

ШКАФЫ КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СЕРИИ КРУ2-10-КЕМ/kz



Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск, Самарское шоссе, 7
Факс: 8(7232) 210-805; тел. 8(7232) 49-26-26
kemont@kemont.kz; www.kemont.kz

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 2 из 31	

Шкафы серии КРУ2-10-КЕМ/kz (далее КРУ2-10) предназначены для приема и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока промышленной частоты в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью.

Шкафы серии КРУ2-10 рассчитаны на двухстороннее обслуживание и применяются в закрытых распределительных устройствах (ЗРУ) и электроустановках с частными коммутационными операциями при наличии шкафов с вакуумными выключателями.

Основное применение шкафов КРУ2-10 - это мощные распределительные устройства станций или крупных предприятий.

Применение этой серии целесообразно при токах сборных шин выше 2000А или токов КЗ выше 31,5 кА.

Оставляя практически неизменной надежную конструкцию шкафов, наше предприятие изменило полностью релейные схемы, применив микропроцессорную защиту, и произвело замену масляных выключателей на более надежные современные вакуумные.

Шкафы комплектных распределительных устройств серии КРУ2-10 соответствуют техническим требованиям Стандарта организации СТ 8828-1917-АО-4-17-2012 и межгосударственных стандартов ГОСТ 14693-90, ГОСТ 12.2.007.4-96.

Шкафы серии КРУ2-10 регулярно сертифицируются на соответствие требованиям качества и безопасности в Государственной системе Технического регулирования Республики Казахстан (по схеме «добровольная сертификация»).

Наше предприятие постоянно изучает опыт эксплуатации шкафов КРУ и совершенствует их конструкцию и технологию изготовления, 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.....	8
3	Монтаж и подготовка к работе.....	13
4	Эксплуатация.....	16
5	Транспортирование, хранение.....	22
6	Гарантии изготовителя.....	24
7	Энергоэффективность и энергосбережение.....	25
8	Формулирование заказа.....	26
9	Рекомендации по использованию КРУ на высотах более 1000 м.....	29

1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1

Технические характеристики камер КСО-292	
Наименование	Значения
Номинальное рабочее напряжение, кВ	6,0; 10,0
Номинальный ток главных цепей шкафов, А	630-3150
Номинальный ток сборных шин, А	630-3150 (5000 А – по заказу)
Номинальный ток отключения выключателя, встроенного в КРУ, кА	20; 31,5; 40
Электродинамическая стойкость к токам короткого замыкания главных цепей, за исключением цепей подключаемых непосредственно к выводам трансформаторов напряжения, разрядников и т.д., кА	51; 81
Номинальное напряжение вторичных цепей, В: - постоянного и выпрямленного тока - переменного тока	110,220 220
Условия обслуживания	Двухстороннее
Вид управления	Местное, дистанционное
Степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP30 – при закрытых дверях шкафов и рабочем положении выдвижного элемента; IP00 – при открытых дверях шкафа и контрольном положении выдвижного элемента.

Таблица 2

Классификация исполнений	
Условное обозначение	Типоисполнение
КВВ	Комплектный шкаф с выключателем вакуумным
КТН	Комплектный шкаф с трансформаторами напряжения и ограничителями перенапряжений
КРС	Комплектный шкаф с разъемными контактными соединениями
КПС	Комплектный шкаф с силовыми предохранителями
ККС	Комплектный шкаф с кабельной сборкой
КСТ	Комплектный шкаф с силовым трансформатором

Таблица 3

Габаритные размеры и масса шкафов КРУ2-10	
Параметры	Значение
Габаритные размеры, мм Высота, мм Глубина, мм Ширина, мм	2350 (2380-максимум); 1610 (Без учета кабельного короба) 900 – для шкафов с выключателями на ток до 2500 А; 1350 - для шкафов с выключателями на ток до 3150 А и шкафов ШСТ.
Масса одного шкафа (справочно), кг	800 -1200

Таблица 4

Структура условного обозначения КРУ	
Общее обозначение <u>КРУ2-10-КЕМ/kz-XX УЗ</u>	
КРУ	Комплектное распределительное устройство
2	Модификация КРУ
10	Класс напряжения КРУ по ГОСТ 1516.1 -76, кВ
КЕМ/kz	Модификация предприятия
XX	Номинальный ток отключения КРУ, кА
УЗ	Вид климатическое испытание и категория размещения по ГОСТ 15150-69
<p align="center">Пример обозначения КРУ2-10-КЕМ/kz -31,5 УЗ</p> <p><i>Комплектное распределительное устройство напряжением 10 кВ, номинальный ток отключения 31,5 кА, вид климатического исполнения и категория размещения УЗ, производства АО «КЭМОНТ».</i></p>	

Таблица 5

Структура условного обозначения шкафов КРУ2-10	
Общее обозначение <u>XXX-XX-XX-XXXX</u>	
XXX	Типоисполнение шкафа согласно таблице 2
XX	Номинальное напряжение главных цепей шкафа, кВ
XX	Номер схемы главных цепей в соответствии с таблицей 6
XXXX	Номинальный ток главных цепей шкафа, А
<p align="center">Пример обозначения КВВ-10-13-1000</p> <p><i>Шкаф с вакуумным выключателем, на напряжение 10 кВ и номинальный ток главных цепей 1000 А изготовленный по схеме главных цепей 13 .</i></p>	

Условия эксплуатации:

Шкафы КРУ2-10 предназначены для работы в следующих условиях:

Номинальные значения климатических факторов эксплуатации КРУ по ГОСТ 15543.1-89 и 15150-69 для исполнения УЗ;

Температура окружающего воздуха в помещении РУ от минус 5°С до плюс 40°С (при температуре окружающего воздуха ниже минус 5°С в помещении РУ потребителем должны устанавливаться подогреватели);

Высота установки КРУ над уровнем моря не более 1000 м;

Окружающая среда – не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов или паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию;

В районах с сейсмичностью не более 9 баллов по шкале MSK-64 (ГОСТ 17516.1-90).

Номинальный режим работы – продолжительный.

Рабочее положение в пространстве вертикальное, допустимое отклонение не более ± 5 градусов от вертикали.

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 минус 75°С (ГОСТ 8024-90).

Таблица 6

01	02	13	14	130	131	141
I ном, А 630-3150						
22	221	222	23	231	232	232
I ном, А 630-3150						
24	25	241	251	242	252	252
I ном, А 630-3150						

Продолжение таблицы 6

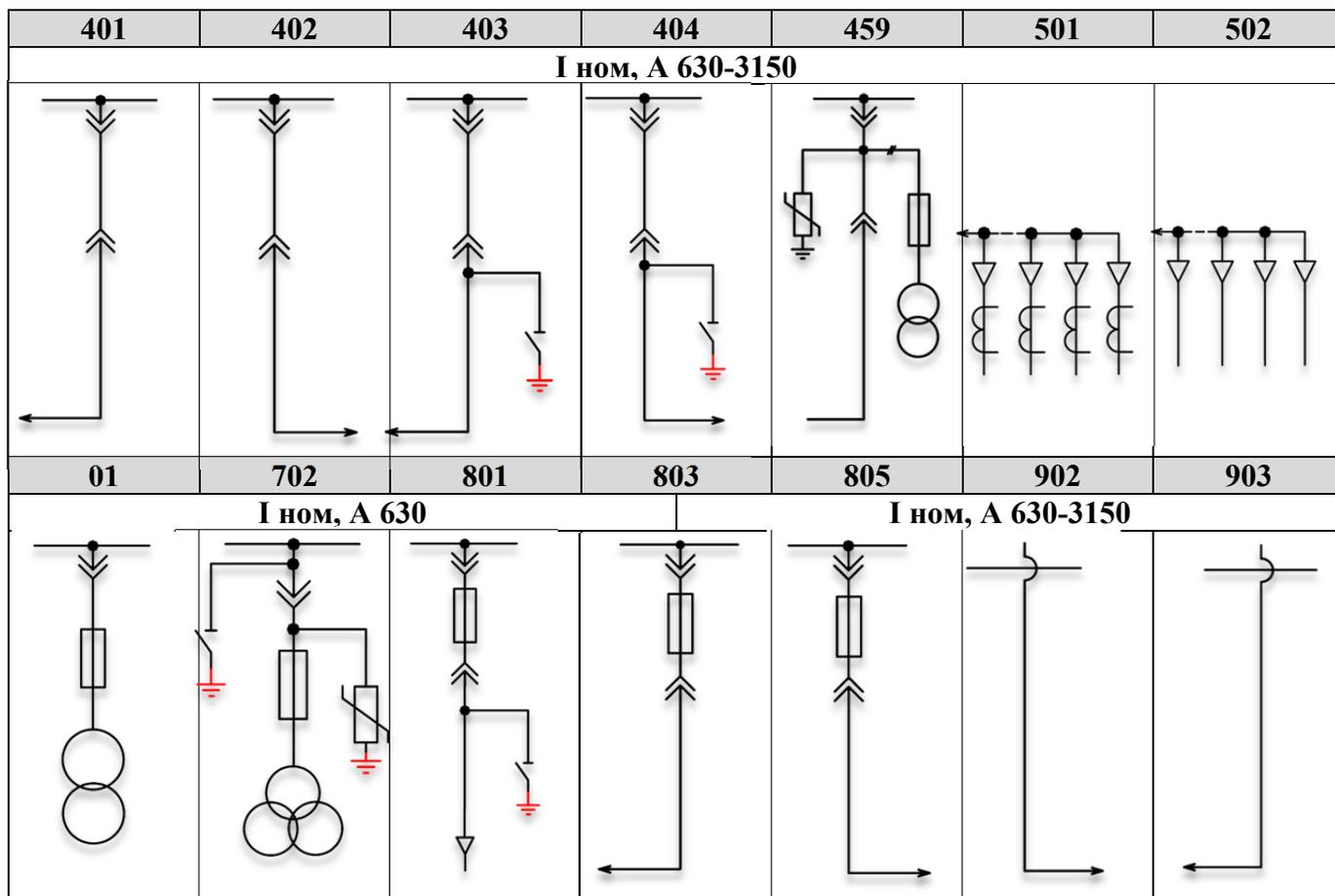


Таблица 7

Назначение схем	
Схема	Назначение
01, 02, 13, 14, 130	Кабельный ввод
131, 141	Отходящая кабельная линия
22, 221, 222, 23, 231, 232	Секционный выключатель
24, 25, 241, 242, 251, 252	Шинный ввод
401, 402, 403, 404, 459	Секционный разъединитель
501, 502	Кабельная сборка
601	Трансформатор собственных нужд
702	Трансформатор напряжения
801, 803, 805	Линия к ТСН
902, 903	Шинные перемычки

1 Приведены схемы основных исполнений шкафов КРУ2-10; по заказу возможно изготовление других вариантов схем.

2 Ограничители перенапряжений устанавливаются по заказу.

3 В схемах 501 и 502 (кабельная сборка) возможна установка до 6-ти трансформаторов тока ТЗЛМ для подключения шести силовых кабелей.

4 Схемы 459, 501, 502 изготавливаются с выводами шин влево или вправо.

2 КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

Шкаф КРУ состоит из жесткого металлического корпуса, внутри которого размещена аппаратура в соответствии с заказом. Для безопасного обслуживания и локализации аварий корпус разделен на отсеки металлическими перегородками и автоматически закрывающимися шторками. Выключатель высоковольтный с приводом установлен на выкатном элементе (тележке). В верхней и нижней частях тележки расположены подвижные разъединяющие контакты, которые при вкатывании тележки в шкаф замыкаются с шинным (верхним) и линейным (нижним) неподвижными контактами. При выкатывании тележки с предварительно отключенным выключателем разъёмные контакты отключаются, и выключатель при этом будет отключен от сборных шин и кабельных вводов.

Когда тележка находится вне корпуса шкафа, обеспечивается удобный доступ к выключателю и его приводу для ремонта, а при необходимости быстрой замены выключателя другим аналогичным, установленным на такой же тележке.

Выкатной элемент шкафа имеет три положения:

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

испытательное (контрольное) – тележка в корпусе шкафа, но первичные и вторичные цепи разомкнуты;

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

В рабочем и испытательном положении выкатной элемент имеет механизм фиксации. Для облегчения перемещения тележки в рабочее положение имеется рычажной механизм, управляемый съёмной рукояткой. При выкатывании тележки из шкафа автоматически шторками закрываются отсеки шинного и линейного разъединяющих контактов, что исключает возможность случайного прикосновения к токоведущим частям, оставшимся под напряжением.

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 выкат выкатного элемента с включенным выключателем;

-запрет на включение выключателя при недовкаченном выкатном элементе;

-запрет на выкат (и вкат) выкатного элемента секционного разъединителя при невыкаченном выкатном элементе секционного выключателя;

- запрет заземления секции при невыкаченном вводном и секционном выключателе;

- запрет на вкат выкатного элемента в шкафы с наложенным заземлением;

-запрет на выкат выкатного элемента с трансформатором напряжения при невыкаченном вводном и секционном выключателе.

На выкатной тележке монтируются также трансформаторы напряжения и разрядники, силовые предохранители, разъединители (шкаф СР) и трансформаторы собственных нужд.

Сборные шины и ошиновка аппаратов главных цепей КРУ2-10 выполняются шинами из меди.

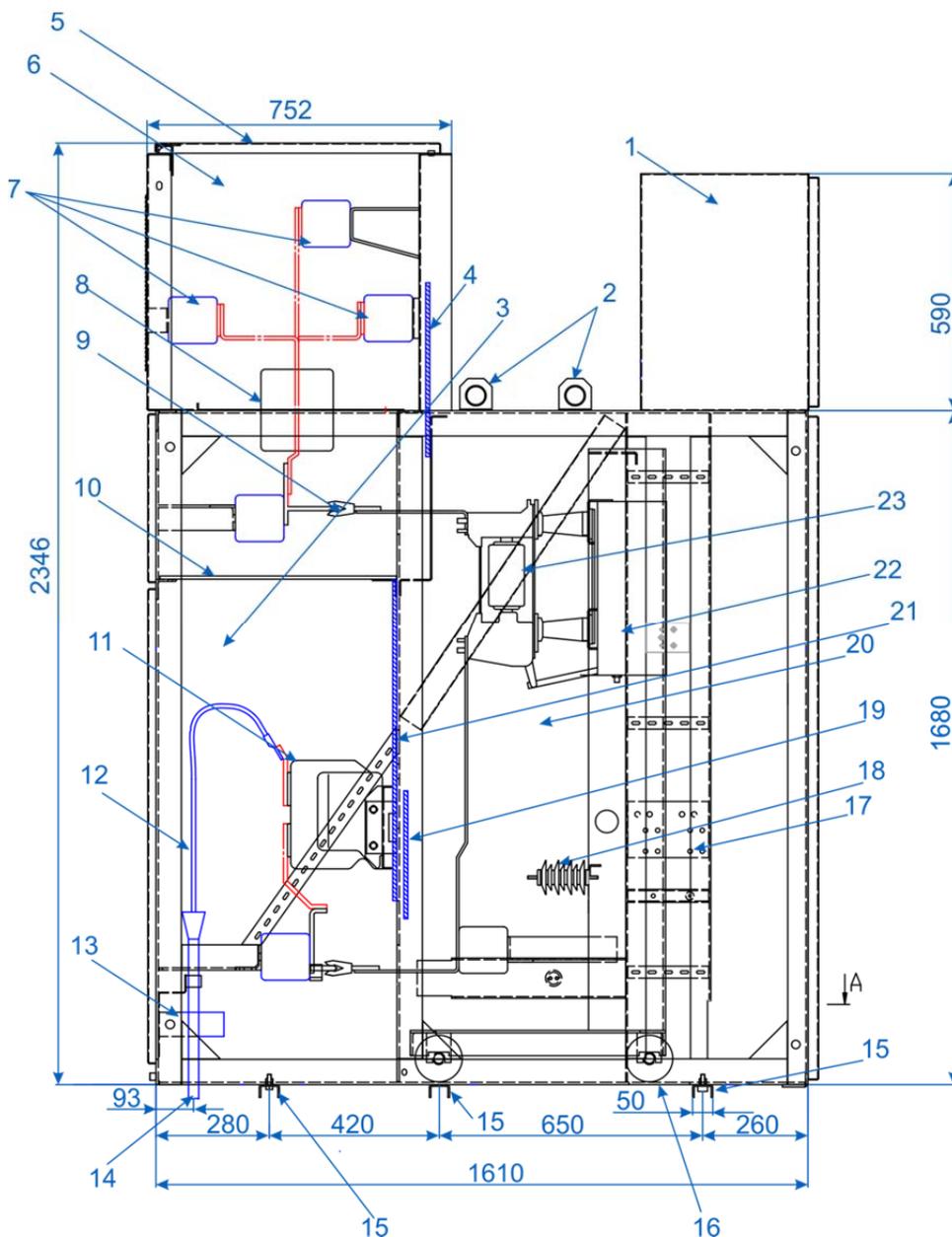


Таблица 8

Пояснение к рисунку 1			
№	Обозначение	№	Обозначение
1	Шкаф релейной аппаратуры	13	Трансформатор тока ТЗЛМ
2	Строповочные рымы	14	Место ввода силового кабеля
3	Кабельный отсек	15	Опорные швеллеры
4	Шторка подвижная верхняя	16	Место ввода контрольного кабеля
5	Откидная крышка	17	Фиксатор положения выкатного элемента
6	Отсек сборных шин	18	Ограничитель перенапряжения ОПН
7	Сборные шины	19	Шторка подвижная нижняя
8	Проходной изолятор	20	Отсек выкатного элемента
9	Контакты главной цепи	21	Шторка неподвижная
10	Текстолитовая перегородка между отсеками	22	Выкатной элемент
11	Трансформатор тока ТОЛ	23	Высоковольтный вакуумный выключатель
12	Силовой кабель		

Рисунок 1 Устройство шкафа КРУ2-10 с кабельным присоединением

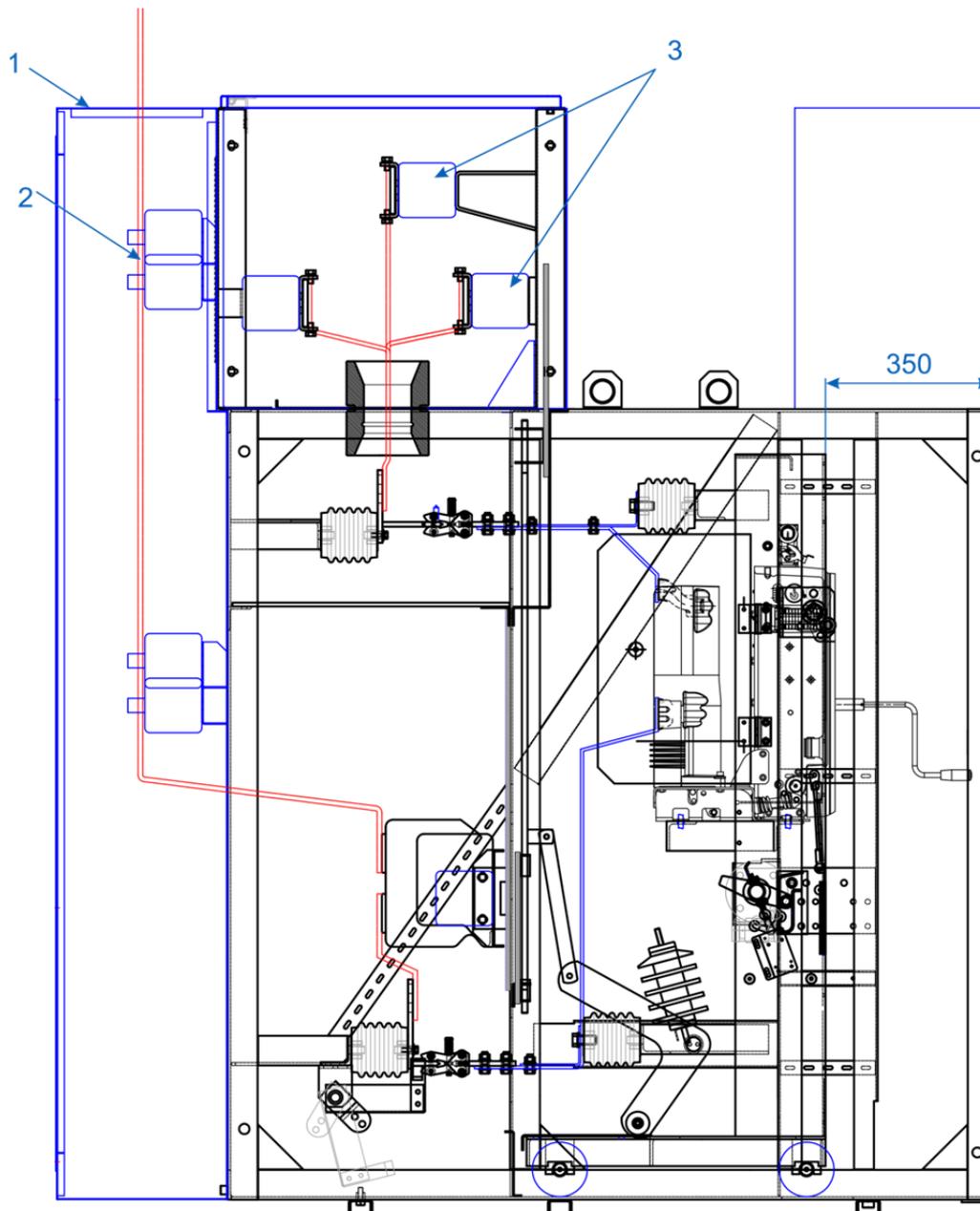


Таблица 9

Пояснение к рисунку 2			
№	Обозначение	№	Обозначение
1	Шинный короб	2	Опорные изоляторы
3	Опорные изоляторы сборных шин		

Рисунок 2 Шкаф КРУ2-10 с шинным присоединением

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 11 из 31	

Шкафы КРУ2-10 изготавливаются в габаритах на номинальное напряжение 10 кВ. Комплектующее оборудование:

- заземлители, выключатели, изоляторы опорные и проходные устанавливаются на напряжение 10 кВ;

- трансформаторы напряжения, ограничители перенапряжений, силовые предохранители, силовые трансформаторы на напряжение 6 или 10 кВ в зависимости от заказа.

Релейная защита присоединений к шкафам КРУ2-10 обеспечивается многофункциональными малогабаритными высоконадежными микропроцессорными блоками ведущих мировых производителей.

РЗА может быть выполнена на аналоговых реле, но в настоящее время ее применение фактически ограничено 1-2 % от общего количества выпускаемых нами шкафов КРУ.

Аппаратура вторичных цепей шкафов КРУ2-10 (аппараты управления, защиты, сигнализации, микропроцессорные блоки релейной защиты, приборы контроля и учета электроэнергии и т.п.) располагается в релейном шкафу, который выполняется в виде съемного, изолированного от высоковольтных цепей, блока.

Шкаф изготавливается отдельно, после полной комплектации аппаратурой и коммутации вторичных электрических цепей в соответствии с электрической схемой заказа устанавливается на свое место и крепится болтовыми соединениями.

Микропроцессорные блоки, приборы учета, контроля и аппараты сигнализации монтируются на двери релейного шкафа.

При двухрядном расположении шкафов КРУ в помещении РУ изготавливается закрытый шинный мост, длина которого определяется согласно плану расстановки РУ в помещении .

В процессе изготовления КРУ2-10 выполняется контрольная сборка заказанного распределительного устройства в функциональный блок в соответствии с заказом.

При контрольной сборке выполняется ошиновка РУ (соединение сборных и ответвительных шин) и монтаж шинного моста на шкафах КРУ.

Каждое, соединенное в функциональный блок КРУ, и каждый шкаф по завершению изготовления подвергается комплексу электрических испытаний в соответствии с требованиями ПУЭ и технических условий.

После испытаний КРУ подготавливается к отгрузке заказчику:

РУ разъединяется на транспортные блоки из 2 или 3х шкафов, демонтируются шинные мосты и другие элементы на период транспортировки.

Комплектность

В комплект поставки входит:

- Шкафы КРУ2-10 с установленной аппаратурой и оборудованием в соответствии с заказом;
- Шинные мосты (если предусмотрено заказом);
- Шкаф питания цепей собственных нужд – шкаф оперативного тока (если оговорен в заказе);
- Демонтированные на период транспортирования элементы;
 - Запасные части и принадлежности (ЗИП) по нормам изготовителя;
 - Комплект технической эксплуатационной документации – «Пакет технического паспорта».

Маркировка

Маркировка шкафа КРУ2-10, элементов, аппаратов и контактных соединений выполнена в соответствии с электрическими схемами и нормативной документацией.

На фасадной стороне шкафа, закрепляется табличка с техническими (паспортными) данными, наносится порядковый номер шкафа в соответствии со схемой расстановки шкафов в РУ и однолинейная электрическая схема главных цепей шкафа.

Порядковый номер шкафа в РУ также наносится на корпус шкафа с обратной стороны и на выкатной элемент.

Позиционные обозначения элементов вспомогательных цепей шкафов маркируются согласно схем электрических принципиальных.

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 13 из 31	

3 МОНТАЖ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

3.1 Монтаж

Электропомещение для шкафов КРУ должно соответствовать требованиям Условий эксплуатации настоящего технического описания и требованиям «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ). В помещении подстанции перед началом монтажа шкафов должны быть закончены отделочные работы. Электропомещение должно быть очищено от строительного мусора, высушено и созданы условия, предотвращающие увлажнение шкафов КРУ.

Монтаж шкафов КРУ выполняется согласно требований ПУЭ, настоящего документа и в соответствии с проектом на конкретное распределительное устройство.

Необходимые (блоков шкафов) КРУ рекомендуется выполнить в следующей последовательности:

1 проверить правильность установки закладных частей, которые должны быть надежно закреплены и заземлены;

2 установить крайний шкаф (блок шкафов) РУ, после проверки правильности его установки приступить к установке следующего шкафа (блока шкафов) и т.д.

3 после установки и предварительной выверки шкафов (блоков шкафов) произвести скрепление их посредством болтов между собой;

4 при этом необходимо следить, чтобы не появились снова перекосы шкафов (блоков шкафов);

5 шкафы (блоки шкафов) установить по отвесу;

6 перекосы шкафов более двух миллиметров на метр для каркаса не допускаются, как по фасаду, так и по глубине;

7 для устранения перекосов допускается применение стальных прокладок толщиной не более 3-4 мм;

8 при выравнивании шкафов (блоков шкафов) необходимо ослабить болты, при помощи которых они скреплены между собой;

9 после окончания регулировки произвести закрепление шкафов (блоков шкафов) путем приварки их к закладным металлическим частям, заземляющей магистрали;

10 установить и закрепить сборные шины (если они демонтированы на время транспортировки) и шинный мост, при этом необходимо соблюсти расцветку шин;

11 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;

12 снять транспортные болты с откидных крышек и другие временные крепления, которые закрепляли аппараты на время транспортировки шкафов КРУ.

Монтаж и подключение силовых кабелей к шкафам следует выполнять согласно технических требований предъявляемых к кабельной продукции и действующей нормативной технической документации.

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

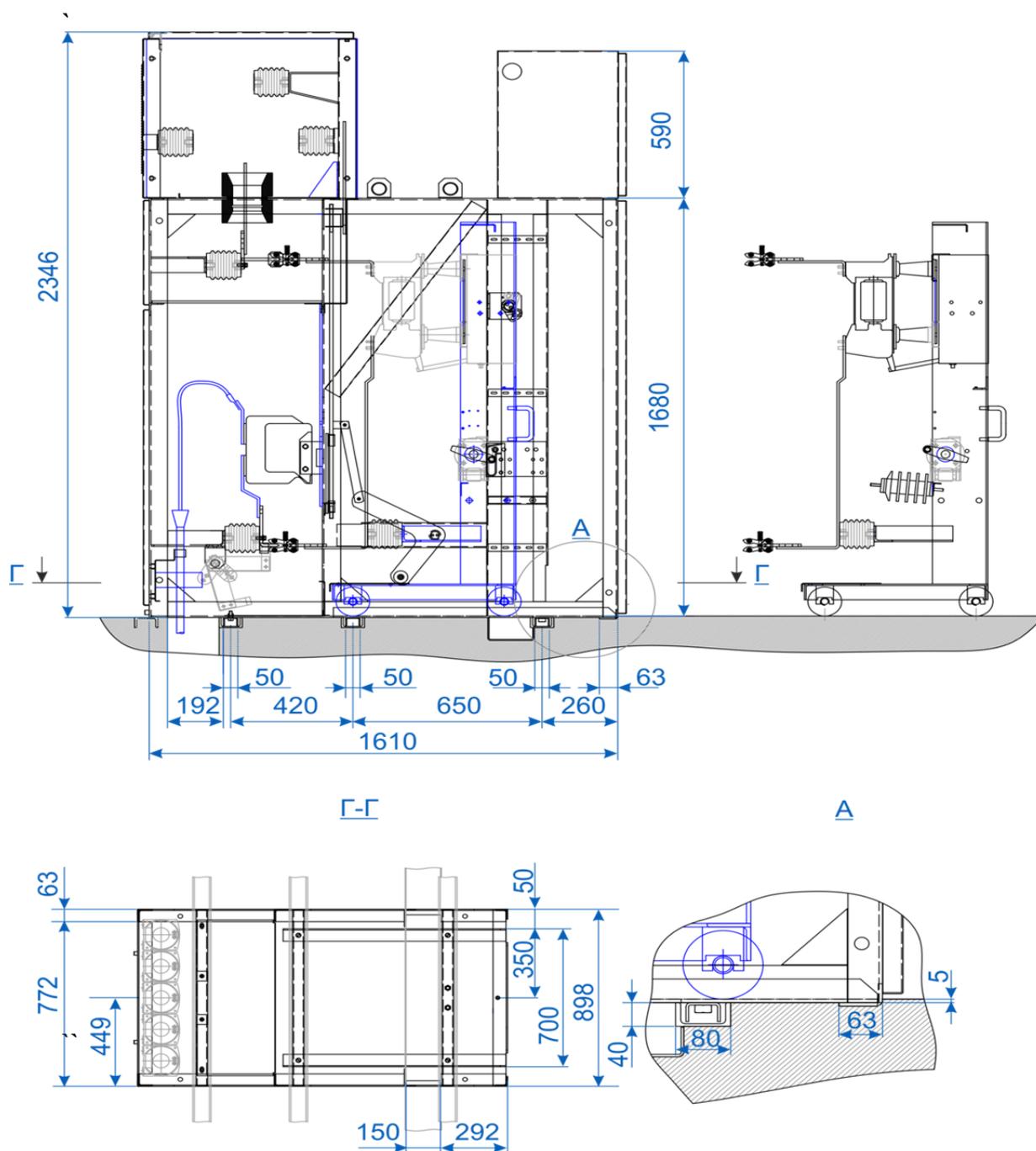


Рисунок 3 Габаритно-установочные размеры шкафа КРУ2-10

3.2 Подготовка к работе

После окончания монтажа, шкафы КРУ необходимо подготовить к работе.

Подготовку шкафов КРУ к работе необходимо начать с наружного осмотра, снять консервационную смазку, при необходимости восстановить смазку трущихся частей.

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 15 из 31	

Проверить надежность крепления всех аппаратов, изоляторов, подходящих к аппаратам шин и заземляющих шин. При необходимости подтянуть болтовые соединения.

Проверить все фарфоровые изоляторы, патроны предохранителей на отсутствие трещин, сколов. Проверить состояние армировки.

Проверить открывание и запираание дверей шкафов ключом.

Восстановить все нарушения антикоррозийного покрытия на аппаратах, узлах и деталях КРУ.

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.

Внимание!

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

Во вторичных цепях шкафов, где поставлены блоки испытательные типа БИ-4 (БИ-6), крышка которых при наладке и испытаниях должна быть вынута из корпуса БИ, а во время работы шкафа – установлена в блоке.

После полного вкатывания тележки с высоковольтными аппаратами в шкаф (рабочее положение выкатного элемента) следует обязательно вынуть из тележки съемную рукоятку (ключ довката тележки) во избежание поломки блокировок.

4 ЭКСПЛУАТАЦИЯ

4.1 Ввод в эксплуатацию

При вводе в эксплуатацию все элементы КРУ2-10 (выключатели, силовые и измерительные трансформаторы, кабели и т.п.) должны быть подвергнуты испытаниям в соответствии с требованиями действующей нормативной документации.

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 КРУ2-10 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 тележки ВЭ с выключателями устанавливаются в рабочее положение, а ВЭ с измерительными трансформаторами - в контрольное положение. Все стационарно установленные силовые и измерительные трансформаторы, ограничители перенапряжений должны быть отключены.

Испытание производится до присоединения силовых кабелей.

Вспомогательные цепи шкафов КРУ2-10 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 10.

Таблица 10

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 ВЭ 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 11.

Таблица 11

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

1-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.

6 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 - 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 КРУ2-10 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, рекомендациями настоящего документа.

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 18 из 31	

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.

Персонал, обслуживающий шкафы КРУ2-10, должен:

- специально подготовлен для технического обслуживания и ремонта электротехнических изделий высокого напряжения (напряжением до 10 кВ включительно),

- ознакомлен с настоящим документом и с техническими описаниями - руководствами по эксплуатации на аппараты, встроенные в шкафы,

- знать устройство и принцип работы шкафов КРУ, а также комплектующей аппаратуры, встроенной в шкафы.

- иметь соответствующую группу по технике безопасности.

Монтаж, ремонт и эксплуатация должны производиться с соблюдением правил техники безопасности.

Межремонтный период должен составлять не более пяти лет.

4.3 Техническое обслуживание

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 ТО и РЭ, инструкций по эксплуатации оборудования, установленного в КРУ2-10, спецификации и условия эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электрооборудования распределительного устройства.

При установке и применении шкафов КРУ серии КРУ2-10 исполнения УЗ в климатических зонах с температурой ниже минус 5°С следует предусматривать средства обогрева помещения РУ, обеспечивающие нормальные температурные условия работы оборудования и аппаратуры шкафов КРУ в соответствии с техническими условиями на них.

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 КРУ2-10 обеспечивается после извлечения выдвижных элементов и демонтажа легкосъёмных перегородок.

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

- выкатить ВЭ и заземлить;
- открыть дверь отсека ВЭ каркаса шкафа;

Для доступа к элементам отсека трансформаторов тока и контактам вторичных цепей необходимо снять соответствующую крышку задней стенки (вводной шкаф - верхняя крышка, линейный шкаф и секционный выключатель - нижняя.)

Техническое обслуживание КРУ включает в себя:

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

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 19 из 31	

- ремонт (при необходимости).

Техническое обслуживание оборудования, установленного в КРУ2-10 (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 КРУ2-10 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.

Меры безопасности

При проведении работ по техническому обслуживанию КРУ2-10 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, секционных разъединителей и шкафов с заземлителями сборных шин возможен только при полном снятии напряжения со сборных шин и вводных кабелей и при включенных заземлителях данных шкафов.

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 КРУ2-10 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 КРУ2-10 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.

Осмотр

Периодические осмотры проводятся с целью оценки текущего состояния КРУ2-10. Периодичность проведения осмотров устанавливается техническим руководителем эксплуатирующего предприятия с учетом условий и опыта эксплуатации, технического состояния и срока службы КРУ.

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 20 из 31	

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

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

Осмотр КРУ2-10 следует проводить в следующем объеме:

1 визуальный контроль наличия загрязнений, повреждения окраски и антикоррозионного 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;

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 ВЭ, блокировок и фиксаторов;

7 проверка состояния электрических соединений токоведущих цепей и цепей заземления;

8 проверка работоспособности концевых выключателей;

9 проверка работы дверей и замков.

Также при осмотре распределительных шкафов КРУ2-10 особое внимание должно быть обращено на:

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.

Замена элементов КРУ2-10

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

Демонтаж трансформаторов тока.

Для демонтажа трансформаторов тока следует выполнить следующие действия:

- отключить выключатель и переместить выкатной элемент в ремонтное положение.
- проверить отсутствие напряжения с помощью индикатора напряжения и включить

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 21 из 31	

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

Демонтаж трансформаторов напряжения.

Трансформаторы напряжения установлены на выкатном элементе. Требуется выкатить выкатной элемент в контрольное положение и отключить разъём вспомогательных цепей, после чего выкатной элемент с ТН можно выводить в ремонт.

Ремонт и замена установленных в шкафах КРУ2-10 аппаратов и элементов должны производиться в соответствии с инструкциями эксплуатирующего предприятия.

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 22 из 31	

5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, ХРАНЕНИЕ

5.1 Транспортирование

Транспортирование оборудования с предприятия – изготовителя производится преимущественно автомобильным транспортом с защитой от атмосферных воздействий и механических повреждений.

Возможно транспортирование железнодорожным и водным транспортом в соответствии с действующими правилами перевозки грузов на данном виде транспорта.

Шкафы перевозятся в вертикальном положении, все подвижные части на период транспортирования закрепляются.

Демонтированные на период транспортирования элементы упаковываются в ящики или комплектуются в связки с обязательной транспортной маркировкой. При размещении демонтированных на период транспортирования элементов внутри оборудования место нахождения отражается в ведомости демонтированных элементов.

Условия транспортирования в части воздействия механических факторов Ж по ГОСТ 23216 -78.

При погрузочно-разгрузочных работах шкафы не кантовать, не подвергать резким толчкам и ударам. Для подъема и перемещения следует использовать транспортные – рымы, расположенные на каркасе оборудования и обозначенные специальными знаками.

Погрузочно-разгрузочные работы должны производиться квалифицированным персоналом с соблюдением требований техники безопасности.

При получении оборудования заказчик должен произвести его осмотр для выявления возможных повреждений при транспортировании, а также проверить комплектность поставки изделия.

При поставке изделия автотранспортом, осмотр и проверка комплектности проводится в присутствии представителя предприятия – изготовителя.

В случаях, если оборудование транспортируется на длительные расстояния, по железной дороге или прогнозируется длительное хранение в договоре необходимо оговорить соответствующую упаковку.

5.2 Хранение

Шкафы с установленной аппаратурой и оборудованием, а так же демонтированные на время транспортировки элементы следует хранить в сухом закрытом помещении с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры существенно меньше, чем на открытом воздухе. В помещении не должно быть агрессивных паров (кислот, щелочей) и пыли в концентрациях более 5 мг/м³.

Условия хранения по группе 2 по ГОСТ 15150-69 на допустимый срок хранения до ввода в эксплуатацию один год.

Демонтированные на период транспортирования элементы хранят в заводской упаковке. Металлические части аппаратов, не защищённые от коррозии, смазывают техническим вазелином.

Рекомендуемая температура воздуха внутри помещений хранения от плюс 40 °С до минус 25 °С.

Относительная влажность воздуха 80% при температуре 25°С (верхнее значение).

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 23 из 31	

При длительном хранении оборудования необходимо не реже одного раза в 6 месяцев проводить их осмотр: проверку внешнего вида, состояния, целостности и комплектности аппаратов, отсутствие повреждений и следов коррозии на защитных покрытиях.

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 24 из 31	

6 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие шкафов КРУ2-10 требованиям стандарта организации СТ 8828-1917-АО-4-17-2012 и действующей в Республике Казахстан нормативной технической документации при соблюдении потребителем условий монтажа, 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.

Для оборудования, предназначенного для экспорта, гарантийный срок эксплуатации устанавливается один год со дня ввода в эксплуатацию, но не более двух лет с момента проследования через Государственную границу Республики Казахстан.

Гарантийные сроки хранения и эксплуатации на комплектующие аппараты и приборы в соответствии с гарантийными сроками их заводов-изготовителей.

Качество продукции подтверждается Сертификатом качества.

Расчетный срок службы шкафов КРУ2-10 не менее 30 лет при условии проведения ежегодного техобслуживания и замены комплектующей аппаратуры в сроки, установленные техническими условиями 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, 10 кВ.

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:

- для освещения шкафов применяются светодиодные и энергосберегающие лампы;
- 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 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 шторочный 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.

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

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

Все вопросы, связанные с изготовлением шкафов КРУ2-10 с нетиповыми решениями (схем, компоновочных решений, и т.п.) должны быть оговорены в отдельном документе и согласованы с изготовителем.

Если Вы только приступаете к проектированию распреустройства с применением шкафов КРУ2-10, желательно 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 и аппаратам и устройствам, входящих в состав шкафов КРУ2-10 и другую необходимую информацию.

Необходимо учесть, что при подключении большого количества кабелей (ввод кабеля снизу) предпочтительно заказывать задний короб для ввода кабеля (размер короба-выполняется по согласованию с заказчиком исходя из количества кабелей и его технических характеристик).

Таблица 12

Опросный лист					
Запрашиваемые данные		Ответы заказчика			
Номер шкафа по плану					
Номинальный ток сборных шин, А					
Номинальное напряжение, кВ					
Схема первичных соединений					
Наименование шкафа (надпись)					
Номер схемы и номинальный ток главных цепей					
Релейная защита					
Тип выключателя					
Счетчик электроэнергии					
Трансформаторы тока					
Трансформатор напряжения					
Количество трансформаторов тока нулевой последовательности					
Блокировки					
Преобразователи					
Дополнительные требования					
Наименование объекта					
Информация о заказчике					

Таблица 13

Пример заполнения опросного листа								
Запрашиваемые данные		Ответы заказчика						
Номер шкафа по плану		7	6	5	4	3	2	1
Номинальный ток сборных шин, А	1000							
Номинальное напряжение, кВ	6							
Схема первичных соединений								
Наименование шкафа (надпись)		Секционный разъединитель	Секционный выключатель	ТН №1	Трансформатор № 28 Подстанция № 16	Дробилка КМД № 25	Ввод №!	Трансформатор № 26 Подстанция № 17
Номер схемы и номинальный ток главных цепей		КРС-6-402-1000	КВВ-6-232-1000	КТН-6-702-630	КВВ-6-131-630	КВВ-6-131-630	КВВ-6-13-1000	КВВ-6-131-630
Релейная защита SIEMENS			MICOM P123B00 W152	MICOM P9220AS W152	MICOM P123B00 W152	MICOM P123B00 W152	MICOM P123B00 W152	MICOM P123B00 W152
Тип выключателя			SIEMENS 3AH5 1250A		SIEMENS 3AH5 1250A	SIEMENS 3AH5 1250A	SIEMENS 3AH5 1250A	SIEMENS 3AH5 1250A
Счетчик электроэнергии					Меркурий 230 ART-00	Меркурий 230 ART-00	Меркурий 230 ART-00	Меркурий 230 ART-00
Трансформатор тока ТОЛ-10-2			800/5		300/5	50/5	1000/5	200/5
Трансформатор напряжения				3хЗНОЛ. П.-6У3				
Количество трансформаторов тока нулевой последовательности					1	1		1
Блокировки	Путевой выключатель выкатного элемента: SQ1	(2+2)	(2+2)	(2+2)			(2+2)	
	Путевой выключатель заземляющего ножа: SQ2		(2+2)	(2+2)	(1+1)	(1+1)	(2+2)	(1+1)
	Блок-замок выкатного элемента: Y1	1	1				1	
	Блок-замок заземляющего ножа: Y2		1	1			1	
Наименование объекта								

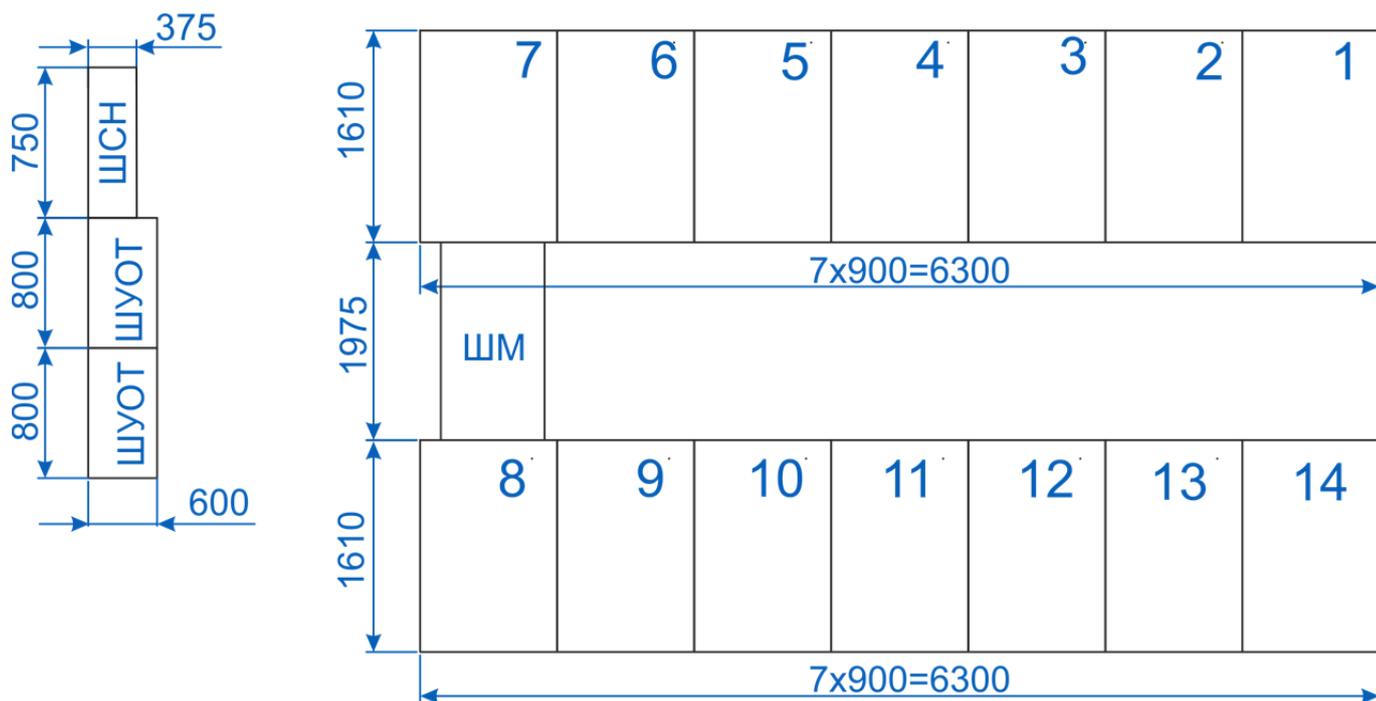


Рисунок 4 Пример плана расположения шкафов КРУ2-10 (прикладывается к опросному листу)

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 $K_1=1/(1,1-N/10000$, где N - 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.

Примечание: 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 таблице 14.

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 таблице 14. Эта степень снижения должна быть указана в стандартах на соответствующие виды изделий.

Таблица 14

<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 15.

Таблица 15

Класс напряжения	Уровень изоляции ¹⁾	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции, кВ						
		полного грозового импульса		кратковременное (одноминутное) переменное				
		Электрооборудование относительно земли и между фазами (полосами) ²⁾ , между контактами выключателей и КРУ с одним разрывом на полюс	Между контактами разъединителей, предохранителей и КРУ с двумя разрывами на полюс	в сухом состоянии			под дождем ³⁾	
				Электрооборудование относительно земли (кроме силовых трансформаторов, масляных реакторов) и между полосами ²⁾ , 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 полосами ²⁾ , между контактами выключателей	Между контактами предохранителей
6	<i>а</i>	60	70	20/28 ⁴⁾	20	23	20	23
	<i>б</i>			32	25	37		
10	<i>а</i>	75	85	28/38 ⁴⁾	28	32	28	38
	<i>б</i>			42	35	48		

¹⁾ Уровень изоляции *а* - для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов по п. 4.10

	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	КРУ210.16.12.20.ТО_РЭ	R0
		Стр. 31 из 31	

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,

2) Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения.

3) Для электрооборудования категории размещения 1 (кроме силовых трансформаторов и реакторов).

4) В знаменателе указаны значения для опорных изоляторов категорий размещения 2, 3 и 4; в числителе для остального электрооборудования.