

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

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



Оглавление

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	4
1.1. Условия эксплуатации	4
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	5
3. СХЕМЫ ГЛАВНЫХ ЦЕПЕЙ	6
4. СХЕМЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ	6
5. КОНСТРУКЦИЯ	7
5.1. Отсек сборных шин	9
5.2. Отсек выкатного элемента	11
5.3. Отсек присоединений	12
5.4. Отсек вспомогательных цепей.....	13
6. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ	14
6.1. Индикатор наличия напряжения.....	15
6.2. Концевые выключатели.....	16
6.3. Дуговая защита.....	17
7. ШИННЫЕ ВВОДА, МОСТЫ И ПРИСТАВКИ ВССШ	19
8. ОФОРМЛЕНИЕ ЗАКАЗА	20
9. КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ	20
10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	21
11. УПАКОВКА	21
12. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	22
13. ХРАНЕНИЕ	22
14. МОНТАЖ	23
15. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	23
16. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	24
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СЕТКА СХЕМ ГЛАВНЫХ ЦЕПЕЙ	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ОБЩИЙ ВИД И ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ	31
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ОСНОВНОЕ ВСТРАИВАЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	36
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ОСНОВНЫЕ МАССОГАБАРИТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ	37
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ПРИМЕР КОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТНОЙ РАМЫ	38
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. ДАННЫЕ О ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИИ ШКАФОВ	39
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ	40

Список принятых сокращений

- АВР** – автоматический ввод резерва;
- БП** – боковая приставка;
- ВВ** – вакуумный выключатель;
- Ввод** – шкаф ввода воздушной или кабельной линии на секцию КРУ-35 кВ;
- ВЛ** – воздушная линия;
- ВН** – выключатель нагрузки;
- ВССШ** – верхняя система сборных шин;
- ВЭ** – выкатной элемент;
- ЗИП** – запасные части, инструменты и принадлежности;
- ЗТД** – заводская техническая документация;
- КРУ** – комплектное распределительное устройство;
- КТПМ** – комплектная трансформаторная подстанция модульная;
- ЛЗШ** – логическая защита шин;
- НССШ** – нижняя система сборных шин;
- ОЛ** – отходящая линия;
- ОПН** - ограничитель перенапряжений нелинейный;
- ПУЭ** – правила устройства электроустановок (действующее 7-е издание);
- РУ** – распределительное устройство;
- РЭ** – руководство по эксплуатации;
- СВ (СР)** – секционный выключатель (разъединитель);
- ТЗ (МПУЗиА)** – терминал защиты (микропроцессорное устройство защиты и автоматики);
- ТН** – измерительный трансформатор напряжения;
- ТСН** – трансформатор собственных нужд;
- ТТ** – измерительный трансформатор тока;
- УРОВ** – устройство резервирования отказа выключателя;
- ШМ (ШВ)** – шинный мост (ввод);
- ЭМБ** – электромагнитная блокировка.

Условные обозначения:



Принципиально важные моменты, требования или рекомендации.

1. Назначение и область применения

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

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

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

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

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

1.1. Условия эксплуатации

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

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

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

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

Нормальная работа КРУ обеспечивается при их установке на высоте над уровнем моря не более 1000 м¹.

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

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

Структура условного обозначения шкафов КРУ

D- 40P – X – X / X УЗ

Шкаф КРУ серии D-40P _____

Номинальное напряжение, кВ _____

Ток термической стойкости, кА _____

Номинальный ток главных цепей, А _____

(для шкафов с ТН, ТСН – не указывается) _____

Климатическое исполнение и категория размещения _____

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

Пример записи обозначения типоисполнения шкафа КРУ на номинальное напряжение 35 кВ, ток термической стойкости 20 кА и номинальным током главных цепей 1250 А: D-40P-35-20/1250 УЗ.

2. Технические характеристики

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

Таблица 1. Основные параметры и характеристики

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

¹ Специальное исполнение с ТСН до 40 кВА;

² Шкаф с измерительным ТН до ввода, либо исполнение шкафа с задней приставкой.

³ Шкафы КРУ с ТСН или ТН типа НАМИ установленные стационарно.

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

Таблица 2. Классификация исполнений

Наименование признака классификации	Исполнение
Вид шкафов в зависимости от встраиваемой аппаратуры	Шкафы с силовыми выключателями Шкафы с секционными разъединителями Шкафы с трансформаторами напряжения Шкафы с трансформаторами собственных нужд
Уровень изоляции по ГОСТ 1516.3	Нормальная, уровень «б»
Вид изоляции	Комбинированная (воздушная и твердая)
Изоляция ошиновки	С частично изолированными шинами
Сборные шины	С одной системой сборных шин
Расположение сборных шин	Верхнее / нижнее
Вид линейных высоковольтных подсоединений	Воздушные, кабельные и шинные
Наличие выкатных элементов в шкафах	С выкатными элементами / без выкатных элементов (шкаф с ТСН, шкаф с масляным ТН)
Возможность оснащения электроприводом	Выкатной элемент Заземлитель
Условия обслуживания:	
<ul style="list-style-type: none"> • С нижним расположением сборных шин • С верхним расположением сборных шин 	<p>Одностороннее оперативное и техническое обслуживание</p> <p>Одностороннее оперативное и двухстороннее техническое обслуживание</p>
Вид оболочки	Сплошная металлическая
Наличие перегородок между отсеками	Со сплошными металлическими перегородками
Вид управления	Местное, дистанционное

3. Схемы главных цепей

Принципиальные схемы соединений главных цепей приведены в **Приложении 1**.

В сетке схем отображается максимальное наполнение шкафа исходя из конструктивных возможностей. Количество и тип фазных трансформаторов тока, трансформаторов тока нулевой последовательности, наличие ОПН, дополнительного шинного индикатора напряжения, устройств РЗиА, а также боковых переходов и прочих требований, при заказе уточняется в опросном листе. По согласованию с заводом-изготовителем могут быть изготовлены шкафы со схемами главных цепей, представленными заказчиком.

4. Схемы вспомогательных цепей

Принципиальные и монтажные схемы вспомогательных цепей входят в состав заводской технической документации, прилагаемой к заказу. Заводом-изготовителем разработаны типовые схемы вспомогательных цепей следующих шкафов: вводов, отходящих линий, секционных выключателей, трансформаторов напряжения и трансформаторов собственных нужд. Схемы разработаны на постоянном и переменном оперативном токе. По требованию заказчика шкафы постоянного оперативного тока могут входить в комплект поставки. Возможно выполнение схем вспомогательных цепей по принципиальным схемам заказчика.

В составе шкафа могут применяться различные микропроцессорные устройства защиты и автоматики, электронные и многофункциональные счётчики электрической энергии. Планы расположения шкафов и клеммных рядов, трассы прокладки, схемы разводки и

подключения внешних контрольных кабелей, а также кабельные журналы разрабатываются проектными организациями. Не допускается вносить любые изменения в схемы вспомогательных цепей без согласования с заводом-изготовителем и проектной организацией.

5. Конструкция

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

Общий вид внутреннего устройства шкафа КРУ с силовым вакуумным выключателем и вид с фасада изображен на **рис. 1** и **рис. 2**. Внутренний объем шкафа заключен в металлическую оболочку толщиной 2,5 мм и имеет внутреннее разделение перегородками на функциональные изолированные отсеки:

- Вспомогательных цепей (А);
- Выкатного элемента (В);
- Присоединений (С);
- Сборных шин (D).

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

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

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

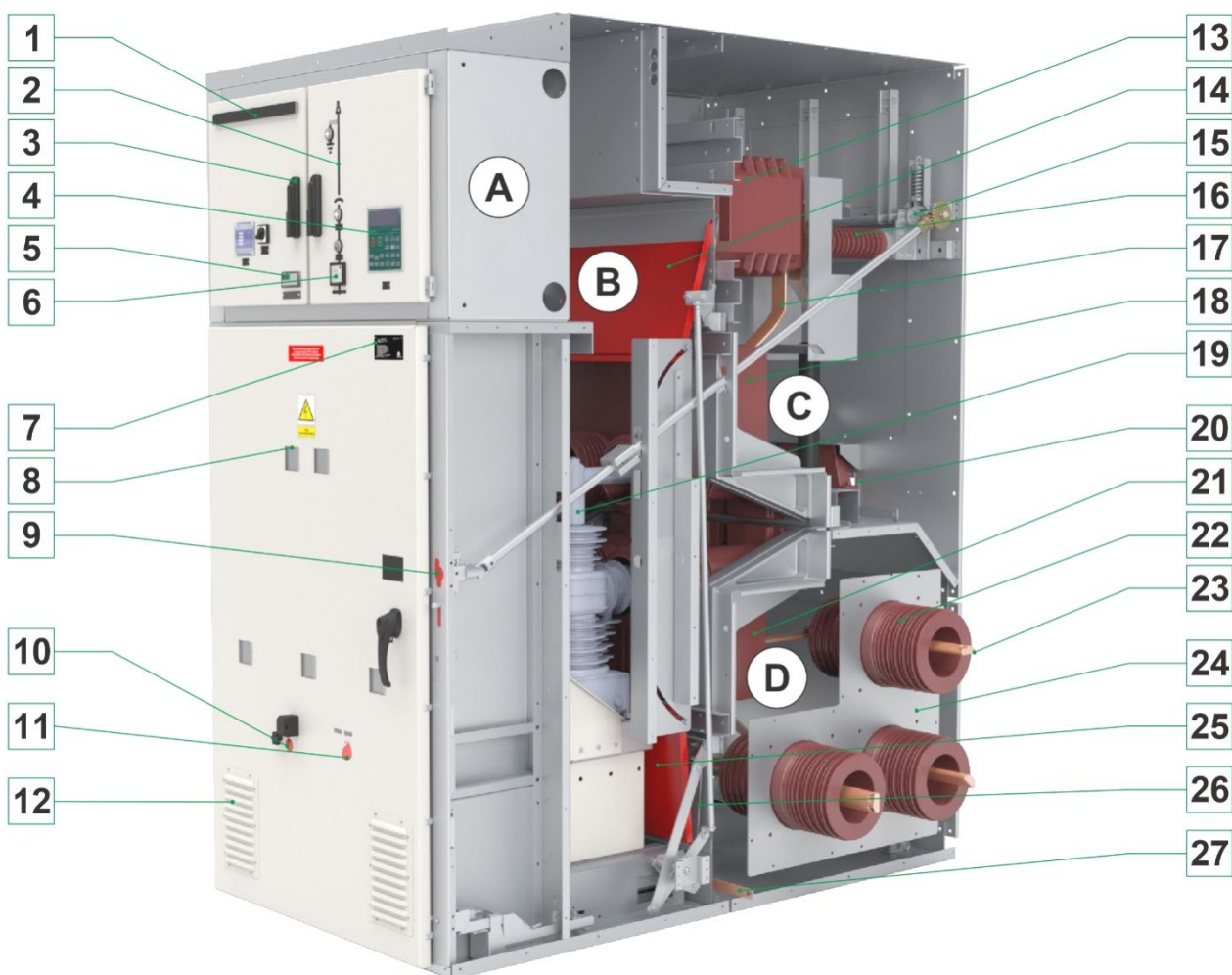


Рис. 1 Шкаф с нижним расположением сборных шин

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

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

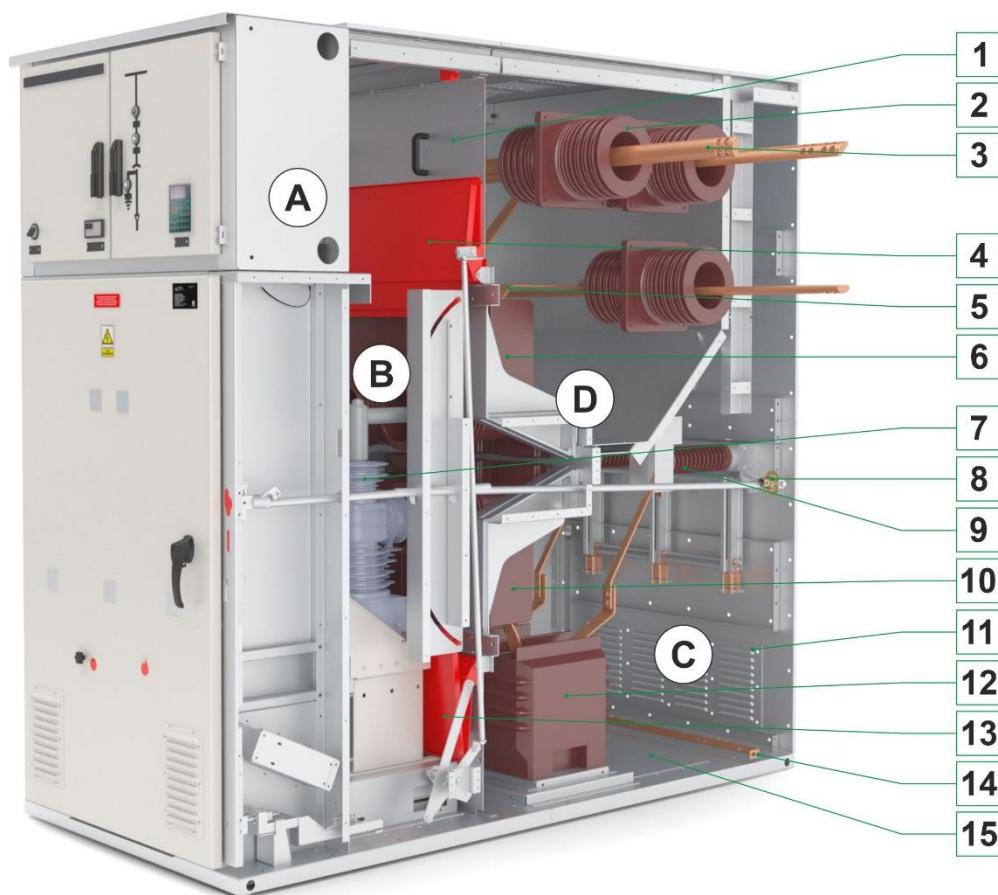


Рис. 2 Шкаф с верхним расположением сборных шин

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

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

5.1. Отсек сборных шин

В отсеке размещается система сборных шин (**рис. 3 – 4**), объединяющая главные цепи всех шкафов КРУ в единую электрическую схему распределительного устройства и включающая в себя:

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

- Клапан сброса избыточного давления, сопряженный с концевым выключателем (опция);
- Устройство дуговой защиты (опция).



Рис. 3 Отсек сборных шин НССШ (вид при извлеченном ВЭ и снятой перегородки)

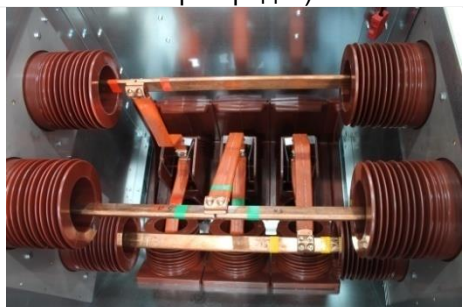


Рис. 4 Отсек сборных шин ВССШ

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

Болтовые соединения главных цепей шкафов КРУ выполнены с применением тарельчатых зажимных упругих шайб, обеспечивающих поджатие контактных поверхностей на протяжении всего срока службы шкафа независимо от температуры в месте соединения.

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

Расположение ответвлений от сборных шин в пределах шкафа выполняется согласно ГОСТ 14693: левая шина — фаза А; средняя шина — фаза В; правая шина — фаза С, если смотреть с фасада шкафа. Для соединений трансформаторов собственных нужд, трансформаторов напряжения со сборными шинами

КРУ, а также в шкафах секционирования возможно выполнение отличного от стандартного расположения отпаек к сборным шинам, либо расположения выводов КРУ в случаях организации ввода или секционирования при двухрядном расположении шкафов: левая шина — фаза С; средняя шина — фаза В; правая шина — фаза А, если смотреть со стороны фасада шкафа.

Соединение по сборным шинам осуществляется отрезками шин через проходные изоляторы, монтируемые на опорную панель, которая закрепляется на боковой стенке шкафа. Тем самым обеспечивается дополнительная сегрегация отсека сборных шин, что позволяет локализовать дуговое замыкание в пределах одного отсека и предотвратить его распространение на секцию КРУ.

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



НССШ – доступ осуществляется через отсек ВЭ, для чего необходимо демонтировать съемную перегородку в нижней части шкафа (**рис. 3**).

ВССШ - для обеспечения доступа в отсек сборных шин необходимо демонтировать крышку отсека. При наличии клапанной дуговой защиты перед демонтажем крышки необходимо отсоединить концевой выключатель, для чего предварительно демонтировать клапан отсека сборных шин (**рис. 4**).

5.2. Отсек выкатного элемента



Рис. 5 ВЭ с вакуумным выключателем Smart35

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

Отсек ВЭ отделен от смежных отсеков, проходными изоляторами, изготовленные из композиционного материала на основе эпоксидной смолы. В которые устанавливаются неподвижные цилиндрические ответные силовые контакты, верхний ряд которых соединен со спусками от сборных шин, нижний – с главными цепями отсека присоединений для шкафов с **ВССШ**. Для шкафов с **НССШ**, верхний ряд соединен с главными цепями отсека присоединений, нижний – с ответвлениями от сборных шин.

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

В отсеке ВЭ предусмотрены съемные панели, обеспечивающие доступ к участку главной цепи шкафа с трансформаторами тока и ответвлениями от сборных шин.

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

Вакуумный выключатель Smart35 (**рис. 5**) — программно-аппаратный комплекс, непрерывно измеряющий параметры сети, предназначенный для автоматического обнаружения и устранения аварии, записи ее параметров и выдачи информации в систему диспетчерского управления.

Вакуумный выключатель Smart35 предназначен для применения в проектах нового строительства или реконструкции подстанций 110/35/6(10) кВ, 110/35 кВ, 35/6(10) кВ и 35/0,4 кВ в сетях частотой 50 Гц с любым режимом работы нейтрали. Вакуумный выключатель Smart35 может применяться совместно с внешними защитами, такими как дифференциальная защита трансформатора, а также любыми другими технологическими защитами трансформатора. В типовом решении на базе вакуумного выключателя возможна организация автоматики (АВР, ЛЗШ, УРОВ, ЗМН, АПВ, АЧР).

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

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

Существенное снижение времени ликвидации внутренних повреждений в трансформаторе за счет применения логической защиты трансформатора мгновенного действия с фильтром составляющих тока намагничивания трансформатора без дополнительных затрат позволяет организовать быстродействующую защиту трансформатора при внутренних коротких замыканиях, а также предотвратить развитие аварии.

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

Более подробная информация по конструкции и принципам работы Вакуумного выключателя Smart35 описана на официальном сайте ООО «Таврида Электрик» [Документация на Реклоузеры 35 кВ \(tavrida.ru\)](http://tavrida.ru).

Основные параметры и характеристики вакуумного выключателя Smart35 приведены в **таблице 3**.

Таблица 3. Основные параметры и характеристики вакуумного выключателя Smart35

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

5.3. Отсек присоединений

В отсеке (**рис. 6 – 7**) располагаются: заземлитель; трансформаторы тока; трансформаторы напряжения, трансформаторы тока нулевой последовательности; специальные опорные изоляторы, со встроенными емкостными делителями напряжения; система заземляющих шин; нелинейные ограничители перенапряжений; клапан сброса избыточного давления совместно с концевым выключателем; антиконденсатный нагревательный элемент и светильник.



Рис. 6 Отсек присоединений НССШ



Рис. 7 Отсек присоединений ВССШ

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

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

- Кабельное: кабелем вниз; кабелем сзади для шкафов с нижним расположением сборных шин;
- Шинное: шинами вверх; шинами влево/вправо; шинами вверх и влево/вправо.

Для шкафа с **ВССШ** отсек присоединения рассчитан на подключение 2-х трехжильных или 6-ти одножильных кабелей с сечением жилы до 240 кв. мм. Возможность подключения одножильных кабелей большего сечения оговаривается отдельно. В зависимости от количества, типа и сечения подключаемых кабелей в основании предусматриваются отверстия и кабельные воронки соответствующих размеров. Для удобства монтажа и обслуживания предусматриваются хомуты для подхвата и удержания кабеля.

Заземлитель в шкафах КРУ используется с ручным приводом и опциональной возможностью оснащения электроприводом. При необходимости ручное оперирование заземлителем, оснащенный электроприводом, осуществляется стандартным рычагом заземлителя.

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

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

5.4. Отсек вспомогательных цепей

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

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

На фасадную дверь отсека (**рис. 8**) вынесены блоки индикации и управления микропроцессорными устройствами защиты и автоматики, мнемосхема, кнопки и ключи управления и аппаратура местной сигнализации, счетчик электрической энергии (при наличии). Взаимное расположение устройств на фасаде КРУ определяется ЗТД при создании трехмерной компоновочной модели релейного отсека. При открывании дверь отсека фиксируется в конечном положении (**рис. 9**).



Рис. 8 Фасад отсека вспомогательных цепей



Рис. 9 Отсек вспомогательных цепей (вид при открытой двери)

Вспомогательные цепи выполняются медными изолированными проводами с многопроволочными жилами сечением не менее 0,5 мм², токовые цепи – сечением не менее 2,5 мм².

Транзит цепей вторичной коммутации в высоковольтных отсеках осуществляется в металлических кабель-каналах, непосредственная прокладка цепей в отсеках для подключения отдельных элементов – в металлорукавах. Для организации транзита межшкафных связей вспомогательных цепей, общесекционных шин оперативного питания, волоконно-оптических и других слаботочных кабелей в боковых стенках отсека вспомогательных предусмотрены специальные отверстия (**рис. 10**).



При необходимости подключения проводов и кабелей вспомогательных цепей к устройствам, расположенным за пределами КРУ, они могут быть выведены из отсека вспомогательных цепей по левой боковой стенке в металлический кабель-канал, далее через отверстие в основании шкафа и в нижний под шкафами КРУ канал. Предусматривается также вывод кабелей из отсека вспомогательных цепей в лоток размером 250x100 мм, дополнительно располагаемый непосредственно на крыше отсека и имеющий удобную откидывающуюся крышку, а дальнейшая прокладка за пределами секции КРУ осуществляется в подвесных лотках (поставляются опционально).

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

6. Обеспечение безопасности эксплуатации

Эксплуатационная безопасность шкафов КРУ обеспечивается заложенными конструктивными решениями, простотой и наглядностью коммутационных операций, а также продуманной системой оперативных блокировок.

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

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

Оперативные блокировки, определяющие взаимодействие ключевых элементов электрической схемы РУ в целом, устанавливаются только в отдельных шкафах (Ввод, узел СВ-СР, ТН с заземлителем сборных шин и т.п.) и по типу воздействия на управляющие органы коммутационных аппаратов выполняются стандартно электромагнитными. Электромагнитные или замковые блокировки опционально могут быть установлены и в других шкафах секции.

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

Таблица 4. Оперативные блокировки

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

6.1. Индикатор наличия напряжения

Контроль наличия напряжения в шкафах КРУ обеспечивается при помощи стационарных индикаторов напряжения (рис. 11), что обеспечивает дополнительную безопасность обслуживания.

В состав типового индикатора наличия напряжения входят емкостные делители, расположенные в специальных опорных изоляторах (стандартно используются опорные изоляторы заземлителя), подключаемые к блоку индикации, который размещается на двери отсека вспомогательных цепей шкафа. Индикаторы сигнализируют о наличии или отсутствии напряжения в главной цепи.

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

- Порядок проведения проверки на примере Устройства тестирования EVI-T:
- Проверить исправность светового индикатора Устройства тестирования EVI-T (рис. 12) включением в розетку электрической сети ~220 В с гарантированным питанием;
 - Подключить устройство тестирования к гнездам индикатора напряжения (один штекер к гнезду со знаком заземления, другой к гнезду под проверяемый световым индикатором);
 - Свечение светового индикатора сигнализирует о неисправности индикатора напряжения. В противном случае - напряжение на данной фазе главных цепей отсутствует.



Рис.11 Индикатор наличия напряжения

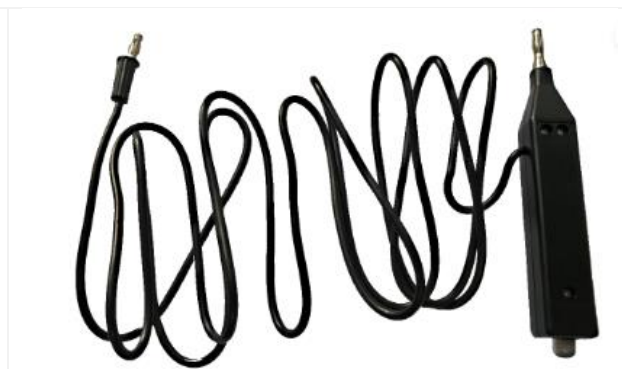


Рис.12 Устройство тестирования EVI-T

6.2. Концевые выключатели



Рис. 13 Концевой выключатель в отсеке сборных шин ВССШ

Концевые выключатели в составе шкафов КРУ применяются для выявления факта срабатывания клапанов сброса избыточного давления (рис. 13), индикации положения ВЭ и положения заземляющих ножей и участвуют в построении цепей вторичной коммутации релейной и дуговой защиты, а также системы оперативных блокировок.

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

выключателя и переключению его контактов.

Концевые выключатели, применяемые для сигнализации положения ВЭ (контрольное, рабочее или промежуточное) (рис. 14), располагаются на ВЭ, и имеют механическую связь с приводом. В контрольном положении ВЭ один из концевых выключателей находится в нажатом состоянии, о чем сигнализирует желтая лампа на мнемосхеме. В начальный момент перемещения ВЭ происходит отключение концевых выключателей, отсутствие горящих ламп на мнемосхеме сигнализирует о том, что ВЭ находится в промежуточном положении. При достижении ВЭ рабочего положения в момент завершения стыковки контактной системы происходит замыкание другого концевых выключателя, о чем сигнализирует красная горящая лампа на мнемосхеме.

Концевой выключатель положения ножей заземлителя (рис. 15) располагаются с торца, и при повороте вала сигнализируют об одном из конечных положений, в котором находятся ножи. Замкнутое положение заземляющих ножей (заземлитель включен) сигнализируется желтым свечением соответствующего элемента мнемосхемы, разомкнутое – зеленым (подробнее описано в руководстве по эксплуатации).



Рис. 14 Концевые выключатели на ВЭ

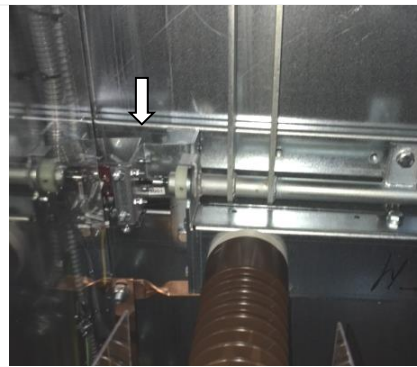


Рис. 15 Концевые выключатели на панели заземлителя

6.3. Дуговая защита

В КРУ предусмотрена защита обслуживающего персонала от внутренних дуговых коротких замыканий, реализуемая при помощи клапанов сброса давления (**рис. 16 - 17**) совместно с системами идентификации дуги, обеспечивающими ее быстрое гашение и минимизацию возможных последствий.



Рис. 16 Клапаны сброса давления ВССШ



Рис. 17 Клапан сброса давления НССШ

При горении дуги во внутреннем пространстве шкафа КРУ за короткое время выделяется огромное количество тепла, вызывающее стремительное локальное увеличение внутреннего давления и температуры, и как следствие, образование ударной волны, открытого пламени, потока горячих газов и расплавленных металлов, способных нанести существенные повреждения установленному оборудованию, вызвать перекрытие изоляции и потенциально привести к устойчивому возгоранию. Разгрузочные клапаны предназначены для уменьшения разрушающего воздействия электрической дуги при внутренних коротких замыканиях путем организации направленного выброса продуктов горения вверх (для ВССШ) с последующим выравниванием давления и представляют собой открываемые потоком газов срывные элементы конструкции - крышки шкафа, предусматриваемые индивидуально для каждого высоковольтного отсека. Для НССШ клапаны расположены в отсеке присоединения и в отсеке ВЭ. При возникновении электрической дуги направленный выброс продуктов горения происходит вниз в канал сброса избыточного давления под блочно-модульное здание с отсека ВЭ и вверх с отсека присоединения в под крышное пространство блочно-модульного здания. При срабатывании клапанов с последующим рассеиванием выброса исключается возможность попадания продуктов горения электрической дуги в зону обслуживания КРУ.

В целях минимизации повреждений и оперативного отключения генерирующего источника, либо собственного выключателя предусматриваются различные варианты реализации дуговой защиты. В качестве базовой дуговой защиты, используемой по умолчанию, в шкафах применяются клапаны сброса избыточного давления в сочетании с концевыми выключателями - индикаторами их положения, позволяющими селективно отделить от сети аварийный отсек КРУ. На клапанах с внутренней стороны монтируются нажимные элементы - ключи, которые вставляются в концевые выключатели, расположенные внутри верхней части соответствующих отсеков. Крепление срывных клапанов к корпусу КРУ осуществляется посредством болтов М10х35, расположенных «в линию» параллельно фасаду шкафа, с использованием поджимающей пластины. Все три клапана отсеков присоединений, сборных шин и отсека ВЭ изготавливается в виде отдельных конструктивных

элементов. При нормальной работе шкафа КРУ концевые выключатели клапанов сброса избыточного давления находятся в нажатом состоянии. Возникновение электрической дуги и избыточного давления приводит к открытию клапанов, освобождению нажимного элемента концевого выключателя и переключению его контактов. Другая пара контактов может быть использована для местной или удалённой сигнализации. Экспериментальным путем подтверждена необходимая чувствительность, обеспечиваемая клапанной дуговой защитой при возникновении короткого замыкания внутри шкафа КРУ, инициированного током, не превышающим 5% от нормируемого тока отключения встроенного силового выключателя. Размещение концевых выключателей и вторичных цепей к ним внутри КРУ позволяет исключить ложные срабатывания и случайные повреждения грызунами, при монтаже, наладке или в процессе эксплуатации.

Дополнением к клапанной дуговой защите могут выступать логические устройства с применением оптических датчиков, которые монтируются в каждом высоковольтном отсеке. На фасаде релейного отсека шкафа располагается регистратор событий, к выходам которого подключаются оптические датчики или концевые выключатели клапанов сброса давления, обеспечивающий преобразование, запоминание и отображение факта получения сигналов о существовании дугового замыкания в контролируемом отсеке, а также передачу управляющих сигналов на устройства релейной защиты и автоматики соответствующих шкафов распределительного устройства.

Наибольшей функциональностью, возможностью программирования алгоритмов работы, быстродействием и высокой чувствительностью датчиков обладают логические устройства на основе волоконной оптики. Для обнаружения дугового разряда в устройстве используются волоконно-оптические датчики (**рис. 18**), состоящие из линзы, волоконно-оптического кабеля с пластиковой прозрачной оболочкой, воспринимающей излучение боковой поверхностью, и оптических коннекторов. Световой поток поступает в блоки оптоэлектронного преобразования, и в соответствии с заданной логикой работы устройства дуговой защиты трансформируется в замыкание/размыкание сухих контактов выходных управляющих реле за время, не превышающее 8 мс с момента возникновения дуги.

Широкий угол захвата излучения линзой, а также возможность функционирования оптических датчиков, в том числе в условиях повышенного загрязнения пылью или сажей исключает необходимость проведения регламентных работ, связанных с их очисткой. Конструкцией оптических датчиков предусмотрена непрерывная автоматическая проверка их целостности в процессе работы.

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

Сочетание устройств дуговой защиты и концевых выключателей, сопряженных с клапанами сброса давления, позволяет при необходимости выполнить защиту от дуговых замыканий комбинированной (**рис. 19**), где оптоволоконная защита выступает как основная ступень с выдачей управляющего сигнала по факту появления вспышки от дугового разряда, клапанная – резервная, срабатывающая по факту превышения давления.

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



Рис. 18 Волоконно-оптический датчик в отсеке присоединений



Рис. 19 Комбинированная защита от дуговых замыканий (клапанная и волоконно-оптическая) в отсеке сборных шин

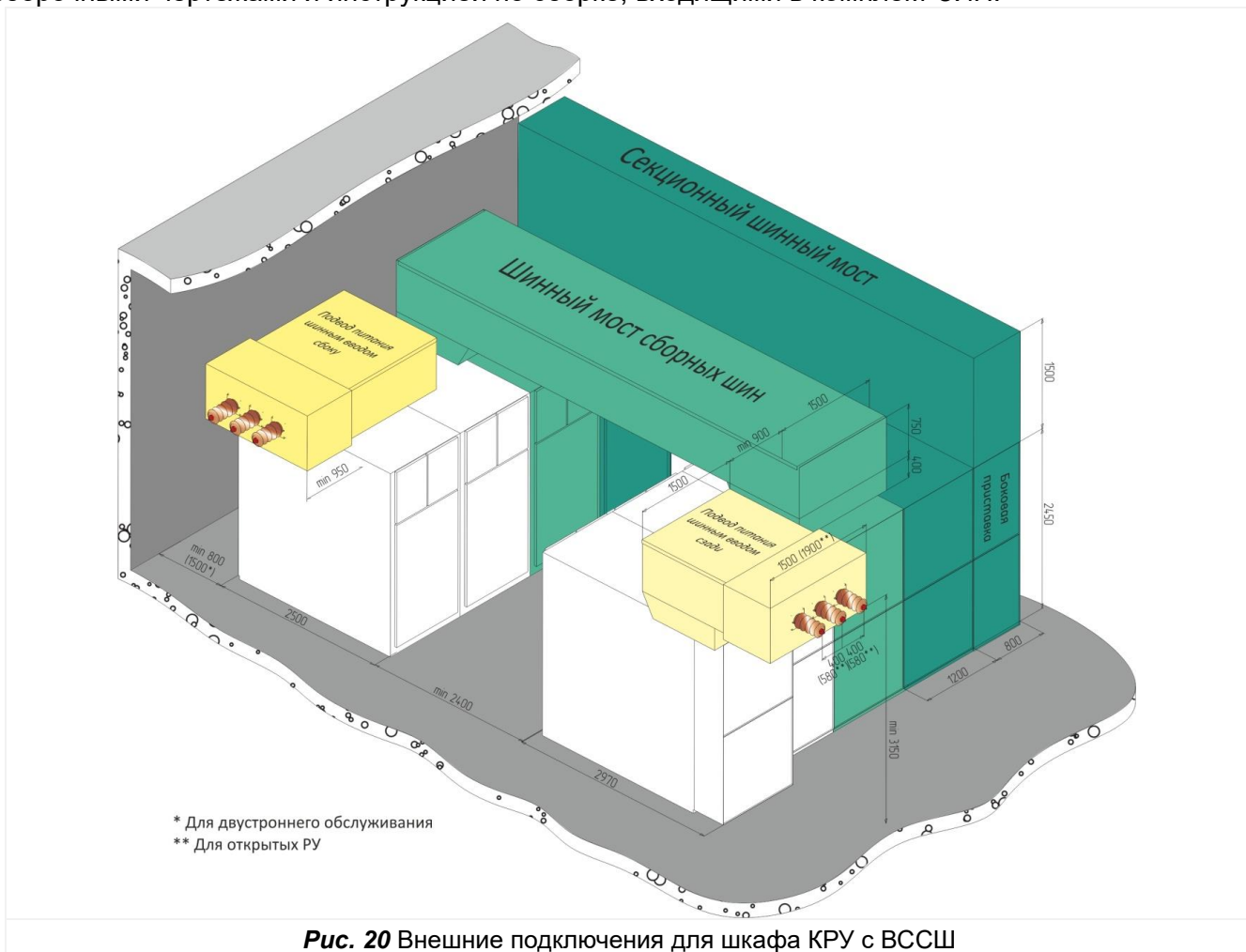
7. Шинные вводы, мосты и приставки ВССШ

Внешние присоединения шкафов КРУ могут быть как кабельными так и шинными. Стандартно ввод кабеля осуществляется снизу в отсек присоединений через основание шкафа, также возможно подключение кабеля, спускающегося сверху. Стыковка с токопроводами и ввод шин в отсек присоединений осуществляется сбоку или сзади шкафа с помощью специальных переходных панелей и шинных приставок (рис. 20), являющихся неотъемлемыми элементами сетки схем главных цепей КРУ.

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

Для организации электрического соединения по сборным шинам разных секций КРУ, а также соединения в пределах одной секции при двухрядном расположении шкафов, или шкафов одной секции, находящихся в пределах одного ряда и разнесенных друг относительно друга, применяются шинные мосты. Стыковка шинных мостов со шкафами КРУ выполняется через боковые или задние приставки и специальные надставки, которые обеспечивают необходимое возвышение шинного моста над шкафами КРУ в соответствии с параметрами помещения установки, а также предназначенными для беспрепятственного срабатывания клапанов сброса давления. Расположение шин во вводах и шинных мостах (в ряд или пространственный треугольник) определяется исходя из внутренних размеров помещения, конфигурации и взаимного пространственного расположения внешних связей с энергосистемой относительно КРУ.

Монтаж конструкций шинных мостов на объекте выполняется в соответствии со сборочными чертежами и инструкцией по сборке, входящими в комплект ЗИП.



8. Оформление заказа

Заказ на изготовление и поставку шкафов оформляется в виде опросных листов, заверенных Заказчиком и согласованных с производителем. Совместно с опросным листом направляются обязательные приложения: принципиальная однолинейная схема, план расположения шкафов в помещении, проектная документация, особые требования (при наличии).

9. Комплектность поставки

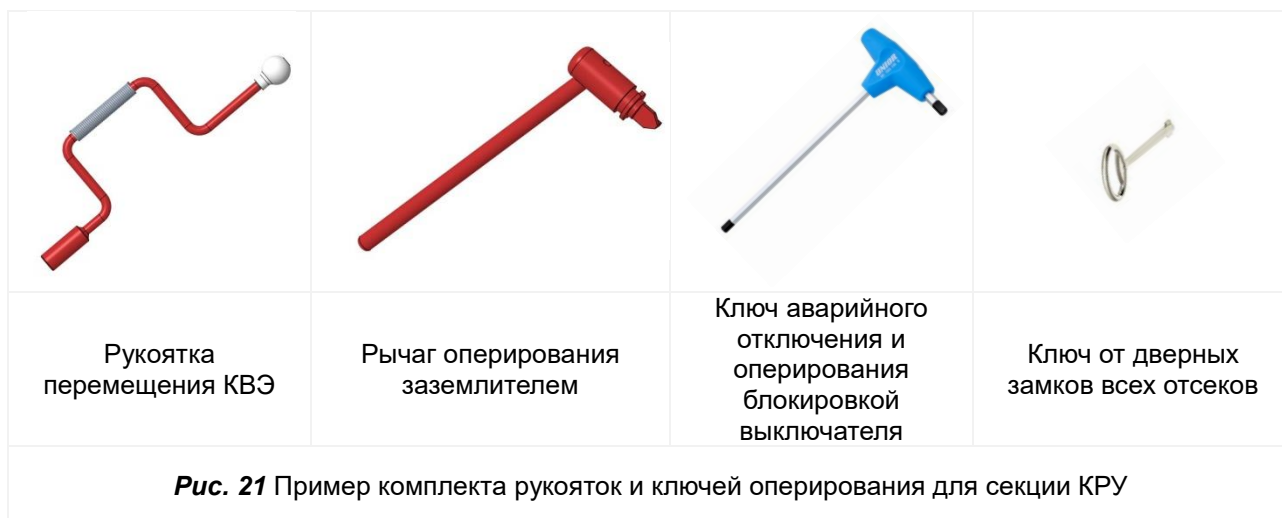
В стандартный комплект поставки КРУ входят:

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

К каждому заказу на КРУ прилагается следующий перечень документов:

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

Оперирование шкафами КРУ осуществляется при помощи специальных рукояток и ключей (**рис. 21**), входящих в комплект эксплуатационных принадлежностей.



По отдельному требованию количество и состав документации может быть изменен.

10. Техническое обслуживание

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

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

При соблюдении нормальных условий эксплуатации КРУ рекомендуется проводить визуальный осмотр и обслуживание согласно **таблице 5**.

Таблица 5. Рекомендации по срокам проведения обслуживания

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

11. Упаковка

Упаковка КРУ соответствует требованиям ГОСТ 23216, и обеспечивает совместно с консервацией, выполненной по ГОСТ 9.014, сохранность изделий при транспортировании крытым транспортом на большие расстояния и хранении в течение одного года.

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

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

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

На время транспортирования отдельно упаковывается:

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

Документация укладывается в грузовое место №1.

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

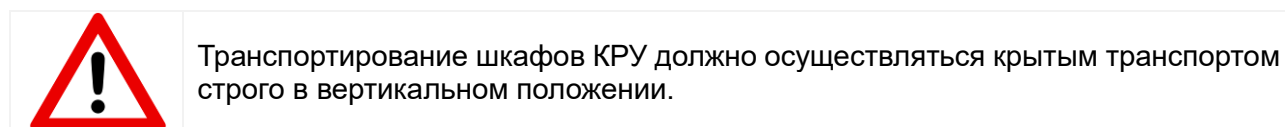
По дополнительному требованию, оговоренному при размещении заказа, тип упаковки может быть изменен.

12. Транспортирование

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

Транспортирование КРУ допускается при температуре окружающего воздуха от минус 50°С до плюс 50°С и относительной влажности воздуха 98% при температуре плюс 25°С.

При транспортировании шкафов КРУ в упаковке на поддоне или в транспортной таре необходимо обеспечить их фиксацию эластичными ремнями к кузову, контейнеру или платформе. После размещения и раскрепления оборудования производится выборочное нанесение на упаковку шкафов датчиков удара (**рис. 22**), целостность которых при доставке на объект монтажа служит одним из признаков соблюдения условий и скоростного режима при транспортировании.



При проведении погрузочно-разгрузочных работ необходимо строго выполнять требования предупредительных знаков, нанесенных на упаковке. Работы должен производить персонал, прошедший специальную подготовку по выполнению указанных операций.

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

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

13. Хранение

Хранение КРУ допускается при температуре окружающего воздуха от минус 50°С до плюс 40°С и относительной влажности воздуха не более 98% при температуре плюс 25°С и должно осуществляться в закрытых или других помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха существенно меньше, чем на открытом воздухе. Рекомендуется хранить шкафы КРУ в упаковке и консервации завода-изготовителя.

Перед размещением шкафов КРУ на длительное хранение необходимо ознакомиться с требованиями настоящего РЭ и руководствами по эксплуатации на комплектующее оборудование. Несоблюдение требований хранения может быть причиной потери гарантии,

предоставляемой заводом - изготовителем. Конечные условия хранения оборудования определяются не только требованиями к условиям хранения основных материалов, применяемых при изготовлении шкафов КРУ, но и к комплектующим изделиям, которые определены проектными решениями, например микропроцессорным устройствам РЗиА. В осенне-зимний период, а также при явном длительном периоде хранения, рекомендуется обеспечить условия в соответствии с группой 1(Л) по ГОСТ 15150: осуществлять хранение на отапливаемых и вентилируемых складах или хранилищах при нижнем значении температур не ниже плюс 5°С.

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

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

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

14. Монтаж

КРУ серии D-40P предназначены для установки в электротехнических помещениях, соответствующих требованиям ПУЭ. Дополнительно должны быть выполнены следующие требования:

- Дверной проем должен иметь высоту не менее 3000мм, ширину не менее 1500мм и не иметь порогов;
- Допустимая нагрузка на полы должна составлять не менее 900 кг/м²;
- Полы и фундаментные рамы должны быть выровнены по горизонтали с точностью ±1мм на 1 метр длины, но не более ±2мм на длину секции при двухрядном или на всю длину при однорядном расположении КРУ.

Разгрузка шкафов КРУ и их транспортирование в зону монтажа должны производиться в соответствии с руководством по эксплуатации.

Коридор обслуживания между задней стенкой шкафа и стеной помещения должен составлять не менее 800мм.

При монтаже шкафов с усиленной рамой основания необходимо предусмотреть углубление фундаментной рамы в пол на 50мм (**Приложение 4**). Данное углубления необходимо для того, чтобы основание шкафа находилось на уровне пола РУ для обеспечения вката/выката ВЭ.

Рамы оснований шкафов приспособлены для крепления к фундаментным рамам при помощи болтов.

По запросу заказчика для осуществления шефмонтажа на объект может быть направлен представитель завода-изготовителя.

15. Гарантийные обязательства

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

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

- Гарантийные обязательства прекращаются в следующих случаях:
- Истечение гарантийного срока хранения и эксплуатации;
 - Нарушение пломб;
 - Выработка коммутационного или механического ресурса;
 - Нарушение условий или правил хранения, транспортирования, монтажа или эксплуатации.

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

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

16. Охрана окружающей среды

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

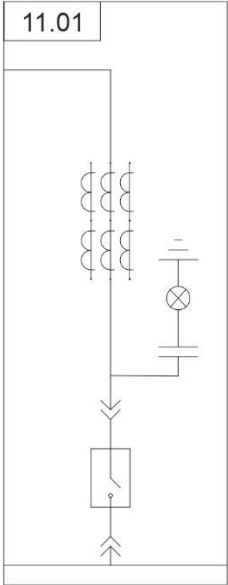
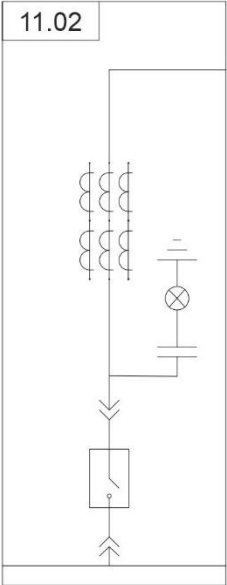
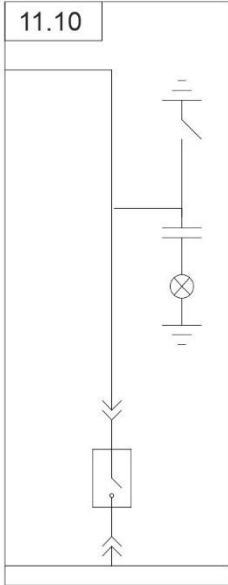
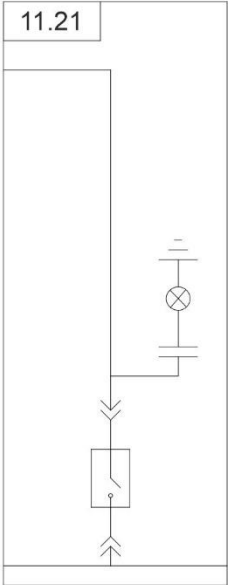
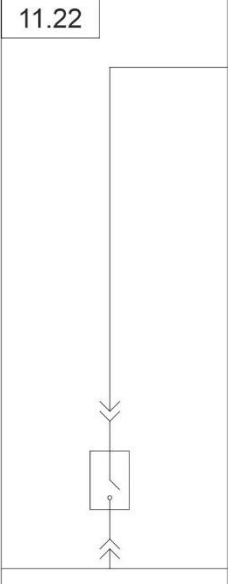
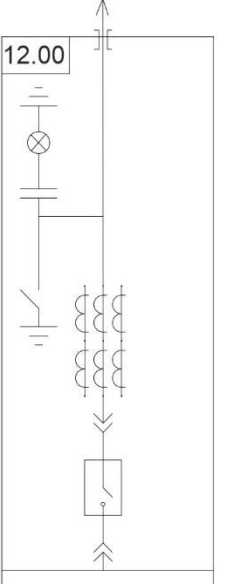
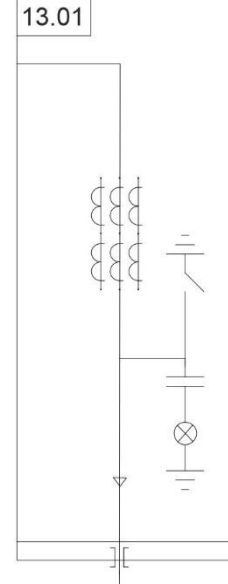
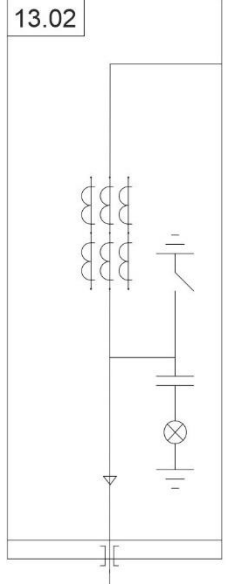
Шкафы КРУ не содержат драгоценных металлов и сплавов, не содержат веществ, опасных для здоровья человека или окружающей среды. Шкафы КРУ не требуют никаких специальных мер по утилизации после окончания срока службы и должны быть разделаны на металлолом в соответствии с рекомендациями, приведенными в **таблице 6**.

Таблица 6. Рекомендации по утилизации

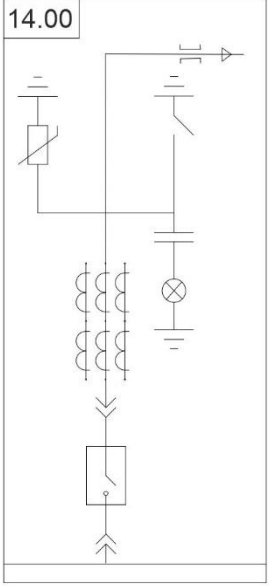
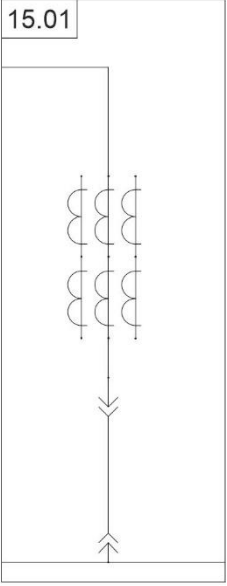
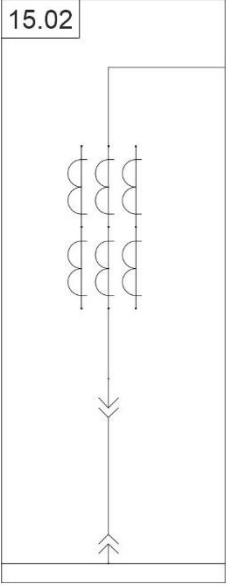
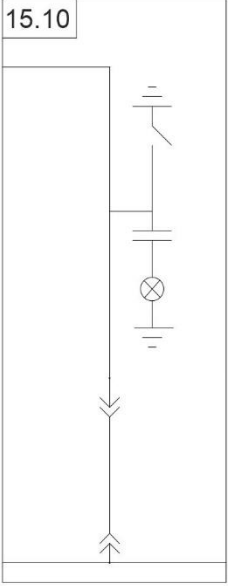
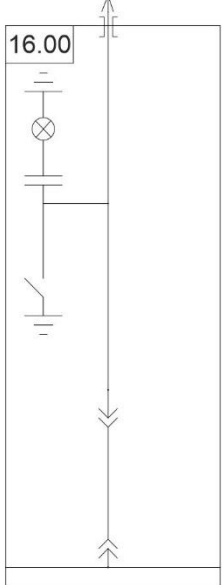
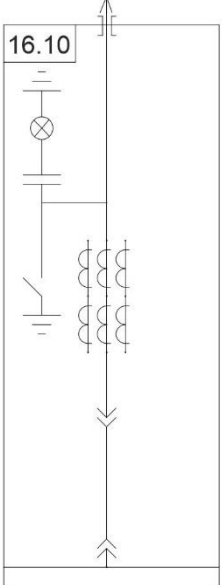
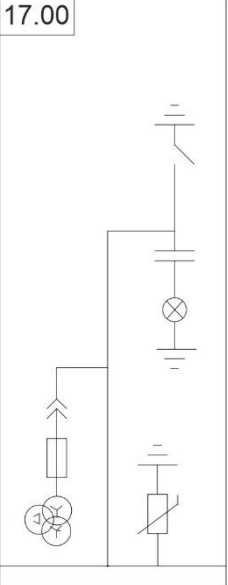
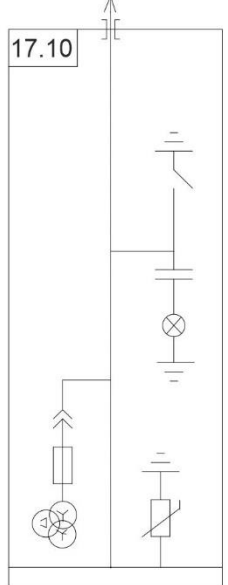
Материалы	Рекомендуемый способ утилизации
Металлы (Fe, Cu, Al, Ag, Zn, W и другие)	Отделить, и пустить в повторное использование
Термопласты	Повторное использование или утилизация
Эпоксидная смола	Отделить металлы, остальное утилизировать
Резина	Утилизировать
Диэлектрическое масло (трансформаторное)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

Приложение 1. Сетка схем главных цепей

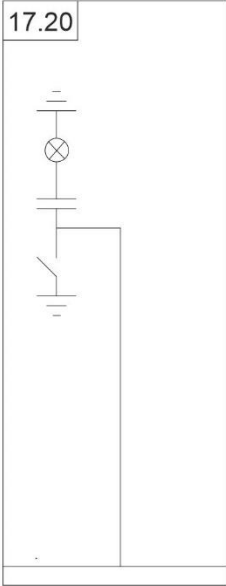
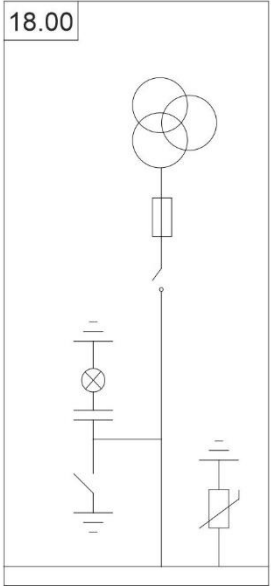
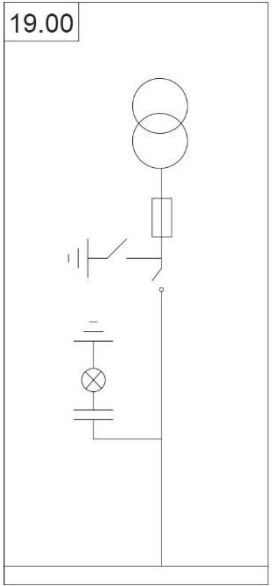
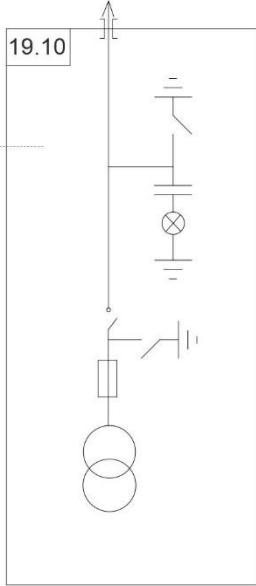
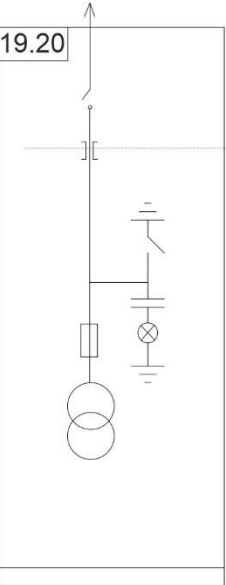
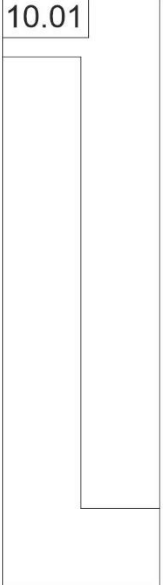
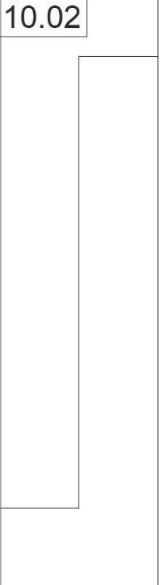

Схемы главных цепей шкафов КРУ серии D-40P с нижней системой сборных шин

11.01	11.02	11.10	11.21
			
<p>Шкаф с силовым выключателем, ТТ, без заземлителя. Ввод/вывод шинами влево (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с силовым выключателем, ТТ, без заземлителя. Ввод/вывод шинами вправо (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с силовым выключателем с заземлителем без ТТ. Ввод/вывод шинами только влево (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с силовым выключателем, без заземлителя. Ввод/вывод шинами влево (Кабельная сборка со схемой 13.02) (1200x2060x2500)</p>
11.22	12.00	13.01	13.02
			
<p>Шкаф с силовым выключателем, без заземлителя. Ввод/вывод шинами вправо (Кабельная сборка со схемой 13.01) (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с силовым выключателем. Ввод/вывод ВЛ. (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф кабельного Ввода/вывода шинами влево (Кабельная сборка со схемой 11.22). (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф кабельного Ввода/вывода шинами вправо (Кабельная сборка со схемой 11.21). (1200x2060x2500)</p>

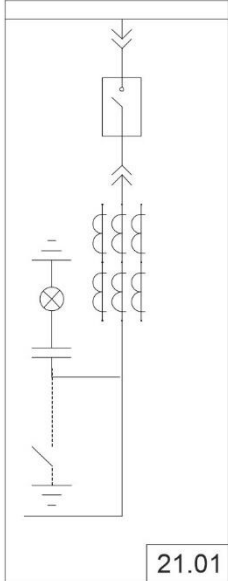
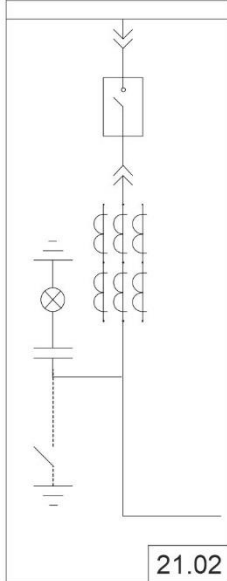
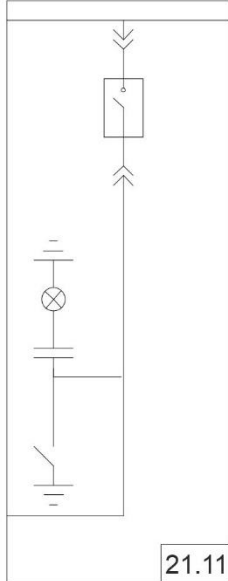
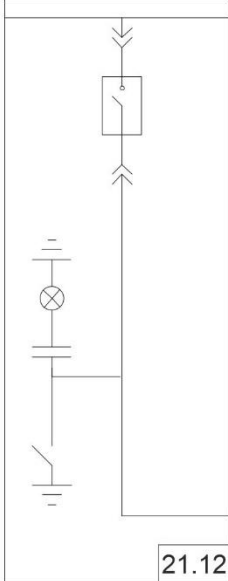
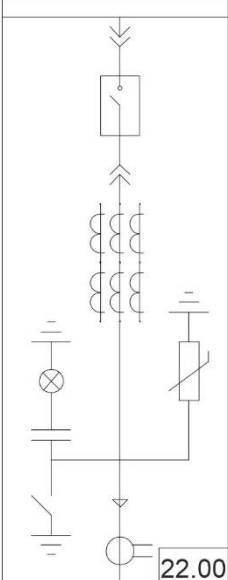
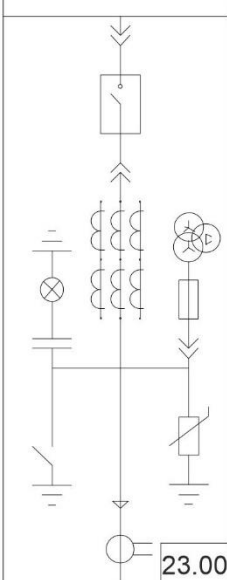
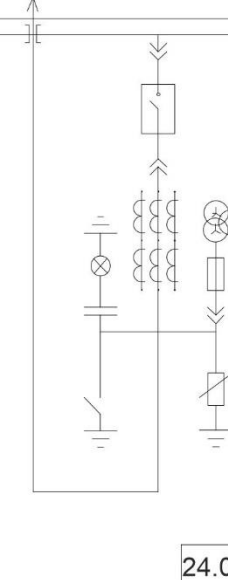
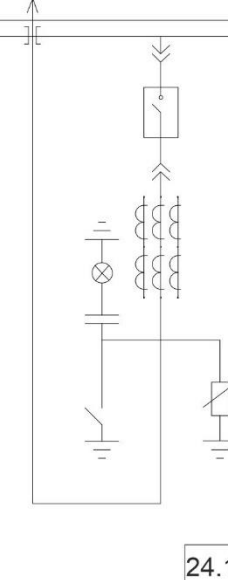
Схемы главных цепей шкафов КРУ серии D-40P с нижней системой сборных шин

14.00	15.01	15.02	15.10
			
<p>Шкаф кабельного Ввода/вывода Кабелем сзади. (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с разъединителем. Ввод/вывод шинами влево (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с разъединителем. Ввод/вывод шинами вправо (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с разъединителем. Ввод/вывод шинами только влево (1200x2060x2500)</p>
16.00	16.10	17.00	17.10
			
<p>Шкаф с разъединителем. Ввод/вывод ВЛ (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с разъединителем, и ТТ. Ввод/вывод ВЛ (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с шинным заземлителем и измерительным тр-ром на ВЭ (1200x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с шинным заземлителем и измерительным тр-ром на ВЭ. Ввод/вывод на ВЛ (1200x2060x2500)</p>

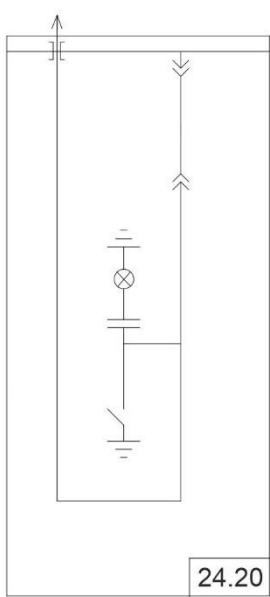
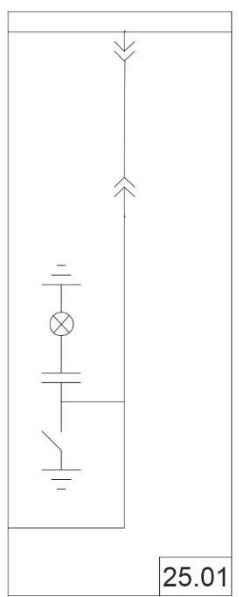
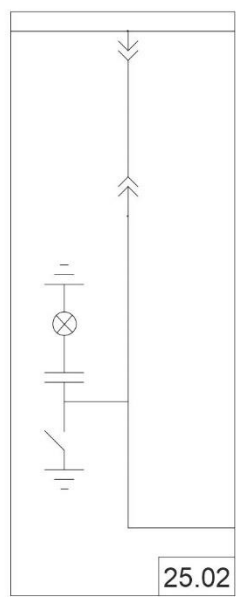
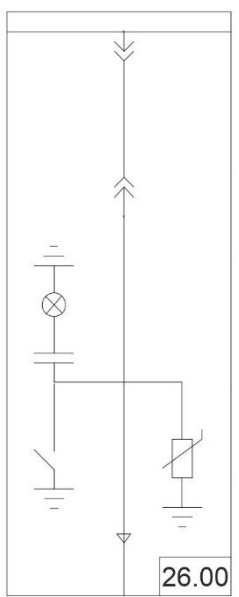
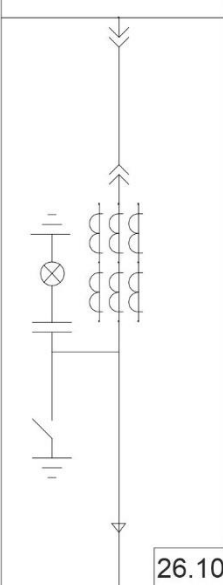
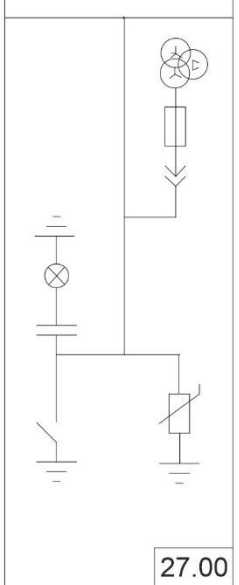
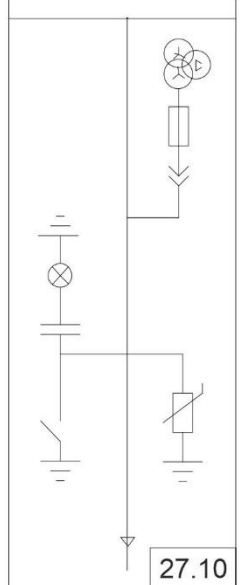
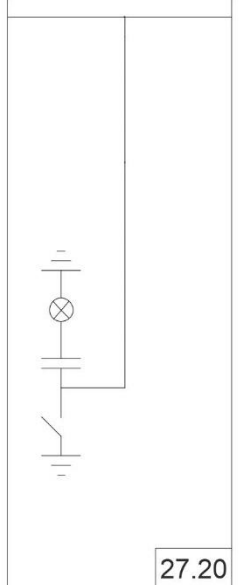
Схемы главных цепей шкафов КРУ серии D-40P с нижней системой сборных шин

17.20	18.00	19.00	19.10
			
<p>Шкаф заземления сборных шин. (800*2060*2500)</p>	<p>Шкаф с шинным заземлителем, разъединителем и измерительным тр-ром, установленным стационарно (1800x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с силовым тр-ром, заземлителем в сторону тр-ра. Подключение на сборные шины (1800x2060x2500)</p>	<p>Шкаф с силовым тр-ром. Подключение до ввода ВЛ (только крайний шкаф). (1800x2060x2500)</p>
19.20	10.01	10.02	20.00
			
<p>Шкаф с силовым тр-ром. Подключение до ввода. Разъединитель на крыше модуля (1800x2060x2500)</p>	<p>Боковая приставка. Шинный переход справа на сборные шины</p>	<p>Боковая приставка. Шинный переход слева на сборные шины</p>	<p>Шинный мост</p>

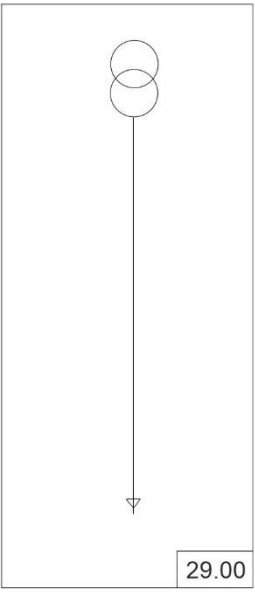
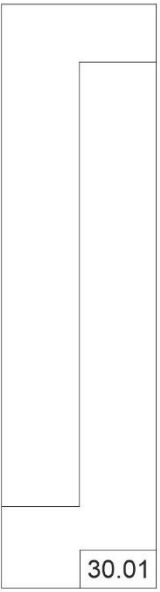
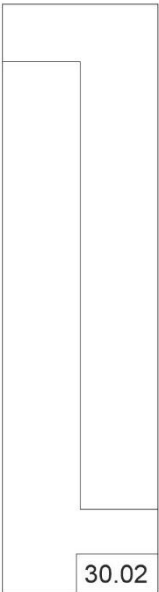

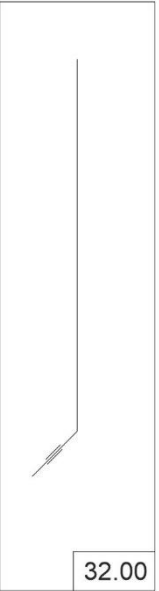
Схемы главных цепей шкафов КРУ серии D-40P с верхней системой сборных шин

21.01	21.02	21.11	21.12
			
<p>Шкаф с силовым выключ. и ТТ. Ввод/вывод шинами влево (1200*2510*2465)</p>	<p>Шкаф с силовым выключ. и ТТ. Ввод/вывод шинами вправо (1200*2510*2465)</p>	<p>Шкаф с силовым выключателем. Ввод/вывод шинами влево (1200*2510*2465)</p>	<p>Шкаф с силовым выключателем. Ввод/вывод шинами вправо (1200*2510*2465)</p>
22.00	23.00	24.00	24.10
			
<p>Шкаф с силовым выключателем. Ввод/вывод кабелем снизу (1200*2510*2465)</p>	<p>Шкаф с силовым выключателем и измерительным тр-ом. Ввод/вывод кабелем снизу. (1200*2980*2465)</p>	<p>Шкаф с силовым выключателем и измерительным тр-ом. Ввод/вывод шинами вверх (сзади) (1200*2980*2465)</p>	<p>Шкаф с силовым выключателем и ТТ. Ввод/вывод шинами вверх (сзади) (1200*2980*2465)</p>

Схемы главных цепей шкафов КРУ серии D-40P с верхней системой сборных шин

<p style="text-align: center;">24.20</p>  <p style="text-align: right;">24.20</p>	<p style="text-align: center;">25.01</p>  <p style="text-align: right;">25.01</p>	<p style="text-align: center;">25.02</p>  <p style="text-align: right;">25.02</p>	<p style="text-align: center;">26.00</p>  <p style="text-align: right;">26.00</p>
<p>Шкаф с разъединителем. Ввод/вывод шинами вверх (сзади) (1200*2980*2465)</p>	<p>Шкаф с разъединителем. Ввод/вывод шинами влево (1200*2510*2465)</p>	<p>Шкаф с разъединителем. Ввод/вывод шинами вправо (1200*2510*2465)</p>	<p>Шкаф с разъединителем. Ввод/вывод кабелем вниз. (1200*2510*2465)</p>
<p style="text-align: center;">26.10</p>	<p style="text-align: center;">27.00</p>	<p style="text-align: center;">27.10</p>	<p style="text-align: center;">27.20</p>
 <p style="text-align: right;">26.10</p>	 <p style="text-align: right;">27.00</p>	 <p style="text-align: right;">27.10</p>	 <p style="text-align: right;">27.20</p>
<p>Шкаф с разъединителем и ТТ. Ввод/вывод кабелем вниз (1200*2510*2465)</p>	<p>Шкаф с шинным заземлителем и измерительным тр-ом. (1200*2510*2465)</p>	<p>Шкаф с шинным заземлителем и измерительным тр-ом Ввод/вывод кабелем вниз. (1200*2510*2465)</p>	<p>Шкаф заземления сборных шин. (800*2510*2465)</p>

Схемы главных цепей шкафов КРУ серии D-40P с верхней системой сборных шин

29.00	30.01	30.02	31.00
			
<p>Шкаф с ТСН Подключение кабелем снизу (1800*2510*2465)</p>	<p>Боковая приставка. Шинный переход слева на сборные шины</p>	<p>Боковая приставка. Шинный переход справа на сборные шины</p>	<p>Шинный мост</p>
32.00			
			
<p>Задняя приставка</p>			

Приложение 2. Общий вид и габаритные размеры

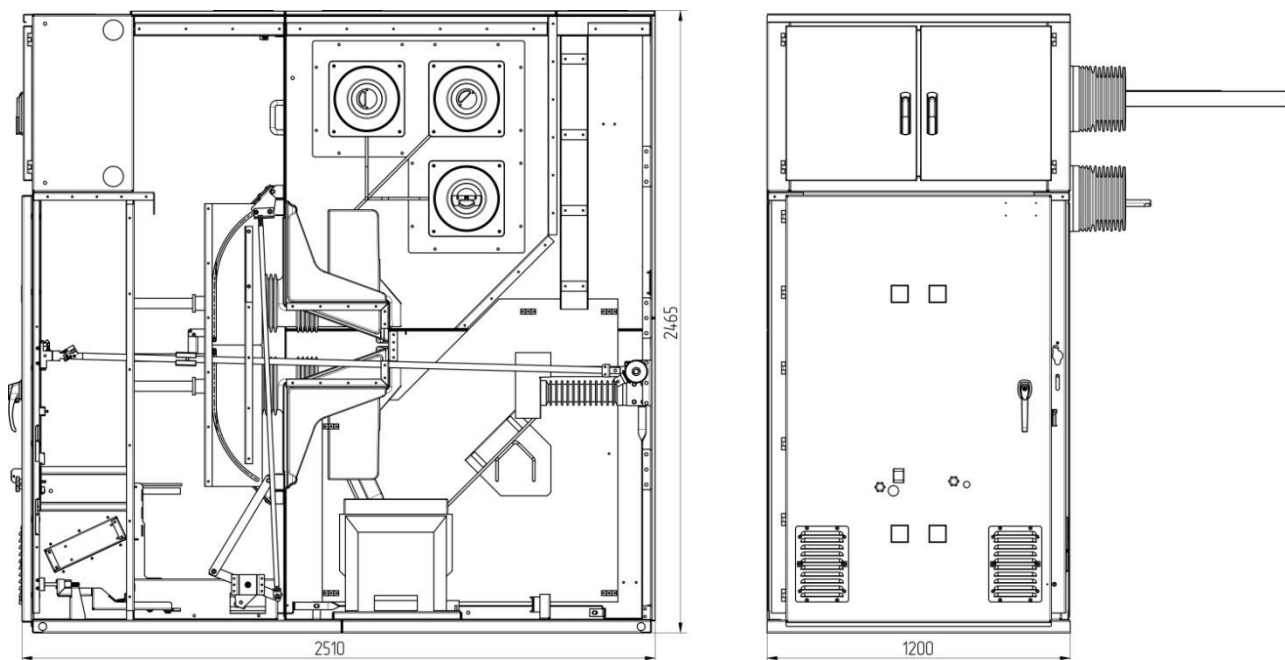


Рис. П2.1 Шкаф КРУ D-40P с ВССШ

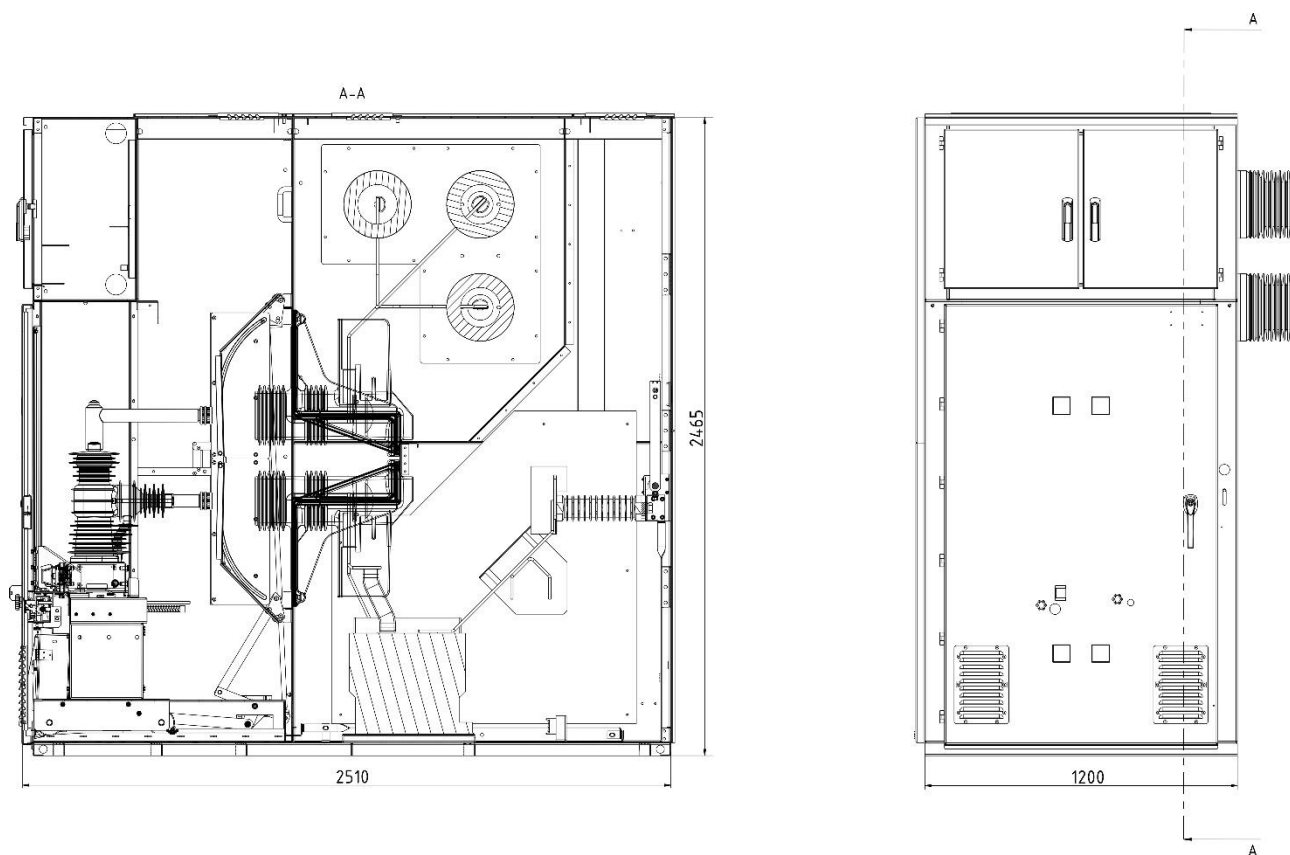


Рис. П2.2 Шкаф КРУ D-40P с ВССШ с вакуумным выключателем Smart35

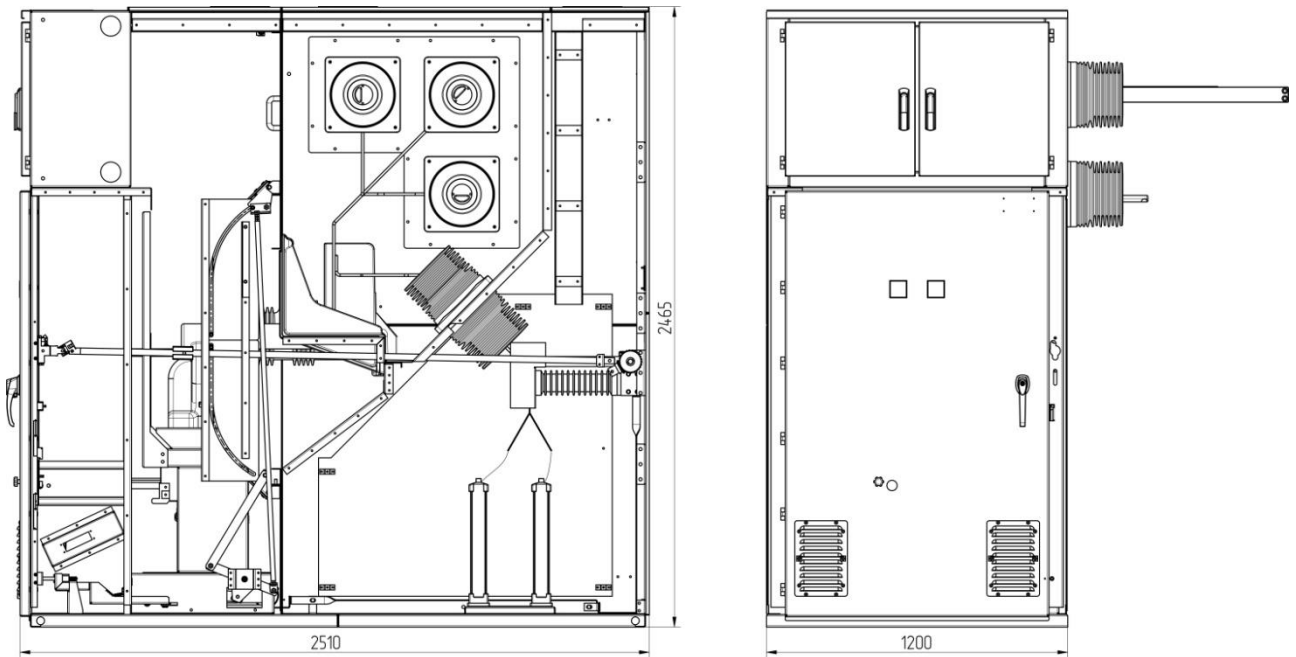


Рис. П2.3 Шкаф КРУ D-40P с ВССШ с ТН на ВЭ

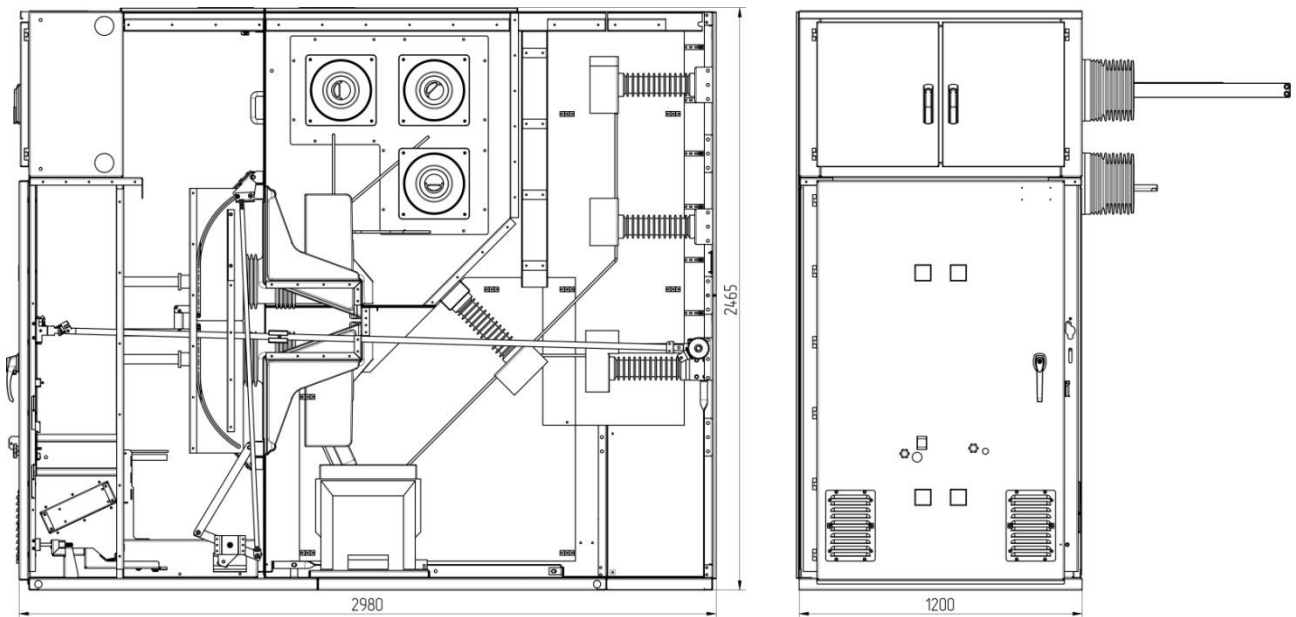


Рис. П2.4 Шкаф КРУ D-40P с ВССШ, ввод через ЗП

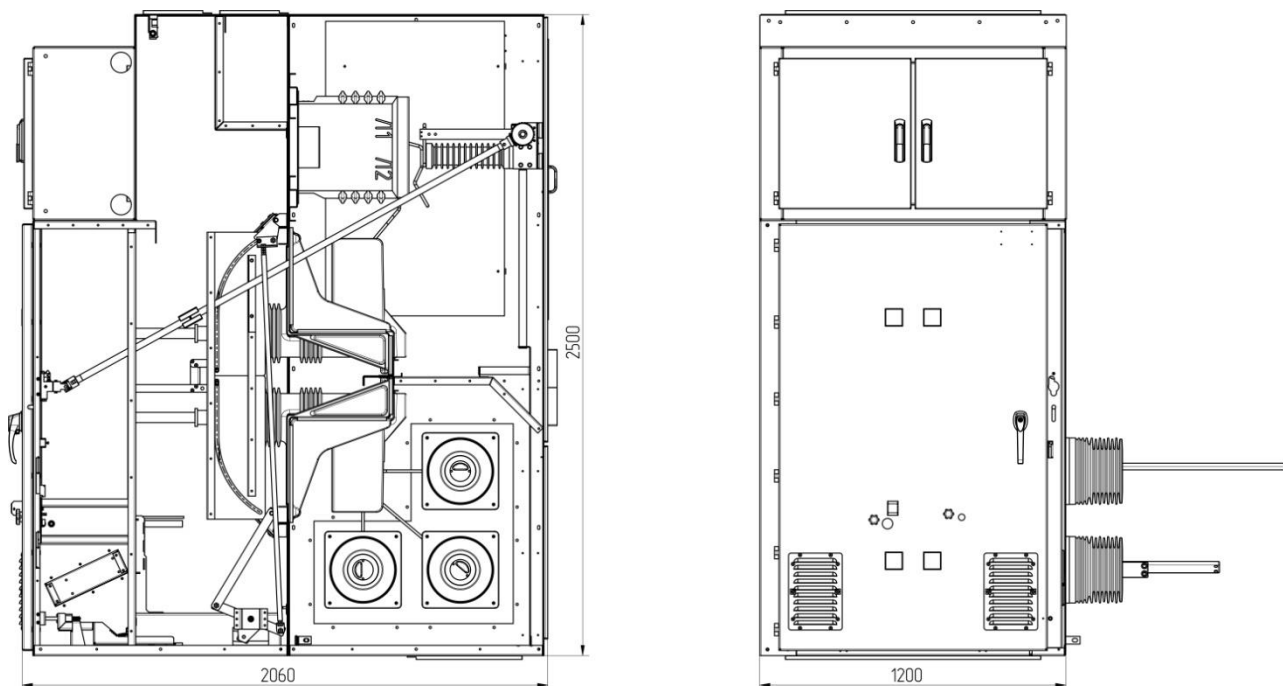


Рис. П2.5 Шкаф КРУ D-40P с НССШ

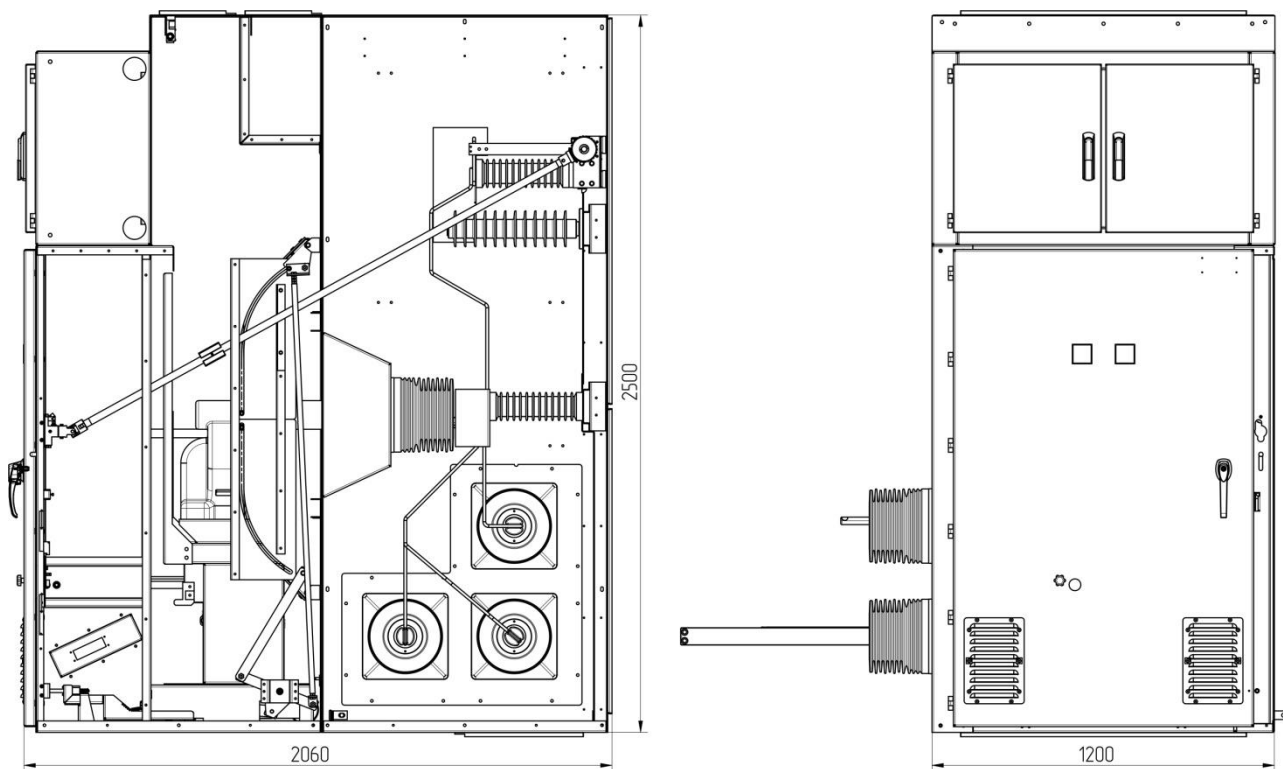


Рис. П2.6 Шкаф КРУ D-40P с НССШ с ТН на ВЭ

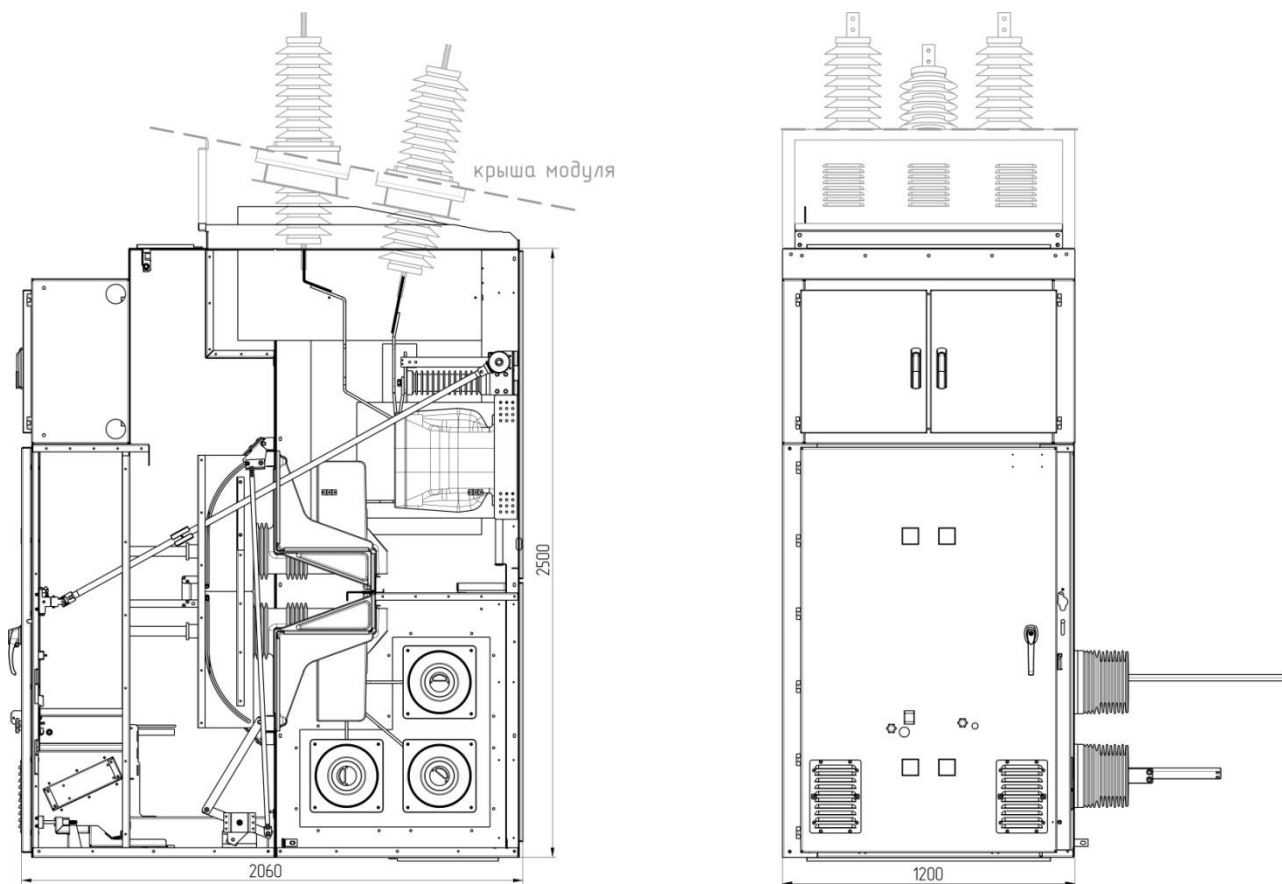


Рис. П2.7 Шкаф КРУ D-40P с НССШ подключение к ВЛ

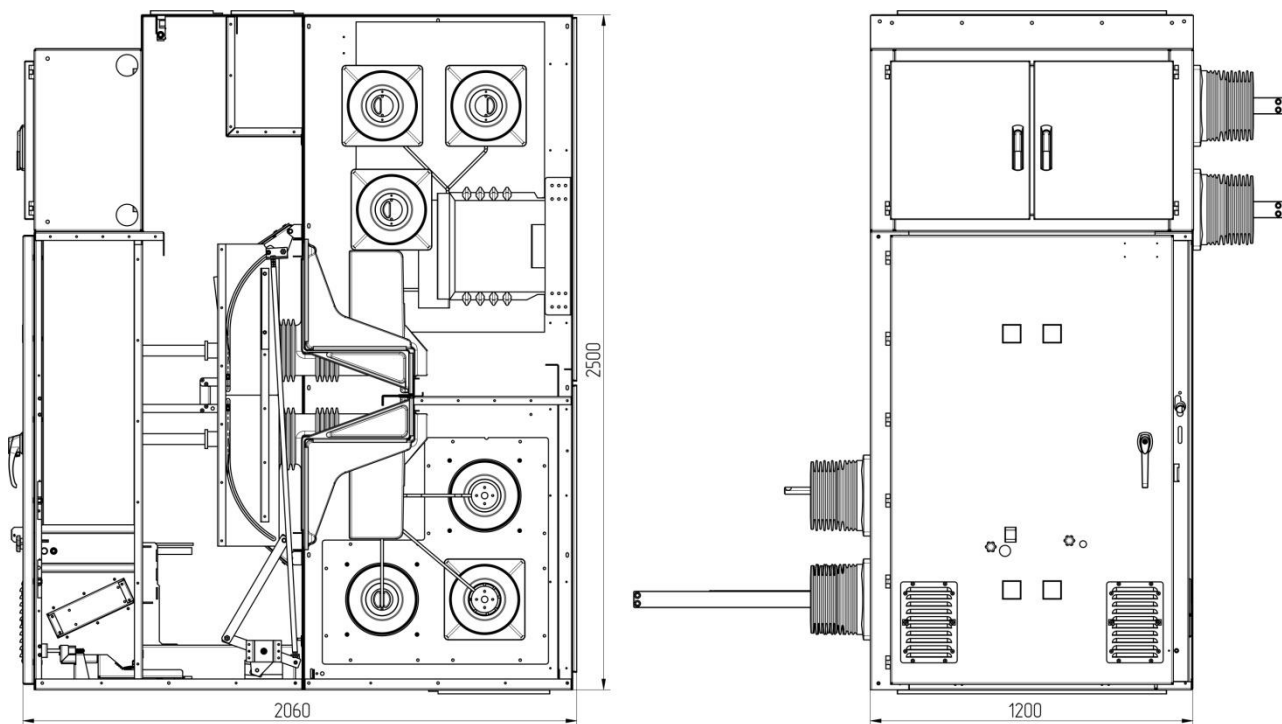


Рис. П2.8 Шкаф КРУ D-40P с НССШ СВ

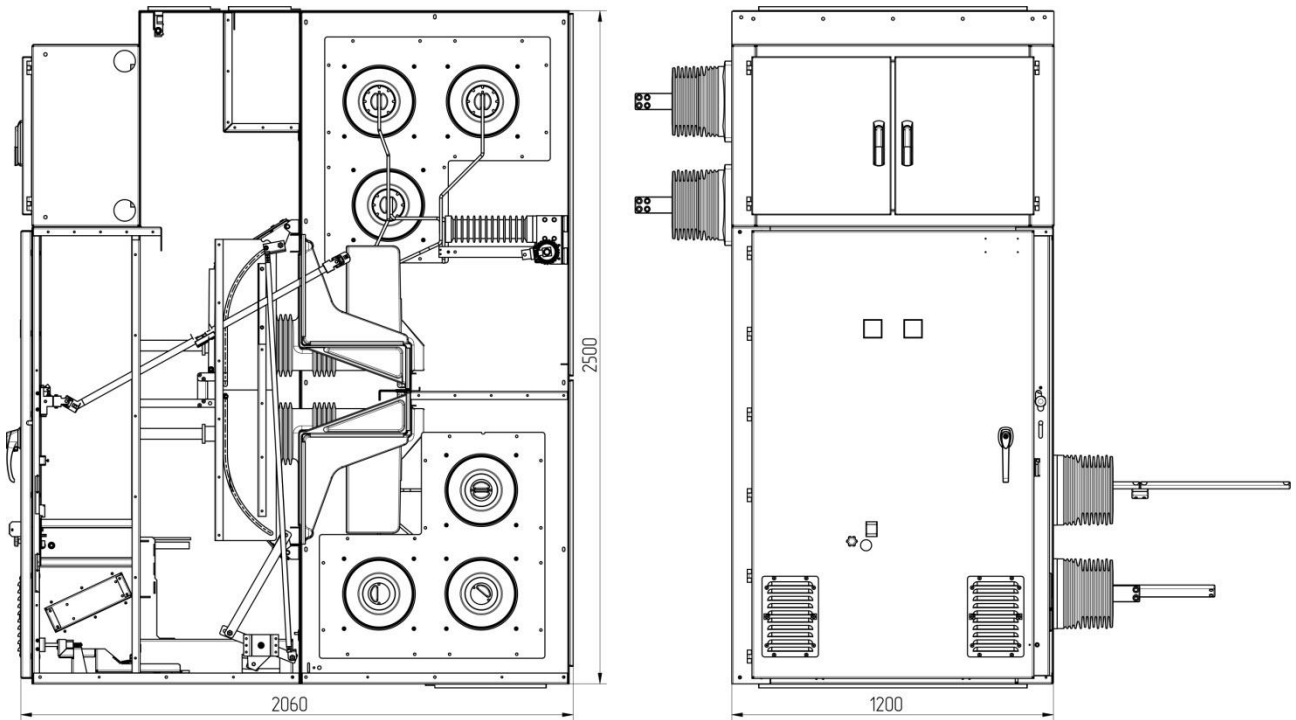


Рис. П2.9 Шкаф КРУ D-40P с НССШ СР

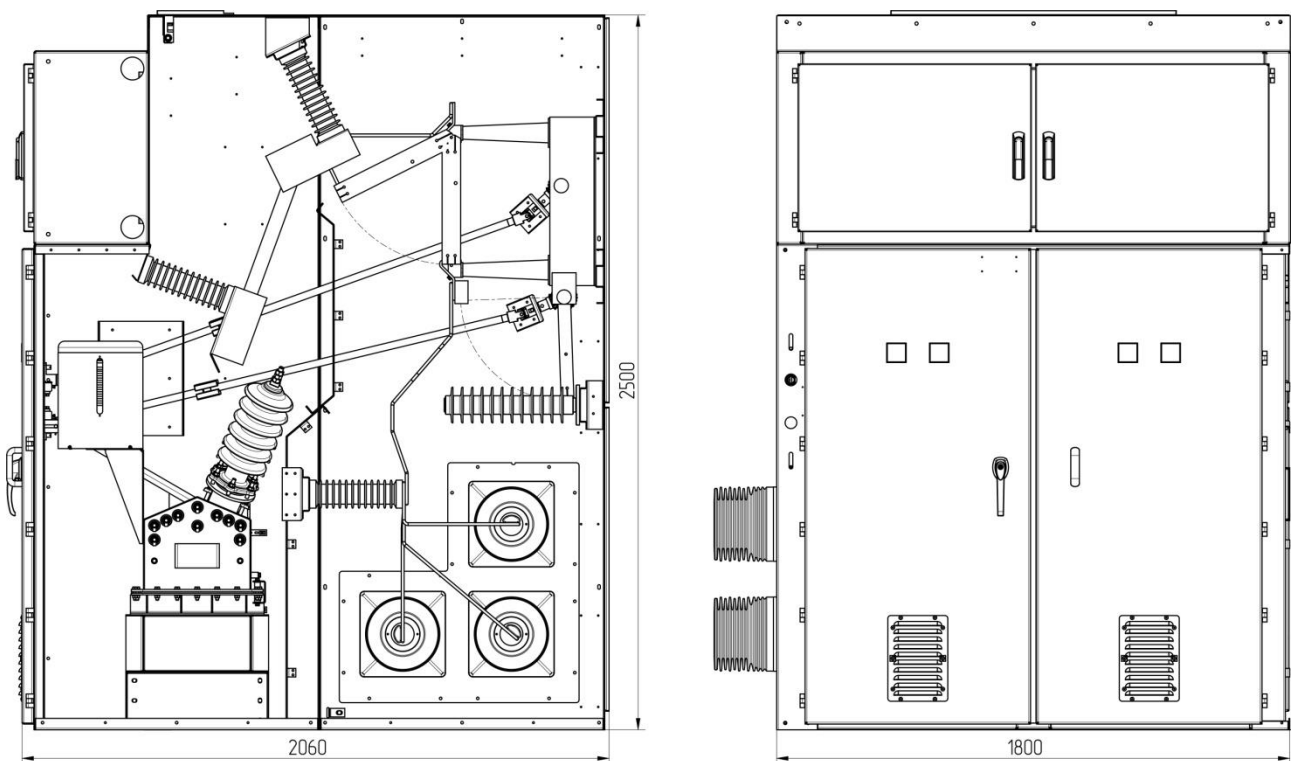


Рис. П2.10 Шкаф КРУ D-40P с НССШ с ТН типа НАМИ(Т), подключенным через разъединитель

Приложение 2. Основное встраиваемое оборудование

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



В качестве измерительных ТН рекомендуется использовать АНТИРЕЗОНАНСНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ!

Приложение 3. Основные массогабаритные показатели

Основные массогабаритные показатели и типы шкафов КРУ приведены в **таблице 7**.

Таблица 7. Массогабаритные характеристики

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

Приложение 4. Пример конструкции фундаментной рамы

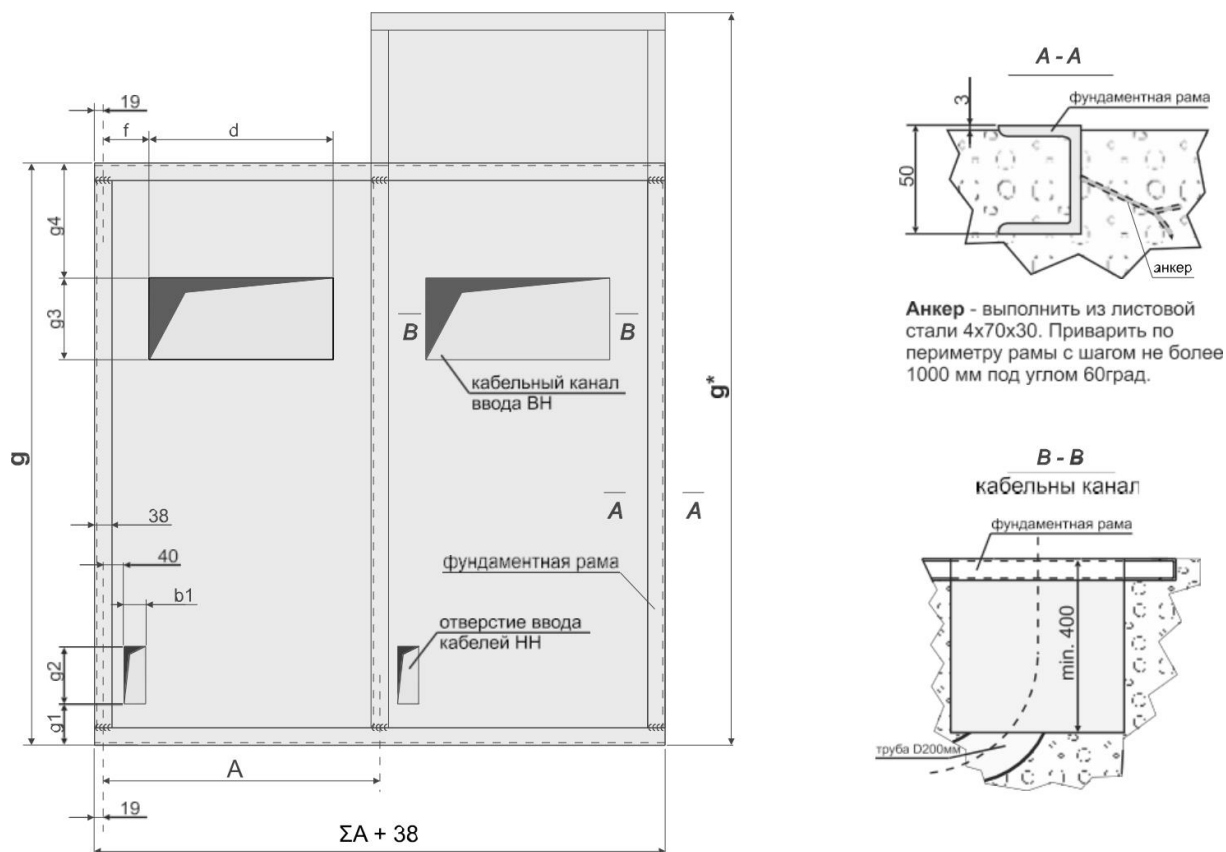


Рис. П4.1 Пример конструкции фундаментной рамы

Тип шкафа КРУ	А, Ширина шкафа	b1	d	f	g	g*	g1	g2	g3	g4
D-40P	1200	55	880	160	2450	-	120	200	300	434
	1200	55	880	160	-	2900	120	200	300	434

Примечание:

1. Под шкафами КРУ должна быть смонтирована рама из стального швеллера высотой 50 мм, утопленная в бетонном полу;
2. * - длина рамы под шкафы с задней шинной приставкой.

Приложение 5. Данные о тепловыделении шкафов

Основываясь на положении, что при протекании номинального тока по главным цепям КРУ D-40P потери рассеиваются в виде тепла на активном сопротивлении шин и контактов, оценочный расчет ведется по формуле:

$$Q_{\text{тв}} = 3 \cdot I^2 \cdot R_{\Sigma},$$

где R_{Σ} - суммарное сопротивление главной цепи шкафа с учетом трансформаторов тока на участке от сборных шин до места присоединения кабеля (шины).

Примерные значения тепловыделения шкафов в зависимости от номинального тока приведены в **таблице П5.1**. Тепловыделением в шкафах ТН, ТСН можно пренебречь. Более точные значения могут быть получены по реальному расчетному значению тока каждого шкафа распределительного устройства.

Таблица П5.1

Параметр / значение параметра	Номинальный ток шкафа, А					
	630	1000	1250	1600	2000	2500
Значение сопротивления главного контура D-40P без ТТ, мкОм	150			90		
Тепловыделение шкафов без ТТ, Вт	178	450	703	1152	1080	1687
Значение сопротивления главного контура D-40P с ТТ, мкОм	150	50	30	10	10	10
Тепловыделение шкафов с ТТ, Вт	357	600	843	1228	1200	1875

ООО «ЭТЗ «ВЕКТОР»		СК	ИЗВЕЩЕНИЕ ВИЕГ.04-2026		ОБОЗНАЧЕНИЕ ВИЕГ 674513.003 ТИ	
ДАТА ВЫПУСКА 22.05.2026		СРОК ИЗМ. 22.05.2026			Лист 1	Листов 1
ПРИЧИНА		Устранение ошибок			Код 7	
УКАЗАНИЕ О ЗАДЕЛЕ		Не отражается				
УКАЗАНИЕ О ВНЕДРЕНИИ		-				
ПРИМЕНЯЕМОСТЬ		На применяемости не отражается				
РАЗОСЛАТЬ		Всем учтенным абонентам				
ПРИЛОЖЕНИЕ						
ИЗМ.	СОДЕРЖАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ					
4	<p>На листах 25-30 исправить описание схем в части написания габаритов Ш*Г*В, до- бить схемы 17.20 и 27.20.</p> <p>В лист регистрации изменений внести запись о изменении Листы 25 - 30 заменить.</p>					
Составил			Н.контр.			
Широбоков Д.В.				Обухова П.С.		
22.05.2026			22.05.2026			
Изменение внес		Протопопов Я.В.		22.05.2026		