

## ШКАФЫ КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ серии КМ-1КФ



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

Факс: 8(7232) 210-805; тел. 8(7232) 49-26-26

[kemont@kemont.kz](mailto:kemont@kemont.kz); [www.kemont.kz](http://www.kemont.kz)

|                                                                                   |                                                       |                      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|----|
|  | ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница 2 из 49     |    |

Комплектные распределительные устройства серии КМ-1КФ предназначены для приема и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока промышленной частоты 50Гц и 60 Гц напряжением 6 кВ и 10кВ и имеют ряд преимуществ:

- повышенная надежность в эксплуатации за счет применения современных высоковольтных коммутационных аппаратов (вакуумных выключателей ведущих производителей этой отрасли), имеющих высокий механический и коммутационный ресурс;
- релейная защита обеспечивается многофункциональными, малогабаритными, высоконадежными микропроцессорными блоками известных ведущих производителей;
- повышенная эксплуатационная безопасность за счет применения более надежных блокировок коммутационных высоковольтных аппаратов от ошибочных действий персонала подстанций при оперативных переключениях и ремонтных работах, размещение аппаратуры вспомогательных цепей в отдельном съемном релейном шкафу, который полностью изолирован от силовых токоведущих цепей;
- возможность верхнего или нижнего присоединения шин вводов и выводов.
- жесткий сварной каркас из сортового проката;
- только медные шины;
- высота уменьшена на 600 мм;
- легкость вката (выката) тележек за счет установки симметричного подъема шторного механизма.

Условия обслуживания шкафов КМ-1КФ – двухстороннее.

При установке шкафов КМ-1КФ взамен шкафов серий КМ-1, КМ-1Ф переделка фундаментов не требуется.

Шкафы комплектных распределительных устройств серии КМ-1КФ соответствуют техническим требованиям Стандарта организации СТ 8828-1917-АО-4-15-2012 и межгосударственных стандартов ГОСТ 14693-90, ГОСТ 12.2.007.4-96.

Шкафы серии КМ-1КФ регулярно сертифицируются на соответствие требованиям качества и безопасности в Государственной системе Технического регулирования Республики Казахстан.

*Наше предприятие постоянно изучает опыт эксплуатации шкафов КМ-1КФ 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 .....                                 | 10 |
| 3. Монтаж и подготовка к работе.....                               | 27 |
| 4. Эксплуатация .....                                              | 33 |
| 5. Транспортирование, хранение.....                                | 39 |
| 6. Гарантии изготовителя.....                                      | 41 |
| 7. Энергоэффективность и энергосбережение.....                     | 42 |
| 8. Формулирование заказа .....                                     | 43 |
| 9. Рекомендации по использованию кру на высотах более 1000 м ..... | 47 |

## 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1

| Технические характеристики шкафов КМ1-КФ                                                                    |                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Наименование параметров                                                                                     | Значения параметров                                       |
| Наибольшее рабочее напряжение, кВ                                                                           | 7,2; 12                                                   |
| Номинальное напряжение, кВ                                                                                  | 6,0; 10,0                                                 |
| Номинальный ток главных цепей шкафов, А                                                                     | 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150 <sup>1</sup> |
| Номинальный ток сборных шин, А                                                                              | до 3150                                                   |
| Ток термической стойкости (3с), кА                                                                          | 20; 31,5; 40 <sup>2</sup>                                 |
| Номинальный ток электродинамической стойкости главных цепей, кА                                             | 51-80 <sup>2</sup>                                        |
| Номинальное напряжение вспомогательных цепей, В<br>- постоянного и выпрямленного тока<br>- переменного тока | 110, 220<br>220                                           |
| Обслуживание                                                                                                | двухстороннее                                             |

1 Для вводных и линейных шкафов;

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

Таблица 2

| Габаритные размеры и масса шкафов                                       |                                               |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Параметры                                                               | Значение                                      |
| Габаритные размеры, мм :<br>Ширина (см. таблицу 3)<br>Глубина<br>Высота | А<br>1360 <sup>1,2</sup><br>1720 <sup>3</sup> |
| Масса одной камеры, справочно кг                                        | От 600                                        |

1 Глубина шкафов согласно заказу и опросных листов может быть от 1460мм и более;

2 Глубина шкафов на ток 2500 и 3150 А при верхнем подключении шинного ввода -1360мм (минимальная);

3 Высоту шкафов при наличии верхнего шинного ввода следует уточнить при заказе.

Таблица 3

| Номинальный ток, (применяемый выключатель)  | Ток термической стойкости (3с), кА | А (ширина шкафа) , мм |      |      |
|---------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|------|------|
|                                             |                                    | 750                   | 1000 | 1125 |
| I <sub>н</sub> =800–1250 А (“Siemens”)      | < 31,5 кА                          | О                     | О    | Х    |
| I <sub>н</sub> =1250 А (“Siemens”)          | > 31,5кА                           | О <sup>1</sup>        | О    | Х    |
| I <sub>н</sub> =2000-3150А (“Siemens”)      | 31,5-40кА                          | Х                     | Х    | О    |
| I <sub>н</sub> =630-2000А (BB/TEL)          | < 25 кА                            | О                     | О    | Х    |
| I <sub>н</sub> =630-1250А (Susol, LS Корея) | < 25 кА                            | О                     | Х    | Х    |
| I <sub>н</sub> =630-1250А («ABB»)           | < 31,5 кА                          | О                     | Х    | Х    |
| I <sub>н</sub> =1250-2000А («ABB»)          | < 31,5 кА                          | О                     | О    | Х    |

Продолжение таблицы 3

|                                   |   |                |                |                |
|-----------------------------------|---|----------------|----------------|----------------|
| Шкаф с силовым тр-ром ТСКС-40 кВА | - | X              | O              | X              |
| Шкаф с силовым тр-ром ТЛС-40кВа   | - | O              | O              | X              |
| Шкаф с трансформатором напряжения | - | O              | X              | X              |
| Шкаф с секционным разъединителем  | - | O <sup>2</sup> | O <sup>2</sup> | O <sup>2</sup> |

*O - изготавливается; X - не изготавливается.*

*1 – зависит от типа и характеристик выключателя;*

*2 - согласно токовых нагрузок;*

*Шкафы могут быть выполнены в другом исполнении по согласованию с заказчиком.*

Таблица 4

| <b>Структура условного обозначения</b>                                                                                                                                                                               |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Распределительное устройство из шкафов КМ-1КФ – общее обозначение <b>КМ-1КФ-10-X-УЗ:</b>                                                                                                                             |                                                                        |
| <b>КМ</b>                                                                                                                                                                                                            | Комплектное, модернизированное устройство                              |
| <b>1КФ</b>                                                                                                                                                                                                           | Модификация предприятия                                                |
| <b>10</b>                                                                                                                                                                                                            | Класс напряжения по ГОСТ 1516.1-76, кВ                                 |
| <b>X</b>                                                                                                                                                                                                             | Номинальный ток сборных шин, А                                         |
| <b>УЗ</b>                                                                                                                                                                                                            | Вид климатического исполнения и категория размещения по ГОСТ 15150-69. |
| <b>Пример обозначения КМ-1КФ-10-1250-УЗ</b><br><i>Комплектное распределительное устройство серии КМ-1КФ напряжением 10кВ, номинальный ток сборных шин 1250 А, климатическое исполнение и категория размещения УЗ</i> |                                                                        |

Таблица 5

| <b>Структура условного обозначения шкафов КМ-1КФ</b>                                                                                                                    |                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Общее обозначение шкафов <b><u>ШХХ - ХХ-ХХ-XXXX:</u></b>                                                                                                                |                                                    |
| <b>ШХХ</b>                                                                                                                                                              | Типоисполнение шкафа в соответствии с таблицей 6   |
| <b>ХХ</b>                                                                                                                                                               | Номинальное напряжение (10 или 6), кВ              |
| <b>ХХ</b>                                                                                                                                                               | Номер схемы главных цепей шкафа (таблица 7)        |
| <b>XXXX</b>                                                                                                                                                             | Номинальный ток главных цепей шкафа, А (таблица 1) |
| <b>Пример обозначения ШВВ-10-02-1250</b><br><i>Шкаф с вакуумным выключателем напряжением 10 кВ по схеме главных цепи 02, номинальный ток главных цепей шкафа 1250 А</i> |                                                    |

Таблица 6

| <b>Классификация исполнений шкафов КМ-1КФ</b>                                                             |                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Признак классификации</b>                                                                              | <b>Исполнение</b>                                                                                                                                                                |
| Вид изоляции                                                                                              | Воздушная/комбинированная                                                                                                                                                        |
| Вид управления                                                                                            | Местное/дистанционное                                                                                                                                                            |
| Типоисполнения шкафов КМ-1КФ в зависимости от встраиваемой аппаратуры и присоединений ( <i>основные</i> ) | ШВВ – шкаф с выключателем вакуумным;<br>ШТН – шкаф с трансформаторами напряжения;<br>ШПС – шкаф с силовыми предохранителями;<br>ШР – шкаф с разъёмными контактными соединениями; |

Продолжение таблицы 6

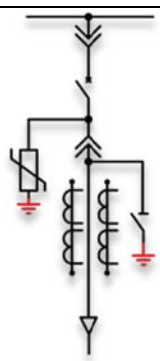
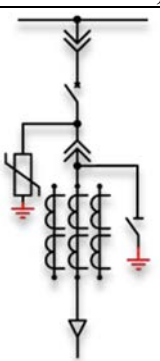
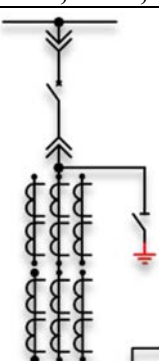
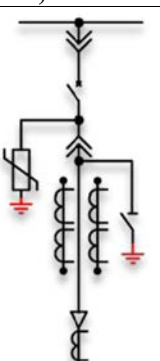
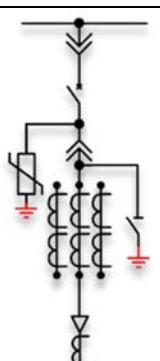
|                                           |                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| варианты исполнений)                      | ШКС – шкаф с кабельной сборкой;<br>ШГВ – шкаф глухого ввода (по заказу);<br>ШТСН – шкаф с трансформатором сухим 40 кВА и предохранителями на выкатном элементе; |
| Условия обслуживания                      | Двухстороннее                                                                                                                                                   |
| Исполнение вводов                         | Кабельные/ шинные                                                                                                                                               |
| Степень защиты оболочки со стороны фасада | Не менее IP30 (по ГОСТ 14254-96)                                                                                                                                |

**Примечание:** Для питания цепей собственных нужд РУ комплектуются по заказу шкафами постоянного или переменного оперативного тока).

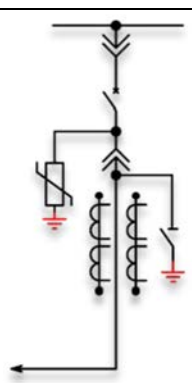
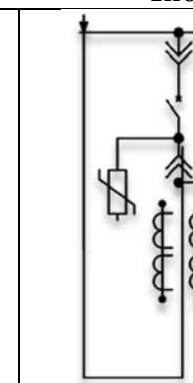
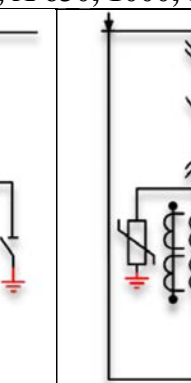
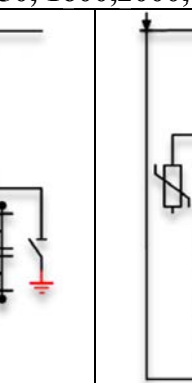
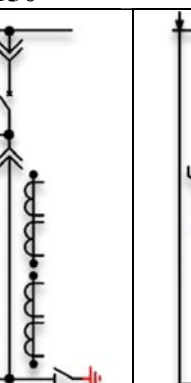
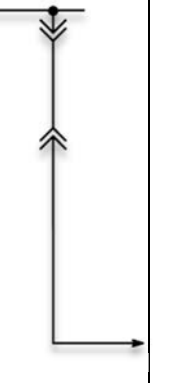
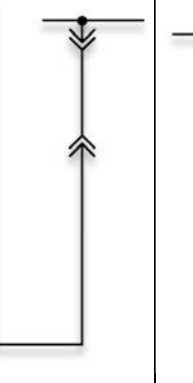
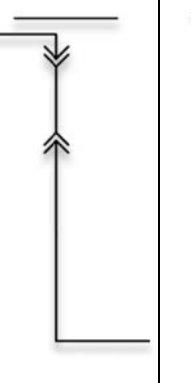
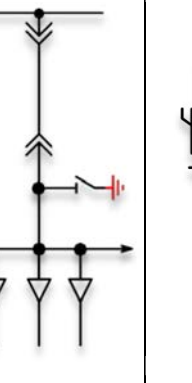
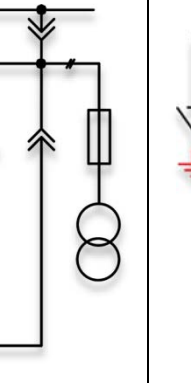
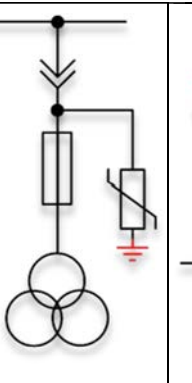
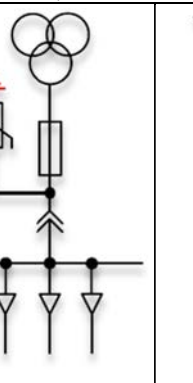
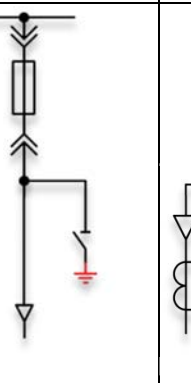
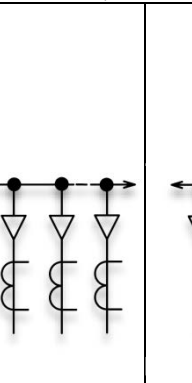
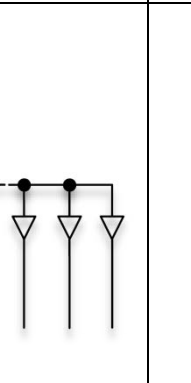
Таблица 7

| Назначение схем               |                           |
|-------------------------------|---------------------------|
| Схема                         | Назначение                |
| <b>01, 011, 012</b>           | Кабельный ввод            |
| <b>02, 021</b>                | Отходящая кабельная линия |
| <b>03</b>                     | Секционный выключатель    |
| <b>04, 041, 042, 043</b>      | Шинный ввод               |
| <b>05, 051, 052, 058, 059</b> | Секционный разъединитель  |
| <b>06, 061, 062</b>           | Трансформатор напряжения  |
| <b>07</b>                     | Линия к ТСН               |
| <b>08,081</b>                 | Кабельная сборка          |
| <b>13</b>                     | ТСН                       |

Таблица 8

| 01                                                                                  | 011                                                                                 | 012                                                                                 | 02                                                                                   | 021                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Ином, А 630, 1000, 1250, 1600, 2000, 3150                                           |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|  |  |  |  |  |

Продолжение таблицы 8

| 03                                                                                  | 04                                                                                  | 041                                                                                 | 042                                                                                  | 043                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ином, А 630, 1000, 1250, 1600, 2000, 3150</b>                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|    |    |    |    |    |
| 5*                                                                                  | 051*                                                                                | 052*                                                                                | 058*                                                                                 | 059*                                                                                  |
| <b>Ином, А 630, 1000, 1250, 1600, 2000, 3150</b>                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|   |   |   |   |   |
| 061                                                                                 | 062                                                                                 | 07                                                                                  | 08*                                                                                  | 081*                                                                                  |
| <b>Ином, А 630</b>                                                                  |                                                                                     |                                                                                     | <b>Ином, А 630-3150</b>                                                              |                                                                                       |
|  |  |  |  |  |
|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      | 13                                                                                    |

**Примечание:**

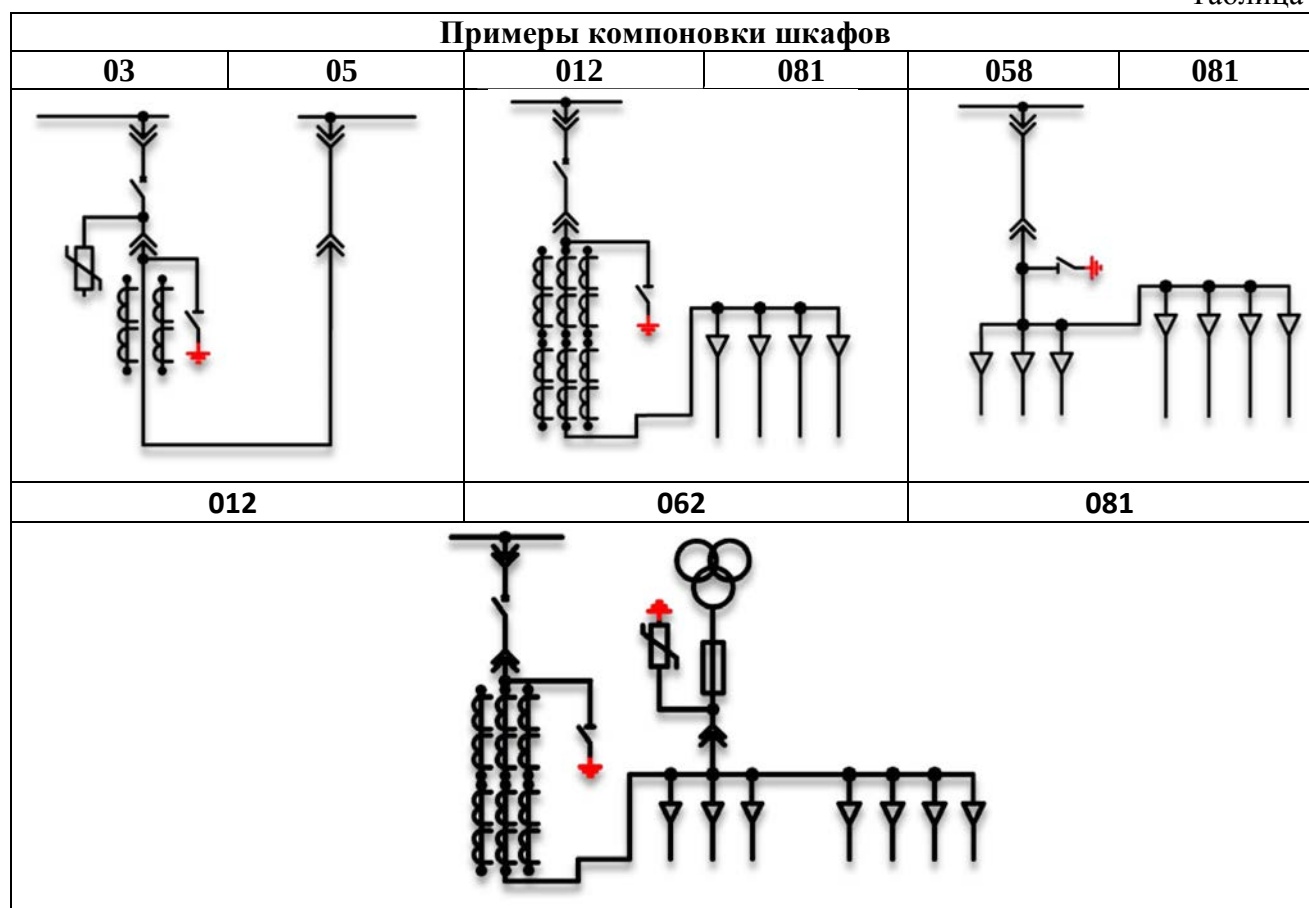
1 Приведены схемы основных исполнений КМ-1КФ (схемы шкафов ШСН (ШНВА) определяются заказом).

2 Указанные на схемах 01-043 (ШВВ и ШШВ) ограничители перенапряжений устанавливаются по заказу.

3 Схемы, обозначенные\* могут выполняться с выводами шин влево или вправо (по заказу).

4 Схемы 03+05, 058+081, 012+062+081, 012+081 рекомендуется выполнять в соседних шкафах РУ блоками (см. далее пример).

Таблица 9



Шкафы КМ-1КФ предназначены для работы в распределительных устройствах (РУ) внутри помещений, соответствующих требованиям «Правил устройства электроустановок (ПУЭ)».

Условия эксплуатации:

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

- Высота установки КРУ над уровнем моря - не более 1000 м; (применение КРУ на высоте над уровнем моря более 1000 м);

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

- Номинальный режим работы – продолжительный;

- Рабочее положение в пространстве – вертикальное;

- Стойкость шкафов КМ-1КФ к механическим воздействиям окружающей среды соответствует группе условий эксплуатации М39 по ГОСТ 17516.1-90, в районах с сейсмичностью не более 9 баллов по шкале MSK-64;

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

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

|                                                                                   |                                                       |                                |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------|----|
|  | ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ           | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница <b>9</b> из <b>49</b> |    |

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

## 2. КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

### 2.1 Состав изделия

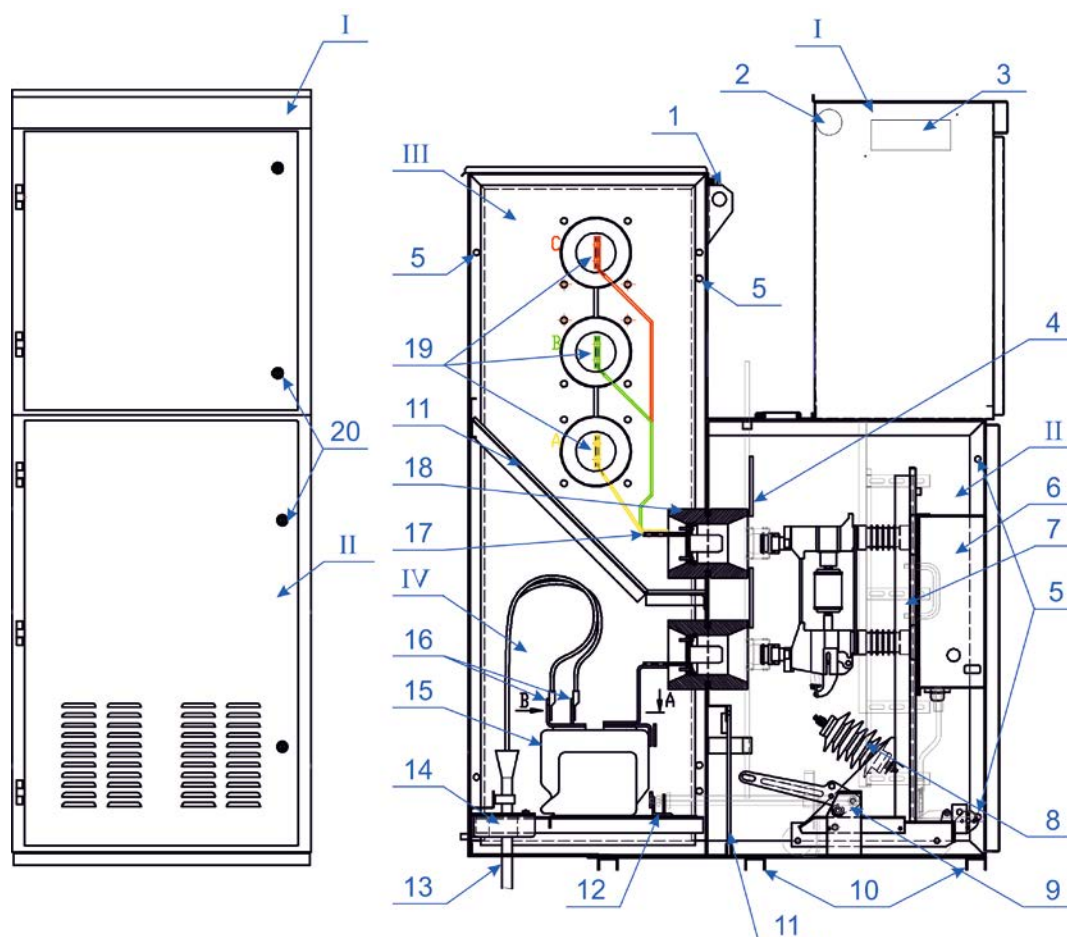


Рисунок 1 - Устройство основного исполнения шкафа КМ-1КФ  
с вакуумным выключателем

Таблица 10

| Пояснение к рисунку 1 |                                       |    |                                   |
|-----------------------|---------------------------------------|----|-----------------------------------|
| №                     | Обозначение                           | №  | Обозначение                       |
| I                     | Шкаф релейной аппаратуры              | 9  | Механизм подъема штор             |
| II                    | Отсек выключателя                     | 10 | Опорные швеллера                  |
| III                   | Отсек сборных шин                     | 11 | Изоляционные перегородки          |
| IV                    | Кабельный отсек                       | 12 | Нож заземления                    |
| 1                     | Строповочный рым                      | 13 | Место ввода силового кабеля       |
| 2                     | Отверстие для ввода оперативных шинок | 14 | Трансформатор тока типа ТЗЛМ      |
| 3                     | Место крепления разъема               | 15 | Трансформатор тока типа ТОЛ-10    |
| 4                     | Подвижные шторы                       | 16 | Место подключения силового кабеля |
| 5                     | Отверстие для соединения ячеек        | 17 | Контакты главных цепей            |
| 6                     | Выключатель вакуумный                 | 18 | Изолятор проходной                |
| 7                     | Выкатной элемент (тележка)            | 19 | Сборная шина                      |
| 8                     | Ограничитель перенапряжения (ОПН)     | 20 | Замки дверей                      |

|                                                                                   |                                                               |                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|
|  | <b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И<br/>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ</b> | <b>КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ</b> | <b>R2</b> |
|                                                                                   |                                                               | <b>Страница 11 из 49</b>    |           |

Шкаф КМ-1КФ состоит из жесткого металлического корпуса, внутри которого размещено оборудование в соответствии с заказом – см. рисунок 1. Для безопасного обслуживания и локализации аварий корпус разделен на отсеки металлическими и стеклотекстолитовыми перегородками, и автоматически закрывающимися шторками, которые закрывают доступ к неподвижным силовым контактам в контрольном или ремонтном положении выкатного элемента. Детали и элементы металлоконструкций шкафов изготавливаются из качественной листовой стали на высокоточном оборудовании с программным управлением.

Из шкафов серии КМ-1КФ собираются комплектные распределительные устройства, служащие для приема и распределения электроэнергии. Принцип работы определяется совокупностью схем главных цепей и вспомогательных цепей шкафов.

Схемы главных цепей шкафов КМ-1КФ приведены в таблице 8 настоящего документа.

Сборные шины и ошиновка аппаратов главных цепей КМ-1КФ выполняются шинами из меди.

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

Конструкция шкафов КМ-1КФ выполнена таким образом, чтобы обеспечивалось нормальное функционирование приборов измерения, управления, а также не происходило срабатывание схем защиты, приводящее к отключению выключателя и срабатыванию соответствующих схем сигнализации при возможных сотрясениях элементов шкафов от работы выключателей и перемещениях выкатного элемента.

В шкафах КМ-1КФ в зависимости от схемы главных цепей и конкретного заказа могут быть установлены следующие аппараты:

- выключатели вакуумные ведущих производителей этой отрасли;
- разъединители и заземлители высоковольтные (на токи 630, 1600 А) с приводами;
- трансформаторы тока типа ТОЛ-10 (или аналогичные) от 50 А до 3000А;
- трансформаторы напряжения типа ЗНОЛ, ЗНОЛП, НОЛП или аналогичные;
- предохранители типа ПКТ; ПКН или аналогичные;
- ограничители перенапряжений;
- силовые трансформаторы.

Шкафы КМ-1КФ обеспечивают управление, защиты и блокировки в соответствии с заказом (опросным листом).

Одним из основных конструктивных составляющих шкафа является выкатной элемент (тележка), который представляет собой жесткую каркасную конструкцию на колесах. На выкатном элементе устанавливаются трансформаторы напряжения, силовые предохранители и другие аппараты в зависимости от типа шкафа. 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 силовые контакты размыкаются, и отсоединяют выкатной элемент от токоведущих частей (сборных шин, шинных переходов, кабельных вводов и т.д.). Перемещение выкатного элемента осуществляется вручную.

Выкатной элемент шкафа (тележка) имеет три положения:

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

контрольное – тележка в корпусе шкафа, первичные цепи разомкнуты;

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

Когда тележка находится в ремонтном положении, обеспечивается удобный доступ для обслуживания, а при необходимости и замены, установленных на ней аппаратов.

На выкатных элементах монтируются также трансформаторы напряжения, предохранители и другие аппараты (в соответствии с заказом).

Отсек высоковольтного выключателя шкафа КМ-1КФ по заказу может выполняться без двери. При ее отсутствии выкатной элемент закрыт съемным защитным экраном для обеспечения при рабочем положении элемента степени защиты со стороны фасада IP30.

Силовые трансформаторы (типа ТЛС-40) в шкафах ШСТ устанавливаются с залней стороны шкафа КМ-1КФ. На выкатном элементе шкафа ШСТ установлены предохранители, защищающие трансформатор.

На съемной задней стенке шкафа с силовым трансформатором устанавливается вентилятор для улучшения температурного режима трансформатора.

Вентилятор оснащен системой автоматического включения и отключения от температурного датчика, а также предусмотрена возможность ручного включения вентилятора с помощью выведенного на фасад шкафа ключа управления.

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

Релейная защита присоединений (РЗА) к шкафам КМ-1КФ обеспечивается многофункциональными малогабаритными высоконадежными микропроцессорными блоками ведущих мировых производителей.

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

РЗА может быть выполнена по желанию заказчика и на аналоговых реле.

Аппаратура вторичных цепей шкафов КМ-1КФ (аппараты управления, защиты, сигнализации, блоки релейной защиты, приборы контроля и учёта электроэнергии и т.п.) располагается в релейном шкафу, который выполняется в виде съёмного, изолированного от высоковольтных цепей, блока. Шкаф изготавливается отдельно и после полной комплектации аппаратурой и коммутации вторичных электрических цепей в соответствии с электрической схемой заказа устанавливается на своё место и крепится болтовыми соединениями. Микропроцессорные блоки, приборы учёта, контроля и аппараты сигнализации монтируются на двери релейного шкафа.

На шкафах по заказу могут быть установлены индикаторы высокого напряжения (ИВН), которые работают вне зависимости от наличия оперативного тока.

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

|                                                                                   |                                                       |                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|----|
|  | ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ            | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница <b>13</b> из <b>49</b> |    |

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

Устройство и установочные размеры исполнений шкафов КМ-1КФ с вакуумным выключателем (см. рисунки 1-3).

Варианты шкафов КМ-1КФ других исполнений - см. рисунки 4-9.

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

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

После испытаний КМ-КФ подготавливается к отгрузке:

- РУ разъединяется на транспортные блоки;
- шинные мосты демонтируются с нанесением монтажной маркировки, поставляются в комплекте с оборудованием и устанавливаются потребителем по месту установки шкафов.

Поставка шкафов К1М-КФ осуществляется отдельными шкафами или блоками до 5 шкафов, соединенными в соответствии со схемами главных цепей.

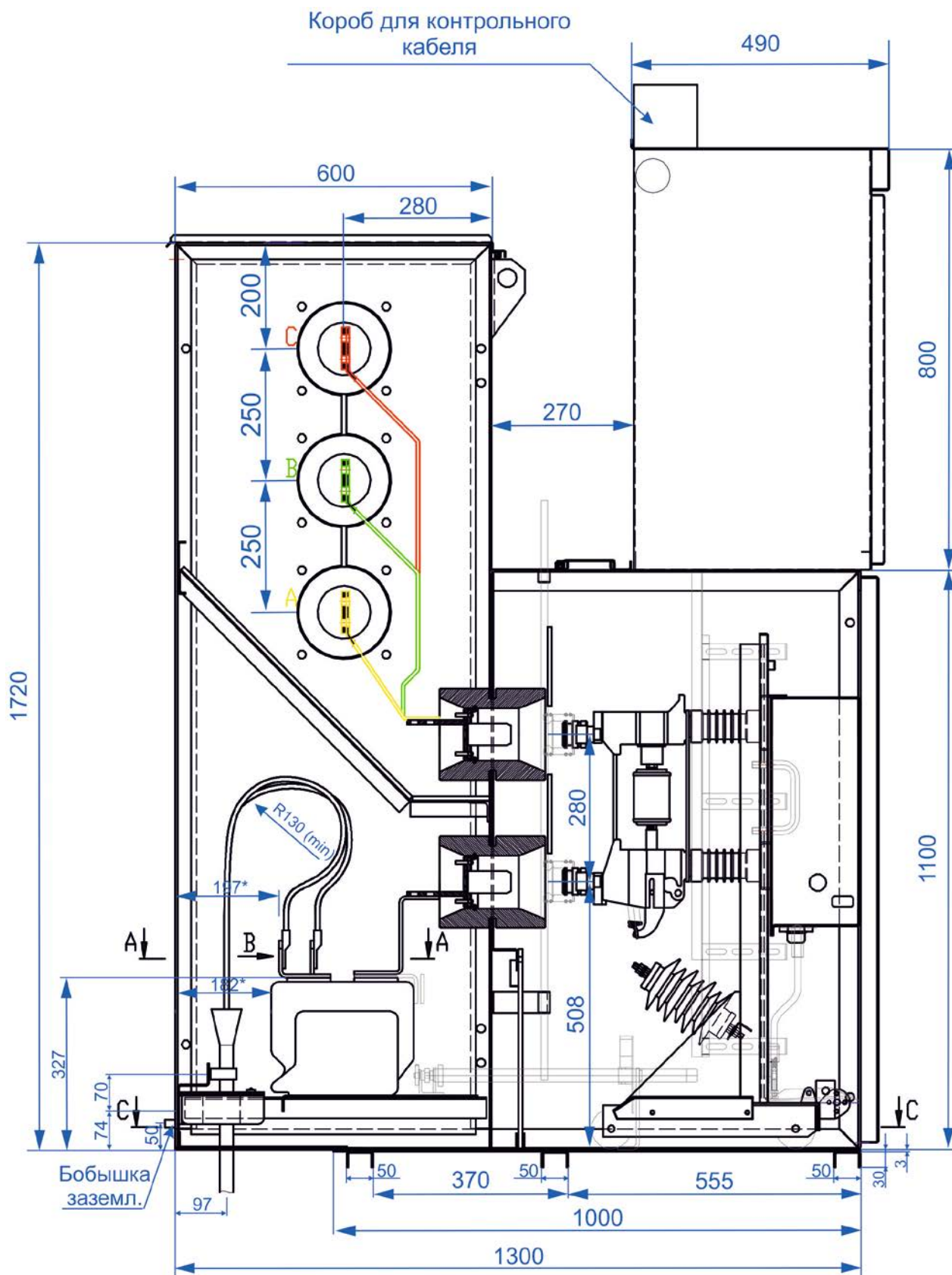


Рисунок 2 - Габаритно-присоединительные размеры шкафа КМ-1КФ с вакуумным выключателем

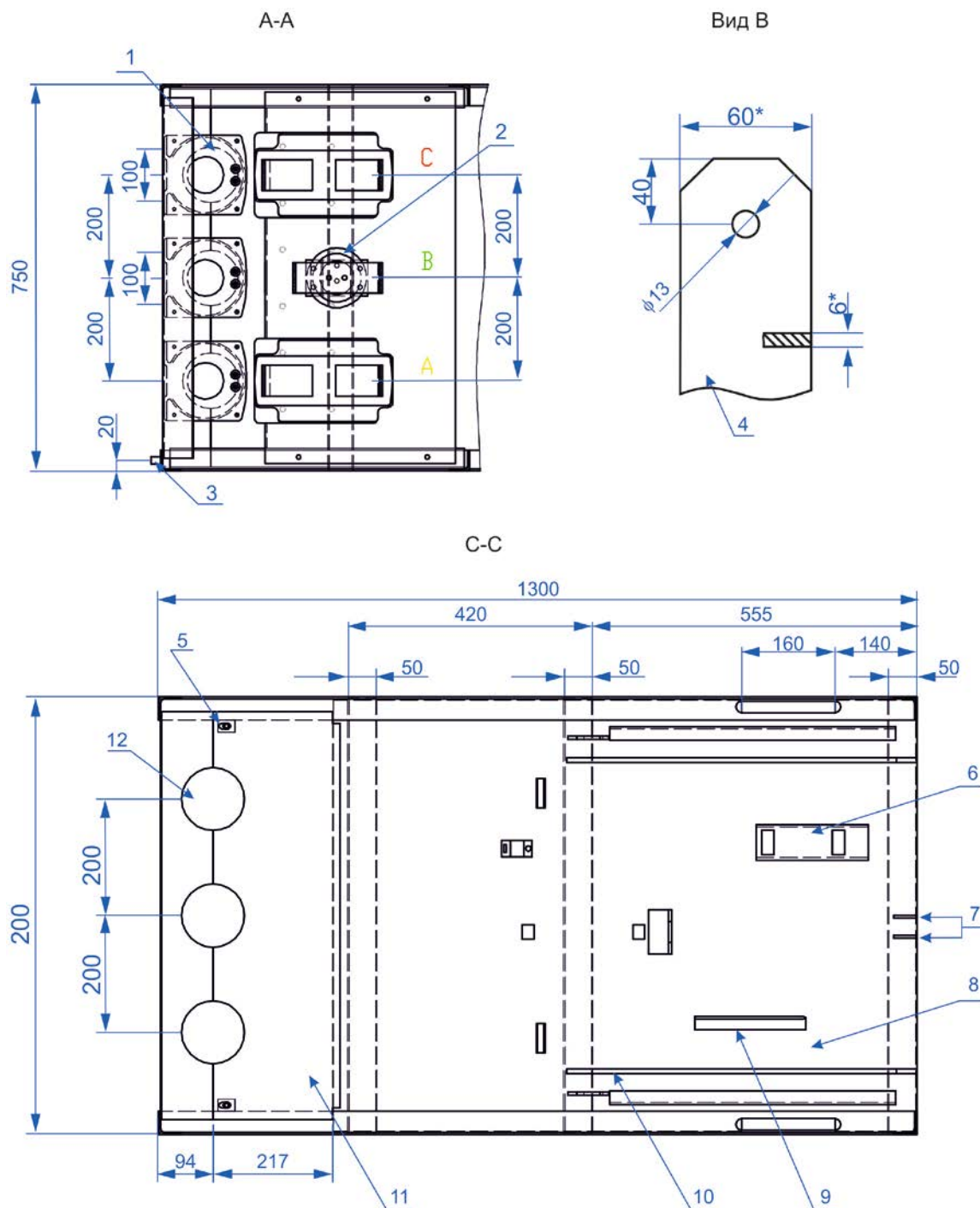


Рисунок 3 - Сечения А-А, С-С и вид В

Таблица 11

| Пояснение к рисунку 9 |                                 |    |                                  |
|-----------------------|---------------------------------|----|----------------------------------|
| №                     | Обозначение                     | №  | Обозначение                      |
| 1                     | Трансформатор тока ТЗЛМ         | 7  | Кронштейн довоката               |
| 2                     | Опорный изолятор                | 8  | Лист основания                   |
| 3                     | Бобышка заземления              | 9  | Уголок заземления                |
| 4                     | Шина медная М1                  | 10 | Рельс                            |
| 5                     | Ушко крепления съемной крышки   | 11 | Съемная крышка кабельного отсека |
| 6                     | Кронштейн фиксации хода тележки | 12 | Отверстие под силовую кабель     |

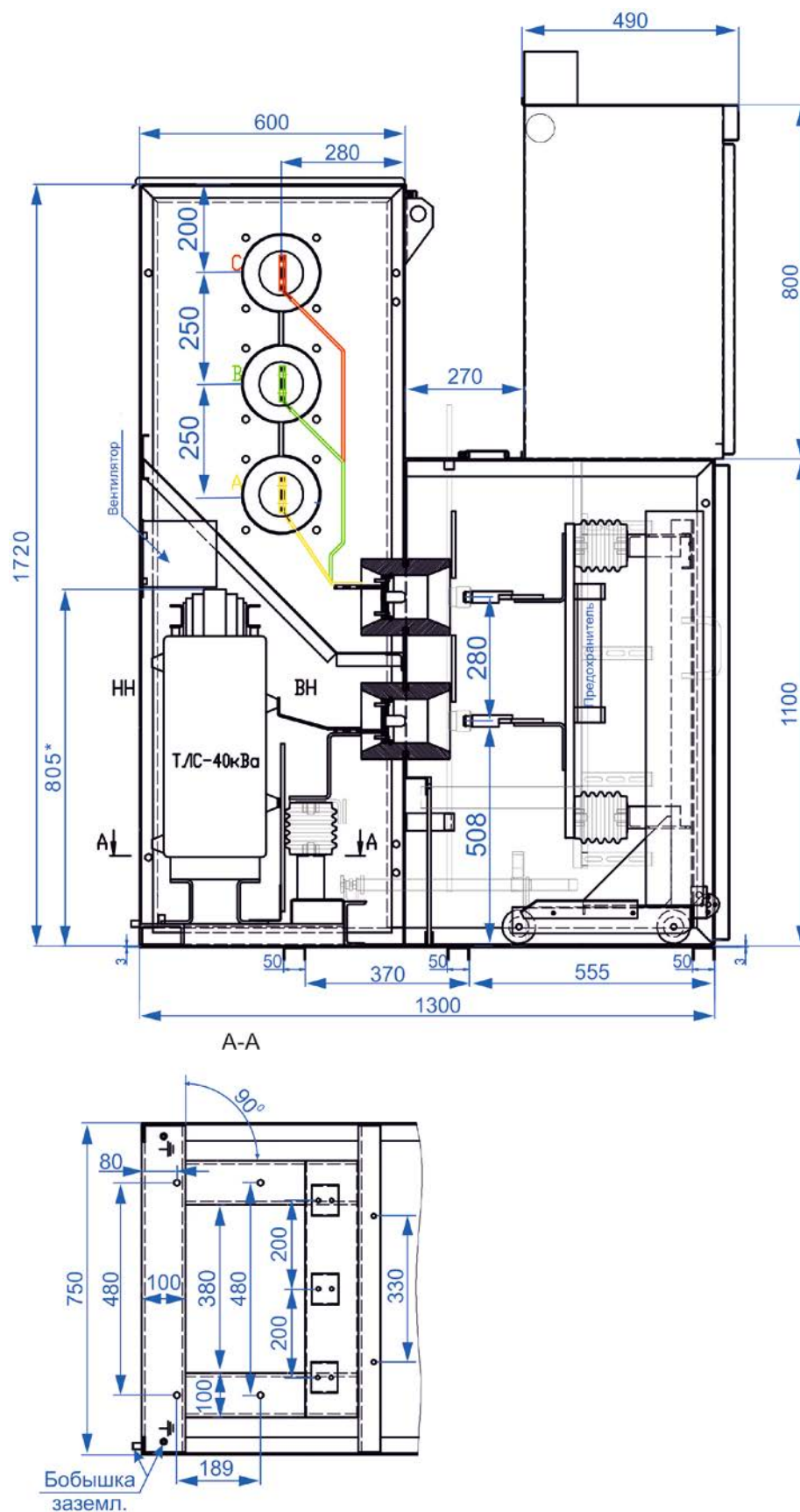


Рисунок 4 - Шкаф ШСТ (с трансформатором собственных нужд)

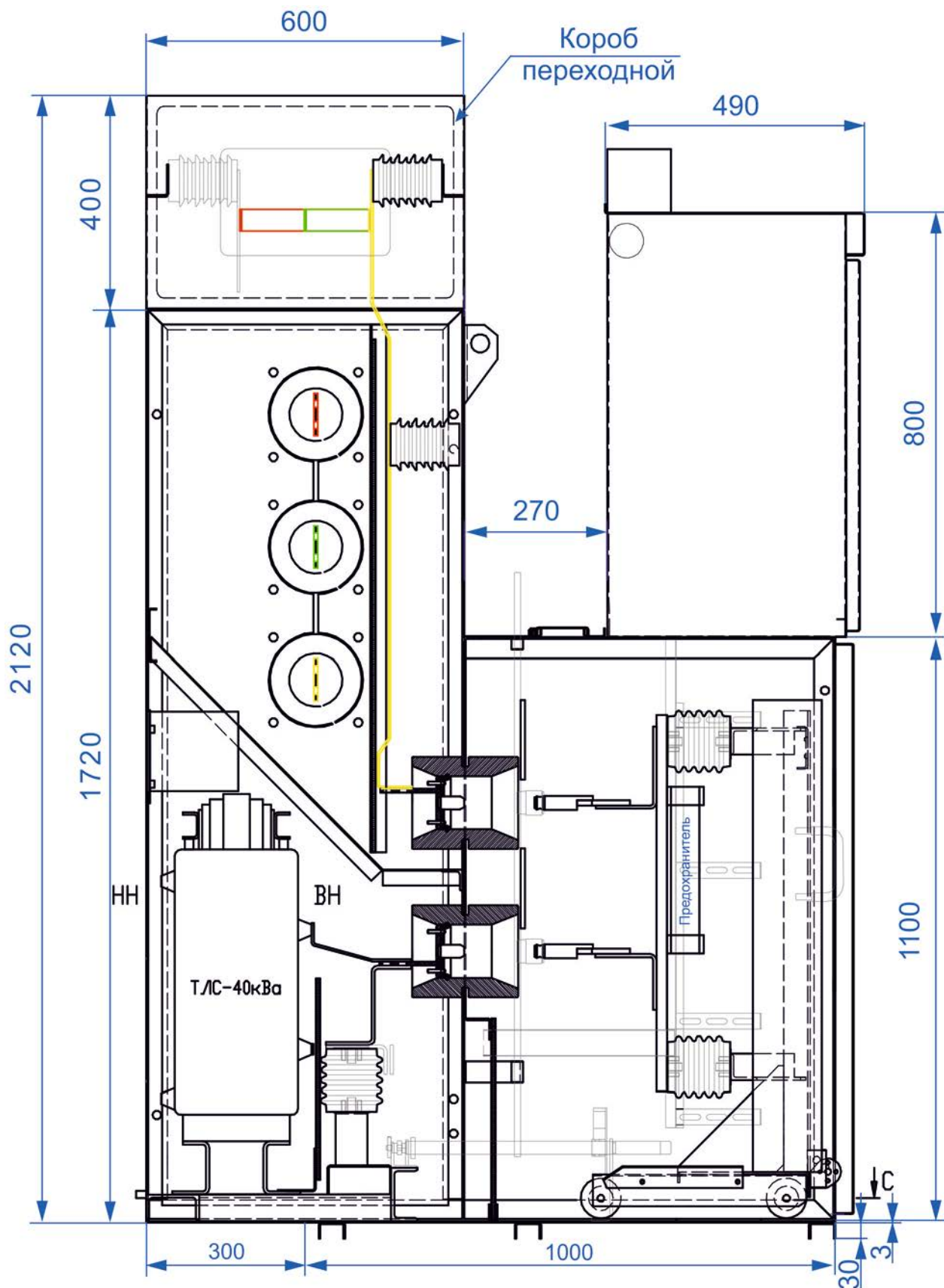


Рисунок 5 - Шкаф ШСТ - запитка до ввода

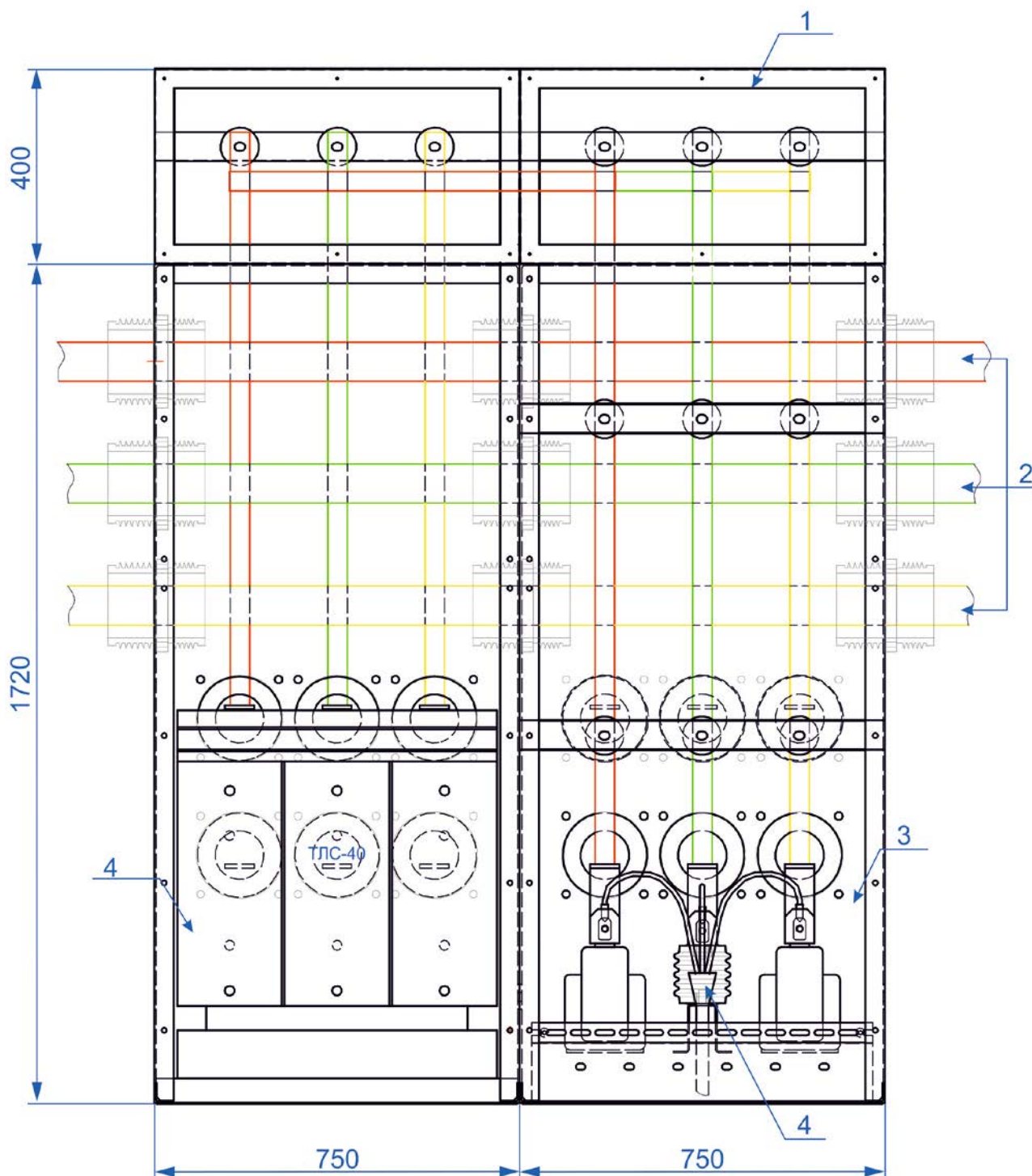


Рисунок 6 - Шкаф КМ-1КФ - вид сзади на шины присоединения

Таблица 12

| Пояснение к рисунку 12 |                  |   |                                           |
|------------------------|------------------|---|-------------------------------------------|
| №                      | Обозначение      | № | Обозначение                               |
| 1                      | Короб переходной | 4 | Кабель ввода                              |
| 2                      | Сборные шины     | 5 | Ячейка с трансформатором собственных нужд |
| 3                      | Ячейка ввода     |   |                                           |

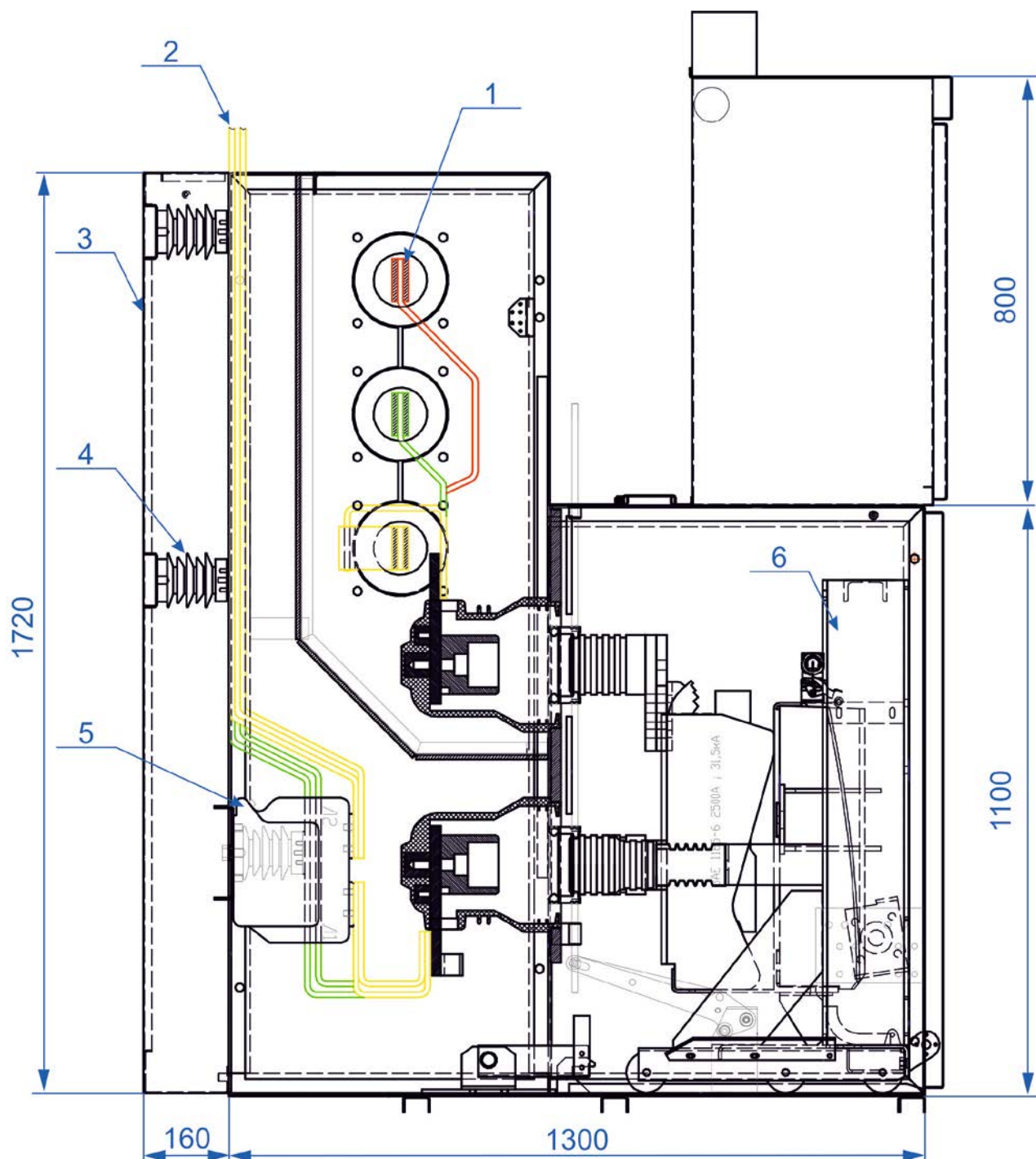


Рисунок 7 - Габаритные размеры вводного шкафа КМ-1КФ (2500,3150 А) с шинным присоединением и трансформатором тока ТЛШ-10 (ширина шкафа -1125 мм)

Таблица 13

| Пояснение к рисунку 13 |              |   |                           |
|------------------------|--------------|---|---------------------------|
| №                      | Обозначение  | № | Обозначение               |
| 1                      | Шина сборная | 4 | Изолятор опорный          |
| 2                      | Шина ввода   | 5 | Трансформатор тока ТОЛ-10 |
| 3                      | Шинный короб | 6 | Выкатной элемент          |

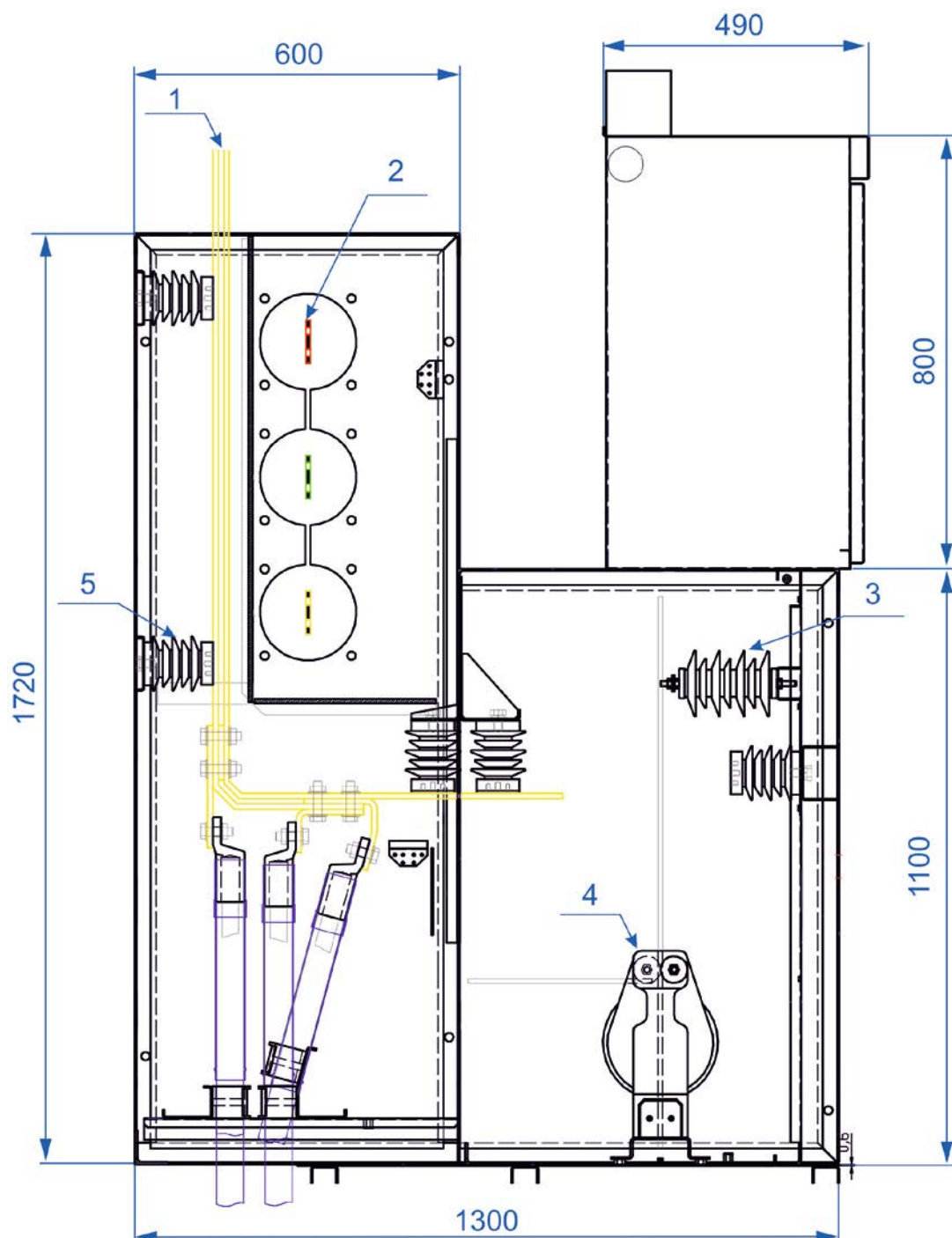


Рисунок 8 - Шкаф КМ-1КФ с шинным присоединением – кабельная сборка с трансформатором напряжения (ширина шкафа -750 мм)

Таблица 14

| Пояснение к рисунку 14 |                             |   |                          |
|------------------------|-----------------------------|---|--------------------------|
| №                      | Обозначение                 | № | Обозначение              |
| 1                      | Шина ввода                  | 4 | Трансформатор напряжения |
| 2                      | Шина сборная                | 5 | Изолятор опорный         |
| 3                      | Ограничитель перенапряжения |   |                          |

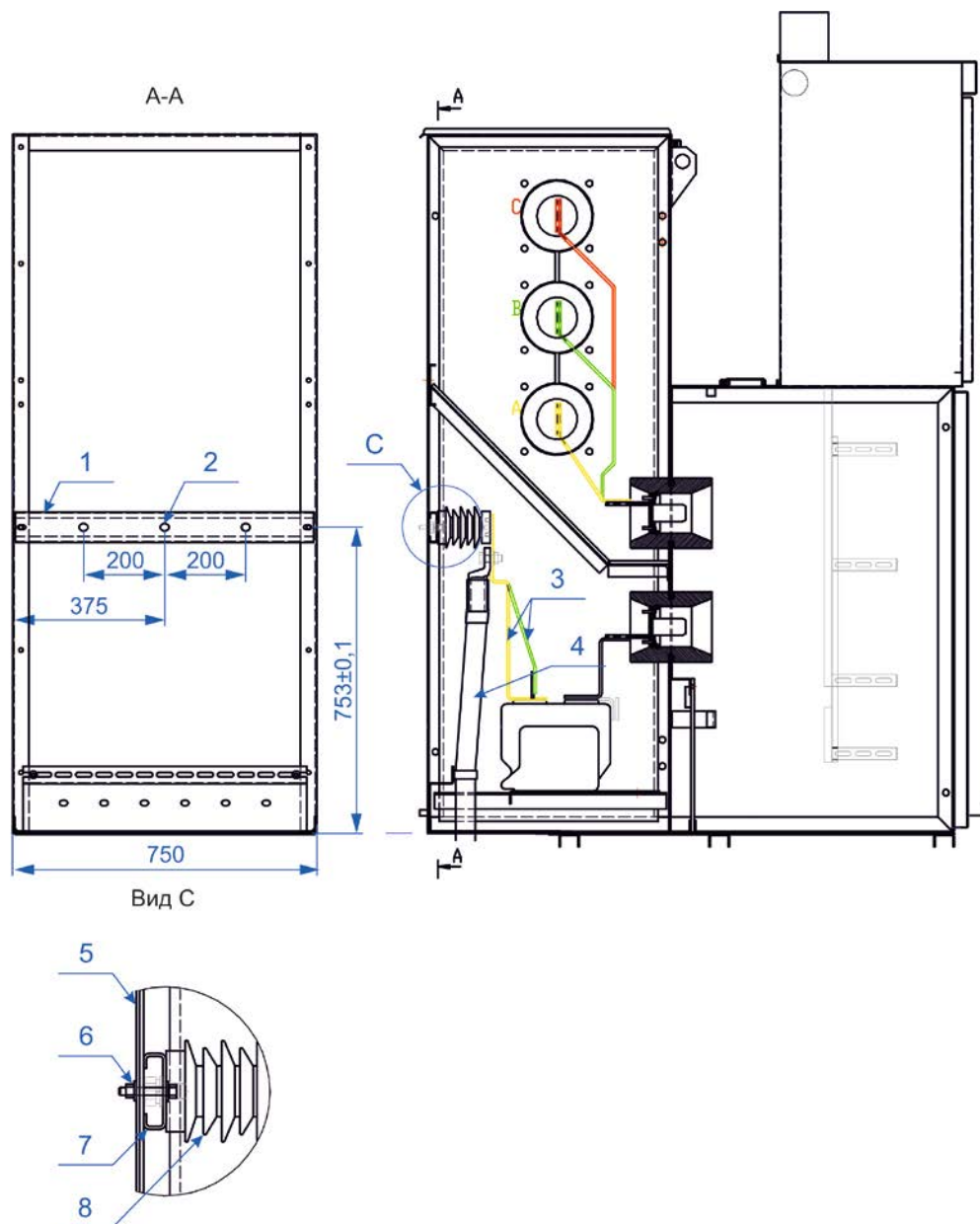


Рисунок 9 - Шкаф КМ-1КФ с комплектом адаптации – для подключения кабеля с полиэтиленовой изоляцией (ширина шкафа -750 мм)

Таблица 15

| Пояснение к рисунку 15 |                                |   |                                      |
|------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------------|
| №                      | Обозначение                    | № | Обозначение                          |
| 1                      | Кронштейн крепления изоляторов | 5 | Лист зашивки                         |
| 2                      | Овальное отверстие 17х20       | 6 | Метизы крепления кронштейна          |
| 3                      | Шина крепления кабеля          | 7 | Кронштейн крепления изоляторов       |
| 4                      | Кабель                         | 8 | Изолятор опорный полимерный (130 мм) |

**Примечание:** Детали поз.1 устанавливаются на существующие отверстия метизами поз.6 – вид С

## 2.2 Блокировки

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:

- блокировка, не допускающая перемещение выкатного элемента из контрольного положения в рабочее, а так же из рабочего в контрольное при включенном положении и высоковольтного выключателя;
- блокировка, не допускающая перемещение выкатного элемента с разъединяющими контактами находящимися под нагрузкой (для шкафов без выключателей типа СР);
- блокировка управления выключателем одновременно с двух мест (местного и дистанционного);
- блокировка против повторного включения при отказе механизма, удерживающего выключатель во включенном положении;
- блокировка, не допускающая включения коммутационного аппарата, установленного на выкатном элементе, при положении выкатного элемента в промежутке между рабочим и контрольным положениями;
- блокировка, не допускающая перемещения выкатного элемента из контрольного в рабочее положение при включенных ножах заземляющего разъединителя;
- блокировка, не допускающая включения заземляющего разъединителя в шкафу секционирования с разъединителем или разъединяющими контактами при рабочем положении выкатного элемента секционного выключателя;

В шкафах, которые снабжены заземляющими разъединителями, установлены необходимые устройства для осуществления следующих блокировок:

- блокировка, не допускающая включения заземляющего разъединителя при условии, что в других шкафах, от которых возможна подача напряжения на участок главной цепи шкафа, где размещен заземляющий разъединитель, выкатные элементы находятся в рабочем положении (или любые коммутационные аппараты находятся во включенном положении);
- блокировка, не допускающая при включенном положении заземляющего разъединителя перемещения в рабочее положение выкатных элементов (при включении любых коммутационных аппаратов) в других шкафах, от которых возможна подача напряжения на участок главной цепи шкафа, где размещен заземляющий разъединитель.

На рисунках 10 а, б изображен привод заземляющего ножа. На неподвижной пластине (1) привода заземляющего ножа имеется два отверстия: одно – для крепления блок-замка, второе – для входа штока блок-замка и фиксации ножей заземляющего разъединителя во включенном (или отключенном) положении. На валу заземляющего разъединителя расположен диск (2) с идентичными отверстиями. При повороте вала заземляющего разъединителя отверстия совмещаются, что позволяет фиксировать его в том или ином положении. На валу привода заземляющего разъединителя имеется штырь (3), который при повороте заземляющего разъединителя в положение «ЗАЗЕМЛЕНО» своим вертикальным положением препятствует вкату тележки (см. рисунок 10). Включение заземления возможно только когда выкатной элемент находится в контрольном или ремонтном положении.

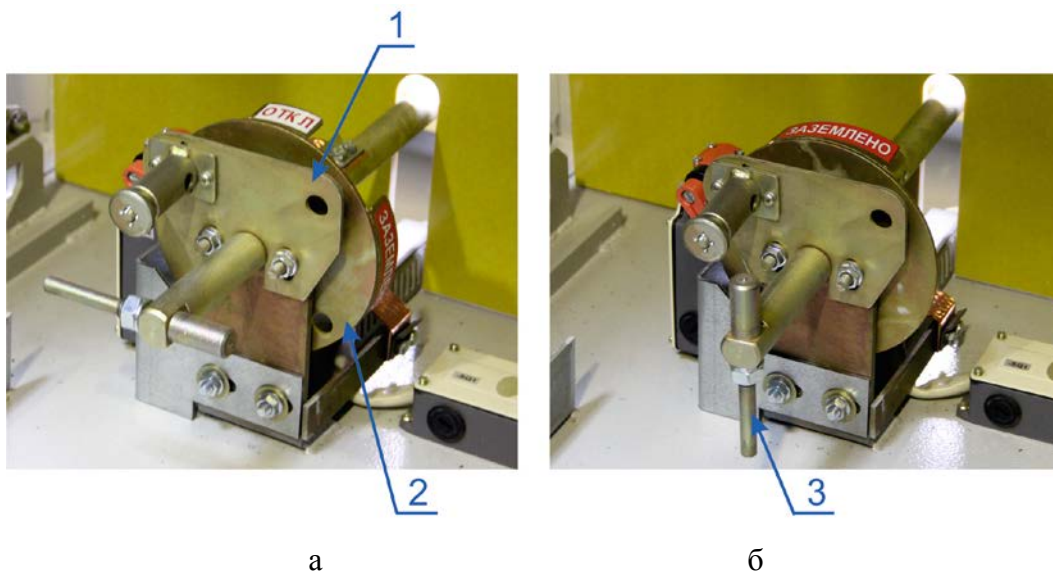


Рисунок 10 Привод заземляющего ножа

В секционных, вводных шкафах КМ-1КФ и в шкафах с трансформаторами напряжения включению заземления шкафа и выкату тележки при включенном выключателе дополнительно препятствует электромагнитный блок-замок (1), включенный в электрическую схему блокировки – см. рисунок 11.

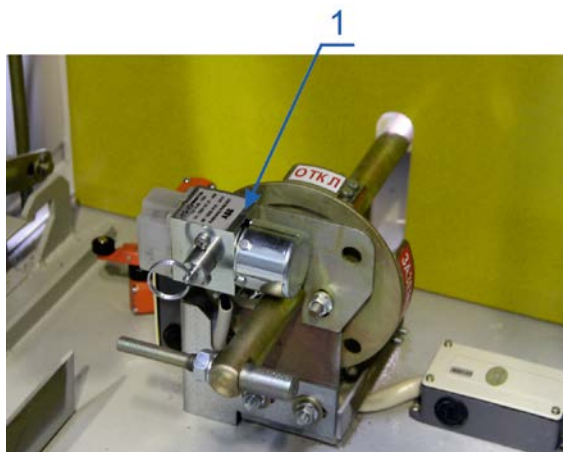


Рисунок 11 Электромагнитный блок-замок

На рисунках 12 а, б изображен механизм привода изоляционных шторок (1). При выкатывании тележки из шкафа автоматически изоляционными шторками (2) закрываются отсеки шинного и линейного разъединяющих контактов, что исключает возможность случайного прикосновения к токоведущим частям, оставшимся под напряжением.

Пластина-фиксатор (3) механизма не позволяет открыть шторки вручную. Рычаг открывания шторок механически связан с пластиной-фиксатором и при закрытых штоках имеют совмещенные отверстия для запираения замком.

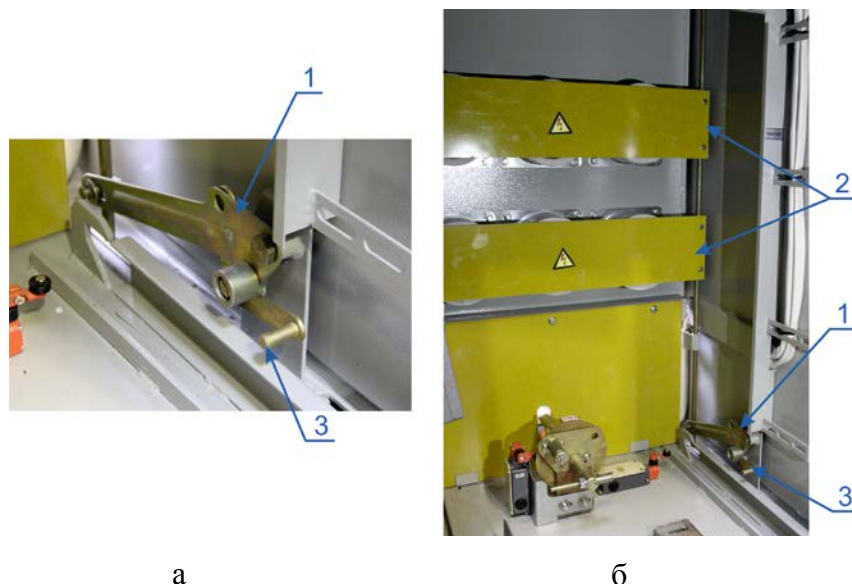


Рисунок 12 Механизм привода изоляционных шторок

При вкатывании тележки шторочный механизм автоматически открывает шторки и фиксирует их.

Для вката тележки из контрольного положения в рабочее следует использовать поставляемый в комплекте с КМ1-КФ рычаг довката (см. Рисунок 13).



Рисунок 13 - Рычаг довката

Порядок пользования рычагом довката следующий:

1. Установить тележку в контрольное положение.
2. Установить рычаг вката-выката, как показано на рисунках 14, 15.
3. Проверить отключенное положение выключателя.
4. Нажать педаль (см. рисунок 16) и высвободить фиксатор положения тележки для дальнейшего передвижения.
5. Удерживая педаль в нажатом состоянии рычагом вката-выката переместить выкатной элемент в промежуточное положение между контрольным и рабочим.
6. Освободить педаль и произвести довкат с помощью ключа вката-выката (см. рисунок 17). Свидетельством того, что тележка находится в рабочем положении является щелчок фиксатора положения тележки.

7. Выкат в контрольное положение производить в обратном порядке (см. рисунок 17).



Рисунок 14 Контрольное положение тележки



Рисунок 15 Рабочее положение тележки



Рисунок 16



Рисунок 17



Рисунок 18

Выкатной элемент шкафа имеет блокировку, не допускающую перемещение тележки из рабочего положения в контрольное и обратно при включенном высоковольтном выключателе. (При включенном выключателе тяга блокировки, находящейся ниже выключателя упирается в педаль и не дает возможности нажать педаль, высвободить фиксатор положения тележки, тем самым предотвращая перемещение выкатного элемента.)

После отключения выключателя, при перемещении выкатного элемента из рабочего положения в контрольное, фиксатор положения тележки передвигается вверх и упирается в тягу блокировки, которая блокирует вал механизма выключателя, тем самым препятствуя его включению.

|                                                                                   |                                                       |                      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|----|
|  | ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница 26 из 49    |    |

### 2.3 Комплектность

В комплект поставки входит:

- Шкафы 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».

«Пакет технического паспорта» включает в себя:

- Технический паспорт;
- Техническое описание и руководство по эксплуатации;
- Электрические схемы главных и вспомогательных цепей;
- Техническая эксплуатационная документация на основную комплектующую аппаратуру (инструкции по эксплуатации, паспорта, технические описания) на языке страны-изготовителя;
- Протоколы испытаний;
- Сертификат качества;
- Ведомость ЗИП и демонтированных элементов;
- Ведомость отгружаемого оборудования;

### 2.4 Маркировка

Маркировка шкафа КМ-1КФ, 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 наносятся на корпус шкафа с обратной стороны и на выкатной элемент.

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

### 3. МОНТАЖ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

#### 3.1 Общие требования

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

Порядок монтажа шкафов КМ-1КФ определяется монтажным персоналом в зависимости от специфики конкретного распределительного устройства и местных условий. При этом необходимо соблюдать требования данного документа и инструкций по эксплуатации аппаратуры, установленной в КМ-1КФ.

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

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

#### 3.2 Меры безопасности

Конструкция шкафов КМ-1КФ удовлетворяет требованиям безопасности, изложенных в нормативных технических документах, настоящем документе и руководствах по эксплуатации аппаратуры, установленной в КМ-1КФ. Погрузочно-разгрузочные и монтажные работы должны проводиться с соблюдением общих правил техники безопасности.

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

#### 3.3 Требования к помещению

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

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

К помещению должен быть обеспечен нормальный подъезд.

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

- помещение должно быть выполнено из негорюемых материалов с пределом огнестойкости не менее 0,75 часа;
- дверной проем должен не иметь порогов и иметь высоту и ширину, обеспечивающие свободное перемещение через него шкафов и сборочных элементов РУ;
- максимальная допустимая нагрузка на пол должна составлять не менее 1400 кг/м<sup>2</sup>;
- полы или закладные фундаментные рамы должны быть выровнены по горизонтали с точностью ±1мм на 1 метр длины, но не более ±2 мм на длину секции КРУ;
- кабельные каналы должны быть выполнены в соответствии с проектом.

Необходимо проверить, правильно ли установлены закладные основания соответственно чертежам проекта. При этом к закладным основаниям, выполняемым из швеллеров, должно быть, прежде всего, предъявлено требование строгой горизонтальности их установки и параллельности одного швеллера другому.

Швеллеры закладных оснований должны быть сварены в стык и соединены с контуром заземления не менее чем в двух местах полосовой сталью сечением не менее 40х4 мм.

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

### **3.4 Установка шкафов**

Шкафы КМ-1КФ поставляются в собранном и отрегулированном состоянии.

Перед монтажом комплектного распределительного устройства проверяют: не повреждены ли отдельные шкафы и их дверцы, цела ли окраска и др.

По прилагаемой изготовителем комплекточной ведомости контролируют комплектность шкафов.

Необходимо также внимательно проверить, не повреждены ли части, демонтированные на время транспортирования и поступившие в отдельной упаковке (измерительные приборы, реле, шины).

Шкафы (блоки шкафов) следует транспортировать только в вертикальном положении.



Рисунок 19



Рисунок 20

Шкафы КМ-1КФ поставляются в собранном и отрегулированном состоянии. Для перемещения на каждом шкафу закреплены строповочные металлические рым-пластины (см. рисунок 1 и 19).

Шкафы можно транспортировать либо за них, либо погрузчиком грузоподъемностью не менее 1 тонны за основание с помощью поддонов, на которых отгружаются шкафы (см. рисунок 20).

Внутри здания их перемещают главным образом с помощью катков, подкладываемых под основание шкафа (блока).

После того как основания выверят и устранят обнаруженные дефекты, приступают к установке шкафов КРУ на предусмотренные проектом места.

Установка и монтаж шкафов производится согласно их расположению в электрической схеме распределительного устройства. На время установки и монтажа из шкафов следует удалить выкатные элементы, чтобы облегчить общий вес шкафа.

Если около педали выкатного элемента установлен блок-замок, то его необходимо временно демонтировать, открутив два крепежных болта).

Рекомендуемая последовательность монтажных работ шкафов КМ-1КФ:

1 до начала монтажа следует проверить правильность установки закладных основания под шкафы и наличие соединения закладных с контуром заземления (должны быть соединены в двух местах сталью размером не менее 40х4 мм сваркой);

2 установить один из крайних шкафов (блок шкафов) с любой из сторон; вертикальность его положения выверяют по отвесу, а горизонтальность - с помощью уровня;

3 проверить устойчивость установленного шкафа (блока) – он не должен качаться;

Чтобы устранить качание и перекосы, применяют прокладки из стали толщиной не более 5 мм.

После установки первого шкафа (блока шкафов) к нему присоединяют второй, затем третий и т. д. - по числу шкафов (или блоков шкафов) данного распределительного устройства. Правильность положения одного шкафа (блока) по отношению к другому выверяют по контрольным отверстиям, имеющимся в их бортах.

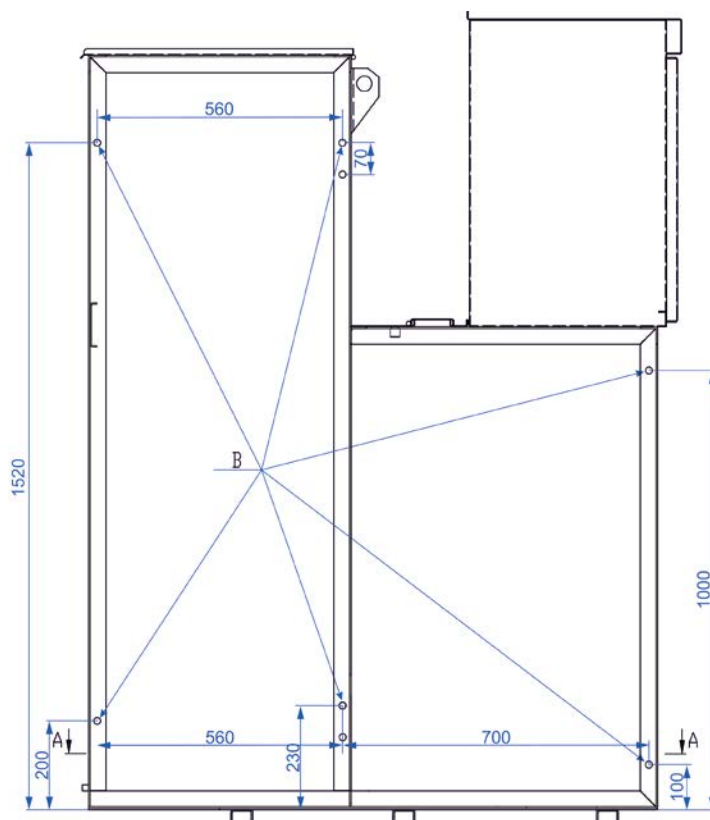


Рисунок 21

**Примечание:**

*В – места торцевых креплений ячеек между собой в секцию;*

|                                                                                   |                                                       |                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|----|
|  | ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ            | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница <b>30</b> из <b>49</b> |    |

*Крепление болтовое: Болт М12х40 ГОСТ 7798-70; гайка М 12,5 ГОСТ 5915-70; шайба 12х2 ГОСТ 11371-68; шайба 12 65Г ГОСТ 6402-70:*

*Сечение А-А (см. рисунок 10).*

По мере установки шкафы (блоки) стыкуют друг с другом болтами. Сначала затягивают нижние, а затем верхние стыковочные болты. Если при этом шкафы (блоки) необходимо немного передвинуть, усилия следует прикладывать к нижним рамам шкафа, так как воздействие на боковые стенки может привести к их деформации и образованию трудно исправимых выпуклостей.

По окончании установки нижние швеллера шкафов приваривают к закладным швеллерам не менее чем в двух точках (на каждом шкафу).

Проверяют вкат и выкат тележек. Выкатной элемент (тележка) шкафа должен вкатываться в корпус мягко, без толчков и ударов, стоять устойчиво, оси подвижных и неподвижных частей разъемных контактов должны точно совпадать.

### **3.5 Монтаж шин**

Монтируются сборные шины первичных цепей. Предварительно освобождают ответвительные шины от временного (на период транспортирования) крепления.

Затем раскладывают на свои места распакованные сборные шины, учитывая их окраску и то, что номера, проставленные на концах шин, соответствуют номерам шкафов, между которыми они должны быть установлены. Демонтированные шины, как правило, упаковываются в тот же шкаф, где им необходимо стоять.

Монтаж сборных шин рекомендуется начинать со средних шкафов, соединение отрезков шин между собой сначала выполнить без затяжки болтов. Шины на изоляторах должны лежать без перекосов, во избежание дополнительных механических нагрузок на изоляторы, для этого под них подкладывают регулировочные пластины.

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

Болты следует заворачивать при помощи динамометрического ключа с моментом силы в соответствии с таблицей 15 в разделе 4.

Все шкафы соединяются между собой болтами, входящими в комплект.

Конструкция шкафов КМ-1КФ обеспечивает возможность крепления их к металлическим деталям фундамента (закладным) сваркой.

После установки шкафов и монтажа шин монтируется аппаратура измерения и защиты, если она на время транспортирования была демонтирована. Установка аппаратов и приборов производится в соответствии с электрической схемой шкафа. Собираются вторичные цепи и цепи питания соединением соответствующих разъемов согласно нумерации.

Правильность выполнения соединений проверяют по схеме, прилагаемой к каждому шкафу.

Согласно кабельному журналу прокладываются и расключаются межпанельные кабельные связи.

Пример установки КМ-1КФ в помещении РУ и установочные размеры - см. рисунок 22.

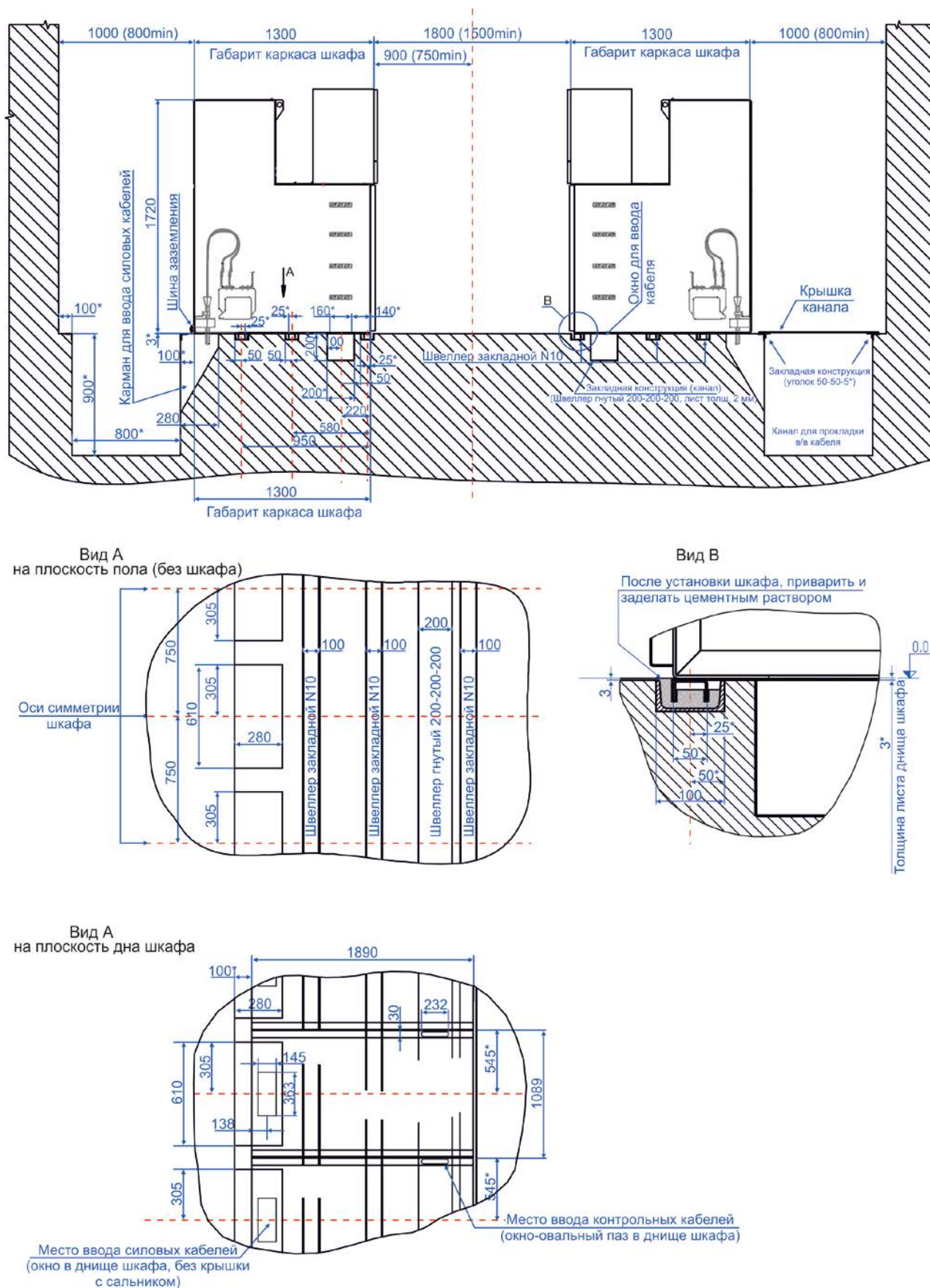


Рисунок 22 - Установка КМ-1КФ в помещении РУ (монтаж и узлы крепления шкафов)

Шкаф КМ1-КФ предназначен для подключения не более 3-х высоковольтных кабелей. Для этого в заднем нижнем лонжероне предусмотрены отверстия для установки 3-х шт. трансформаторов тока ТЗЛМ (по два отверстия на каждый ТЗЛМ). Количество устанавливаемых ТЗЛМ указывается при заказе.

Для подключения силовых кабелей на трансформаторах тока (типа ТОЛ-10) установлена «Г» образная медная шинка с отверстием на конце. Если надо подключить два силовых алюминиевых кабеля, то их необходимо подключать следующим образом:

- опрессовать кабель медно-алюминиевым наконечником;
- подключить два кабеля под один болт с двух сторон шины.

При этом шину и наконечники перед посадкой зачистить, мазать какими-либо смазками не нужно. (Соединение получится следующего вида: болт - шайба - наконечник - шина - наконечник - шайба – пружинная шайба - гайка.).

Шкафы с кабельной сборкой (ШКС сх. 081) позволяют производить подключение до 6 силовых кабелей. При этом следует демонтировать съемную крышку кабельного отсека.

### 3.6 Подготовка к работе

После окончания монтажа шкафов КМ-1КФ необходимо подготовить их к работе.

В процессе подготовки проверяется:

- надежность и правильность крепления всех аппаратов, изоляторов, шин, заземляющих устройств;
- надежность открывания (закрывтия) дверей, запираания их на замок;
- четкость работы коммутационных аппаратов и блокировочных устройств<sup>1)</sup>;
- наличие знаков безопасности на дверях, мнемосхем, окраска оборудования;

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

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

Шкафы КРУ после монтажа должны быть надежно заземлены в соответствии с «Правилами устройства электроустановок». С задней стороны на шкафах имеются зажимы (бобышки) заземления, для присоединения медной шины. Допускается подсоединение каркасов КМ-1КФ к контуру заземления с помощью электросварки.

Все оборудование, смонтированное в шкафах КРУ, перед вводом в эксплуатацию должно быть подвергнуто испытаниям в соответствии с требованиями действующей нормативной документации (ПУЭ, РД и т.п.).

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

### **ВНИМАНИЕ!**

*При проведении высоковольтных испытаний на шкафах КМ-1КФ с вакуумными выключателями ограничители перенапряжений ОПН следует отсоединить от токоведущих цепей.*

## 4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

### 4.1 Ввод в эксплуатацию

При вводе в эксплуатацию все элементы КМ-1КФ (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 КМ-1КФ 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 КМ-1КФ 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.

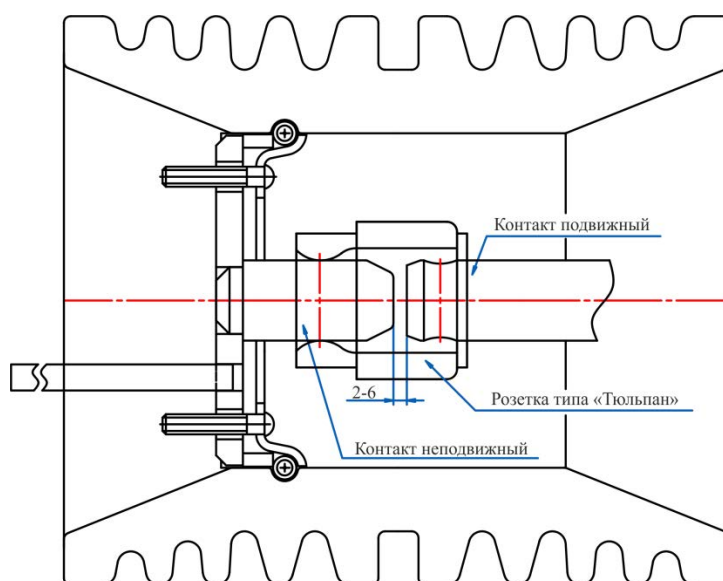


Рисунок 23 Допуски при регулировке зазора в разъемных контактных соединениях типа «Тюльпан»

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 17.

Таблица 17

| Измеряемый элемент                                                                                 | Допустимые значения сопротивления |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Главные цепи:<br>- для шкафов до 1000 А<br>- для шкафов на 1600 А<br>- для шкафов на 2000 А и выше | 120 мкОм;<br>80 мкОм;<br>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 18.

Таблица 18

| Рекомендуемый момент затяжки <sup>1</sup> 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 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 выкатного элемента. Проверить заземление и исправность разъемных контактов главных и вспомогательных цепей.

Произвести вкатывание выдвижного элемента в шкаф КРУ. Вкатывание должно производиться плавно и, как правило, одним человеком. Не допускается вкатывать выкатной 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 затирааний.

|                                                                                   |                                                       |                      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|----|
|  | ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница 35 из 49    |    |

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 КМ-1КФ 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.

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 КМ-1КФ, 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 Эксплуатационные ограничения

### **ВНИМАНИЕ!**

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

## 4.4 Техническое обслуживание

### Общие указания

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

|                                                                                   |                                                       |                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|----|
|  | ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ            | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница <b>36</b> из <b>49</b> |    |

В данной инструкции должны быть учтены требования настоящего ТО и РЭ, инструкций по эксплуатации оборудования, установленного в КМ-1КФ, спецификации и условия эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электрооборудования распределительного устройства.

При установке и применении шкафов КРУ серии КМ-1КФ исполнения УЗ в климатических зонах с температурой ниже минус 5°C следует предусматривать средства обогрева помещений 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 КМ-1КФ обеспечивается после извлечения выдвижных элементов и демонтажа легкосъёмных перегородок.

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

- выкатить ВЭ в контрольное положение;
- открыть дверь отсека ВЭ каркаса шкафа;
- выкатить выкатной элемент из контрольного положения в коридор обслуживания.

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.)

Выдвижной элемент может находиться в шкафу только в контрольном положении, заземлитель включён.

Техническое обслуживание КРУ включает в себя:

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

Техническое обслуживание оборудования, установленного в КМ-1КФ (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 КМ-1КФ и установленного в них электрооборудования, обнаруженные при периодических осмотрах, должны регистрироваться в эксплуатационной документации и устраняться по мере их выявления. Ремонт проводится при необходимости восстановления работоспособного состояния КРУ.

#### **4.5 Меры безопасности**

При проведении работ по техническому обслуживанию КМ-1КФ 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.

|                                                                                   |                                                       |                      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|----|
|  | ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница 37 из 49    |    |

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 КМ-1КФ 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 КМ-1КФ запрещается работа людей на участке схемы, отключенной только выключателем.

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

## **4.6 Осмотр**

Периодические осмотры проводятся с целью оценки текущего состояния КМ-1КФ. Периодичность проведения осмотров устанавливается техническим руководителем эксплуатирующего предприятия с учетом условий и опыта эксплуатации, технического состояния и срока службы КРУ.

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

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

Осмотр КМ-1КФ следует проводить в следующем объёме:

1 визуальный контроль наличия загрязнений, повреждения окраски и антикоррозионного покрытия. Осмотр аппаратов в отсеке присоединений можно осуществить через смотровые окна, расположенные на двери отсека;

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 распредустройства из шкафов КМ-1КФ 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.

#### **4.7 Замена элементов КМ-1КФ**

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

##### **4.7.1 Демонтаж трансформаторов тока.**

Для демонтажа трансформаторов тока следует выполнить следующие действия:

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

#### ***ВНИМАНИЕ!***

*В шкафах ввода для исключения возможности включения заземлителя на ввод, находящийся под напряжением, следует обеспечить отсутствие напряжения со стороны питающего РУ или подстанции. Отключение питания должно производиться в соответствии с инструкцией по производству оперативных переключений. Для предотвращения такой возможности на доступ к заземлителю накладывается запрет цепями оперативной блокировки (установлены блок-замки), которые должны быть увязаны с внешней питающей стороной.*

##### **4.7.2 Демонтаж трансформаторов напряжения.**

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

4.7.3 Ремонт и замена установленных в шкафах КМ-1КФ аппаратов и элементов должны производиться в соответствии с инструкциями эксплуатирующего предприятия.

## **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 КМ-1КФ 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 КМ-1КФ 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 КМ-1КФ 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/м<sup>3</sup>.

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<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ            | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница <b>40</b> из <b>49</b> |    |

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<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ            | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница <b>41</b> из <b>49</b> |    |

## 6. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Изготовитель гарантирует соответствие шкафов КМ-1КФ требованиям стандарта предприятия СТ 8828-1917-АО-4-15-2012 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 КМ-1КФ, предназначенных для экспорта, гарантийный срок эксплуатации устанавливается один год со дня ввода в эксплуатацию, но не более двух лет с момента проследования их 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 КМ-1КФ – не менее 30 лет при условии проведения ежегодного техобслуживания и замены комплектующей аппаратуры в сроки, установленные техническими условиями на эту аппаратуру.

|                                                                                   |                                                       |                      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|----|
|  | ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница 42 из 49    |    |

## 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:

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

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

- шкафы КРУ разделены на отсеки, что уменьшает зону повреждения при дуговом коротком замыкании в шкафу;
- выдвижные элементы шкафов полностью взаимозаменяемы;
- дуговая защита на оптоволоконных датчиках и устройствах БССДЗ снижает до минимума время воздействия открытой дуги, исключительно селективна и исключает ложные срабатывания;

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.

Образец заполнения опросного листа для шкафов КМ-1КФ - см. рис. 24, 25, 26).

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

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

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

Если Вы только приступаете к проектированию распределительного устройства с применением шкафов КМ-1КФ, 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 КМ-1КФ и другую необходимую информацию.

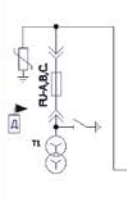
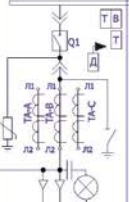
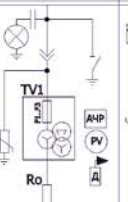
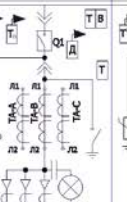
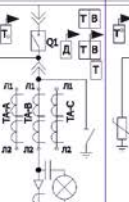
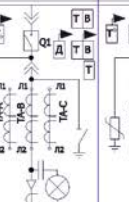
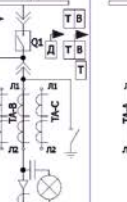
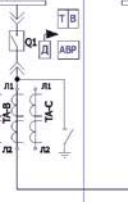
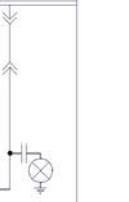
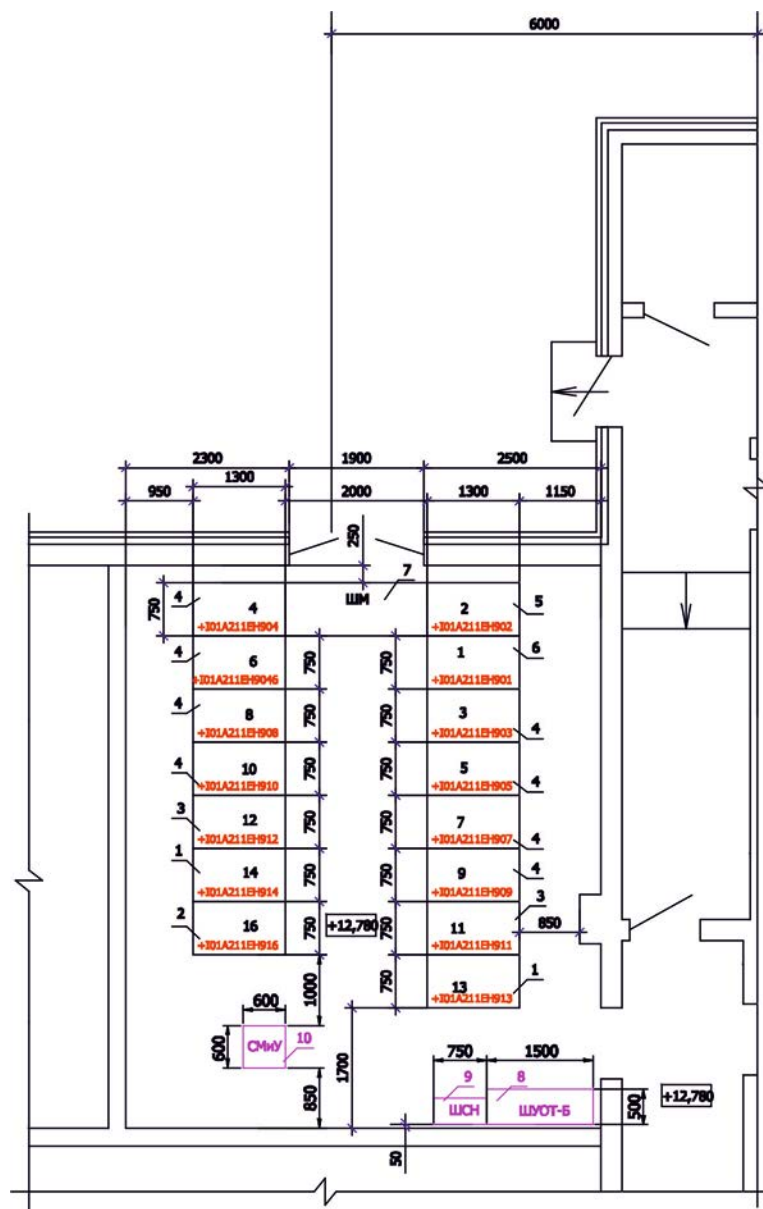
| Номер камеры по плану                                                                                                                                          | 16 TSN                                                                                                   | 14 V                                                                                | 12 TN                                                                               | 10 LO                                                                               | 8 LT                                                                                | 6 LT                                                                                  | 4 LT                                                                                  | 2 SV1                                                                                 | 1 SR1                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Напряжение - 10 кВ<br>Ном. ток отброски шин 1250 А<br>(Шина нейтр. М1; В6)<br>Ток термической стойкости (3с) 31,5 кА<br>Ток электродинамической стойкости 50кА |                                                                                                          |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| Схема первичных соединений                                                                                                                                     |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Назначение камеры                                                                                                                                              | ТОН №1<br>+101A211EH916                                                                                  | Рес. №1 от ТП1 230/35/10кВ<br>TV (Ш 10 кВ экв. TV 74.80A211EH914)                   | ТН №1<br>+101A211EH912                                                              | Рес. №1<br>+101A211EH910                                                            | Тр-тор Т1 230/35 кВА подстанции<br>5942 (ТН-402) +101A211EH908                      | Тр-тор Т2 230/35 кВА подстанции<br>5942 (ТН-402) +101A211EH908                        | Тр-тор Т3 230/35 кВА подстанции<br>5942 (ТН-402) +101A211EH908                        | Секционный выключатель<br>+101A211EH902                                               | Секционный разъединитель<br>+101A211EH901                                             |
| Номенклатурное название камеры                                                                                                                                 | ШТОН-10-13-630                                                                                           | ШВВ-10-01-1000                                                                      | ШТН-10-06-630                                                                       | ШВВ-10-02-630                                                                       | ШВВ-10-02-630                                                                       | ШВВ-10-02-630                                                                         | ШВВ-10-02-630                                                                         | ШВВ-10-03-1000                                                                        | ШВВ-10-05-1000                                                                        |
| Релейная защита                                                                                                                                                |                                                                                                          | 7S36326-SEB90-3FBO-LOR                                                              | 7RW8020-SEG90-1DA0-LOR                                                              | 7S38042-SEG90-1FBO-LOR                                                              | 7S38042-SEG90-1FBO-LOR                                                              | 7S38042-SEG90-1FBO-LOR                                                                | 7S38042-SEG90-1FBO-LOR                                                                | 7S36325-SEB90-3FBO-LOR                                                                |                                                                                       |
| Тип выключателя                                                                                                                                                | ПКТ-101-10-8-31,5-VX/3                                                                                   | 3AH5125-2MF30<br>Iном 1250А, Iоткр 31,5кА                                           |                                                                                     | 3AH5125-2MF30<br>Iном 1250А, Iоткр 31,5кА                                           | 3AH5125-2MF30<br>Iном 1250А, Iоткр 31,5кА                                           | 3AH5125-2MF30<br>Iном 1250А, Iоткр 31,5кА                                             | 3AH5125-2MF30<br>Iном 1250А, Iоткр 31,5кА                                             | 3AH5125-2MF30<br>Iном 1250А, Iоткр 31,5кА                                             |                                                                                       |
| Трансформатор тока                                                                                                                                             | фаза А ТОН-10-1-2-0,5/10P 1000/5<br>фаза В ТОН-10-1-2-0,5/10P 1000/5<br>фаза С ТОН-10-1-2-0,5/10P 1000/5 | ТОН-10-1-2-0,5/10P 1000/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 1000/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 1000/5 |                                                                                     | ТОН-10-1-2-0,5/10P 600/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 600/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 600/5    | ТОН-10-1-2-0,5/10P 150/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 150/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 150/5    | ТОН-10-1-2-0,5/10P 150/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 150/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 150/5      | ТОН-10-1-2-0,5/10P 200/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 200/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 200/5      | ТОН-10-1-2-0,5/10P 800/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 800/5<br>ТОН-10-1-2-0,5/10P 800/5      |                                                                                       |
| Измерительный прибор                                                                                                                                           | 342700; Kт=1000/5                                                                                        | 342700; Kт=1000/5                                                                   | Ц42704 12,5кВ                                                                       | 342700; Kт=600/5                                                                    | 342700; Kт=150/5                                                                    | 342700; Kт=150/5                                                                      | 342700; Kт=150/5                                                                      | 342700; Kт=200/5                                                                      | 340700; Kт=800/5                                                                      |
| Тип трансформатора напряжения                                                                                                                                  | ТЛС 40/10/0,4кВ                                                                                          |                                                                                     | 3хЭНОЛП-10;<br>10/√3/0,1/√3/0,1/3                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| Трансформатор тока нулевой послед-ти                                                                                                                           |                                                                                                          |                                                                                     |                                                                                     | ТЗРП-125<br>3                                                                       | ТЗРП-125<br>1                                                                       | ТЗРП-125<br>1                                                                         | ТЗРП-125<br>1                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |
| Концевой выключатель выкатного элемента                                                                                                                        | 2+2                                                                                                      | 2+2                                                                                 | 2+2                                                                                 | 2+2                                                                                 | 2+2                                                                                 | 2+2                                                                                   | 2+2                                                                                   | 2+2                                                                                   | 2+2                                                                                   |
| Концевой выключатель ЗН замыкающего ножа                                                                                                                       | 2+2                                                                                                      | 2+2                                                                                 | 2+2                                                                                 | 2+2                                                                                 | 2+2                                                                                 | 2+2                                                                                   | 2+2                                                                                   | 2+2                                                                                   |                                                                                       |
| Блок-замок выкатного элемента                                                                                                                                  | 1                                                                                                        | 1                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| Блок-замок ЗН замыкающего ножа                                                                                                                                 | 1                                                                                                        | 1                                                                                   | 1                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       | 1                                                                                     | 1                                                                                     |
| Отечки                                                                                                                                                         |                                                                                                          |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| Тип преобразователя ОПН                                                                                                                                        | 7K67750-0AA1-0AA1<br>3ЕК7 150-40С4 Уном 12кВ;                                                            | 7K67750-0AA1-0AA1<br>3ЕК7 150-40С4 Уном 12кВ;                                       | 7K67750-0AA1-0AA1<br>3ЕК7 150-40С4 Уном 12кВ;                                       | 7K67750-0AA1-0AA1<br>3ЕК7 150-40С4 Уном 12кВ;                                       | 7K67750-0AA1-0AA1<br>3ЕК7 150-40С4 Уном 12кВ;                                       | 7K67750-0AA1-0AA1<br>3ЕК7 150-40С4 Уном 12кВ;                                         | 7K67750-0AA1-0AA1<br>3ЕК7 150-40С4 Уном 12кВ;                                         | 7K67750-0AA1-0AA1<br>3ЕК7 150-40С4 Уном 12кВ;                                         | 7K67750-0AA1-0AA1<br>3ЕК7 150-40С4 Уном 12кВ;                                         |
| Марка и сечение кабеля                                                                                                                                         | АПВвн-LS 2х(3х185/120)                                                                                   | АПВвн-LS 2х(3х185/120)                                                              |                                                                                     | АПВвн-LS 3х185/120                                                                  | АПВвн-LS 3х185/120                                                                  | АПВвн-LS 3х185/120                                                                    | АПВвн-LS 3х185/120                                                                    | АПВвн-LS 3х185/120                                                                    |                                                                                       |
| Номер вторичных схем                                                                                                                                           | TSN1                                                                                                     | V1                                                                                  | TN1                                                                                 | LO10                                                                                | LT8                                                                                 | LT6                                                                                   | LT4                                                                                   | SV                                                                                    | SR                                                                                    |

Рисунок 24 - Пример заполнения опросного листа на РУ из шкафов КМ-1КФ - лист 1

| Номер камеры по плану                                 | 3 LD                                                                                                           | 5 LT                                                                             | 7 LT                                                                             | 9 LO                                                                             | 11 TN                            | 13 V                                                                                |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Ном. напряжения - 10 кВ                               |                                                                                                                |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                  |                                  |                                                                                     |
| Ном. ток сборных шин: 1250 А<br>Шина медная М1; 8х60  |                                                                                                                |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                  |                                  |                                                                                     |
| Ток термической стойкости (3с)<br>31,5 кА             |                                                                                                                |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                  |                                  |                                                                                     |
| Ток электродинамической<br>стойкости 80кА             |                                                                                                                |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                  |                                  |                                                                                     |
| Схема<br>первичных<br>соединений                      |                                                                                                                |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                  |                                  |                                                                                     |
| Назначение камеры                                     | Двиг. 10 кВ системы пылеулавливания<br>РР09/АТУ7+101А211ЕН903                                                  | Тр-тор Т1 2000 кВА подстанции<br>Ш02 (Т1-402)+101А211ЕН905                       | Тр-тор Т3 2000 кВА подстанции<br>Ш02 (Т1-402)+101А211ЕН907                       | Резерв<br>+101А211ЕН909                                                          | ТН №2<br>+101А211ЕН911           | Вход №2 от ГПП 220/35/10 кВ III ГШ<br>10 кВ ш.м.10-6+101А211ЕН913                   |
| Номенклатурное<br>назначение камеры                   | ШВВ-10-02-630                                                                                                  | ШВВ-10-02-630                                                                    | ШВВ-10-02-630                                                                    | ШВВ-10-02-630                                                                    | ШТН-10-06-630                    | ШВВ-10-01-1000                                                                      |
| Релейная защита                                       | 7UM6215-6EB99-0FG0+LOR+M2F                                                                                     | 7SJ8042-5EG90-1FB0-LOR                                                           | 7SJ8042-5EG90-1FB0-LOR                                                           | 7SJ8042-5EG90-1FB0-LOR                                                           | 7RW8020-5EG90-1DA0-LOR           | 7SJ6326-5EB90-3FBO-LOR                                                              |
| Тип выключателя                                       | 3АН5125-2MF50<br>Ином 1250А, Iоткл 31,5кА                                                                      | 3АН5125-2MF50<br>Ином 1250А, Iоткл 31,5кА                                        | 3АН5125-2MF50<br>Ином 1250А, Iоткл 31,5кА                                        | 3АН5125-2MF50<br>Ином 1250А, Iоткл 31,5кА                                        |                                  | 3АН5125-2MF50<br>Ином 1250А, Iоткл 31,5кА                                           |
| Трансформатор<br>тока                                 | Фаза А<br>ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 150/5<br>Фаза В<br>ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 150/5<br>Фаза С<br>ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 150/5 | ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 150/5<br>ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 150/5<br>ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 150/5 | ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 150/5<br>ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 150/5<br>ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 150/5 | ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 600/5<br>ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 600/5<br>ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 600/5 |                                  | ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 1000/5<br>ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 1000/5<br>ТОЛ-10-1-2-0,5/10Р 1000/5 |
| Измерительный прибор                                  | Э42700; Ктт=150/5                                                                                              | Э42700; Ктт=150/5                                                                | Э42700; Ктт=150/5                                                                | Э42700; Ктт=600/5                                                                | Ц42704 12,5кВ                    | Э42700; Ктт=1000/5                                                                  |
| Тип трансформатора<br>напряжения                      |                                                                                                                |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                  | ЗЭНОЛП-10;<br>10:√3/0,1:√3/0,1:3 |                                                                                     |
| Трансформатор тока<br>нулевой послед-ти<br>количество | ТЗРЛ-125<br>1                                                                                                  | ТЗРЛ-125<br>1                                                                    | ТЗРЛ-125<br>1                                                                    | ТЗРЛ-125<br>3                                                                    |                                  |                                                                                     |
| Концевой выключатель<br>выкатного элемента.           | 2+2                                                                                                            | 2+2                                                                              | 2+2                                                                              | 2+2                                                                              | 2+2                              | 2+2                                                                                 |
| Концевой выключатель ЗН<br>заземляющего ножа.         | 2+2                                                                                                            | 2+2                                                                              | 2+2                                                                              | 2+2                                                                              | 2+2                              | 2+2                                                                                 |
| Блок-замок<br>выкатного элемента.                     |                                                                                                                |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                  |                                  | 1                                                                                   |
| Блок-замок ЗН<br>заземляющего ножа.                   |                                                                                                                |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                  | 1                                | 1                                                                                   |
| Очетчики                                              |                                                                                                                |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                  |                                  |                                                                                     |
| Тип преобразователя                                   | 7KG7750-0AA1-0AA1<br>7KG7750-0AA1-0AA1                                                                         | 7KG7750-0AA1-0AA1                                                                | 7KG7750-0AA1-0AA1                                                                | 7KG7750-0AA1-0AA1                                                                | 7KG7750-0AA1-0AA1                | 7KG7750-0AA1-0AA1                                                                   |
| ОПН                                                   | ЗЕК7 150-4СС4 Уном 12кВ;                                                                                       | ЗЕК7 150-4СС4 Уном 12кВ;                                                         | ЗЕК7 150-4СС4 Уном 12кВ;                                                         | ЗЕК7 150-4СС4 Уном 12кВ;                                                         | ЗЕК7 150-4СС4 Уном 12кВ;         | ЗЕК7 150-4СС4 Уном 12кВ;                                                            |
| Марка и сечение кабеля                                | АПВнг-LS 3х185/120                                                                                             | АПВнг-LS 3х185/120                                                               | АПВнг-LS 3х185/120                                                               | АПВнг-LS 3х185/120                                                               |                                  | АПВнг-LS 2х(3х185/120)                                                              |
| Номер вторичных схем                                  | LD3                                                                                                            | LTS                                                                              | LT7                                                                              | LO9                                                                              | TN2                              | V2                                                                                  |

Рисунок 25 - Пример заполнения опросного листа на РУ из шкафов КМ-1КФ - лист 2



\* - размеры для справок.

Рисунок 26 - Пример заполнения опросного листа на РУ из шкафов КМ-1КФ - лист 3 План расположения шкафов КМ-1КФ в распределительном устройстве

Таблица 19

| <b>Бланк для заказа шкафов КРУ серии КМ-1КФ</b> |                                                                   |                           |          |          |          |          |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|
| <i>1</i>                                        | <b>Запрашиваемые данные</b>                                       | <b>От вет ы заказчика</b> |          |          |          |          |
| <i>2</i>                                        | Номер шкафа КРУ по плану                                          | <i>1</i>                  | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> |
| <i>3</i>                                        | Тип шкафа КРУ                                                     |                           |          |          |          |          |
| <i>4</i>                                        | Ном. т ок сборных шин, А                                          |                           |          |          |          |          |
| <i>5</i>                                        | Уном. , кВ                                                        |                           |          |          |          |          |
| <i>6</i>                                        | Схема первичных соединений                                        |                           |          |          |          |          |
| <i>7</i>                                        | Обозначение шкафа (т ип, напр., номер схемы, т ок главных цепей ) |                           |          |          |          |          |
| <i>8</i>                                        | Назначение шкафа КРУ (надпись)                                    |                           |          |          |          |          |
| <i>9</i>                                        | Тип выключат еля                                                  |                           |          |          |          |          |
| <i>10</i>                                       | Трансформат оры т ока                                             |                           |          |          |          |          |
| <i>11</i>                                       | Кол-во т р-ров т ока ТЗЛМ                                         |                           |          |          |          |          |
| <i>12</i>                                       | Технические хар-ки нагрузки                                       |                           |          |          |          |          |
| <i>13</i>                                       | Управление выключат елем (М-мест ное, Д-дист анционное)           |                           |          |          |          |          |
| <i>14</i>                                       | Приборы учет а - т ип счет чика                                   |                           |          |          |          |          |
| <i>15</i>                                       | Ист очник пит ания операт . т ока                                 |                           |          |          |          |          |
| <i>16</i>                                       | Тип релейной защит ы                                              |                           |          |          |          |          |
| <i>17</i>                                       | Дополнит ельные т ребования                                       |                           |          |          |          |          |
| <i>18</i>                                       | Тип, марка и кол-во присоед. кабелей                              |                           |          |          |          |          |
| <i>19</i>                                       | Примечание                                                        |                           |          |          |          |          |

|                                                                                   |                                                       |                      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|----|
|  | ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И<br>РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | КМ1КФ.16.01.11.ТО_РЭ | R2 |
|                                                                                   |                                                       | Страница 47 из 49    |    |

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

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

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

Исключение составляют:

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

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

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

**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 20.

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

Таблица 20

| <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 21.

Таблица 21

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

<sup>1)</sup> Уровень изоляции а - для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов по п. 4.10 ГОСТ 1516.3-96, для остального электрооборудования – устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем;

уровень изоляции б - для электрооборудования разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов,

<sup>2)</sup> Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения.

<sup>3)</sup> Для электрооборудования категории размещения 1 (кроме силовых трансформаторов и реакторов).

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