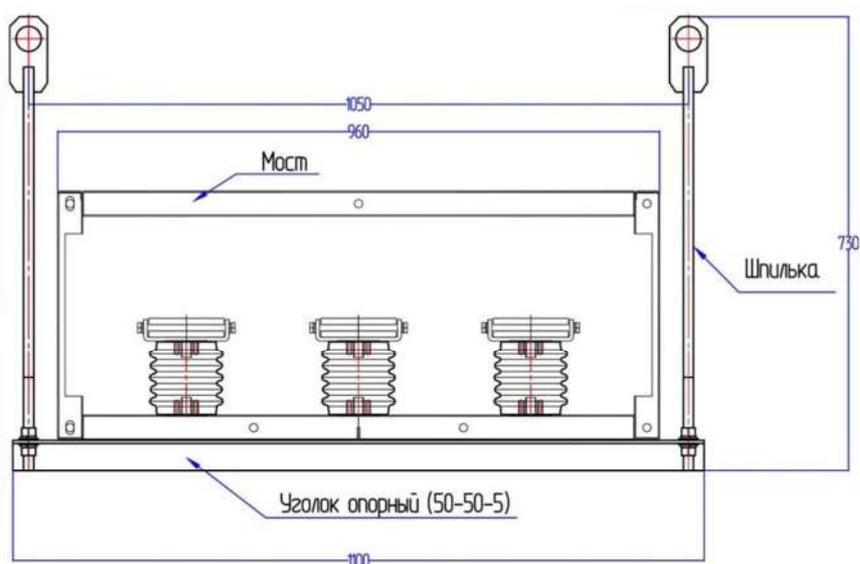


Рисунок 17



Рисунок 18

Остальные детали шинных мостов крепятся согласно нанесенных на них номеров.

Шины, присоединяющие шинный мост к шкафу, поставляются в отдельной упаковке в демонтированном виде, но при этом на каждой шине есть четкая маркировка.

Кроме этого, на каждом разрыве шин есть неповторяющийся номер (см. рис.19).



Рисунок 19

Перед соединением шин необходимо места соединений протереть чистой хлопчатобумажной салфеткой. **Смазку на контакты наносить не нужно!**

Соединение шин осуществляется при помощи болтов с механическими свойствами не ниже класса 8.8, и гаек с механическими свойствами класса 8.

Болты следует завинчивать при помощи динамометрического ключа с моментом силы – см. таблицу 16 в разделе 4.

Полный монтаж шинных вводов (мостов) производить согласно чертежа «КМУ-1-ШМ-00-01» и плана расположения шкафов –чертеж V-8-XXX-200-600-OS. - см. «Пакет Технического паспорта»

Все шкафы соединяются болтами, входящими в комплект, при этом соседние шкафы крепятся между собой только на фасаде на 4 болта – рис.20.

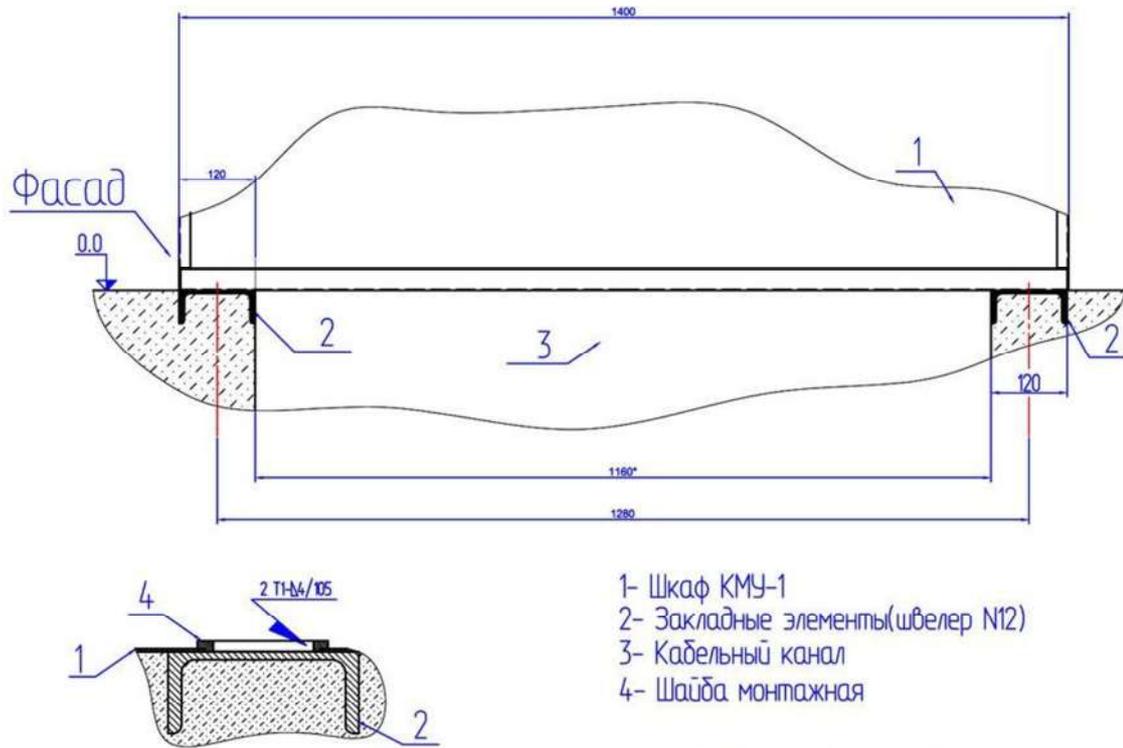


Рисунок 20

Шкафы установлены правильно, если:

- нет качаний шкафов (для устранения качания и перекосов допускается применение стальных прокладок толщиной не более 2 мм);
- нет наклона шкафов по фасаду и по глубине (отсутствие наклона проверяется отвесом);
- обеспечено четкое прилегание стенок двух шкафов, установленных рядом.

После сборки всех шкафов, шинных мостов и временных кожухов (которые заменяют шкафы второй очереди) шкафы привариваются в одной-двух точках к закладным в полу (рис.21) через специальные шайбы (вложены в ЗИП).



- 1- Шкаф КМУ-1
- 2- Закладные элементы(швелер N12)
- 3- Кабельный канал
- 4- Шайба монтажная

Шайба монтажная (Поз.4) -поставляется заводом изготовителем в комплекте с шкафом. Место сварки обработать анти-коррозийным составом.

\* -Размеры для справок

Рисунок 21

В дне каждого шкафа КМУ -1 выполнено отверстие (рис. 22 поз. 1), для установки шайб монтажных (рис. 21 поз. 4) и приварки их к закладным (рис. 21 поз. 2) Отверстие закрывается крышкой (рис. 22 поз. 2), при помощи болтовых соединений. После приварки шкафов к закладным крышку следует установить на место.

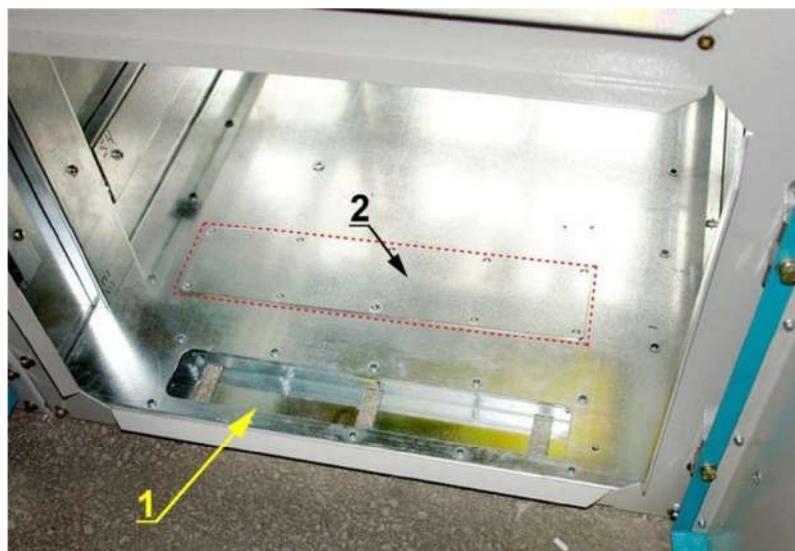


Рисунок 22

Пример установки КМУ-1 в помещении РУ и установочные размеры на рис. 23.

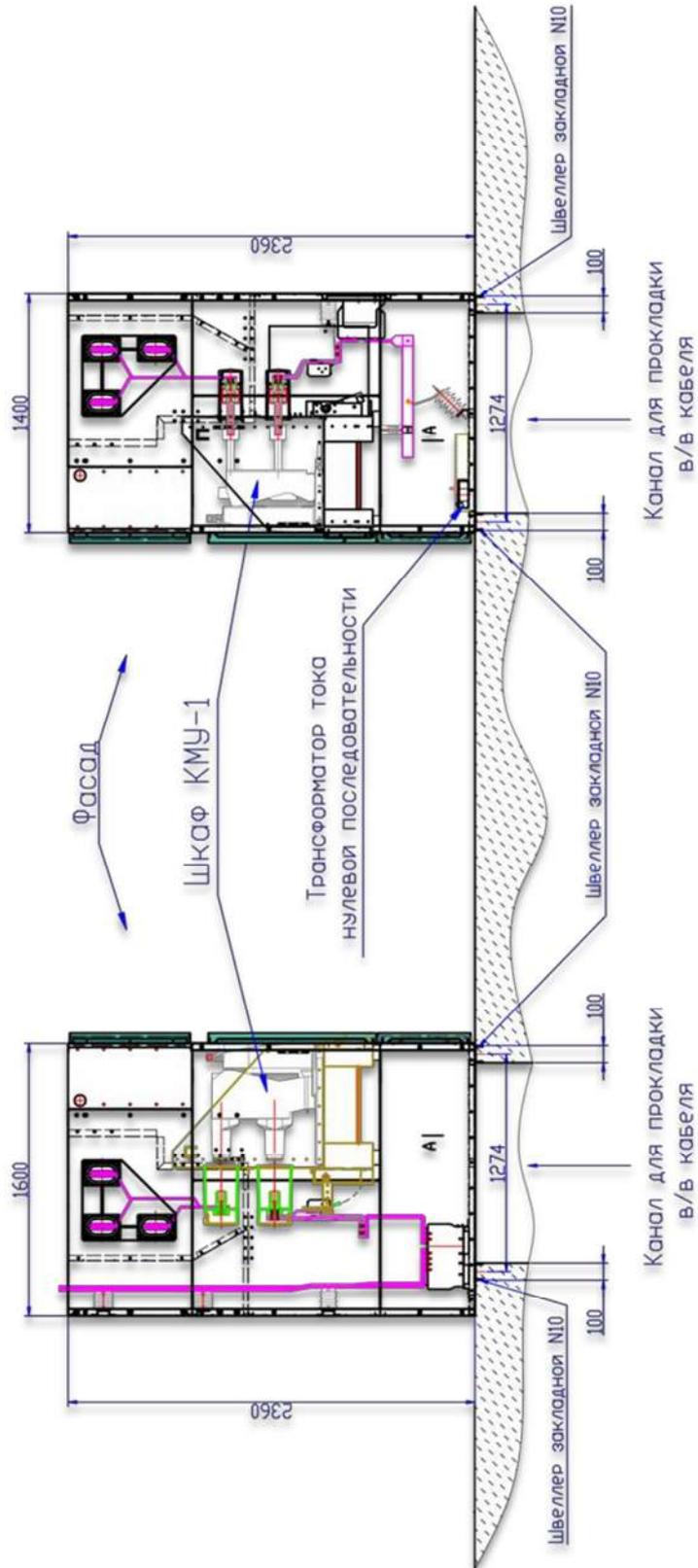


Рисунок 23 - Установка на фундамент шкафа КМУ-1

### ***ВНИМАНИЕ!***

Для организации цепей блокировок на дверях вводных, секционных и шкафах с ТН стоят блок - замки АВВ. Для возможности монтажа (при отсутствии опертока) удален стопорный штифт (находится в комплекте ЗИП). Перед вводом в работу (после наладки) его следует установить на место – рис. 24.



Рисунок 24

После установки и механической стыковки шкафов между собой, крепления всех шинных соединений главных цепей, следует выполнить подключение всех вторичных вспомогательных цепей через отверстия для монтажа проводов транзитных цепей в релейных шкафах. Провода необходимо подключить в соответствии с маркировкой согласно монтажных схем. Также следует выполнить установку приборов, демонтированных на период транспортировки, и подключить к ним промаркированные провода, в соответствии со схемой.

**3.4** После окончания монтажа шкафов КМУ-1 необходимо подготовить их к работе.

В процессе подготовки проверяется:

- надежность и правильность крепления всех аппаратов, изоляторов, шин, заземляющих устройств;
- надежность открывания (закрытия) дверей, запираения их на замок;

- четкость работы коммутационных аппаратов и блокировочных устройств<sup>1)</sup>;
- наличие знаков безопасности на дверях камер, мнемосхем, окраска оборудования;
- отсутствие открытых проемов, щелей между конструктивными элементами здания, через которые возможно проникновение грызунов.

*Примечание 1-проверка стандартных блокировок шкафов КМУ-1- см.п.3. 5.*

Произвести полюсное измерение переходного сопротивления от сборных шин до кабеля. При этом переходное сопротивление полюса не должно превышать более, чем на 10% значения, указанные в паспорте завода-изготовителя. Измерение переходного сопротивления рекомендуется проводить при токе 100А.

Провести ряд проверок и регулировок высоковольтных выключателей с приводами и др. аппаратов в полном соответствии с инструкцией по эксплуатации заводов-изготовителей.

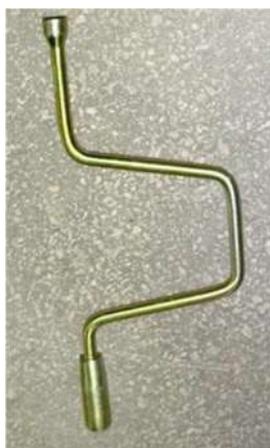
Провести пуско-наладочные работы, методика которых определяется по специальным инструкциям, касающимся вопросов наладки электрооборудования.

Шкафы КРУ после монтажа должны быть надежно заземлены в соответствии с «Правилами устройства электроустановок»

### 3.5 Порядок проверки основных блокировок:

Основные инструменты: (для шкафов КМУ-1 с выключателями SION Siemens)

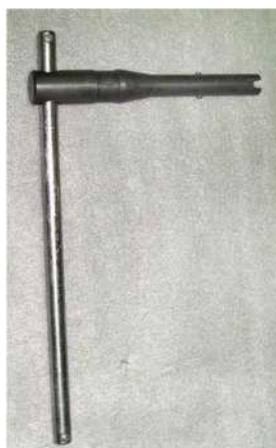
- Рукоятка для перемещения выкатного элемента – рис.25а;
- Рукоятка взвода пружины включения ВВ – рис. 25б;
- Ключ для наложения заземления – рис.25в;
- Ключ для регулировки высоты инвентарной тележки - рис.25г.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 25

**! ВСЕ ОПЕРАЦИИ ВЫПОЛНЯЮТСЯ ПРИ ЗАКРЫТЫХ ДВЕРЯХ ШКАФА.****1 ЗАПРЕТ НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ВКЛЮЧЕННОГО ВЫКАТНОГО ЭЛЕМЕНТА.**

Взвести пружину выключателя ключом или электромотором. Включить выключатель кнопкой пуска.

Ключом перемещения ВЭ сделать попытку перемещения выкатного элемента.

*У Вас не должно быть возможности вставить ручку в гнездо поз. 26 рис.1.*

**2 ЗАПРЕТ НА ВКЛЮЧЕНИЕ ПРИ НЕДОВКАЧЕННОМ ВЫКАТНОМ ЭЛЕМЕНТЕ.**

При недовкаченном выкатном элементе взвести пружину.

Сделать попытку включения выключателя.

*Выключатель не должен включаться ни нажатием на кнопку пуск на самом выключателе, ни от электромагнита включения.*

**3 ЗАПРЕТ НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ВЫКАТНОГО ЭЛЕМЕНТА В ШКАФУ С НАЛОЖЕННЫМ ЗАЗЕМЛЕНИЕМ.**

*Выкатной Элемент в контрольном положении, заземление наложено.*

*У Вас не должно быть возможности вставить ручку в гнездо поз. 26 рис.1.*

**4 ЗАПРЕТ НА РАБОТУ С ЗАЗЕМЛИТЕЛЕМ ПРИ НЕВЫКАЧЕННОМ ВЫКАТНОМ ЭЛЕМЕНТЕ.**

*У Вас не должно быть возможности поднять шторку для доступа к окну поз. 30 рис.1.*

**5 ЗАПРЕТ НА ОТКРЫТИЕ ДВЕРИ ПРИ НЕВЫКАЧЕННОМ ВЫКАТНОМ ЭЛЕМЕНТЕ** – попытка открытия двери при рабочем положении выкатного элемента.

*Дверь не должна открываться.*

**6 ЗАПРЕТ НА ОТКРЫТИЕ НИЖНЕЙ ДВЕРИ ВЫСОКОВОЛЬНОГО (КАБЕЛЬНОГО) ОТСЕКА ПРИ НЕВЫКАЧЕННОМ ВЫКАТНОМ ЭЛЕМЕНТЕ**

(для варианта с тремя дверьми) – попытка открытия двери при рабочем положении выкатного элемента.

*Дверь не должна открываться.*

**7 ЗАПРЕТ НА ОПЕРАЦИЮ РУЧНОГО И ДИСТАНЦИОННОГО ВКЛЮЧЕНИЯ ПРИ ОТСУТСТВИИ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА –**

*Выключатель не должен включаться ни кнопкой на нем, ни дистанционно*

**8. РАБОТА ЦЕПЕЙ ОПЕРАТИВНОЙ БЛОКИРОВКИ В СООТВЕТСТВИИ С БЛОК-СХЕМОЙ.**

Схема логики работы оперативной блокировки –

см. чертеж V-8-XXX-200-XXX-ОВ - в «Пакете Технического паспорта»..

## 4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

### 4.1 Ввод в эксплуатацию

При вводе в эксплуатацию все элементы КМУ (выключатели, силовые и измерительные трансформаторы, кабели и т.п.) должны быть подвергнуты испытаниям в соответствии с требованиями действующей нормативной документации.

Перед испытаниями необходимо очистить все элементы КРУ от пыли. Изоляционные элементы протереть чистой ветошью.

Кроме того, должны быть проведены следующие испытания:

1) Измерение сопротивления изоляции вспомогательных цепей.

Измерение производится мегаомметром на напряжение 1000 В. Сопротивление изоляции каждого присоединения вспомогательных цепей со всеми присоединенными аппаратами (реле, приборы, вторичные обмотки трансформаторов тока и напряжения и т.п.) должно быть не менее 1 МОм.

2) Испытание повышенным переменным напряжением частотой 50 Гц.

Главные цепи шкафов КМУ испытываются напряжением в соответствии с требованиями действующих ГОСТ, ПУЭ и РД.

Испытательное напряжение прикладывается как к изоляции фаз относительно земли, так и между фазами. При производстве испытания все кассеты ВЭ с выключателями устанавливаются в рабочее положение, а КВЭ с измерительными трансформаторами - в контрольное положение. Все стационарно установленные силовые и измерительные трансформаторы, ограничители перенапряжений должны быть отключены.

#### ***ВНИМАНИЕ!***

*При проведении высоковольтных испытаний на шкафах КМУ с вакуумными выключателями ограничители перенапряжений ОПН следует отсоединить от токоведущих цепей.*

Испытание производится до присоединения силовых кабелей.

Вспомогательные цепи шкафов КМУ со всеми присоединенными аппаратами испытываются напряжением 1 кВ. Продолжительность приложения испытательного напряжения составляет 1 мин.

3) Проверка соосности и величины вхождения подвижных контактов в неподвижные.

Несоосность контактов не должна превышать 4 - 5 мм. Вхождение подвижных контактов в неподвижные должно быть не менее 15 мм, запас хода - не менее 2 мм.

4) Измерение сопротивления постоянному току главных цепей.

Производится измерение сопротивления каждой фазы от сборных шин до места присоединения кабеля (шины) и сопротивления связи ВЭ с корпусом шкафа. Сопротивления не должны превышать значений, приведенных в таблице 15.

Таблица 15

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

5) Контроль контактных соединений сборных шин. Проверяется затяжка болтов контактных соединений. Проверка производится динамометрическим ключом. Нормируемые усилия затяжки болтов приведены далее в таблице 16.

Таблица 16

Рекомендуемый момент затяжки <sup>1)</sup> Нм	
Резьба	Без смазки
M6	10,5
M8	26
M10	44,1
M12	74,6
M16	165

<sup>1)</sup> Номинальные моменты затяжки для крепежных деталей без смазки основаны на коэффициенте трения 0,14 (фактические значения могут значительно отклоняться!)  
Примечание - При сборке на заводе все контактные соединения выполняются с контролем усилия затяжки и на резьбе - в этом случае ставится метка красным цветом.

#### б) Механические испытания.

Проверить наружные двери шкафов, которые должны плавно, без заеданий, поворачиваться на угол, достаточный для нормального перемещения выдвижного элемента данного шкафа и соседних шкафов.

Произвести наружный осмотр выдвижного элемента. Проверить заземление и исправность разъемных контактов главных и вспомогательных цепей.

Произвести вкатывание выдвижного элемента в шкаф КРУ. Вкатывание должно производиться плавно и, как правило, одним человеком. Не допускается вкатывать выдвижной элемент резким толчком или с разгона. При этом необходимо следить, чтобы все элементы, по которым происходит их сочленение, функционировали четко и надежно.

Необходимо произвести не менее пяти операций перемещения ВЭ из рабочего в контрольное и ремонтное положение и наоборот с проверкой соосности втычных контактов главной цепи, работы шторочного механизма, блокировок и фиксаторов.

Шторочный механизм должен работать плавно, без рывков и затираний.

Опробовать работу вакуумного выключателя в рабочем и контрольном положениях. Произвести попытку включения выключателя в промежуточном положении и перемещение ВЭ во включенном состоянии из рабочего положения в контрольное.

Проверить цепи вспомогательных соединений, как смонтированных на месте монтажа КРУ, так и выполненные на заводе-изготовителе.

Убедиться в надежном креплении кабелей и шин в шкафу КРУ.

#### 4.2. Эксплуатация

Эксплуатация шкафов КМУ-1 должна производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций», «Типовой инструкцией по эксплуатации и ремонту комплектных распределительных устройств 6-10 кВ», местными эксплуатационными инструкциями, разработанными организацией, эксплуатирующей данную электроустановку, настоящим документом.

Порядок работы устанавливается обслуживающим персоналом на месте установки шкафов в зависимости от специфики данного распределительного устройства и местных условий. При этом необходимо соблюдать требования настоящего документа и требований инструкции по монтажу и эксплуатации на комплектующую аппаратуру.

Монтаж, ремонт и эксплуатация должны производиться с соблюдением правил техники безопасности. К обслуживанию шкафов КМУ-1 допускается персонал, прошедший специальную подготовку по техническому использованию и обслуживанию электротехнических изделий высокого напряжения.

Персонал, обслуживающий шкафы КМУ-1, должен быть ознакомлен с настоящим техническим описанием и инструкцией по эксплуатации, с техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на аппараты, встроенные в шкафы, знать устройство и принцип работы шкафов КРУ, а также комплектующей аппаратуры, встроенной в шкафы.

Техническое обслуживание аппаратов, установленных в шкафах КМУ-1, производится в соответствии с инструкциями по эксплуатации каждого аппарата.

Межремонтный период должен составлять не более пяти лет.

#### 4.3 Эксплуатационные ограничения

К эксплуатации КМУ допускается только специально обученный персонал, имеющий соответствующую группу по технике безопасности, четко представляющий назначение и взаимодействие элементов КРУ и изучивший настоящее РЭ и эксплуатационную документацию, входящую в «Пакет Технического паспорта», которым комплектуется РУ из шкафов КМУ-1.

#### **ВНИМАНИЕ!**

*Эксплуатация КМУ в условиях, отличных от приведенных в характеристиках КМУ-1, и при параметрах, отличных от указанных в паспорте, использование нестандартного комплектующего оборудования без согласования с заводом-изготовителем, а также нарушение порядка работы блокировок могут привести к выходу КМУ из строя.*

#### 4.4 Эксплуатация в нормальных условиях

##### **ВНИМАНИЕ!**

Для обеспечения безопасности эксплуатационного персонала все коммутационные операции в главных цепях следует производить при закрытых дверях отсеков выдвижного элемента и присоединений.

Открывание и закрывание дверей – см.п.3. 5.

Отсек вспомогательных цепей – дверь открывается без блокировок.

Отсек выдвижного элемента открывается, только когда выдвижной элемент находится в контрольном положении.

#### 4.5 Действия в экстремальных условиях

Работа блокировок, применяемых в шкафах КРУ, гарантирует правильную работу распределительного устройства в эксплуатации и не допускает случайных ошибок коммутации.

Аварийное отключение выключателя.

В случае отсутствия оперативного тока или при повреждении цепей управления невозможно электрически отключить выключатель. Так же Вы не сможете ни выкатить включенный выключатель, ни открыть дверь для доступа к нему.

В шкафах КМУ предусмотрена возможность механического отключения выключателя при закрытых дверях отсека выдвижного элемента при помощи толкателя аварийного отключения выключателя, входящего в комплект поставки КМУ:



Рисунок 26

Толкатель следует вставить во втулку (поз. 26 на рис.1 в разделе 2 настоящего документа) на закрытой двери шкафа, наблюдая через смотровое окно, подвести конец штока толкателя к кнопке «О» на выключателе и нажать – выключатель отключится.

После этого выключатель можно выкатывать и потом открыть дверь.



а) Вставить толкатель



б) Подвести к кнопке



в) Нажать

**Примечание:** фото «б» и «в» выполнены через смотровое окно при закрытой двери отсека.

## 4.6 Техническое обслуживание

### 4.6.1 Общие указания

Объем и порядок проведения технического обслуживания КРУ устанавливаются техническим руководителем эксплуатирующего предприятия в специальной инструкции.

В данной инструкции должны быть учтены требования настоящего РЭ, инструкций по эксплуатации оборудования, установленного в КМУ, спецификации и условия эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электрооборудования распределительного устройства.

Порядок работы устанавливается обслуживающим персоналом на месте установки шкафов.

При обслуживании высоковольтной аппаратуры, ошиновки и других элементов конструкции, работа с которыми может потребоваться при монтаже, ревизии и ремонте, а также при разделке высоковольтных кабелей доступ в шкафы КМУ-1 обеспечивается после извлечения выдвижных элементов и демонтажа легкосъёмных перегородок.

Для доступа с целью проверки состояния и работы деталей отсека выдвижного элемента необходимо:

- выкатить ВЭ в контрольное положение;
- открыть дверь отсека ВЭ каркаса шкафа;
- выкатить выдвижной элемент из контрольного положения на инвентарную тележку в коридор обслуживания.

Техническое обслуживание КРУ включает в себя:

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

Техническое обслуживание оборудования, установленного в КМУ (выключателей, разъединителей, силовых и измерительных трансформаторов, ограничителей перенапряжений, устройств защиты и автоматики и др.), должно производиться в соответствии с инструкциями по эксплуатации данного оборудования.

Все неисправности шкафов КМУ и установленного в них электрооборудования, обнаруженные при периодических осмотрах, должны регистрироваться в эксплуатационной документации и устраняться по мере их выявления. Ремонт проводится при необходимости восстановления работоспособного состояния КРУ.

### 4.6.2 Меры безопасности

Работы по техническому обслуживанию КМУ может выполнять только специально обученный персонал, имеющий соответствующую группу по технике безопасности, четко представляющий назначение и взаимодействие элементов КРУ и изучивший эксплуатационную документацию и настоящее РЭ.

При проведении работ по техническому обслуживанию КМУ должны соблюдаться требования данной инструкции и инструкций по монтажу и эксплуатации на комплектующую аппаратуру.

Техническое обслуживание оборудования внутри отсеков шкафов КРУ, кроме отсека сборных шин, допускается проводить при наличии напряжения на сборных шинах. Доступ в отсеки присоединений шкафов ввода, секционных выключателей и шкафов с заземлителями

сборных шин возможен только при полном снятии напряжения со сборных шин и вводных кабелей и при включенных заземлителях данных шкафов.

При наличии секционных разъединителей доступ в шкафы разрешается только при полном снятии напряжения с секции шин и кабелей при включенных заземляющих ножах.

***ВНИМАНИЕ!***

*При обслуживании оборудования внутри отсеков присоединений шкафов с шинными или кабельными вводами, на которые может быть подано напряжение с питающей стороны, питающая линия должна быть отключена и заземлена для предупреждения ошибочной подачи напряжения.*

Перед началом ремонта КМУ со снятием напряжения необходимо выполнить организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, в соответствии с требованиями «Межотраслевых правил по охране труда».

Проверка отсутствия напряжения на отключенном оборудовании должна проводиться во всех фазах, а у выключателей и разъединителей - на всех контактах. Наложение заземления производится посредством включения заземлителей после проверки отсутствия напряжения на заземляемом участке.

Во время проведения ремонта КМУ запрещается работа людей на участке схемы, отключенной только выключателем.

Обязательно должен быть обеспечен видимый разрыв цепи путем перемещения выдвижных элементов в контрольное или ремонтное положение.

#### 4.6.3. Осмотр

Периодические осмотры проводятся с целью оценки текущего состояния КМУ. Периодичность проведения осмотров устанавливается техническим руководителем эксплуатирующего предприятия с учетом условий и опыта эксплуатации, технического состояния и срока службы КРУ.

*Рекомендуется проводить осмотры не реже одного раза в пять лет и после каждого аварийного отключения высоковольтного выключателя.*

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

Осмотр КМУ следует проводить в следующем объеме:

1-визуальный контроль наличия загрязнений, повреждения окраски и антикоррозийного покрытия. Осмотр аппаратов в отсеке присоединений можно осуществить через смотровые окна, расположенные на двери отсека, включив освещение выключателем, размещенным на двери отсека вспомогательных цепей;

2-проверка отсутствия следов воздействия высокой температуры на токоведущие части и аппаратуру главных цепей (воздействие высокой температуры обычно сопровождается изменением окраски неизолированных токоведущих частей и оплавлением изоляции изолированных токоведущих частей и аппаратуры);

3-проверка отсутствия следов воздействия на изоляцию частичных разрядов и токов утечки;

4-осмотр поверхностей контактных систем (если на контактных поверхностях будут обнаружены изменения окраски, связанные с воздействием высокой температуры, их необходимо очистить);

5-проверка правильного функционирования коммутационных аппаратов, приводов, защитных и сигнальных устройств (проверка должна производиться в соответствии с инструкциями по эксплуатации данного оборудования);

6-проверка работоспособности механизмов перемещения КВЭ, блокировок и фиксаторов;

7-проверка состояния электрических соединений токоведущих цепей и цепей заземления;

8-проверка работоспособности концевых выключателей;

9- проверка работы дверных петель и замков.

Также при осмотре распределительных устройств из шкафов КМУ-1 особое внимание должно быть обращено на следующее:

1) состояние помещения в части исправности дверей, замков, отопления и вентиляции;

2) состояние сети освещения и заземления;

3) наличие средств безопасности;

4) состояние изоляции комплектующих изделий и изоляционных деталей шкафов (запыленность, состояние армировки, отсутствие видимых дефектов);

5) наличие смазки на трущихся частях механизмов;

6) состояние приводов, контактов, заземлителей, механизмов блокировки;

7) состояние разъединяющих контактов главных цепей и вторичных цепей;

8) отсутствие разрядов и коронирования;

9) отсутствие нарушений антикоррозийных покрытий.

#### 4.6.4 Ремонт

После аварийной ситуации, повлекшей видимые изменения состояния КМУ, необходимо произвести замену поврежденных крепежных элементов, оборудования и деталей на аналогичные. Следует также очистить загрязненные поверхности и восстановить антикоррозийное покрытие и окраску.

#### Замена элементов КМУ

Ремонт оборудования, размещенного на кассете ВЭ, следует проводить в ремонтном положении ВЭ. Аппараты, размещенные в отсеке вспомогательных цепей, можно заменить, открыв дверь отсека и отключив питание.

1) Демонтаж трансформаторов тока.

Для демонтажа трансформаторов тока следует выполнить следующие действия:

- отключить выключатель и переместить ВЭ в ремонтное положение.

- проверить отсутствие напряжения с помощью стационарного индикатора напряжения и включить заземлитель.

#### ***ВНИМАНИЕ!***

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

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КМУ1.13.02.000.ТО_РЭ	R22
		Страница 45 из 55	

*возможности на доступ к заземлителям накладывается запрет цепями оперативной блокировки (установлены блок-замки), которые должны быть увязаны с внешней питающей стороной.*

2) Демонтаж трансформаторов напряжения.

Трансформаторы напряжения установлены на выкатном элементе. Требуется выкатить ВЭ в контрольное положение и отключить разъём вспомогательных цепей.

После чего выкатной элемент с ТН можно выводить в ремонт в соответствии с п/п.3 настоящего раздела.

3) Демонтаж и монтаж ВЭ выключателей вакуумных и ТН с помощью инвентарной тележки

Порядок выполнения операций по демонтажу и монтажу выкатного элемента с помощью инвентарной тележки см - «Инструкцию по демонтажу и монтажу выкатного элемента (вакуумных выключателей, трансформаторов напряжения, тележек секционных разъединителей) с помощью инвентарной тележки /КМУ1.12.03.104.ИВЭ», в комплекте сопроводительной техдокументации.

4) Ремонт и замена установленных в шкафах КМУ аппаратов и элементов должны производиться в соответствии с инструкциями эксплуатирующего предприятия.

## 5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, ХРАНЕНИЕ

### 5.1 Транспортирование

Транспортировка шкафов КМУ-1 с предприятия-изготовителя производится в вертикальном положении, как правило, автомобильным транспортом с защитой блоков шкафов от атмосферных воздействий и механических повреждений.

Для подъема и перемещения шкафов использовать рым-пластины.

При поступлении шкафов КМУ-1 потребителю, последний должен произвести их осмотр для выявления возможных повреждений при транспортировке, а также проверку комплектности поставки.

### 5.2 Хранение

Шкафы КМУ-1 с установленными на них аппаратами и демонтированные на время транспортировки элементы РУ следует хранить в закрытых сухих складских помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, защищенных от непосредственного попадания влаги и пыли.

Приборы измерения и защиты (если они были демонтированы на период транспортировки) хранят в заводской упаковке. На торцах упаковок, коробок, обращенных в сторону прохода, должны быть надписи с обозначением основных технических характеристик. Металлические части аппаратов, не защищенные от коррозии, после очистки от ржавчины смазывают техническим вазелином.

Рекомендуемая температура воздуха в помещении хранения с учетом условий хранения смонтированных на них аппаратов и измерительных приборов от плюс 40 °С до минус 25 °С.

Относительная влажность воздуха 90% при температуре 25°С (верхнее значение).

При длительном хранении шкафов КМУ-1 необходимо не реже одного раза в 6 месяцев проводить их осмотр.

## 6. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие шкафов КМУ-1 требованиям Стандарта организации СТ АО 990640000421-42-2018 при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

Гарантийный срок эксплуатации устанавливается два года со дня ввода в эксплуатацию, но не более двух с половиной лет со дня отгрузки потребителю.

Гарантийные сроки хранения и эксплуатации на комплектующие приборы и аппараты – согласно гарантийных сроков их заводов-изготовителей.

Для КМУ-1, предназначенных для экспорта, гарантийный срок эксплуатации устанавливается один год со дня пуска в эксплуатацию, но не более двух лет с момента проследования их через Государственную границу Республики Казахстан.

Качество продукции подтверждается Сертификатом качества изготовителя на каждую партию распределительного устройства из шкафов КМУ-1.

Расчетный срок службы шкафов КМУ-1 – не менее 30 лет при условии проведения ежегодного техобслуживания и замены комплектующей аппаратуры в сроки, установленные техническими требованиями на эту аппаратуру.

## 7. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

При изготовлении электрооборудования большое внимание уделяется энергоэффективности выпускаемой продукции, в том числе и комплектных распределительных устройств (КРУ) напряжением 6, 10кВ.

Работа проводится постоянно по нескольким направлениям.

I. С целью снижения потерь при непосредственной передаче электроэнергии:

- все токоведущие части главных цепей элементов КРУ выполняются только из меди, обладающим низким удельным сопротивлением;
- все контактные соединения имеют гальваническое покрытие для предотвращения ухудшения их контактных свойств при эксплуатации;
- сведено к минимуму количество разборных контактных соединений, в частности, неподвижный цилиндрический контакт для подключения выдвижного элемента соединен с шиной опрессовкой и соответствует соединению класса 1 по ГОСТ 10434-82, его сопротивление не превышает сопротивление цельной шины и не требует обслуживания.

II. Снижение затрат электроэнергии при эксплуатации шкафов КРУ:

- при наличии обогревательных устройств в шкафах и КРУ предусмотрено их автоматическое включение и отключение (применение температурных датчиков).

III. Снижение затрат, связанным с авариями и нарушением подачи электроэнергии:

- шкафы КРУ разделены на отсеки, что уменьшает зону повреждения при дуговом коротком замыкании в шкафу;
- выдвижные элементы шкафов полностью взаимозаменяемы;
- дуговая защита на оптоволоконных датчиках и устройствах БССДЗ снижает до минимума время воздействия открытой дуги, исключительно селективна и исключает ложные срабатывания;
- электрический привод выдвижного элемента позволяет производить оперативные переключения в минимальные сроки, что ускоряет ввод резерва.

IV. Снижение затрат на ремонт и эксплуатацию электрооборудования:

- контактные соединения медных шин не требуют постоянного обслуживания;
- простой штормочный механизм не требует регулировки и обслуживания.

## 8. ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАКАЗА

Основным документом, который необходим для правильного оформления и выполнения заказа является опросный лист, в котором указываются данные по каждому шкафу, входящему в состав РУ-10.(6) кВ

Образец заполнения опросного листа для шкафов КМУ-1 - см. рис. 27, 28.

Опросный лист составляется заказчиком (проектной организацией) и согласовывается с изготовителем - на начальном этапе проектирования.

Заказ принимается к исполнению после согласования с предприятием-изготовителем опросного листа с учетом всех возможных изменений и дополнений.

Все вопросы, связанные с изготовлением шкафов КМУ-1 с нетиповыми решениями (схем, компоновочных решений, и т.п.) следует обозначить в отдельном документе или опросном листе.

Если Вы только приступаете к проектированию распреустройства с применением шкафов КМУ-1, рекомендуем в тесном контакте с нашими специалистами рассмотреть предлагаемые решения, выбрать оптимальные с учетом специфики конструкции шкафов и их применения в составе конкретного РУ. Вы также получите всю необходимую квалифицированную консультацию по схемам вспомогательных цепей, аппаратам и устройствам, входящих в состав шкафов КМУ-1 и другую техническую информацию.

По мере совершенствования продукции и комплектующих аппаратов настоящая инструкция обновляется.

1		Ответы заказчика						
Запрашиваемые данные		1	2	3	4	5	6	7
2	Номер шкафа КРУ по плану							
3	Тип шкафа КРУ							
4	Номинал ток сборных шин	КМУ-1						
5	Номинальное напряжение	1000 А						
		10 кВ						
Схема первичных соединений								
7	Номер схемы и номинальный ток главных цепей шкафа	ШВВ-010-1000	ШВВ-020-630	ШТН-060	ШВВ-020-630	ШВВ-020-630	ШВВ-041-630	ШР-051
8	Назначение шкафа КРУ (надпись)	Ввод 1	Линия к ТП №1	ТН №1	ВЛ фидер №2	Линия к д.в.№1	Секц.выключатель	Сек.разъединитель
9	Тип выключателя	STON 3AE1 1250А 25 кА	STON 3AE1 800А 25 кА	—	STON 3AE1 800А 25 кА	STON 3AE1 800А 25 кА	STON 3AE1 800А 25 кА	—
10	Трансформаторы тока	150/5	75/5	—	50/5	100/5	150/5	—
11	Кол. тр-ров тока ТЗ/М	—	1	—	1	1	—	—
12	Технические характеристики нагрузки	—	Тр-р 250 кВА	—	—	СД 500 кВт	—	—
13	Управление выключателем	М	М	—	М	М/Д	М	—
14	М-местное/Д-дистанционное	М	М	—	М	М/Д	М	—
15	Приводы учета - тип счетчика	ПСЧ-4АР.05.2 3х100В, 5А, кл.0,5	ПСЧ-4АР.05.2 3х100В, 5А, кл.1,0	—	ПСЧ-4АР.05.2 3х100В, 5А, кл.1,0	ПСЧ-4АР.05.2 3х100В, 5А, кл.1,0	—	—
16	Источники питания оперативного тока	требуется	требуется	—	требуется	требуется	—	—
17	Тип релейной защиты	МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ БЛОКИ 'ALSTOM (AREVA)'	МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ БЛОКИ 'ALSTOM (AREVA)'	—	МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ БЛОКИ 'ALSTOM (AREVA)'	МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ БЛОКИ 'ALSTOM (AREVA)'	—	—
18	Дополнительные требования	АВР без восстановления	АВР без восстановления	—	АВР без восстановления	АВР без восстановления	—	—
19	Тип марки и кол-во присоед. кабелей	—	—	—	—	—	—	—
20	Примечание	—	—	—	—	—	—	—

Рисунок 27 - Опросный лист -пример заполнения – /лист 1 из 2/

		ОТВЕТЫ ЗАКАЗЧИКА									
1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13	14
7	ШТН-060				ШВВ-020-630	ШВВ-020-630	ШВВ-020-630	ШВВ-020-630	ШВВ-020-630	ШВВ-020-630	ШВВ-010-1000
8	ТН N2				Линия к дв. N2	ВЛ Фидер N4	Линия к КБ	Линия к дв. N3	Линия к ТП N2	Ввод 2	
9					SION 3AEI 800A 25 кА	SION 3AEI 1250A 25 кА					
10					100/5	50/5	100/5	100/5	100/5	75/5	150/5
11					1	1	1	1	1	1	—
12					СД 500 кВт		КБ 400 кВт	СД 500 кВт	Тр-р 250 кВт	—	—
13					М/Д	М	М	М	М	М	М
14					ПСЧ-4АР.05.2 3х100В, 5А, кл.1,0	ПСЧ-4АР.05.2 3х100В, 5А, кл.0,5					
15											
16											
17											
18											
19											

Рисунок 28 - Опросный лист - пример заполнения – /лист 2 из 2/

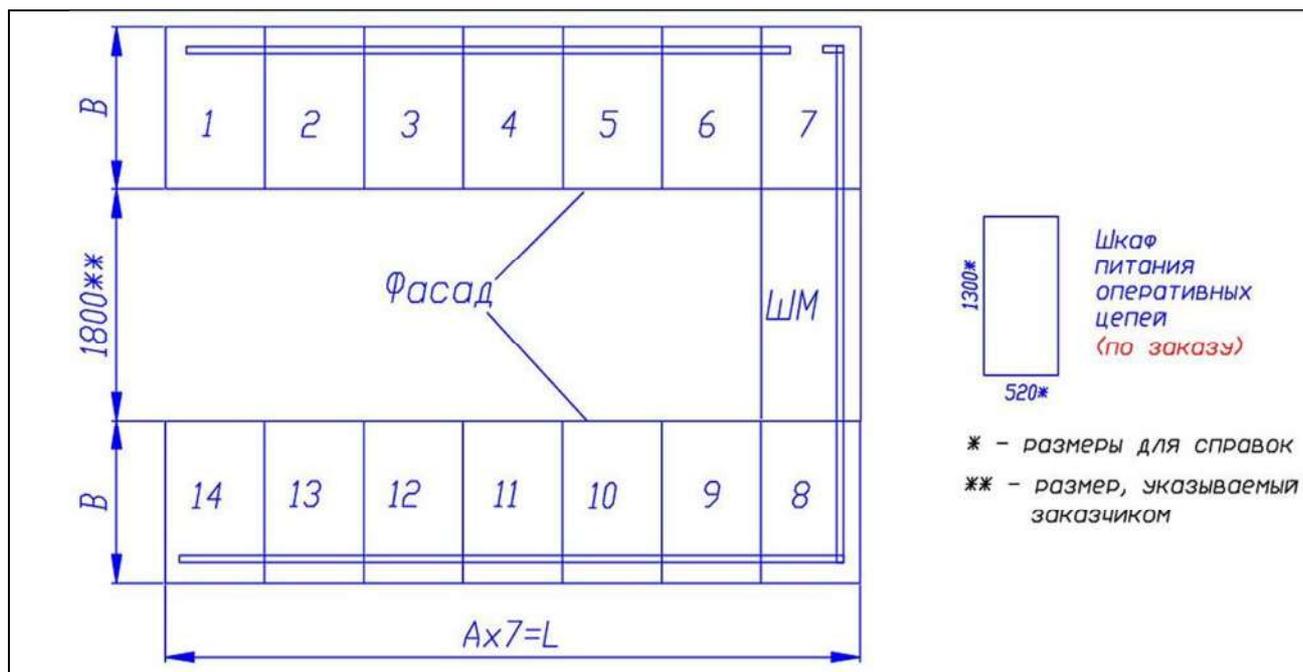


Рисунок 29 - План расположения шкафов КМУ-1 в распределительном устройстве – приложение к опросному листу – (пример заполнения )

1	Запрашиваемые данные	Ответы заказчика				
		1	2	3	4	5
2	Номер шкафа КРУ по плану					
3	Тип шкафа КРУ					
4	Ном. ток сборных шин, А					
5	Уном. , кВ					
6	Схема первичных соединений					
7	Обозначение шкафа (тип, напр., номер схемы, ток главных цепей )					
8	Назначение шкафа КРУ (надпись)					
9	Тип выключателя					
10	Трансформаторы тока					
11	Кол-во тр-ров тока ТЗЛМ					
12	Технические хар-ки нагрузки					
13	Управление выключателем (М-местное, Д-дистанционное)					
14	Приборы учета - тип счетчика					
15	Источник питания операт. тока					
16	Тип релейной защиты					
17	Дополнительные требования					
18	Тип, марка и кол-во присоед. кабелей					
19	Примечание					

Рисунок 30 - Бланк опросного листа для заказа РУ из шкафов КМУ-1.  
 (Бланк в формате АКАД Вы можете скачать на нашем сайте.)

## 9. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КРУ НА ВЫСОТАХ БОЛЕЕ 1000 М

1 В случае применения КРУ на высотах свыше 1000 м в следует руководствоваться указаниями ГОСТ 8024-90 (ссылка на ГОСТ 15543.1 -89 в части определения эффективной температуры), ГОСТ 1516.3-96 (увеличение испытательного напряжения для высот от 1000 до 3500 м с использованием коэффициента  $K_1=1/(1,1-H/10000)$ , где  $H$  - высота установки электрооборудования над уровнем моря, м.), ГОСТ 15150-69 (снижение верхней и эффективной температуры на 0,6 °С на каждые 100 м свыше 1000 м на высотах от 1000 м до 4300м, а также прочности изоляционных промежутков), ГОСТ 14693-90 (ссылка на вышеуказанные стандарты).

2 Изделия, предназначенные для работы на нормальной высоте, могут работать на высотах, превышающих нормальную, при соблюдении указаний вышеуказанных стандартов, если в остальном условия и режимы работы изделий и технико-экономически целесообразные сроки их службы остаются такими же, как для аналогичных изделий, используемых на нормальной высоте.

Исключение составляют:

а) изделия, коммутирующие электрический ток под напряжением, для которых требуется дополнительная проверка их способности коммутировать ток при пониженных давлениях;

б) изделия режимы работы, которых зависят от разности давлений внутри и снаружи изделия или его узлов; для этих изделий требуется дополнительная проверка способности функционировать при пониженных давлениях.

3 Вследствие того, что с ростом высоты из-за уменьшения плотности воздуха увеличиваются фактические превышения температуры всех видов изделий, выделяющих при работе тепло и полностью или частично охлаждаемых путем свободной или принудительной конвекции воздуха, при использовании таких изделий на высотах более нормальной допустимые превышения температуры должны быть понижены на величину, соответствующую поправке на высоту. В стандартах или технических условиях на такие изделия должны быть указаны поправки на величину уменьшения номинальной нагрузки изделия (если это возможно) или на величину уменьшения предельно допустимых превышений температуры на каждые 100 или 1000 м высоты, превышающей нормальную.

*П р и м е ч а н и е . Если увеличение превышения температуры компенсируется более низкой, чем при нормальных высотах, температурой окружающего воздуха, понижение фактических превышений температуры можно не производить.*

4 Вследствие того, что с ростом высоты из-за уменьшения плотности и происходящего вследствие этого снижения электрической прочности воздуха уменьшаются пробивные напряжения электрической изоляции изделий, у которых пробивные напряжения изоляции полностью или частично определяются электрической прочностью воздушных промежутков, указанное снижение пробивной прочности должно учитываться при использовании таких изделий на высотах более нормальной.

Коэффициенты, указывающие относительную электрическую прочность воздушных промежутков для высот от 1000 до 3000 м, приведены в табл. 17.

В технически обоснованных случаях (например, для изделий, электрическая прочность которых определяется большими воздушными промежутками или воздушными промежутками с равномерным электрическим полем) степень снижения электрической прочности с высотой может быть принята меньшей, чем указано в табл. 17. Эта степень снижения должна быть указана в стандартах на соответствующие виды изделий.

Таблица 17

<i>Высота над уровнем моря в тыс. м</i>	<i>Коэффициент относительной электрической прочности воздушных промежутков</i>
1	1,00
1,2	0,98
1,5	0,95
1,8	0,92
2,0	0,90
2,5	0,85
3,0	0,80

5. Изоляция электрооборудования, предназначенного для работы на высоте над уровнем моря от 1000 до 3000 м, должна выдерживать испытательные напряжения внешней изоляции грозовых импульсов, коммутационных импульсов (в сухом состоянии) и промышленной частоты при плавном подъеме (в сухом состоянии), а для сухих трансформаторов и реакторов (кроме трансформаторов и реакторов с литой изоляцией); также испытательные напряжения внутренней изоляции, получаемые умножением указанных в стандарте ГОСТ 1516.3-96 испытательных напряжений на коэффициент К1 (п.п.1 и 4).

Нормированные испытательные напряжения электрооборудования классов напряжения 6 и 10 кВ с нормальной изоляцией приведены в таблице 18.

Таблица 18

Класс напряжения	Уровень изоляции <sup>1)</sup>	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции, кВ						
		полного грозового импульса		кратковременное (одноминутное) переменное				
				в сухом состоянии			под дождем <sup>3)</sup>	
		Электрооборудование относительно земли и между фазами (полосами) <sup>2)</sup> , между контактами выключателей и КРУ с одним разрывом на полюс	Между контактами разъединителей, предохранителей и КРУ с двумя разрывами на полюс	Электрооборудование относительно земли (кроме силовых трансформаторов, масляных реакторов) и между полюсами <sup>2)</sup> , между контактами выключателей и КРУ с одним разрывом на полюс	Силовые трансформаторы, шунтирующие и дугогасящие реакторы относительно земли и других обмоток	Между контактами разъединителей, предохранителей и КРУ с двумя разрывами на полюс	Электрооборудование относительно земли и между полюсами <sup>2)</sup> , между контактами выключателей	Между контактами предохранителей
6	<i>a</i>							
	<i>б</i>	32	25	37				
10	<i>a</i>	75	85	28/38 <sup>4)</sup>	28	32	28	38
	<i>б</i>			42	35	48		

<sup>1)</sup> Уровень изоляции *a* - для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов по п. 4.10 ГОСТ 1516.3-96, для остального электрооборудования – устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем;  
 уровень изоляции *б* - для электрооборудования разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов,  
<sup>2)</sup> Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения.  
<sup>3)</sup> Для электрооборудования категории размещения 1 (кроме силовых трансформаторов и реакторов).  
<sup>4)</sup> В знаменателе указаны значения для опорных изоляторов категорий размещения 2, 3 и 4; в числителе для остального электрооборудования.