КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА СЕРИИ TEL

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

АРТА.674712.003 ТО

Версия 1104

ТАВРИДА ЭЛЕКТРИК УКРАИНА

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АВР — автоматическое включение резерва

АКБ — аккумуляторная батарея

АПВ — автоматическое повторное включение

АРМ — автоматизированное рабочее место

ВВ/TEL — вакуумный выключатель серии TEL

ВДК — вакуумная дугогасительная камера

ЗНЗ — защита от замыкания на землю

ЗРУ — закрытое распределительное устройство

ЗТП — закрытая трансформаторная подстанция

КРУ — комплектное распределительное устройство

КРУ/TEL — комплектное распределительное устройство серии TEL

ЛЗШ — логическая защита шин

МТЗ — максимальная токовая защита

ОПН — ограничитель перенапряжений нелинейный

ОРУ — открытое распределительное устройство

ПСИ — приемо-сдаточные испытания

РЗиА — релейная защита и автоматика

РП — распределительный пункт

РУ — распределительное устройство

ТН — трансформатор напряжения

ТО — токовая отсечка

ТП — трансформаторная подстанция

ТСН — трансформатор собственных нужд

ТТ — трансформатор тока

ТТНП — трансформатор тока нулевой последовательности

УРОВ — устройство резервирования отказа выключателя

SCADA — система диспетчерского управления и сбора данных

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Основные сведения

Устройства комплектные распределительные малогабаритные серии TEL (в дальнейшем именуемые КРУ/TEL) предназначены для применения в составе комплектных трансформаторных подстанций, распределительных пунктов и иных закрытых распредустройств общепромышленного назначения.

КРУ/TEL формируются из необходимого количества отдельных компактных шкафов путем их соединения при монтаже. Шкафы КРУ/TEL имеют негерметизированную конструкцию каркасно-панельного типа, с металлической оболочкой и состоят из модулей, различающихся своим функциональным назначением.

Базовый коммутационный модуль содержит вакуумный выключатель ВВ/TEL (см. Приложение, раздел 1), разъединитель-заземлитель, трансформаторы тока (см. Приложение, раздел 2) и датчик напряжения емкостного типа (см. Приложение, раздел 3).

Конструкция шкафов КРУ/TEL предусматривает одностороннее обслуживание. Ширина коридора обслуживания для управления оборудованием должна быть не менее 1500 мм.

Расстояние от задней стенки шкафа КРУ/TEL до стен помещения, необходимое для проведения монтажных и ремонтных работ, а также для обеспечения условий безопасной эксплуатации, должно составлять не менее 600 мм.

КРУ/TEL предназначены для эксплуатации в районах с умеренным климатом в условиях, предусмотренных для климатического исполнения У категории размещения 3 по ГОСТ 15150.

1.2. Условное обозначение шкафа КРУ/TEL

К Р У / T E L - X - X / X - X - X

- Комплектное распределительное устройство
- Наименование серии
- Номинальное напряжение, кВ
- Номинальный ток отключения выключателей, встроенных в КРУ, кА
- Номинальный ток сборных шин, А
- Номера схем модулей главных цепей (по табл.3), установленных в шкаф КРУ
- Климатическое исполнение (У по ГОСТ 15150)и категория размещения (3 по ГОСТ 15150)

Пример обозначения шкафа КРУ/TEL на номинальное напряжение 10 кВ, номинальный ток отключения выключателя 16 кА, номинальный ток сборных шин 400 А, содержащего модули 4, 9 и 6 (см. однолинейные схемы главных цепей модулей в таблице 3):

КРУ/TEL 10 – 16/400-0496-У3

1.3. Назначение

КРУ/TEL предназначены для приема и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц на номинальное напряжение до 10 кВ в сетях с изолированной нейтралью при нормальных и аварийных режимах работы сетей.

1.4. Условия эксплуатации

Температура воздуха при эксплуатации[1]:	от - 25°С до + 40°С
Относительная влажность (среднее значение):	80 % (при 20°С)
Относительная влажность (верхнее значение):	98 % (при 25°С)

Шкафы КРУ/TEL предназначены для эксплуатации на высоте до 1000 м над уровнем моря.

Шкафы не предназначены для работы:

- в помещениях, опасных в отношении пожара или взрыва;
- в условиях воздействия газов, паров и химических отложений, разрушающих изоляцию;
- в атмосфере, насыщенной токопроводящей пылью.

[1] Данный температурный диапазон имеет отношение к шкафам главных цепей КРУ/TEL. Если система оперативного питания, система РЗиА или система SCADA имеют другие значения рабочих температур, не выходящие за указанные пределы, эти значения необходимо принимать за диапазон рабочих температур КРУ/TEL.

1.5. Основные электрические параметры

Таблица 1

№	Наименование параметра	Значение параметра
1	Номинальное напряжение (линейное), кВ	10,0
2	Наибольшее рабочее напряжение (линейное), кВ	12,0
3	Номинальный ток главных цепей КРУ/TEL, А	
	- однокабельного присоединения	400, 630
	- двухкабельного присоединения	630
4	Номинальный ток сборных шин, А	400, 630
5	Номинальный ток отключения выключателей, встроенных в КРУ/TEL, кА	16,0
6	Ток термической стойкости, кА	16,0
7	Время протекания тока термической стойкости, с	3
8	Номинальный ток электродинамической стойкости (амплитуда), кА	41,0
9	Номинальное напряжение вспомогательных цепей, В	220
10	Допустимое отклонение напряжения вспомогательных цепей	-15%; +10%
11	Одноминутное нормированное испытательное напряжение изоляции по ГОСТ 1516.1 частотой 50 Гц (действующее значение), кВ	42
12	Электрическая прочность воздушного изоляционного промежутка разъединителя-заземлителя (разъединителя), кВ	48
13	Испытательное напряжение грозовых импульсов с параметрами по ГОСТ 1516.2, кВ	
	- полный грозовой импульс	75
	- срезанный грозовой импульс	90

1.6. Конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики КРУ/TEL

Таблица 2

№	Наименование параметра	Исполнение
1	Уровень изоляции по ГОСТ 1516.1	нормальная
2	Вид изоляции	комбинированная (твердая и воздушная)
3	Изоляция токоведущих шин главных цепей	с изолированными токоведущими шинами главных цепей
4	Наличие выкатных элементов	без выкатных элементов
5	Вид линейных высоковольтных присоединений	кабельные нижние в шкафу
6	Условия обслуживания	с односторонним обслуживанием
7	Степень защиты оболочки шкафов КРУ/TEL	IP40 (со стороны зоны обслуживания)
8	Вид управления	местное, дистанционное, телеуправление
9	Срок службы до замены, лет, не менее	25
10	Вид поставки	отдельными шкафами

2. МОДУЛИ КРУ

Модуль – это минимальная совокупность оборудования, установленного в шкафу КРУ/TEL и выполняющего определенные функции. Номер модуля соответствует номеру его схемы, указанному в таблице 3.

Основой для построения всех модулей служит конструктив вакуумного выключателя ВВ/TEL, обеспечивающий легкость соединения модулей друг с другом. Совокупность модулей образует шкаф КРУ/TEL. Модули, состыкованные друг с другом, образуют сборные шины шкафа КРУ. Комплектные распределительные устройства серии TEL отгружаются потребителю в виде шкафов.

В помещении РП осуществляется стыковка шкафов КРУ, что позволяет сформировать магистрали сборных шин в пределах подстанции.

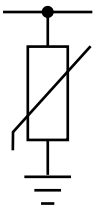
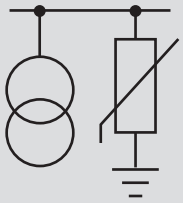
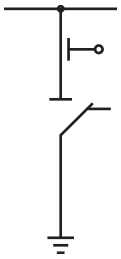
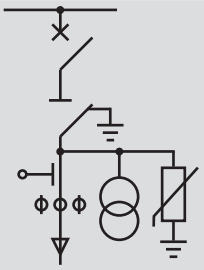
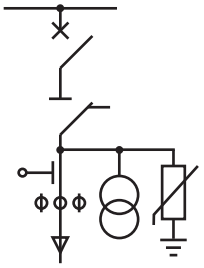
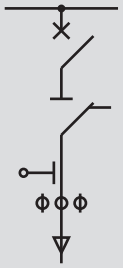
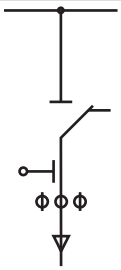
После установки и подключения релейных отсеков, содержащих блоки управления выключателями и аппаратуру РЗиА, системы оперативного питания и системы SCADA, комплектное распредустройство становится полнофункциональным объектом, связывающим энергосистему с потребителями.

Модульная архитектура КРУ серии TEL позволяет обеспечить минимальные габариты шкафов, гибкость в формировании различных схем главных цепей распредустройств, высокую монтажную готовность и надежность оборудования.

2.1. Схемы главных цепей модулей

Таблица 3

Номер схемы модуля	Схема электрическая принципиальная	Назначение
1 (1а)		Линия с однокабельным присоединением, выключателем и разъединителем-заземлителем. 1 - рассчитан на ток до 400 А и подключение кабеля до 240 мм^2. 1а - рассчитан на ток до 630 А и подключение кабеля до 300 мм^2.
2 (3)		2 - линия с двухкабельным присоединением, выключателем и разъединителем 3 - линия с двухкабельным присоединением, выключателем, разъединителем, трансформаторами напряжения и ограничителями перенапряжений
4 (5)		4 - линия с двухкабельным присоединением, выключателем и разъединителем-заземлителем 5 - линия с двухкабельным присоединением, выключателем, разъединителем-заземлителем, трансформаторами напряжения и ограничителями перенапряжений
6, 7		Узел секционирования сборных шин: 6 - модуль секционного выключателя; 7 - модуль секционного разъединителя

8		Модуль с ограничителями перенапряжений на сборных шинах
9		Модуль с трансформаторами напряжения и ограничителями перенапряжений на сборных шинах
10		Модуль заземлителя сборных шин
11		Линия с однокабельным присоединением, выключателем, разъединителем-заземлителем, трансформаторами напряжения и ограничителями перенапряжений
12		Линия с однокабельным присоединением, выключателем, разъединителем, трансформаторами напряжения и ограничителями перенапряжений
13		Линия с однокабельным присоединением, выключателем и разъединителем
14		Линия с однокабельным присоединением и разъединителем (без выключателя)

15		Линия с однокабельным присоединением и разъединителем--заземлителем
16		Присоединение с разъединителем и элементами секционирования (левого расположения)
17		Присоединение без коммутационных аппаратов с элементами секционирования (левого или правого расположения)
18		Линия с однокабельным присоединением (без коммутационных аппаратов)

2.2. Основные принципы формирования модулей

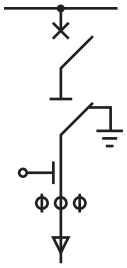
В составе модуля, в зависимости от функционального назначения, могут присутствовать разъединитель (разъединитель-заземлитель) и вакуумный выключатель (модули №№ 1-6, 11-13), только разъединитель или разъединитель-заземлитель (модули №№ 7, 10, 14-16) или отсутствовать коммутационные аппараты (модули №№ 8, 9, 17, 18). В зависимости от количества подключаемых кабелей модули разделяются на однокабельные и двухкабельные. Основная концепция вакуумного выключателя серии TEL продолжается в конструкции разъединителя, а именно: подвижный контакт разъединителя перемещается вдоль той же вертикальной оси, вдоль которой перемещаются главные контакты и детали привода выключателя.

Малые габариты модулей и требования высокой надежности и безопасности комплектующего оборудования предполагают, что для подключения силовых кабелей используются термоусаживаемые концевые кабельные муфты фирмы RAYCHEM (Германия) или иные подобные по согласованию с потребителем.

Более подробно структура модулей, их назначение и выполняемые функции описаны ниже, в разделе 2.3. Принципы построения типовых шкафов КРУ/TEL изложены в разделе 4.1. Формирование распределительных устройств на базе шкафов КРУ/TEL – в разделе 4.4.

2.3. Состав модулей

2.3.1. Модули №1 и №1а. Линия с однокабельным присоединением, вакуумным выключателем и разъединителем-заземлителем



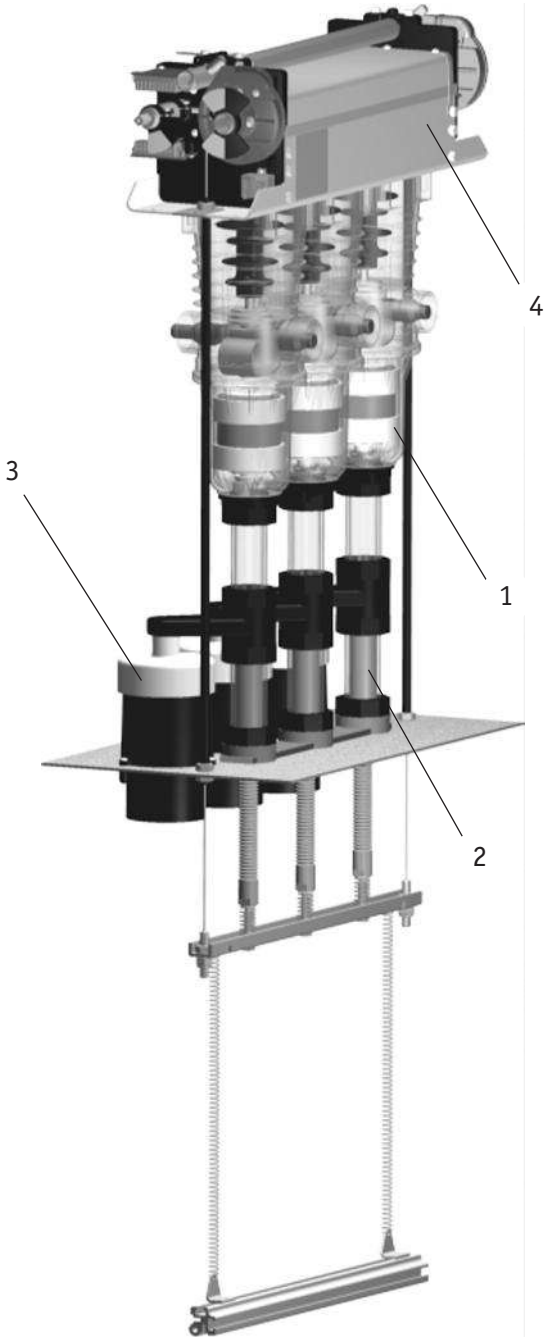


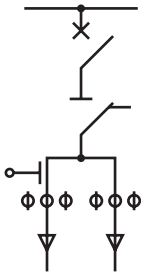
Рис. 1

Внешний вид модуля показан на рис. 1. Этот модуль является базовым модулем КРУ серии TEL. Основное назначение модуля – коммутация отходящей линии или ввода. Номинальный ток главной цепи модуля №1 - 400А, модуля №1а - 630А.

Состав модуля: вакуумный выключатель (1) ВВ/TEL-10-20/630 УХЛ2 (исполнение 64), двухпозиционный разъединитель-заземлитель (2), трансформаторы тока проходного типа, датчики напряжения емкостного типа. Трансформаторы тока и датчики напряжения установлены внутри кожуха (3). Конструкция емкостного датчика напряжения показана в разделе 3 Приложения.

Вакуумный выключатель установлен вертикально, привод (4) выключателя находится вверху.

2.3.2. Модуль №2. Линия с двухкабельным присоединением, вакуумным выключателем и разъединителем

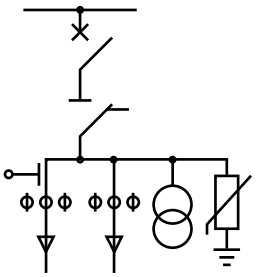


Модуль №2 (см. рис. 2) отличается по составу от модуля №1 наличием двухкабельного токоприемника 1 (с возможностью подключения двух силовых кабелей сечением до 240 мм^2) и разъединителя вместо разъединителя-заземлителя[1].
Благодаря наличию двухкабельного присоединения номинальный ток главной цепи модуля составляет 630 А. Его основное назначение – коммутация ввода. Модуль может также устанавливаться на отходящих линиях, имеющих транзитное питание.

Рис. 2

[1] В качестве аппаратов, обеспечивающих видимый разрыв главных цепей шкафов КРУ/TEL, применяются разъединители или разъединители-заземлители. Принципиально они отличаются друг от друга наличием функции заземления кабельного токоприемника при отключении разъединителя-заземлителя. В дальнейшем, если не требуется оговаривать различие, и разъединители, и разъединители-заземлители будут именоваться разъединителями.

2.3.3. Модуль №3. Линия с двухкабельным присоединением, вакуумным выключателем, разъединителем, трансформаторами напряжения и ОПН



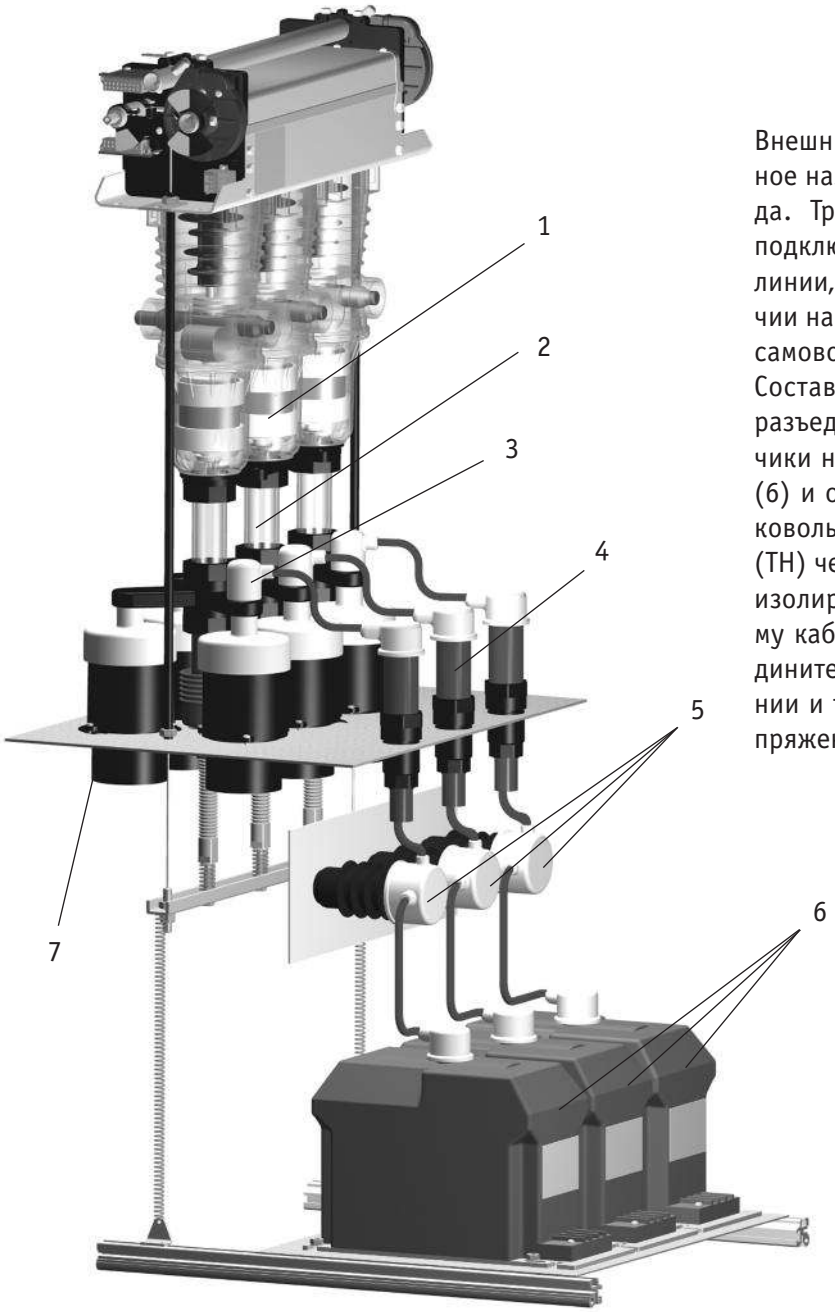
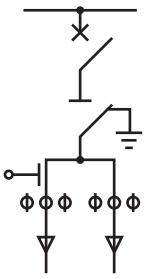


Рис. 3

Внешний вид модуля показан на рис. 3. Основное назначение этого модуля – коммутация ввода. Трансформаторы напряжения, постоянно подключенные по высокой стороне к кабельной линии, позволяют получить информацию о наличии напряжения на кабеле и организовать АВР с самовозвратом.

Состав модуля: вакуумный выключатель (1), разъединитель (2), трансформаторы тока, датчики напряжения, трансформаторы напряжения (6) и ограничители перенапряжений (5). Высоковольтный вывод трансформатора напряжения (ТН) через проходной изолятор (4) подключен к изолированному токопроводу (3), соединяющему кабельный приемник (7) с контактом разъединителя. ОПН (5) используются для защиты линии и трансформаторов напряжения от перенапряжений.

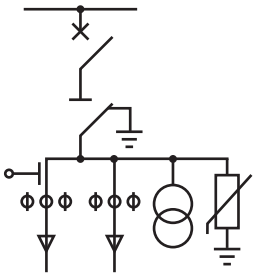
2.3.4. Модуль №4. Линия с двухкабельным присоединением, вакуумным выключателем и разъединителем-заземлителем



Внешний вид модуля показан на рис. 4.
Все, сказанное выше при описании модуля №2, остается в силе. Особенность этого модуля состоит в наличии разъединителя-заземлителя (вместо разъединителя). Этот модуль может использоваться в случаях, когда расстояние до источника питания (например, трансформатора 35/10 кВ) значительно, и для обслуживания кабельной линии требуется заземление ее с обеих сторон.

Рис. 4

2.3.5. Модуль №5. Линия с двухкабельным присоединением, вакуумным выключателем, разъединителем-заземлителем, трансформаторами напряжения и ОПН



Внешний вид модуля показан на рис. 5.
Этот модуль – аналог модуля №3, приведенного в п.2.3.3.

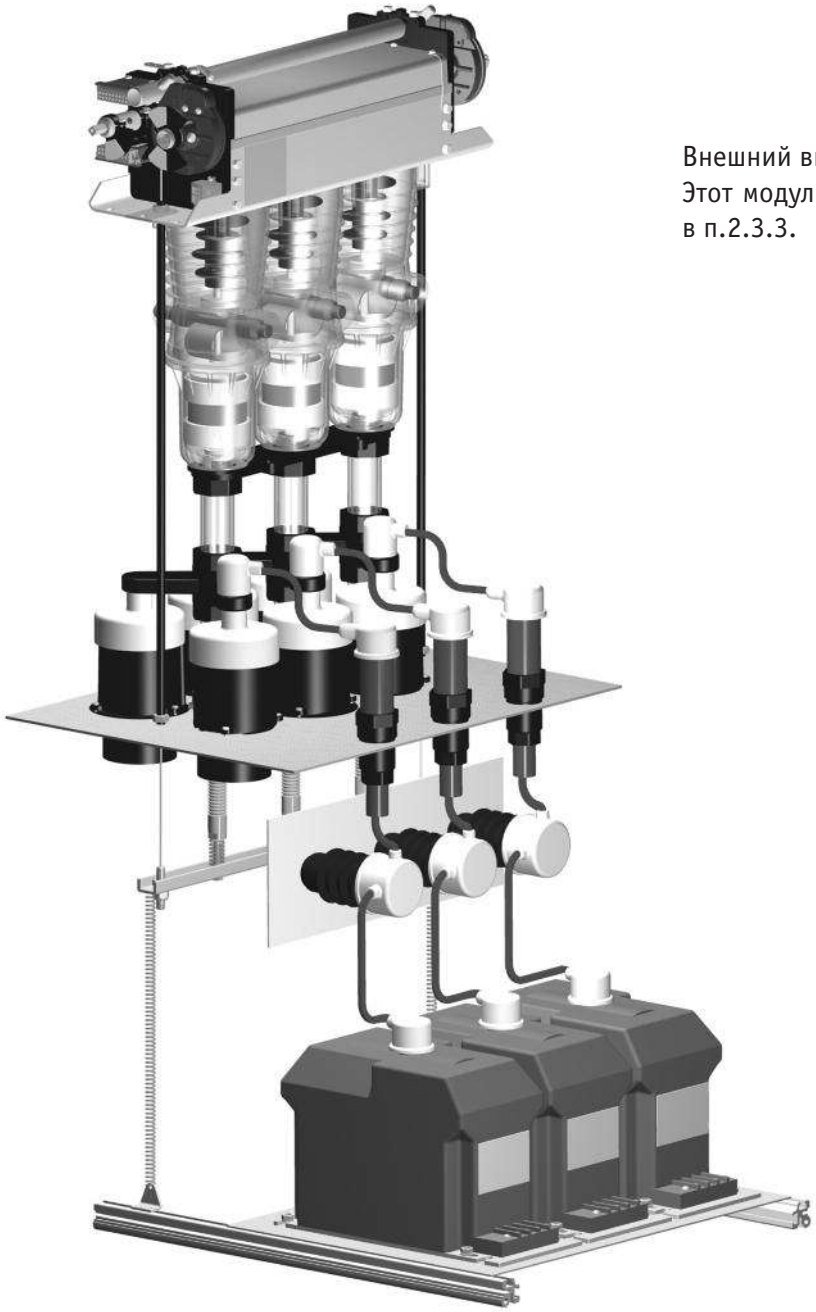
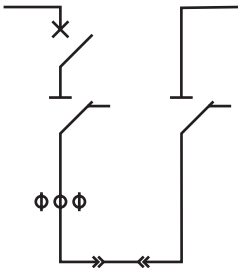


Рис. 5

2.3.6. Модули № 6 и №7. Узел секционирования сборных шин



Узел секционирования показан на рис. 6.
Специфика этих двух модулей состоит в том, что они не используются отдельно друг от друга. Совокупность модулей 6 и 7 образует узел секционирования сборных шин, устанавливаемый на объектах, имеющих секционированную выключателем систему сборных шин. Разъединители модуля №7 и модуля №6 образуют двойной разрыв для каждой фазы, что позволяет персоналу безопасно проводить работы на отключенной секции сборных шин.
Секционирующая шинная перемычка (1) устанавливается в кабельном отсеке модуля во время монтажа распредустройства на объекте.
Основа конструктива модуля №7 (а также модулей №№ 8, 9, 10, 14-18) – опорный изолятор (2) вакуумного выключателя ВВ/TEL.

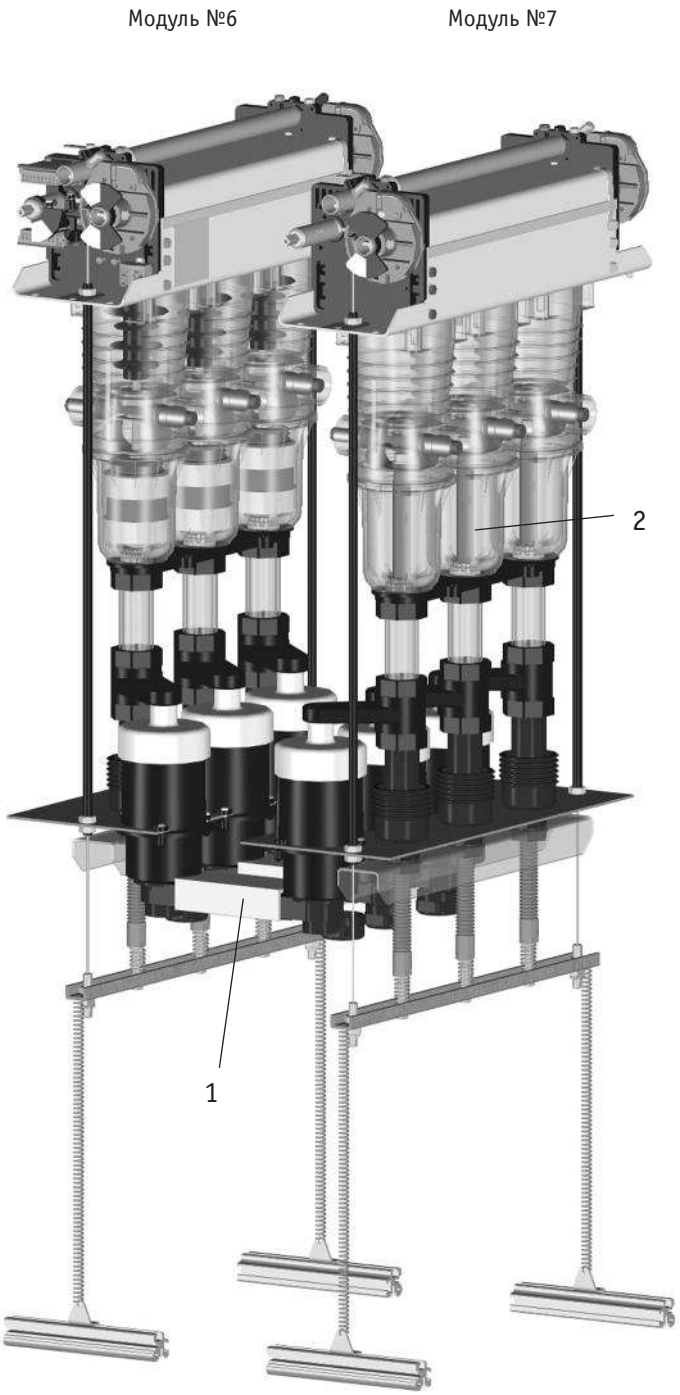


Рис. 6

2.3.7. Модуль №8. Модуль с ограничителями перенапряжений на сборных шинах

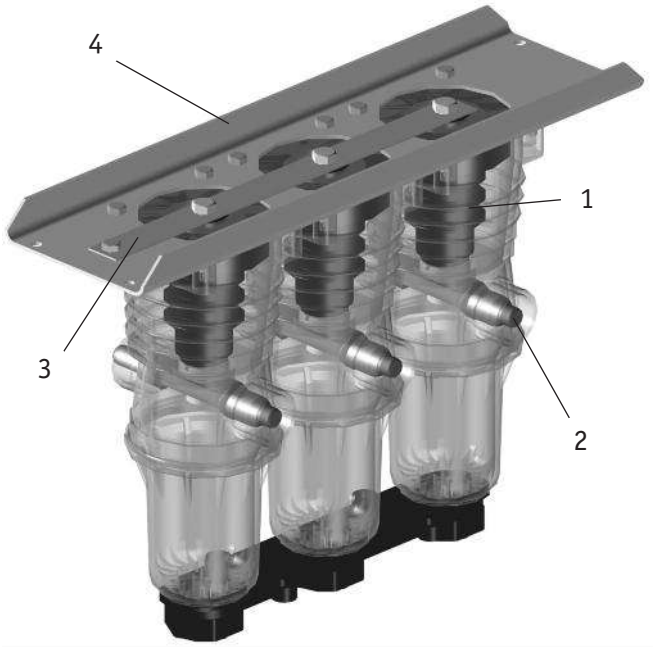
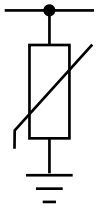


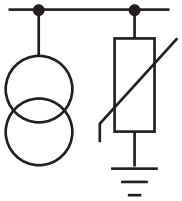
Рис. 7



Назначение этого модуля – защита сборных шин от перенапряжений различной природы. Установка ограничителей перенапряжений в конструктив модуля показана на рис. 7.

Ограничители перенапряжений (1) подключаются к отрезкам сборных шин (2) модуля. Верхний электрод ограничителя перенапряжений через шину (3) заземляется на основание (4) модуля.

2.3.8. Модуль №9. Модуль с трансформаторами напряжения и ограничителями перенапряжений на сборных шинах



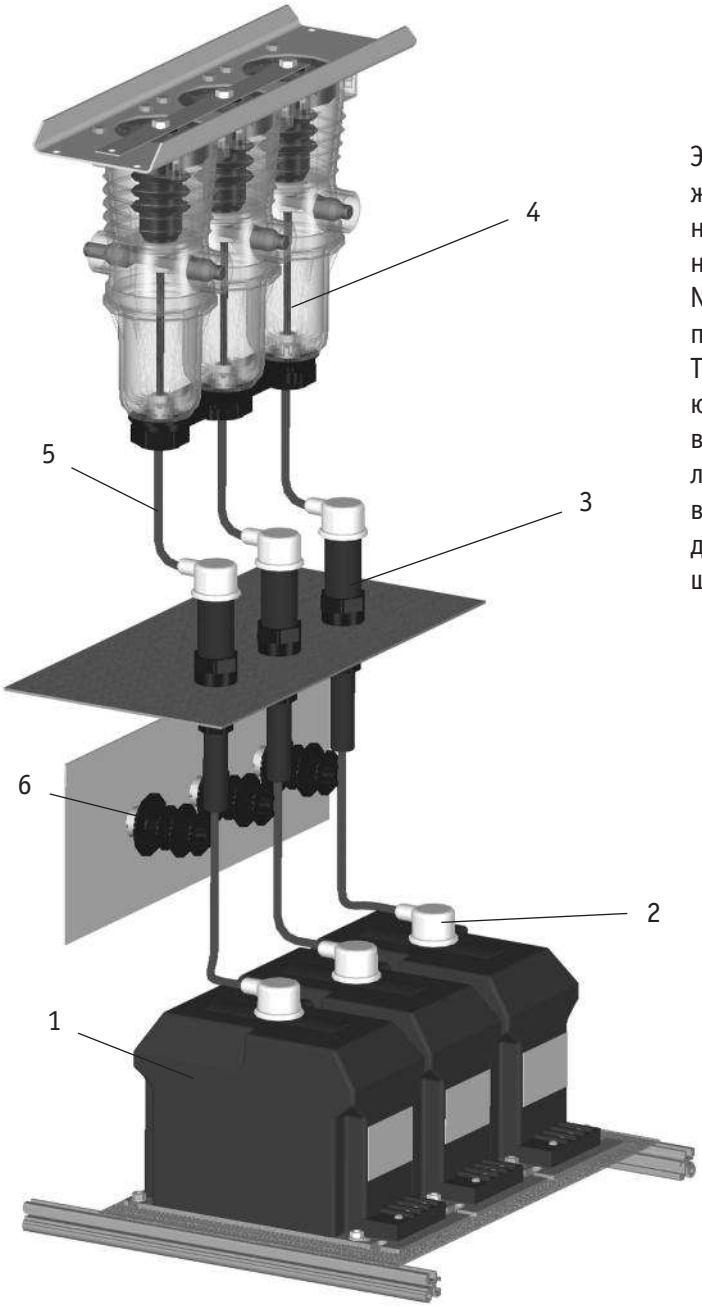
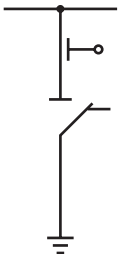


Рис. 8

Этот модуль содержит трансформаторы напряжения и ограничители перенапряжений. Ограничители перенапряжений, защищающие сборные шины, устанавливаются так же, как в модуле №8. Установка трансформаторов напряжения показана на рис. 8.

Трансформаторы напряжения (1) устанавливаются в нижней части модуля. Высоковольтные вводы (2) трансформаторов через опорные изоляторы (6) и проходные изоляторы (3) посредством гибкого высоковольтного кабеля (5) выводятся вверх и подключаются к отрезкам сборных шин модуля через токопроводы (4).

2.3.9. Модуль №10. Модуль заземлителя сборных шин



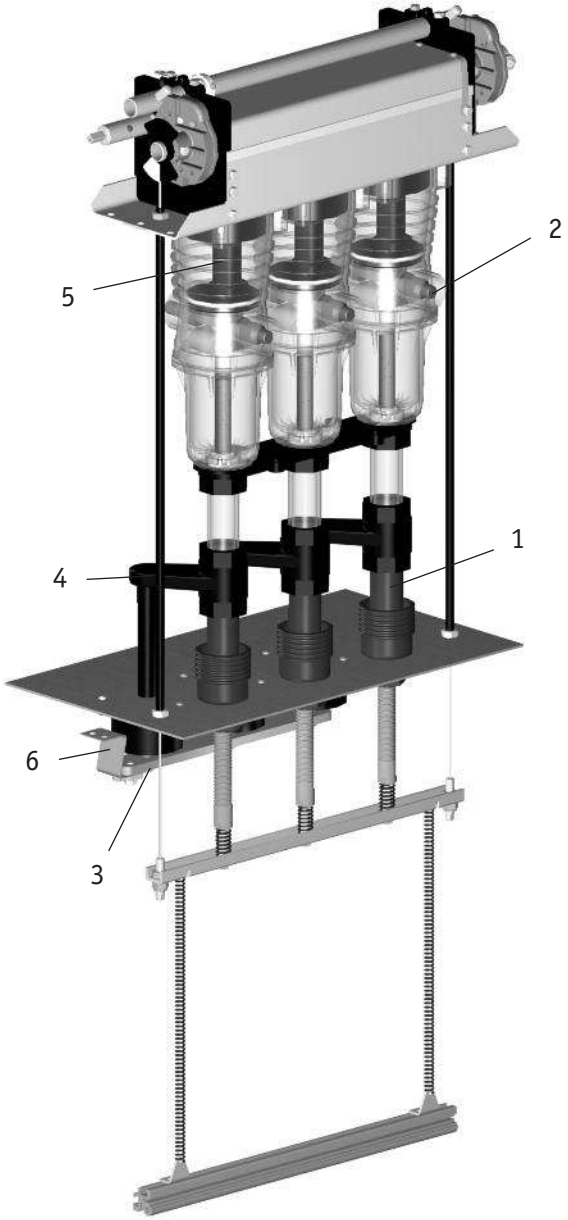


Рис. 9

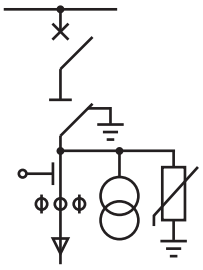
Вид модуля показан на рис. 9.

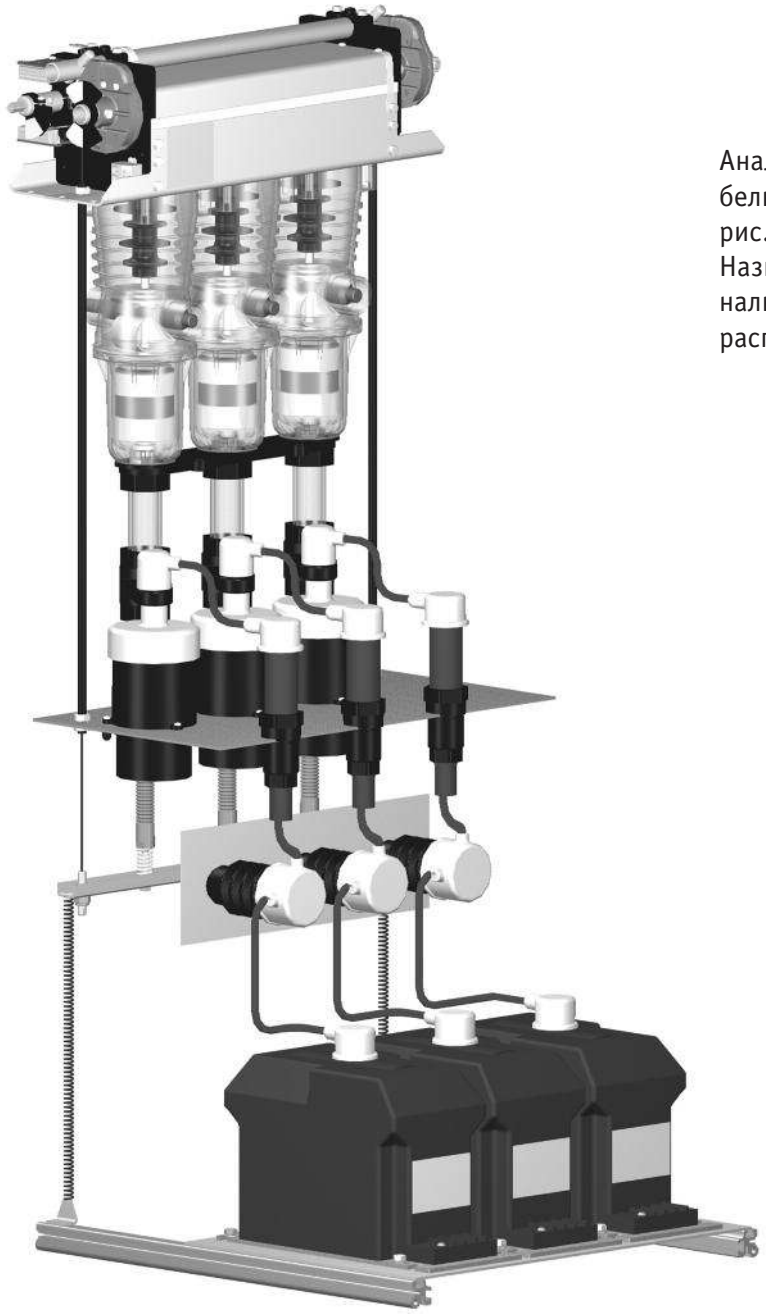
Назначение этого модуля – заземление сборных шин распредустройства при подготовке рабочего места для проведения ремонтных работ на секции сборных шин.

Модуль представляет собой разъединитель, имеющий два положения. Кабельные токоприемники (4) модуля в пределах кабельного отсека соединены между собой заземляющей шиной (3) и заземлены на каркас шкафа при помощи гибкого токосъема (6). Если подвижный контакт разъединителя находится в изоляционном стакане (1), как это показано на рис. 9, сборные шины могут находиться под напряжением. Если подвижный контакт поднят вверх, отрезки сборных шин (2) подключаются к заземленной короткозамыкающей перемычке (3).

В верхней части опорного изолятора установлены датчики напряжения (5) емкостного типа. С помощью указателей напряжения, подключаемых к выводам датчиков, можно убедиться в отсутствии напряжения на сборных шинах перед операцией заземления.

2.3.10. Модуль №11. Линия с однокабельным присоединением, вакуумным выключателем, разъединителем-заземлителем, трансформаторами напряжения и ОПН



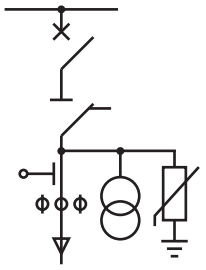


Аналог модуля №5, рассчитанный на однокабельное присоединение. Вид модуля показан на рис. 10.

Назначение модуля – коммутация ввода с номинальным током не более 400 А при удаленном расположении источника питания.

Рис. 10

2.3.11. Модуль №12. Линия с однокабельным присоединением, вакуумным выключателем, разъединителем, трансформаторами напряжения и ОПН



Аналог модуля №3, рассчитанный на однокабельное присоединение. Вид модуля показан на рис. 11.
Назначение модуля – коммутация ввода с номинальным током не более 400 А.

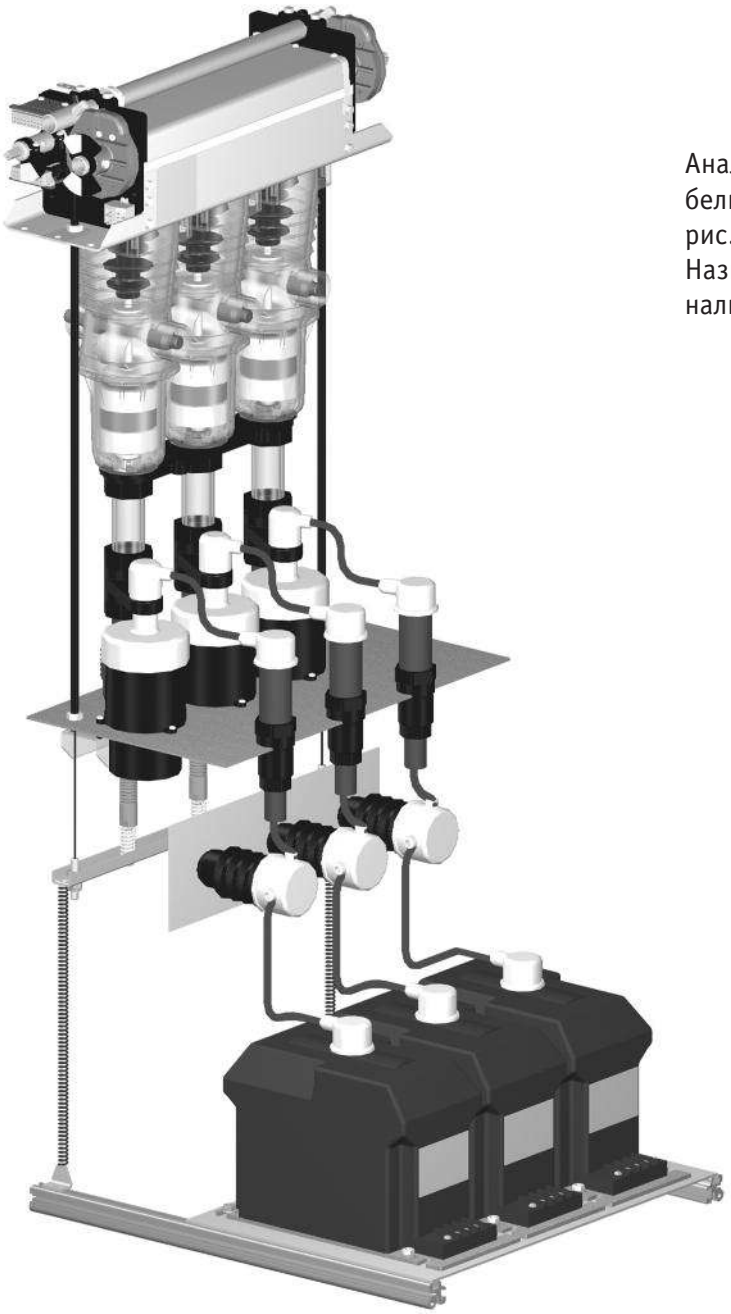


Рис. 11

2.3.12. Модуль №13. Линия с однокабельным присоединением, выключателем и разъединителем

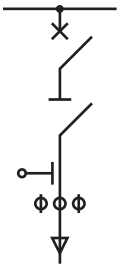


Рис. 12

Общий вид модуля показан на рис. 12.
Представляет собой аналог модуля №1 с той лишь разницей, что разъединитель этого модуля не имеет заземленного положения, то есть при отключении разъединителя кабельные токоприемники не заземляются.

3. ШКАФЫ КРУ

3.1. Конструкция шкафа КРУ

Модули устанавливаются и соединяются друг с другом в шкафу КРУ/TEL.

Шкаф КРУ/TEL представляет собой конструкцию каркасно-панельного типа, выполненную на базе профиля из алюминиевого сплава со специально разработанным поперечным сечением.

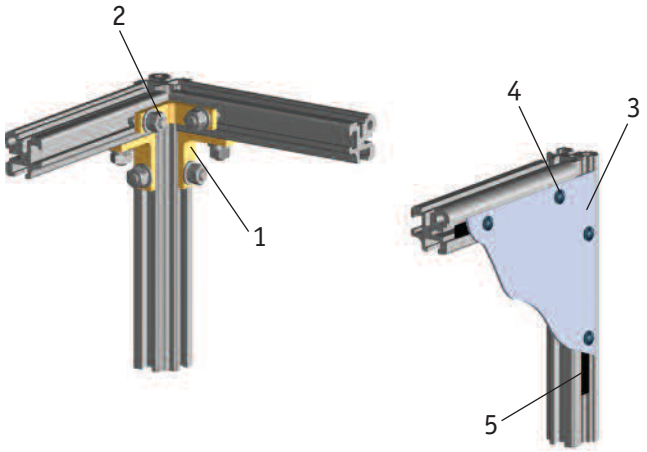


Рис. 13

Типовой каркас шкафа КРУ/TEL показан на рис.14. и условно может быть разделен на три отсека: низковольтный (2), высоковольтный (3) и кабельный (4).

Кроме того, на объекте над шкафом КРУ/TEL монтируется релейный отсек, в котором устанавливаются блоки управления вакуумными выключателями, реле защиты, клеммные колодки, переключатели, кнопки и другое оборудование цепей вторичной коммутации. Каркас релейного отсека (1) также показан на рис. 14. Релейный отсек надежно закрепляется на шкафу КРУ с помощью переходных деталей (5).

Для крепления фасадной защитной панели к каркасу шкафа используются закладные кронштейны (6), установленные по периметру высоковольтного отсека, а также вертикальные швеллеры (7).

Кабельный отсек шкафа имеет перегородки (8), разделяющие кабельные токоприемники различных присоединений.

Бонка заземления (9) под болт М12 устанавливается на переднем профиле нижней рамы каркаса шкафа КРУ.

Заземляющий проводник шкафа КРУ подсоединяется одним концом к бонке заземления, а другим - к контуру заземления в помещении ЗРУ или к заземленному швеллеру кабельного канала, на котором монтируются шкафы КРУ.

Отрезки профиля скрепляются друг с другом с помощью уголков (1) и болтов (2), головки которых вставляются как закладные в канал алюминиевого профиля (рис.13). Листы обшивки (3) прикрепляются к профилю винтами-саморезами (4). Задние листы обшивки высоковольтного и кабельного отсеков крепятся к каркасу шкафа при помощи специальных пластиковых кронштейнов и винтов-саморезов. Такая конструкция позволяет использовать задние листы обшивки высоковольтного и кабельного отсеков в качестве аварийных клапанов сброса давления в необслуживаемую зону распредустройства.

В канавку между обшивкой и профилем устанавливается уплотнительная резина (5), обеспечивающая степень защиты оболочки IP40.

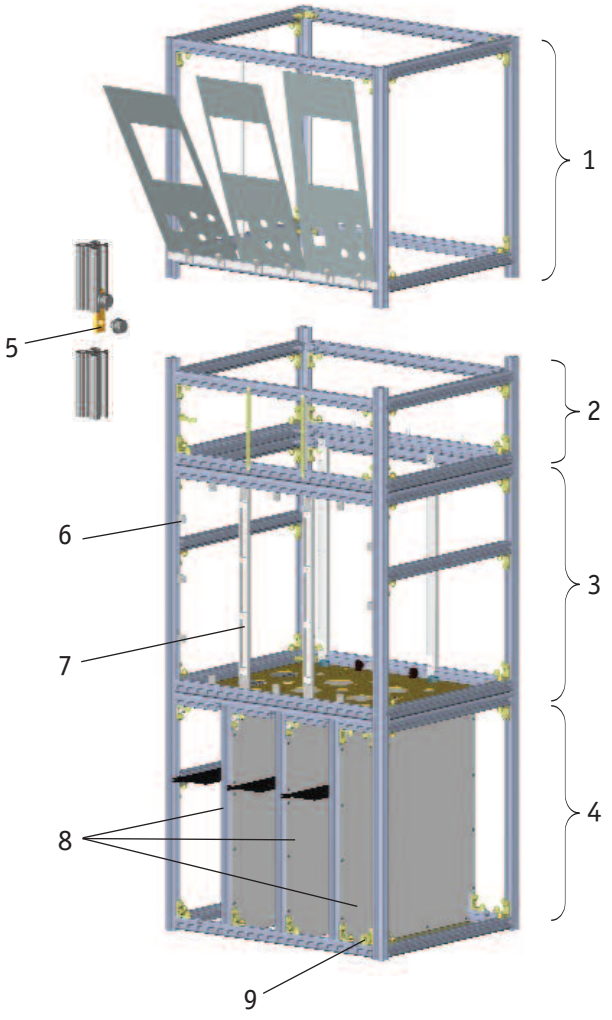


Рис. 14

3.2. Стыковка и размещение модулей в шкафах

Модули различного функционального назначения, состыкованные друг с другом в шкафу КРУ/TEL, образуют заданную конфигурацию главных цепей сначала в пределах шкафа, а затем, после стыковки шкафов, в пределах распределительного устройства в целом.

Основания модулей располагаются и закрепляются на горизонтальных отрезках профиля (4), разделяющего высоковольтный и низковольтный отсеки (см. рис.15).

При этом в низковольтный отсек попадают приводы вакуумных выключателей (1), части приводов разъединителей, органы управления разъединителями и гнезда датчиков напряжения. В низковольтном отсеке также организованы необходимые электромеханические блокировки и действующая мнемосхема.

Благодаря тому, что модули располагаются близко друг к другу и между ними устанавливается желоб (3) для проводов цепей вторичной коммутации, между высоковольтным и низковольтным отсеками формируется горизонтальная металлическая перегородка, разделяющая цепи различных классов напряжения со степенью защиты IP40.

В высоковольтном отсеке располагаются отрезки сборных шин (5), вакуумные камеры (6) коммутационных аппаратов, подвижные контакты (7) разъединителей и разъединителей-заземлителей, трансформаторы тока и датчики напряжения (под кожухом 8).

В кабельный отсек выводятся кабельные приемники (9) для подключения к ним кабельных наконечников отходящих и вводных линий. Кроме того, отключающие пружины разъединителей, секционирующая перемычка узла секционирования сборных шин (модули № 6, 7, 16 и 17), трансформаторы напряжения модулей №№ 3, 5, 9, 11 и 12 и заземляющая перемычка модуля №10 также расположены в кабельном отсеке.

Кабельные присоединения соседних модулей отделяются друг от друга вертикальными перегородками (2). В случае возникновения аварии на кабельном присоединении эти перегородки помогают локализовать ее в пределах аварийного модуля.

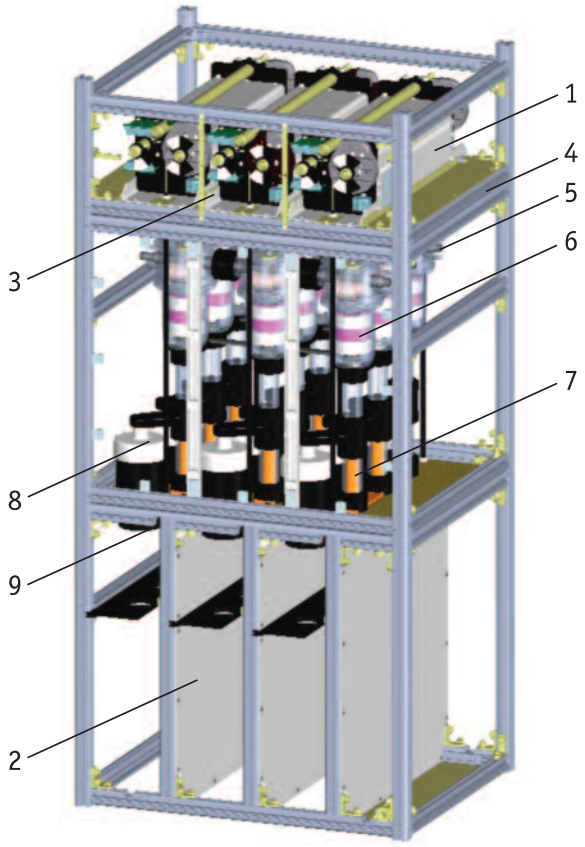


Рис. 15

Снаружи шкаф КРУ обшивается плоскими стальными листами толщиной 1,5 мм (см. рис. 16), с отверстиями по контуру для саморезов, прикрепляющих обшивку к профилю каркаса.

Передняя панель (2) низковольтного отсека содержит окна, через которые оператор может наблюдать за работой привода разъединителя (см. раздел 3.4) и состоянием элементов действующей мнемосхемы (см. раздел 3.5). На передней панели также расположены рукоятки доступа (3), закрывающие гнезда управления приводом разъединителя.

С фасадной стороны высоковольтный отсек закрывает прозрачная высокопрочная панель (1) из поликарбонатного материала LEXAN толщиной 6 мм, позволяющая визуально контролировать положение подвижных контактов разъединителей. Панель крепится к каркасу шкафа при помощи кронштейнов, установленных в пазы

профиля по периметру высоковольтного отсека, и к вертикальным швеллерам болтами М6. Подобная конструкция обладает высокой прочностью, соответствующей прочности металлической обшивки, и надёжно защищает обслуживающий персонал в случае возникновения аварийных ситуаций в высоковольтном отсеке шкафа КРУ.
Боковые панели высоковольтного отсека содержат отверстия (4), предназначенные для стыковки шкафов друг с другом.
Каждое кабельное присоединение со стороны зоны обслуживания закрывается своей панелью (5), снять которую можно только при помощи специального ключа.

3.3. Сборные шины

Сборные шины (рис. 17) в шкафах КРУ формируются последовательно соединенными отрезками сборных шин (1), которые являются обязательной принадлежностью каждого силового модуля, и покрытыми твердой изоляцией соединителями сборных шин.
Отрезки сборных шин, установленные в опорном изоляторе модулей, несимметричны относительно оси изолятора и имеют два различных окончания - длинное и короткое.
Контакты цангового типа (2) помещены в изоляционную втулку (3) с фланцем и крепятся внутри этой втулки при помощи специальных пружин.
Соединение отрезков сборных шин в единую магистраль осуществляется следующим образом:

- соединитель сборных шин напрессовывается на длинное окончание отрезка сборных шин модуля;
- смежные модули устанавливаются рядом друг с другом так, чтобы расстояние между длинным окончанием отрезка сборных шин одного модуля и коротким окончанием отрезка сборных шин другого модуля составляло не более 1 мм;
- гайка (4), изготовленная из полимерного материала, скручивается с опорного изолятора модуля. При этом гайка воздействует на фланец втулки (3) и перемещает ее. Цанговый контакт сдвигается с длинного окончания отрезка сборных шин и напрессовывается на короткое окончание отрезка сборных шин смежного модуля, как это показано на рис.17.

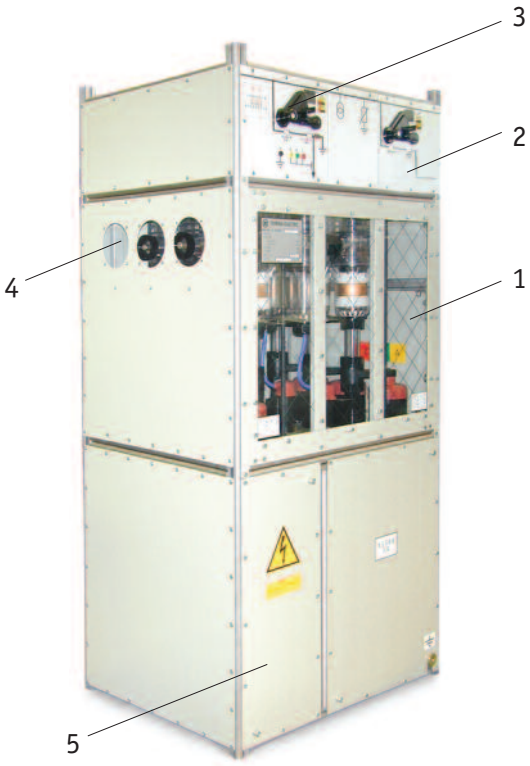


Рис. 16

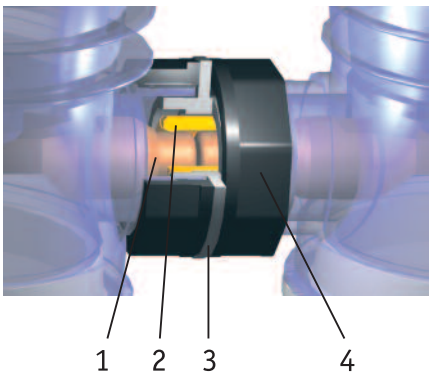


Рис. 17

При разъединении модулей выполняется обратная операция.
Данный конструктив сборных шин позволяет менять модули в шкафу КРУ/TEL, вынимая их вертикально вверх через низковольтный отсек шкафа, при условии снятия напряжения со сборных шин и их заземления.

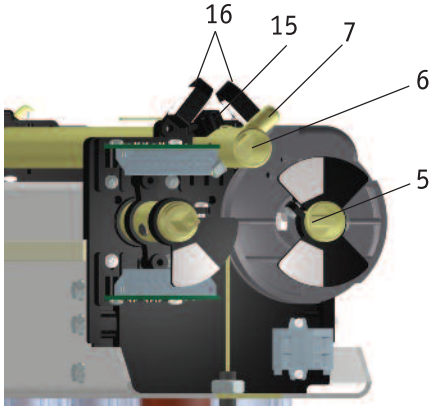


Рис. 18а

3.4. Разъединитель

Конструкция и принцип действия разъединителя (разъединителя-заземлителя) показаны на рис. 18а, 18б и рис. 19.

Разъединитель состоит из следующих деталей:

1 - подвижный контакт разъединителя-заземлителя;
2 - тяговый изолятор;
3 - пружина дополнительного контактного поджатия;
4 - отключающая пружина;
5 - вал разъединителя с системой тросов (рис. 18а);
6 - вал фиксатора;
7 - фиксатор;
8 - трос;
9 - рукоятка управления (съемная);
10 - гнездо заземления (для разъединителя-заземлителя);
11 - шина заземления (для разъединителя-заземлителя)
12 - швеллер;
13 - кабельный приемник;
14 - элемент сборных шин модуля;
15 - кулачок;
16 - микропереключатели.

Подвижные контакты (1) цангового типа с прикрепленными к ним тяговыми изоляторами (2) (по одному контакту на каждый полюс выключателя) установлены на общем швеллере (12), что обеспечивает одновременность включения и отключения контактов разъединителя на всех трех фазах.

Подвижные контакты (1) каждого полюса разъединителя перемещаются вдоль оси соответствующего полюса выключателя, что позволяет уменьшить габариты узла и повысить надежность системы в целом.

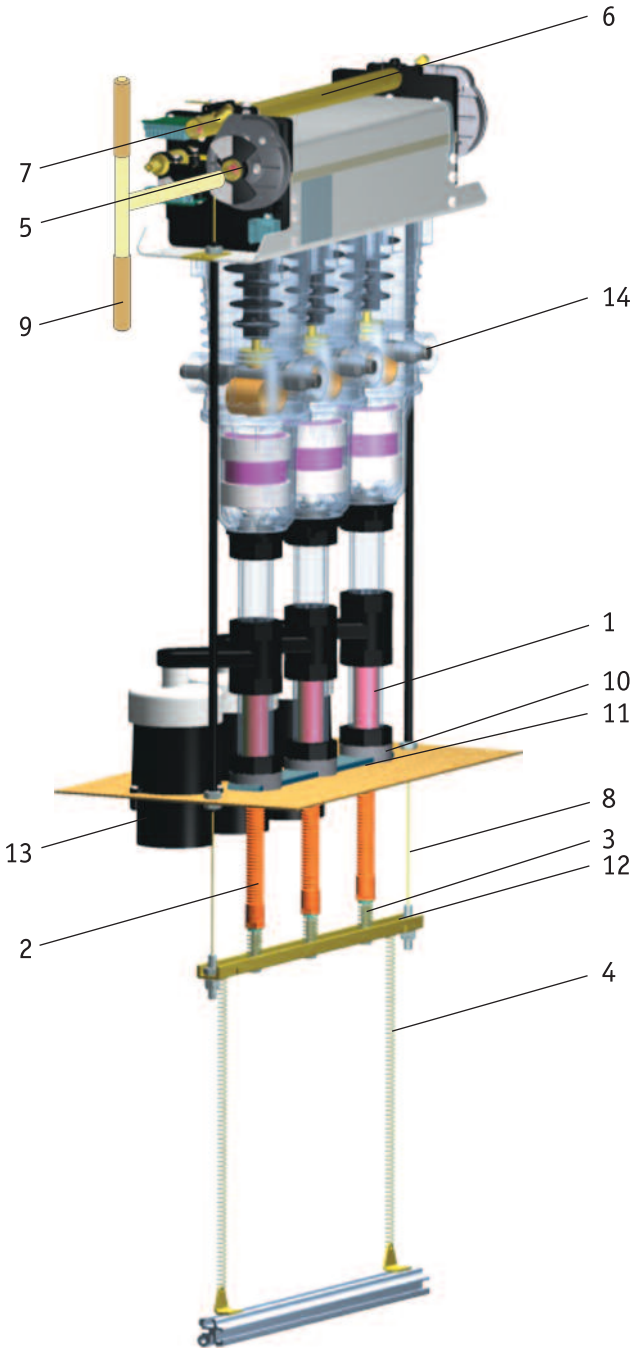


Рис. 18б

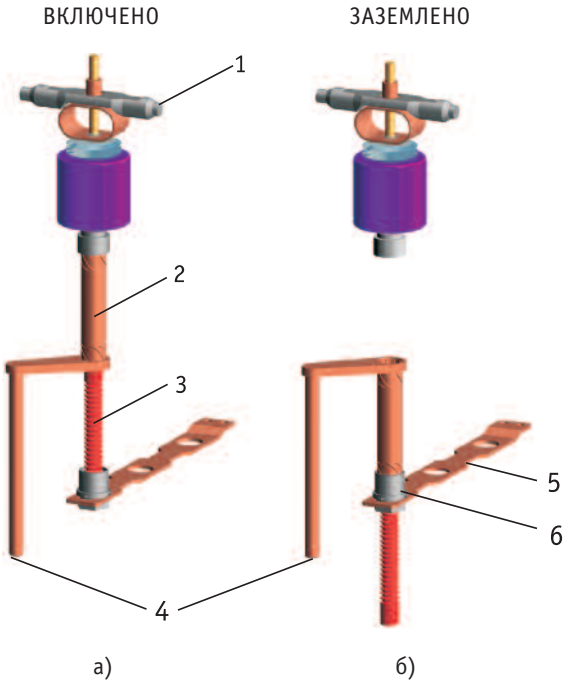


Рис. 19

Разъединитель-заземлитель имеет два фиксированных положения: включено или заземлено (для разъединителя - включено или разъединено).

Во включенном положении (рис. 19а) сформирована цепь «кабельный приемник (4) - подвижный контакт разъединителя-заземлителя (2) - контакты вакуумной камеры - элемент сборных шин модуля (1)» (токопроводы условно показаны без изоляции).

В заземленном положении (рис.19б) кабельный приемник (4) через подвижный контакт разъединителя-заземлителя, гнездо (6) и шину заземления (5) подключен к заземленному основанию высоковольтного отсека.

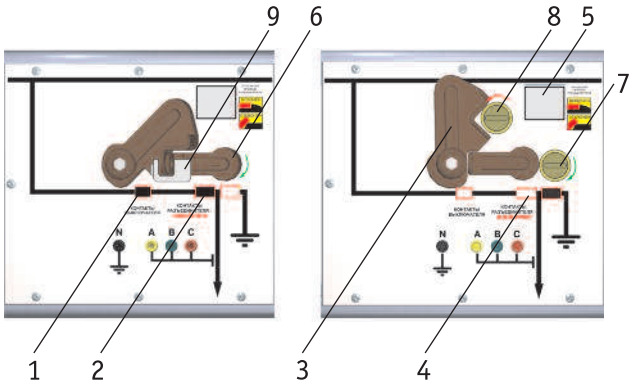
Управление разъединителем - ручное.

Включение осуществляется поворотом вала разъединителя (5) (см. рис. 18). Поворот вала выполняется при помощи рукоятки управления (9), установленной в соответствующее гнездо на передней панели низковольного отсека.

При вращении рукоятки (и, следовательно, вала) по часовой стрелке гибкий трос (8) накручивается на шкивы вала и поднимает вертикально вверх швеллер (12) с тяговыми изоляторами (2) и подвижными контактами (1). Когда подвижные контакты (1) своими цангами начинают входить в кольцевые контактные гнёзда вакуумного выключателя и кабельных токоприёмников, сжимаются пружины дополнительного контактного поджатия (3), обеспечивающие необходимое усилие для входа цанг и гарантирующие надежный электрический контакт.

Одновременно с перемещением подвижных контактов растягиваются отключающие пружины (4), запасая энергию для отключения разъединителя-заземлителя. После полного захода цанг в гнезда опорного изолятора выключателя срабатывает фиксатор (7), установленный на валу (6), который надежно фиксирует разъединитель во включенном положении. Положение фиксатора можно визуально проконтролировать через прозрачное окно (5) на панели низковольтного отсека (см. рис. 20).

Для того, чтобы перевести подвижные контакты разъединителя в положение «разъединено» или «заземлено» (для разъединителя-заземлителя), необходимо повернуть фиксатор (7), показанный на рис. 18. Для этого рукоятка управления (9) устанавливается в вал фиксатора (6) и вращается против часовой стрелки. Вал разъединителя (5) освобождается, и под действием пружин отключения, подвижные контакты перемещаются в нижнее положение (скорость в конце движения около 5 м/с). Нижний цанговый контакт входит в гнездо заземления (10) или в изоляторы разъединителя, а верхний - в контактную часть токопровода, соединенного с кабельным приемником, обеспечивая тем самым надежное заземление или изоляцию кабеля. В свою очередь гнезда заземления с помощью шины заземления (11) подключены к заземленному основанию высоковольтного отсека.



а) б)

рис. 20

3.5. Конструкция и принцип работы мнемосхемы

Вал вакуумного выключателя и механизм привода разъединителя-заземлителя (разъединителя) связаны с элементами механической мнемосхемы, отражающими состояние главных контактов выключателя и положение подвижных контактов разъединителя-заземлителя (разъединителя).

Мнемосхема расположена на передней панели низковольтного отсека (см. рис. 20).

В передней панели имеются прозрачные окна (4), а на валах выключателя и разъединителя жестко закреплены индикаторы. При изменении положения валов в процессе включения – отключения меняются положения индикаторов. Определенному состоянию выключателя и разъединителя соответствует определенное положение индикаторов.

Так, рис. 20а демонстрирует положение элементов мнемосхемы, соответствующее рабочему состоянию фидера. Левый элемент мнемосхемы (1) показывает, что главные контакты выключателя замкнуты, а правый (2) – что подвижные контакты разъединителей установлены в верхнее положение.

На рис. 20б изображено положение, при котором выключатель отключен, а подвижные контакты разъединителя-заземлителя находятся в нижнем положении и заземляют кабель.

Таким образом, мнемосхема позволяет визуально оценить состояние фидеров и помогает предотвратить ошибочные действия обслуживающего персонала.

3.6. Конструкция и принцип действия блокировок

В шкафах КРУ/TEL реализованы оперативные блокировки для предотвращения несанкционированных действий обслуживающего персонала. Блокировки запрещают:

- Оперирование разъединителем при включенном выключателе;
- Включение выключателя при оперировании разъединителем;
- Включение выключателя при некорректном положении привода разъединителя.

Принцип действия блокировок основан на ограничении доступа к органам управления разъединителем. На передней панели низковольтного отсека (рис. 20) установлена рукоятка доступа (3) и ползун (6), посредством которых осуществляется доступ к гнездам управления разъединителем. Для доступа к гнездам включения (7) и отключения (8) разъединителя необходимо рукоятку доступа оттянуть на себя и повернуть против часовой стрелки. При этом рукоятка доступа воздействует на микропереключатели, которые отключают выключатель, если он был включен, и блокируют цепь включения выключателя (электрическая блокировка). Помимо этого, при включенном положении выключателя рукоятку доступа невозможно повернуть таким образом, чтобы появился доступ к гнездам управления разъединителем. Для того, чтобы открыть гнезда управления, необходимо приложить дополнительное усилие к рукоятке доступа, что приведет к ручному отключению выключателя (механическая блокировка).

На валу фиксатора (6), показанного на рис. 18а, установлен кулачок (15), который воздействует на блок-контакты (16) разъединителя. При помощи этих блок-контактов (микропереключателей) организована блокировка, запрещающая включение выключателя при некорректном положении привода разъединителя, т.е. в случае, когда привод разъединителя зафиксирован недостаточно надежно или когда подвижные контакты разъединителя находятся в промежуточном положении. Этот тип блокировки позволяет гарантированно избежать самопроизвольного отключения разъединителя в момент включения выключателя, а также обеспечить надёжность заземления кабельного токоприемника (для разъединителя-заземлителя). Для предотвращения несанкционированного доступа к органам управления разъединителем рукоятку доступа

можно запереть на замок (9). Замки и два комплекта специальных ключей поставляются вместе со шкафами КРУ/TEL.

Для того чтобы получить доступ в кабельный отсек какого-либо присоединения, необходимо снять дверцу кабельного отсека. Эту дверцу можно снять только при помощи специального ключа.

3.7. Подключение кабеля к шкафу КРУ

На рис. 21 представлен общий вид кабельных приемников модулей №1 и №1а.

Для подключения кабеля к кабельным приемникам шкафа КРУ/TEL используется концевая кабельная разделка, выполненная по технологии фирмы RAYCHEM. При этом корень разделки (в случае трехжильного кабеля) покрывается специальной термоусаживаемой «перчаткой», а жилы - изолирующей термоусаживаемой трубкой на клеевой основе.

На концах жил кабеля, подключаемого к кабельному токоприемнику модуля №1 (рис. 21а), устанавливаются кабельные наконечники цангового типа (3). Для обеспечения лучшего электрического контакта жилы кабеля с наконечником, в последнем имеется резьба, которая при затяжке специальных резьбовых втулок (9) врезается в жилу кабеля и обеспечивает ее надежное крепление и минимальное переходное сопротивление между кабелем и наконечником. Цанговый наконечник (3) с помощью специального резьбового кольца (4) крепится в изоляционном стакане (2), который обеспечивает изоляцию места подключения кабеля и надежное крепление кабельного наконечника к кабельному приемнику.

Кабельный приемник представляет собой медный стержень (6), покрытый твердой изоляцией. На свободном от изоляции конце стержня выполнена фаска для облегчения напрессовки кабельного наконечника. Стержень крепится к основанию высоковольтного отсека с помощью специального изолятора (5), на резьбу которого накручивается изоляционный стакан (2) с кабельным наконечником (3). Резьбовое кольцо (4) предотвращает скручивание жилы кабеля в процессе крепления изоляционного стакана к изолятору (5) и обеспечивает возвратно-поступательное движение кабельного наконечника при вращении стакана (2).

Кабельный приемник модуля №1а (рис. 21б) соединяется с кабелем посредством стандартного силового наконечника с плоской контактной частью, опрессованного на кабельную жилу. Контактное соединение изолируется при установке изоляционного стакана (2) на изолятор (5).

Прокладка кабеля вне шкафа КРУ/TEL, крепление кабеля к строительной арматуре кабельного канала и крепление трансформаторов тока нулевой последовательности рассмотрены в разделе 6.

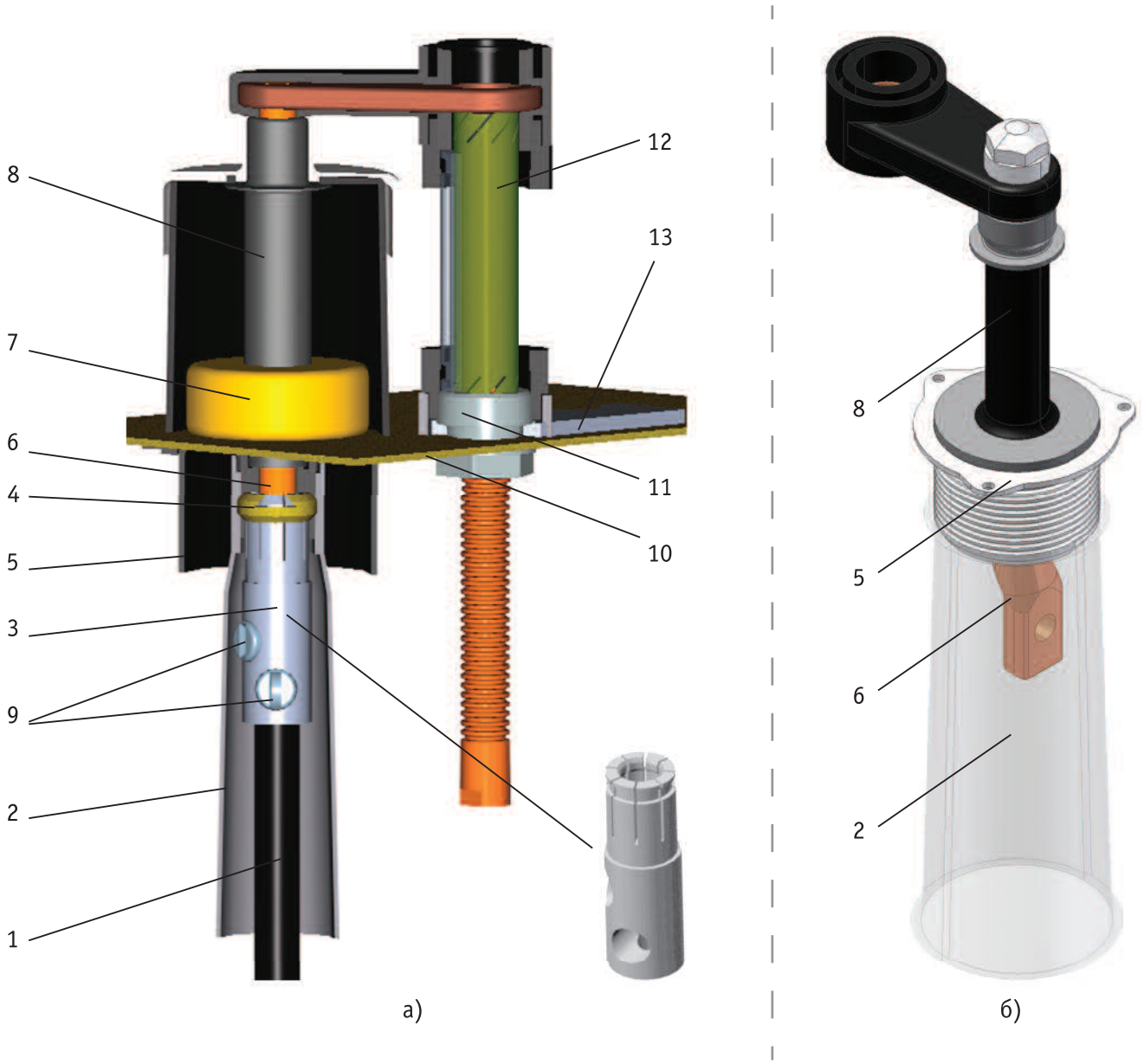


Рис. 21

1 - термоусаживаемая кабельная разделка;
2 - изоляционный стакан;
3 - кабельный наконечник;
4 - кольцо;
5 - изолятор кабельного приемника;
6 - шина кабельного приемника;
7 - трансформатор тока;
8 - датчик напряжения емкостного типа;
9 - резьбовые втулки;
10 - основание высоковольтного отсека;
11 - гнездо заземления;
12 - подвижный контакт разъединителя-заземлителя;
13 - шина заземления.

4. ФОРМИРОВАНИЕ ГЛАВНЫХ ЦЕПЕЙ РАСПРЕДУСТРОЙСТВ

4.1. Типовые схемы главных цепей шкафов КРУ/TEL

После стыковки модулей в шкафу КРУ/TEL формируются главные цепи шкафа. В зависимости от назначения, шкаф КРУ/TEL может объединять до четырёх модулей, которые, как правило, подбираются таким образом, чтобы шкаф выполнял определённые (типовые) функции. Перечисляя номера модулей, установленных в шкафу, можно получить формулу, описывающую его состав.

Ниже представлены некоторые типовые шкафы КРУ/TEL. Габаритные размеры шкафов показаны на рис. 22.

0111 – шкаф КРУ содержит три модуля №1 (обычно такой шкаф используется как шкаф на три отходящих линии либо как элемент городских кольцевых сетей, см. рис. 25), L=680мм.

0011 - шкаф КРУ содержит два модуля №1 (шкаф на две отходящих линии), L=510мм.

0296 – шкаф содержит модули №№2, 9 и 6 (шкаф ввода с секционным выключателем и разъединителем на вводе), L=680мм.

0496 - шкаф содержит модули №№4, 9 и 6 (шкаф ввода с секционным выключателем и разъединителем-заземлителем на вводе, см. рис. 23), L=680мм.

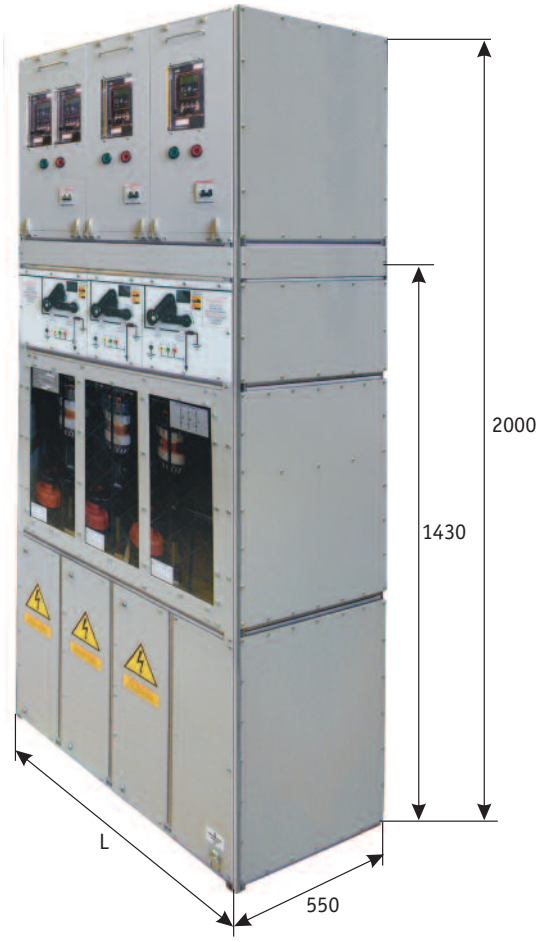
0792 - шкаф содержит модули №№7, 9 и 2 (шкаф ввода с секционным разъединителем и разъединителем на вводе), L=680мм.

0794 - шкаф содержит модули №№7, 9 и 4 (шкаф ввода с секционным разъединителем и разъединителем-заземлителем на вводе, см. рис. 24), L=680мм.

1116 - шкаф содержит три модуля №1 и модуль №6 (типовой шкаф для узловой двухтрансформаторной подстанции), L=850мм.

7111 - шкаф содержит три модуля №1 и модуль №7 (типовой шкаф для узловой двухтрансформаторной подстанции), L=850мм.

0(10)11 - шкаф содержит модуль №10 и два модуля №1 (шкаф с заземлителем сборных шин и двумя отходящими линиями, см. рис. 26), L=680мм.



Расстояние между шкафами 35 мм,
расстояние между секциями 10 мм.
рис. 22

Схемы главных цепей типовых шкафов КРУ/TEL и их габаритные чертежи показаны на рис. 23–26 (шкафы 0496, 0794, 0111 и 0(10)11 соответственно).

Представленные здесь схемы не исчерпывают всего разнообразия шкафов КРУ, которые могут быть сформированы на базе силовых модулей, описанных в разделе 2.3. Унифицированный конструктив модулей позволяет организовать практически любые комбинации модулей в пределах шкафа (и, следовательно, в пределах распредустройства), если это необходимо для реализации заданной Заказчиком схемы главных цепей объекта.

Некоторые из таких схем представлены в разделе 4.4.

Схема главных цепей и габаритные размеры типового шкафа ввода (0496)

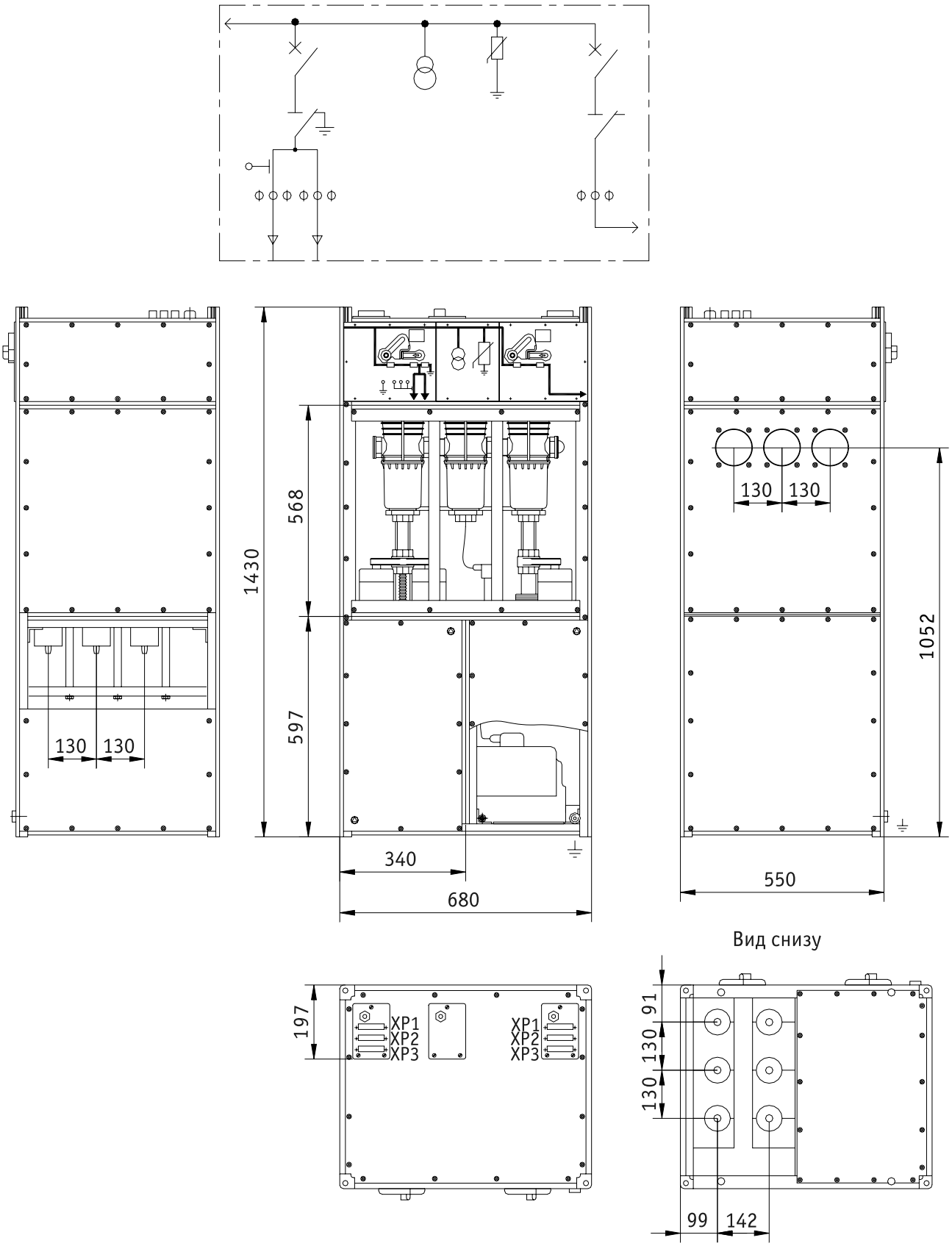


Рис. 23

Схема главных цепей и габаритные размеры типового шкафа ввода (0794)

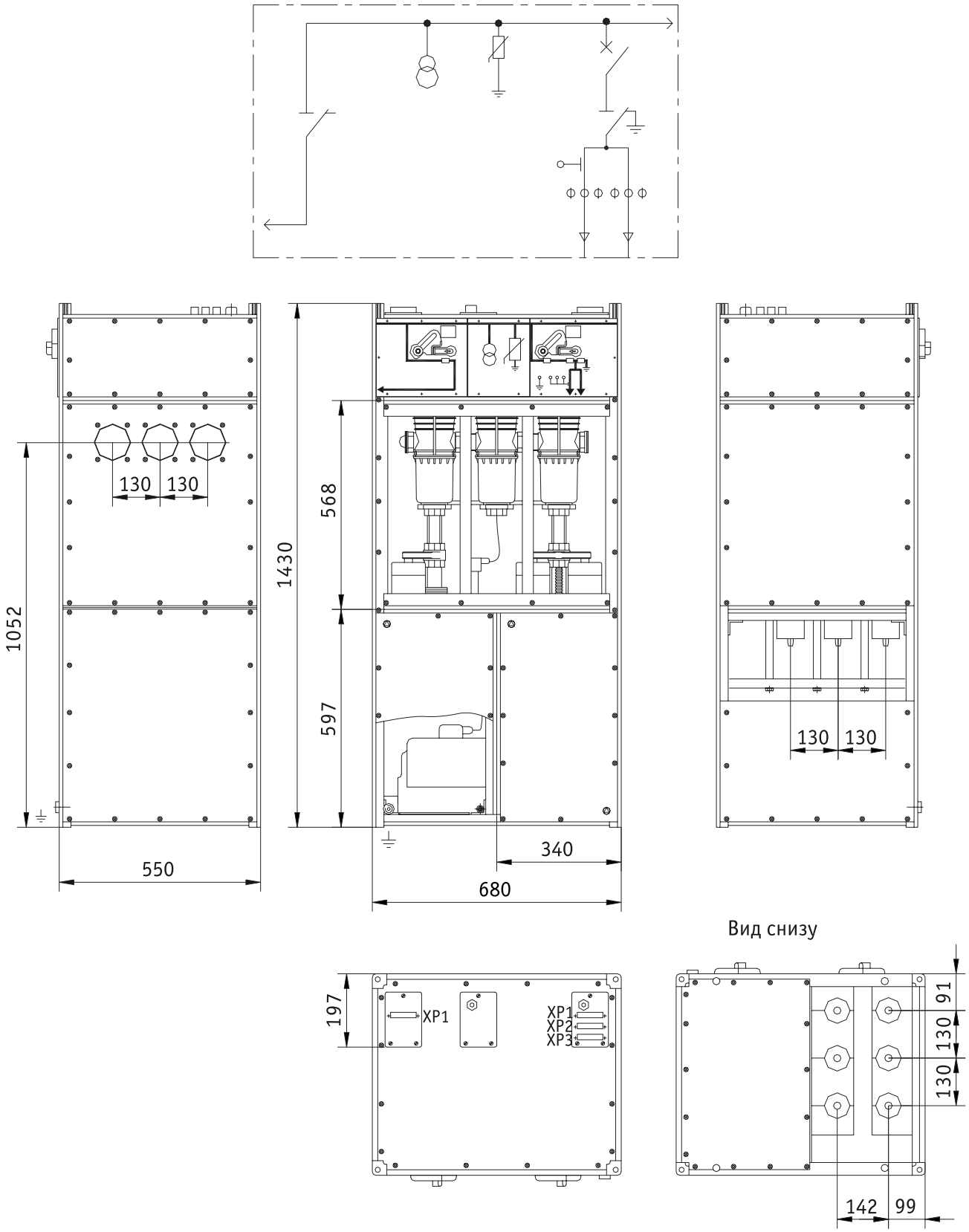
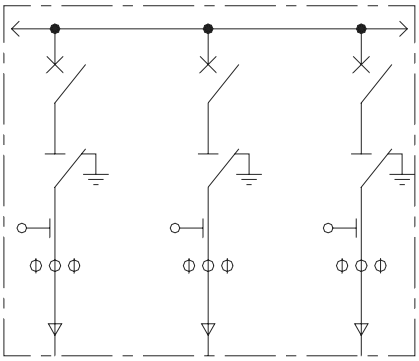
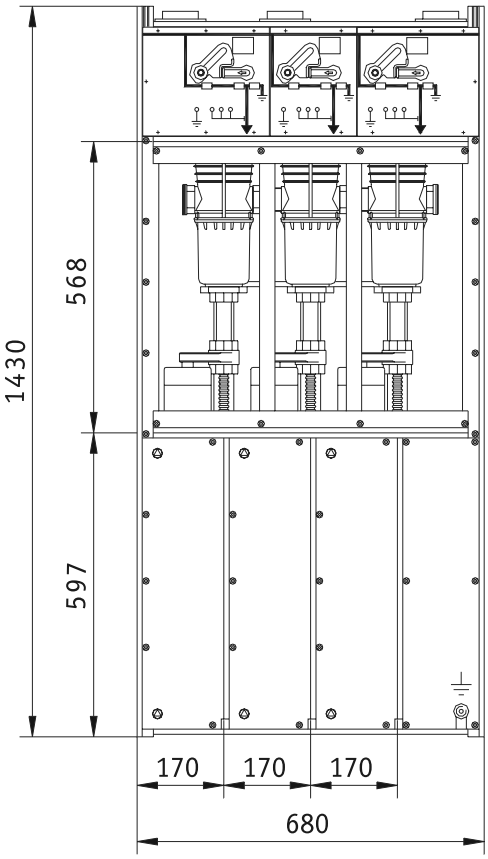
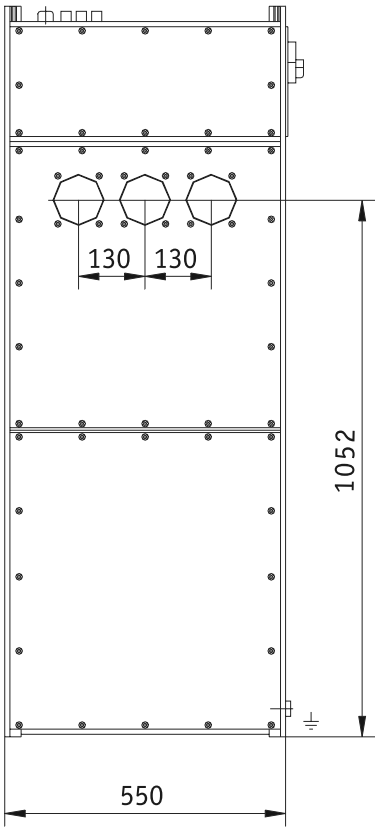


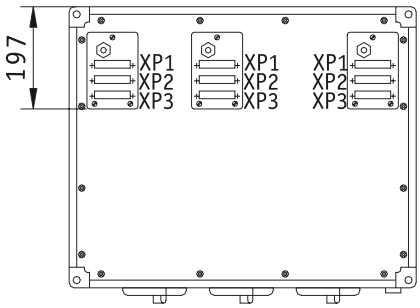
Рис. 24

Схема главных цепей и габаритные размеры типового шкафа отходящих линий (0111)









Вид снизу

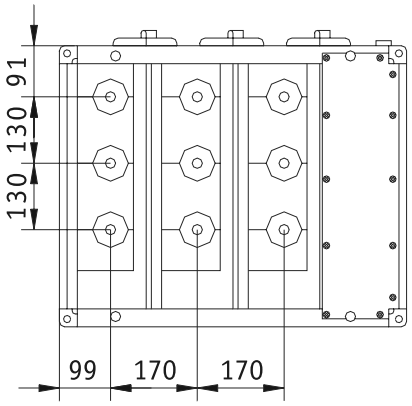


Рис. 25

Схема главных цепей и габаритные размеры типового шкафа отходящих линий (0(10)11) с заземлителем сборных шин

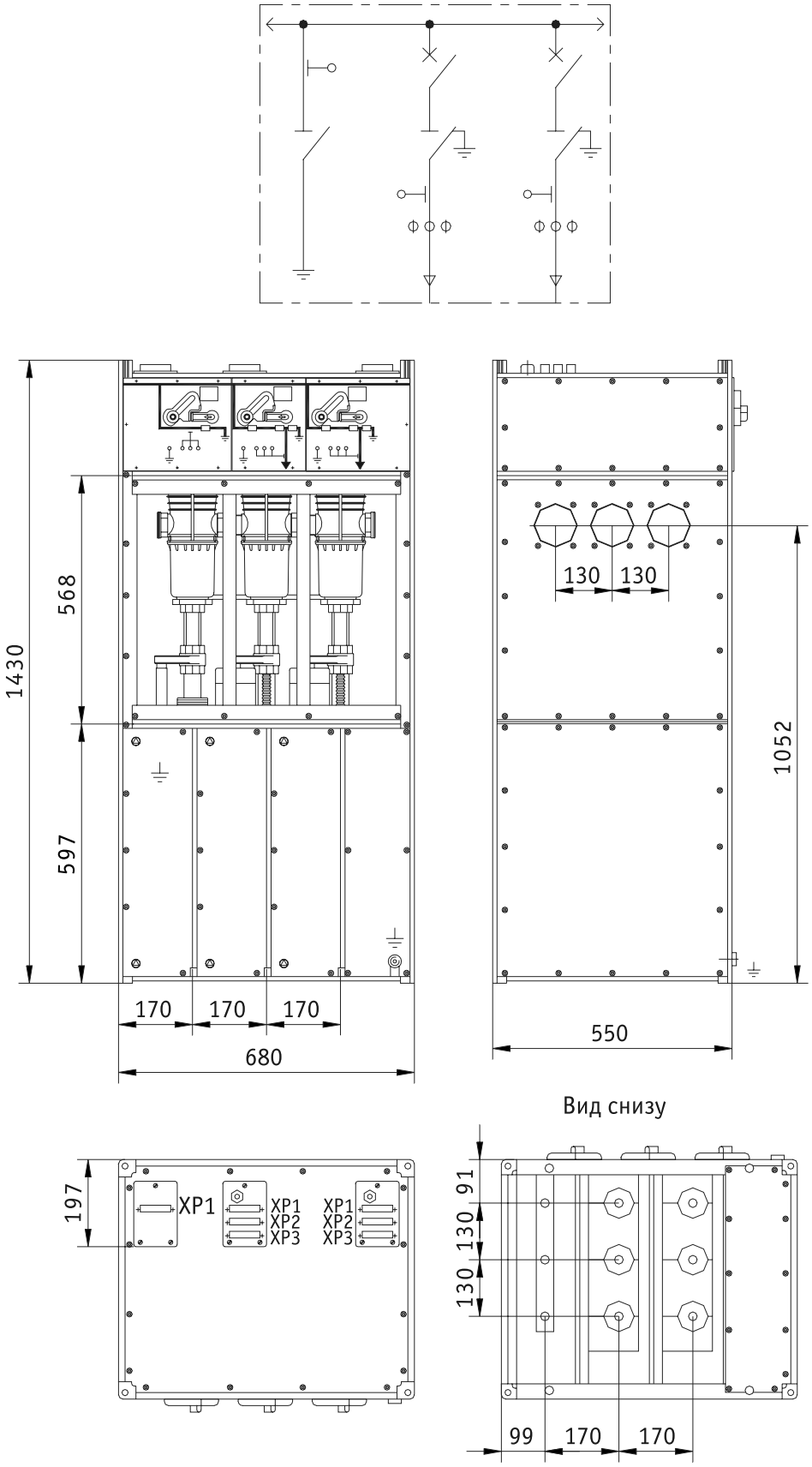


Рис. 26

4.2. Стыковка шкафов

Для формирования главных цепей распредустройства, имеющего то или иное назначение, шкафы КРУ/TEL стыкуются друг с другом по сборным шинам при помощи соединительных шин. Более подробно узел стыковки показан на рис. 27 и содержит следующие элементы:

- шина соединительная (1);
- проходной изолятор левый (2);
- проходной изолятор правый (3);
- соединители сборных шин (4);
- гайки (5).

Перед стыковкой шкафов по сборным шинам они устанавливаются на несущей раме на расстоянии 35 мм между собой.

В отверстия боковых листов (6) обшивки высоковольтного отсека шкафов устанавливаются проходные изоляторы (2, 3), через которые проходят соединительные шины (1), и фиксируются при помощи прижимных гаек (5). Контактное соединение по сборным шинам между шкафами осуществляется посредством соединителей сборных шин цангового типа (4) способом, описание которого приведено в разделе 3.3.

Благодаря такой системе соединения, обеспечивается возможность замены любого из шкафов распредустройства без предварительного демонтажа соседних шкафов.

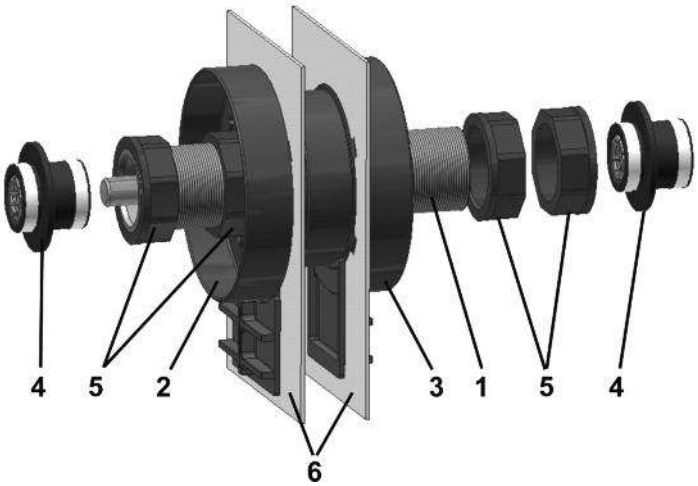


Рис. 27

4.3. Стыковка секций

Для РУ, имеющих секционированную систему сборных шин, возникает необходимость соединить различные секции сборных шин. Для этой цели используется узел секционирования (совокупность модулей №6 и №7, показанная на рис. 6).

Токопроводы секционирующих модулей соединяются при помощи перемычек (поз. 2 рис. 28) посредством конусного контактного соединения.

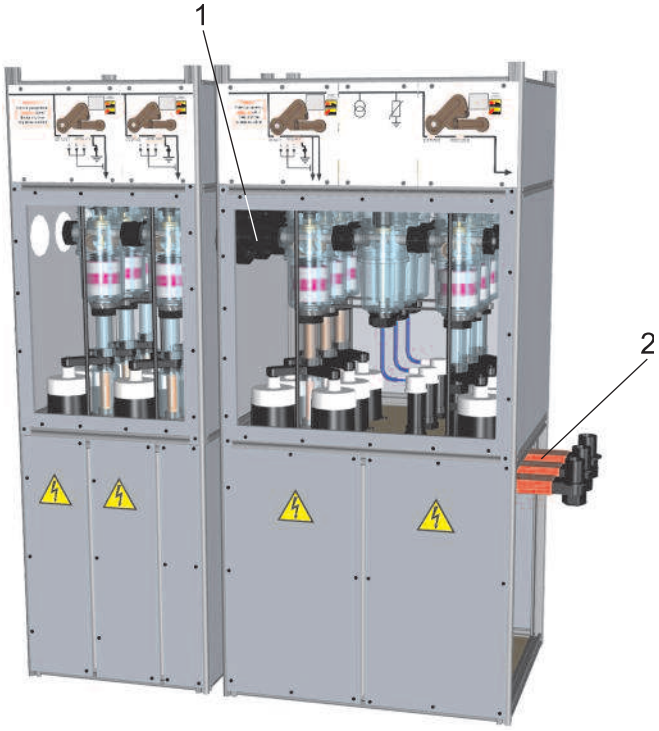


Рис. 28

Шкаф с секционным выключателем (см. схему рис. 23) содержит модуль №6 и устанавливается на объекте слева (по виду со стороны фасада) от шкафа с секционным разъединителем, содержащим модуль №7 (рис. 24).

4.4. Реализация типовых схем главных цепей распредустройств

Шкафы КРУ/TEL, состыкованные друг с другом по сборным шинам и (или) с помощью секционирующей перемычки, формируют главные цепи распредустройств различного назначения. Некоторые из них рассмотрены в настоящем разделе.

4.4.1. Схема распредустройства, содержащего двухкабельный ввод с разъединителем, ТН и ОПН на сборных шинах, заземлитель сборных шин и четыре отходящих линии показана на рис. 29. Формула распредустройства 029(10) 1111. Для реализации этой схемы главных цепей потребовалось всего два шкафа: шкаф ввода и шкаф отходящих линий на четыре однокабельных присоединения.

РП такого типа было изготовлено предприятием ТАВРИДА ЭЛЕКТРИК для подстанции 35/10 кВ «Рыловичи» по заказу Пинских электрических сетей и сдано в эксплуатацию 23 декабря 1997 г. Шкафы КРУ/TEL были предназначены для замены ячеек типа КРН открытого распредустройства, показанного на фотографии рис. 30 (длина ОРУ около 7 м).

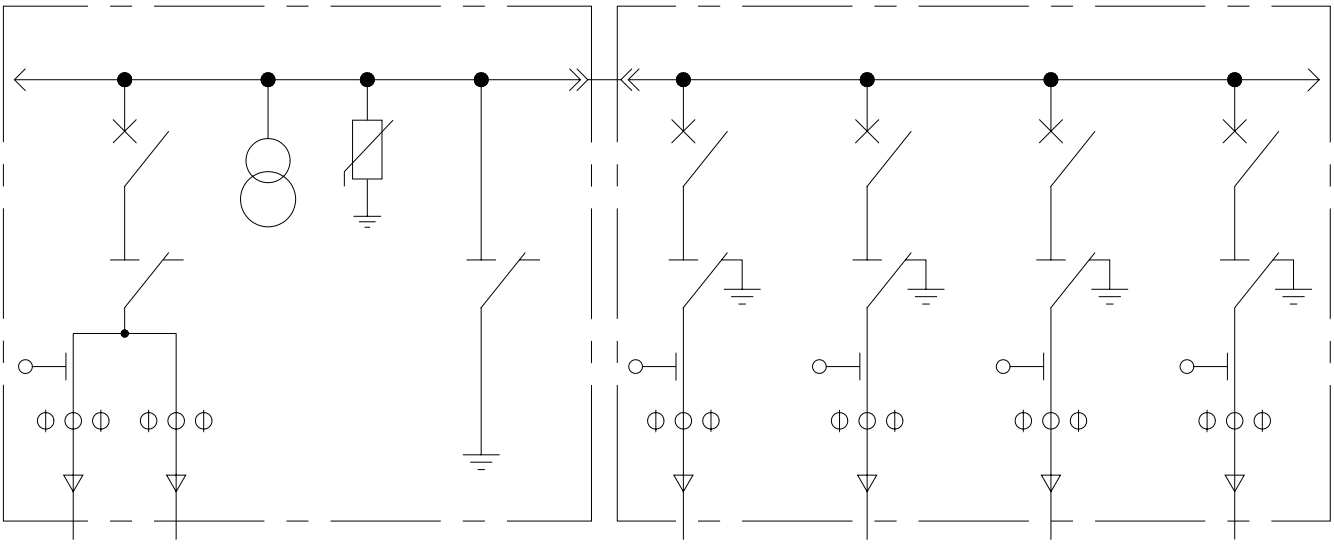


Рис. 29

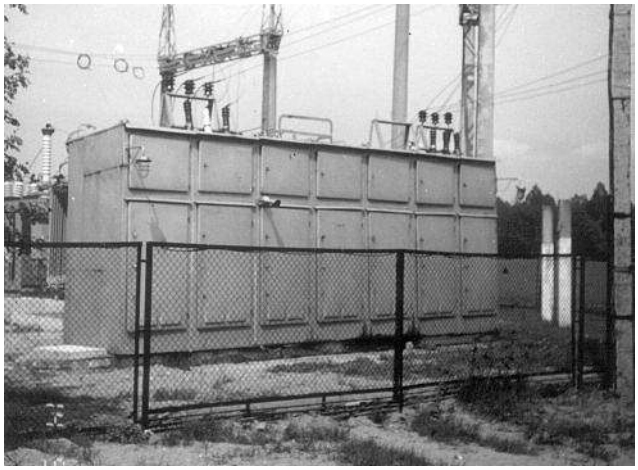


рис. 30

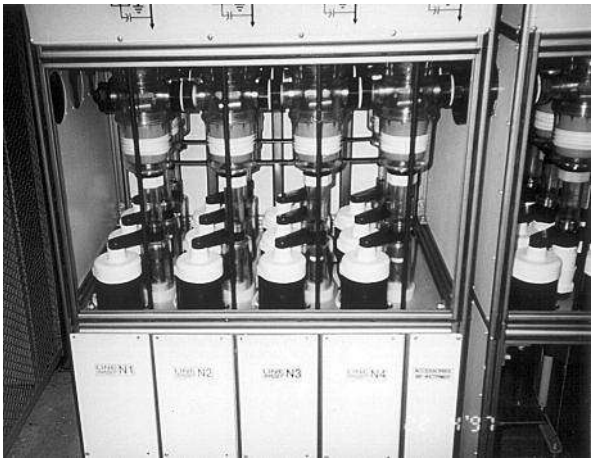


рис. 33

рис. 31

рис. 34

рис. 32

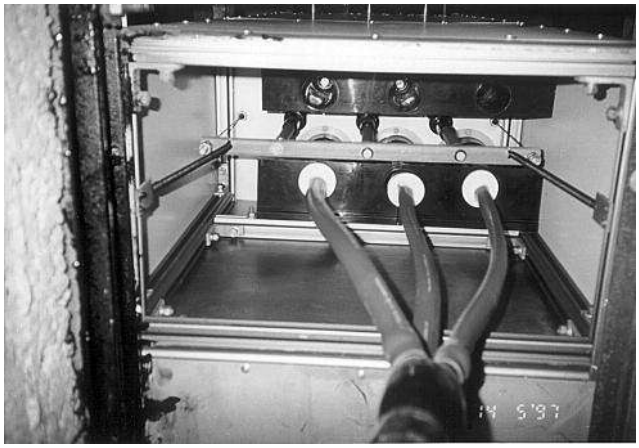


рис. 35

Длина нового распредустройства 1630 мм (рис. 31).

На фотографиях рис. 32 и рис. 33 показаны высоковольтные отсеки шкафа ввода и шкафа отходящих линий соответственно, заменивших ОРУ.

На рис. 34 виден кабельный канал (глубиной 1200 мм) и три отходящих кабеля, прикрепленные хомутами к горизонтальной балке. Такое крепление снимает усилие тяжения кабеля с кабельных приемников. Вид на кабельный отсек со стороны кабельного канала показан на рис. 35. Хорошо видны концевые кабельные разделки, выполненные по технологии фирмы RAYCHEM.

4.4.2. На рис. 36 представлена схема ЗРУ-6 кВ на 21 присоединение, изготовленного по заказу Таллиннских тепловых сетей для реконструкции распредустройства котельной «Мустамяэ». Шкафы КРУ/TEL были предназначены для замены оборудования, показанного на рис.37.

В состав ЗРУ входят два шкафа ввода (шкаф №3 – с секционным выключателем и шкаф №4 – с секционным разъединителем) и четыре шкафа отходящих линий.

Формула распредустройства 0111 0111 49(10)6 79(10)4 0111 1111.

К первой секции сборных шин подключены шесть отходящих линий, ко второй – семь, одна из которых - резервная.

Общий вид распредустройства, сданного в эксплуатацию в марте 1998 года, показан на рис. 38. Слева от распредустройства виден шкаф оперативного питания 220В DC.

Для обеспечения защиты отходящих линий от замыкания на землю на кабеле были установлены трансформаторы тока нулевой последовательности типа ТЗЛМ.

На рис. 39 показаны ТТНП и кабельные разделки, подготовленные к монтажу, на рис. 41 – кабельный канал после монтажа и подключения кабеля к шкафам КРУ/TEL.

Для защиты электродвигателей мощностью 630 и 500 кВт в клеммных колодках двигателей были смонтированы ограничители перенапряжений типа ОПН-КС (рис. 40).

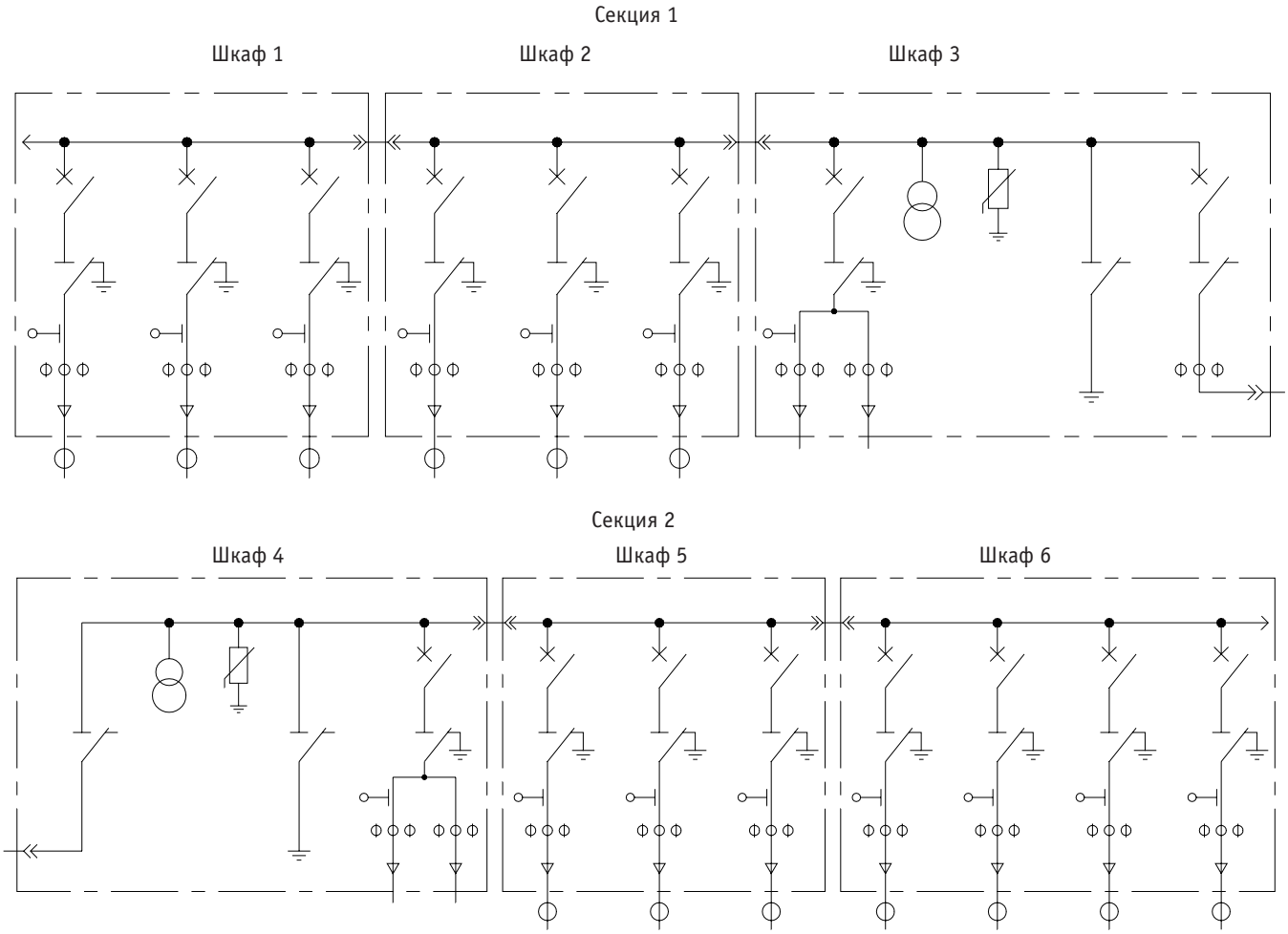


Рис. 36

рис. 37

рис. 39

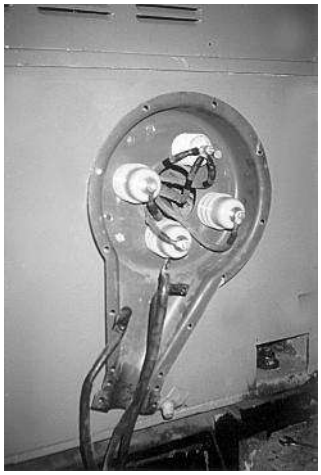


рис. 40

рис. 38

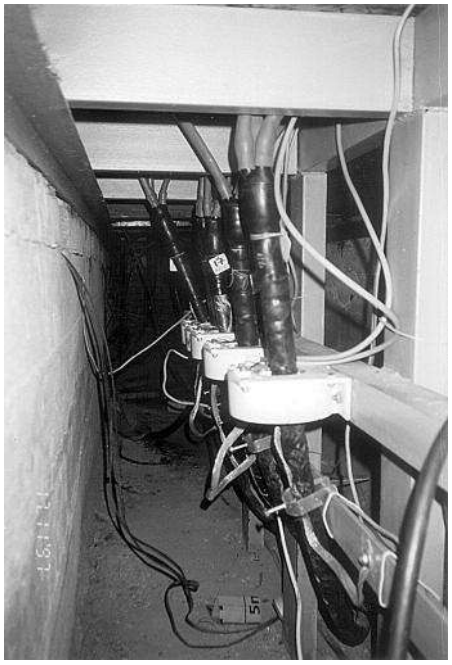


рис. 41

4.4.3. При реконструкции здания по ул. Институтской (Киев) возникла необходимость модернизации распредустройства РП-12, снабжающего электроэнергией государственные учреждения. Сплошная городская застройка исторической части города не позволяла строить новое здание РП. Поэтому было принято решение установить малогабаритные шкафы КРУ/TEL на 21 присоединение (рис. 42), для чего одна из квартир на первом этаже была переоборудована в РП встроенного типа, а подвал - в кабельный полуэтаж (рис. 43).

рис. 42

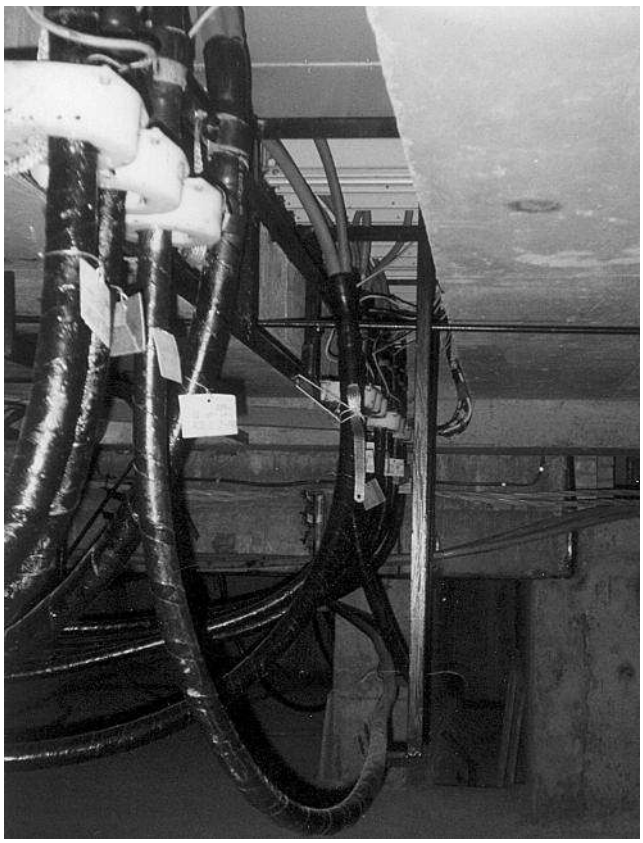


рис. 43

4.4.4.Схема распредустройства, представленная на рис. 44, входит в состав типового проекта, разработанного Киевским проектным институтом «Энергоперспектива».

Типовой проект представляет собой комплект документации для распределительного пункта 10(6) кВ, совмещенный с трансформаторной подстанцией 10(6)/0,4 кВ типа РПК (КРУ/TEL)-2Т. Так как этот документ предполагает установку КРУ/TEL в качестве распределительного устройства 10(6) кВ, в нём предусмотрены соответствующие требования к строительной части, условия монтажа и эксплуатации, а также реализованы преимущества данного оборудования. Вид здания РПК (КРУ/TEL)-2Т показан на рис. 46.

Внешний вид РУ, изготовленного в рамках реализации типового проекта для сервисного центра «Опель», г. Киев, показан на рис. 45. Распределительное устройство сформировано из типовых шкафов главных цепей и имеет формулу 111(10) 0196 0791 (10)111. Общая длина РУ составляет 3140 мм. Подстанция сдана в эксплуатацию 18 января 2002 г. На основании опыта применения типового проектного решения У.407-3-0653.2000 Предприятие «Таврида Электрик Украина» разработало уточняющие рекомендации, которые необходимо учитывать при привязке проекта.

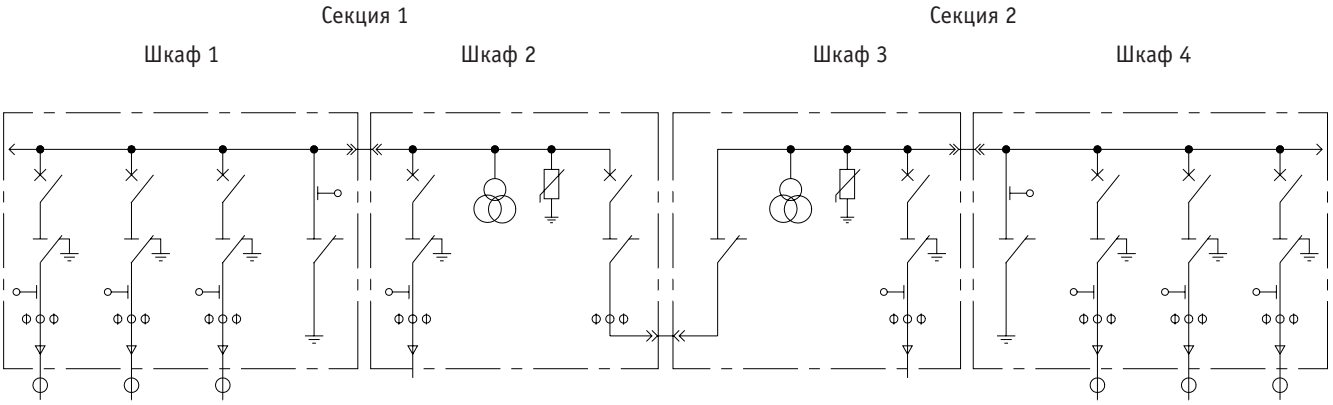


Рис. 44

рис. 45

рис. 46

4.4.5. Распредустройства с одной системой сборных шин могут быть изготовлены на базе модулей №1 (типовые отходящие линии), а также №3 или 5 (типовые вводы с трансформаторами напряжения). При этом один ввод используется в качестве основного, а другой – в качестве резервного. Трансформаторы напряжения, подключенные к кабельным приемникам вводных линий, позволяют в необходимых случаях организовать работу АВР с самовозвратом.

Типовая схема такого объекта показана на рис. 47.

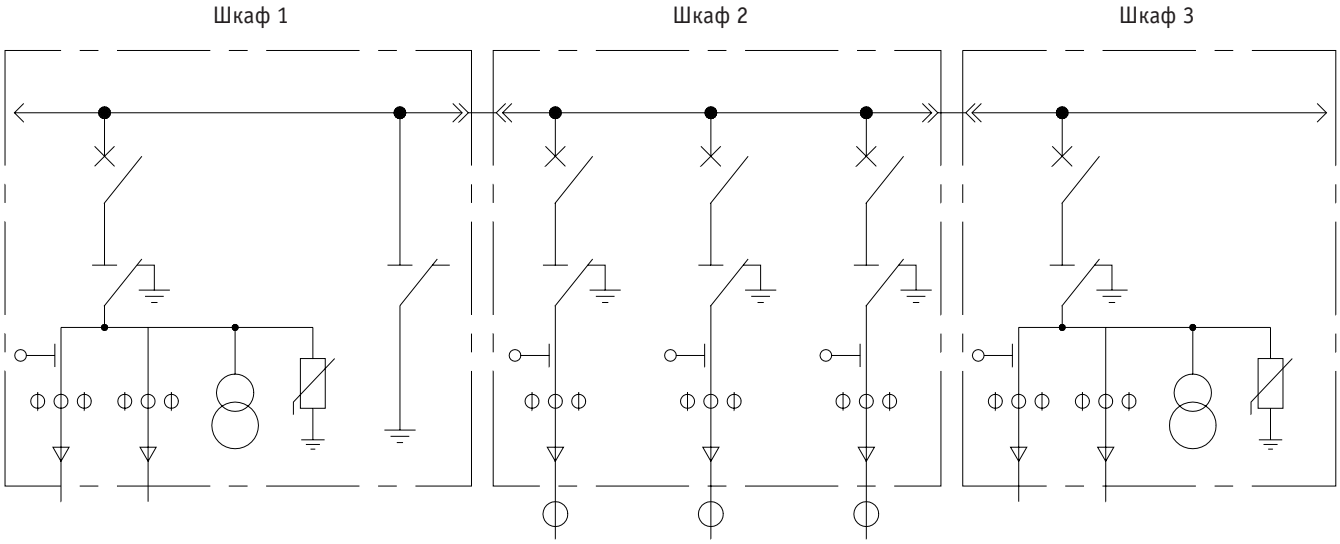


Рис. 47

4.4.6. Для городских кольцевых сетей применяются шкафы, изготовленные на базе модулей №1, №6 и №7.

Например:

а) шкаф отходящих линий на три присоединения может быть использован как проходной элемент городских кольцевых сетей;

б) шкафы отходящих линий, содержащие узел секционирования, применяются для узловых трансформаторных подстанций (рис. 48).

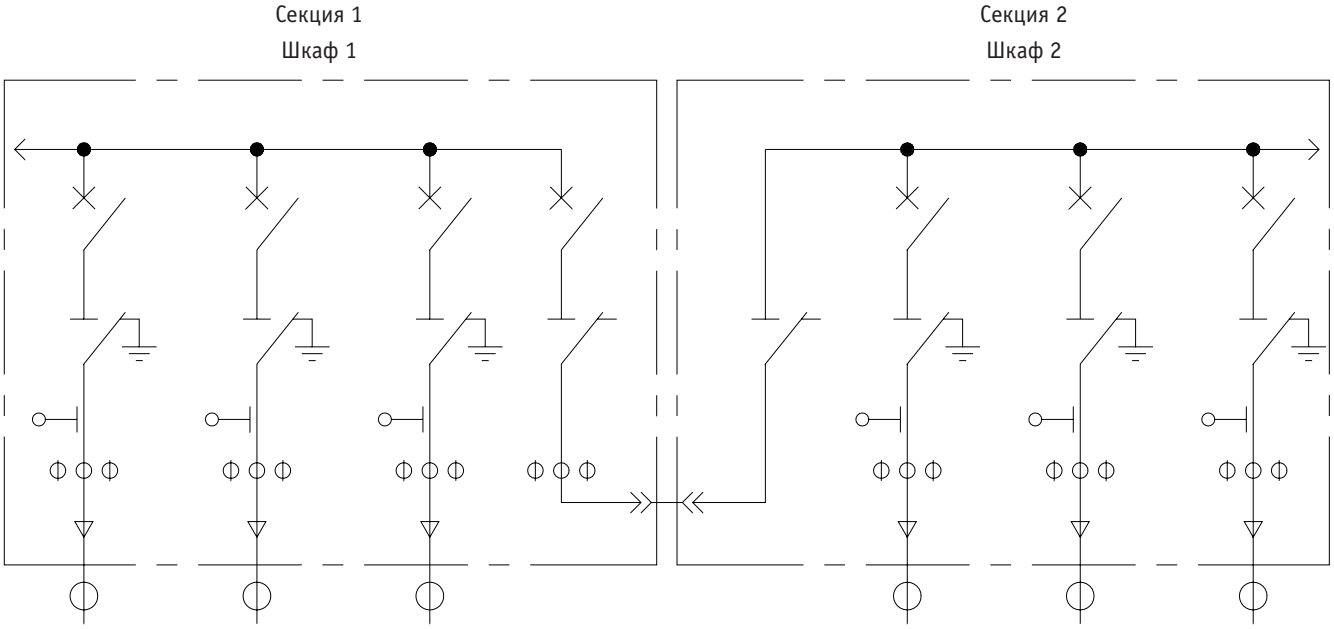


Рис. 48

5. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА КРУ/TEL

5.1. Введение

Шкафы главных цепей КРУ/TEL оснащаются комплексной системой релейной защиты и автоматики следующих объектов распределительной сети:

- воздушные и кабельные линии;
- трансформаторы;
- генераторы малой и средней мощности;
- синхронные и асинхронные двигатели;
- фидеры ввода и др.

В зависимости от потребностей Заказчика, возможно создание систем различной степени сложности, максимально отвечающих задачам защиты, автоматизации и управления конкретных объектов.

Система РЗиА, как правило (в зависимости от типа реле), имеет диапазон рабочих температур от –10°С до +55°С и сохраняет работоспособность при относительной влажности воздуха до 93%, без конденсата при 40°С (IEC 68-2-3).

В систему РЗиА КРУ/TEL может входить (в соответствии с заказом) следующее оборудование:

- отсеки РЗиА, включающие вторичные цепи с реле защиты и автоматики, измерительные приборы;
- система питания РЗиА;
- система сбора и передачи информации (SCADA).

Кроме того, по дополнительному требованию Заказчика, могут устанавливаться приборы коммерческого или технического учета электроэнергии или специализированные микропроцессорные измерительные центры.

5.2. Система оперативного питания РЗиА.

Система оперативного питания КРУ/TEL предназначена для питания приводов вакуумных выключателей и системы РЗиА комплектного распределительного устройства, в составе которого она устанавливается. Все параметры системы гарантируются только при совместном применении со шкафами КРУ/TEL, составляющими конкретную подстанцию.

В зависимости от пожеланий Заказчика и вида подстанции, оперативное питание может быть одного из следующих типов:

- зависимое 220В переменного тока;
- независимое 220В переменного тока;
- независимое 220В постоянного тока.

5.2.1. Зависимое оперативное питание.

В данной системе, питание РЗиА осуществляется от источника напряжения переменного тока с номинальным действующим значением 220В. Главным недостатком данного способа организации оперативного питания является то, что напряжение источника может изменяться в довольно широких пределах или отключаться при аварийных режимах.

Как правило, данный тип системы питания применяется на РП с небольшим числом присоединений. Оперативное напряжение может поступать от внешних (по отношению к РП) источни-

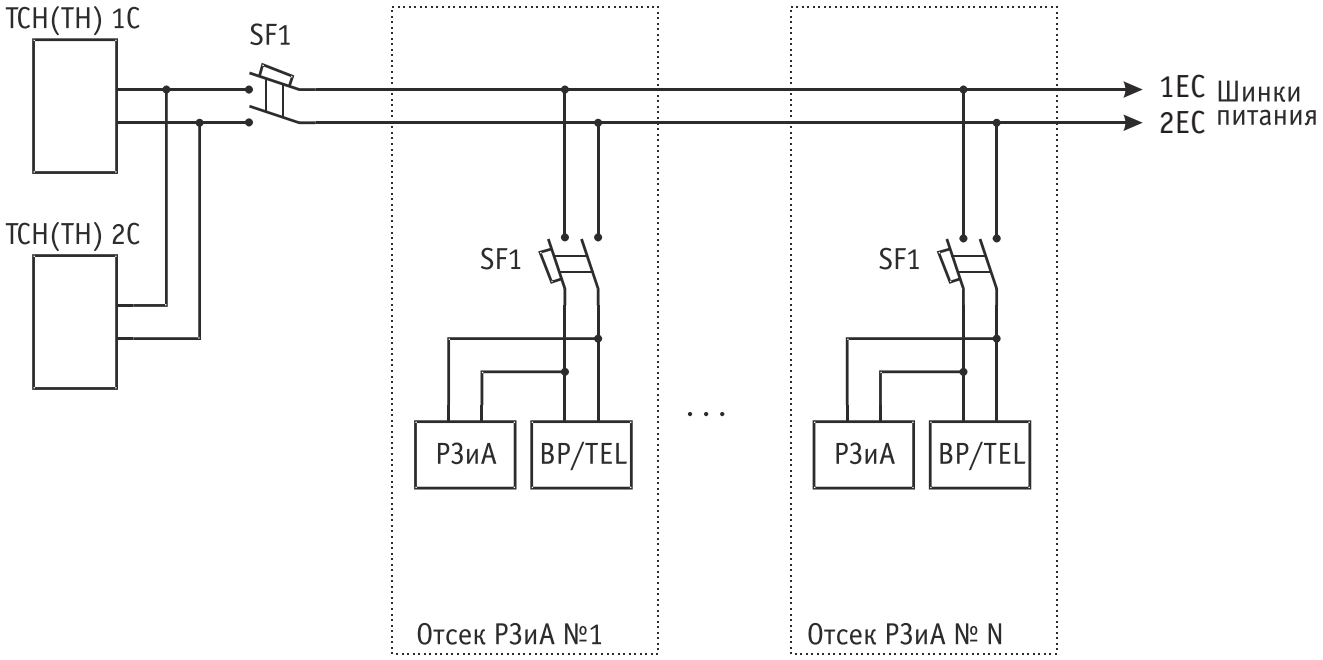


Рис. 49

ков напряжения или от трансформаторов собственных нужд (ТСН), подключенных к отходящей линии подстанции. Система содержит шинки переменного оперативного питания (которые должны быть подключены не менее чем к двум источникам), автоматические выключатели, реле контроля изоляции, а также АВР, реализованный на магнитных пускателях или реле. Упрощенная структурная схема представлена на рис. 49.

Система питания обеспечивает:

- местную (световую) и дистанционную («сухими контактами») сигнализацию неисправности системы питания, перегрузки и короткого замыкания выходов системы, а также снижения сопротивления изоляции цепей оперативного питания;
- защиту элементов системы и шинок питания от перегрузки и коротких замыканий.

5.2.2. Независимое оперативное питание

Системы независимого оперативного питания, как правило, обладают следующими функциями:

- обеспечение длительного бесперебойного питания цепей РЗиА и приводов выключателей при наличии входного напряжения 2×220В переменного тока;
- возможность автономного питания цепей РЗиА и приводов ВВ/TEL в течение заданного времени в случае отсутствия любых внешних источников напряжения;
- местная (световая) и дистанционная («сухими контактами») сигнализация неисправности системы питания, снижения сопротивления изоляции цепей оперативного питания, перегрузки и короткого замыкания выходов системы, а также отсутствия входного напряжения;
- защита элементов системы и шинок питания от перегрузки и коротких замыканий.

Основные параметры систем независимого электропитания, используемых в составе КРУ/TEL, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Параметр[1]	Система питания 220 В переменного тока	Система питания 220 В постоянного тока
Номинальное входное напряжение переменного тока, В:	380±20%	2x220±20%
Максимальная потребляемая мощность (в режиме заряда аккумуляторов), ВА не более:	1000	2070
Номинальное выходное напряжение питания приводов выключателей и цепей РЗиА, В:	220±10 % переменного тока	220±10 % постоянного тока
Максимальная выходная мощность питания приводов выключателей, цепей РЗиА и сигнализации, ВА:	500	1100
Время автономного питания номинальной нагрузки в дежурном режиме при 25°С (при полностью заряженных аккумуляторных батареях), часов:	от 2 до 24	от 4 до 24
Количество степеней резервирования:	3	2
Число циклов автономной работы до замены аккумуляторных батарей, не менее:	400	
Срок службы до замены аккумуляторов, лет, не менее:	10	
Рабочий диапазон температур:	от 0 до +50 °С	от -10 до +40 °С
Габаритные размеры[2] шкафа питания, мм:	680×550×2000	
Масса[2] шкафа питания, кг, не более:	300	

Независимое оперативное питание 220В переменного тока

Используется на подстанциях, включающих не более 9 фидеров (не учитывая присоединения без выключателя). Является надежным и недорогим вариантом организации бесперебойного оперативного питания. Содержит в своем составе, кроме автоматов защиты, разделительный

[1] Указанные в таблице предельные значения параметров могут быть изменены в соответствии со спецификацией к заказу.

[2] Габаритные размеры и масса шкафов питания зависят от количества и типа аккумуляторных батарей, используемых в системе питания.

трансформатор, зарядное устройство на напряжение =12В, необслуживаемую герметичную аккумуляторную батарею =12 В, два преобразователя =12В/~220В, реле контроля изоляции шинок оперативного питания, автоматику включения резерва. Емкость батареи определяется необходимой длительностью автономного питания и мощностью, потребляемой РЗиА. Упрощенная структурная схема представлена на рис. 50.

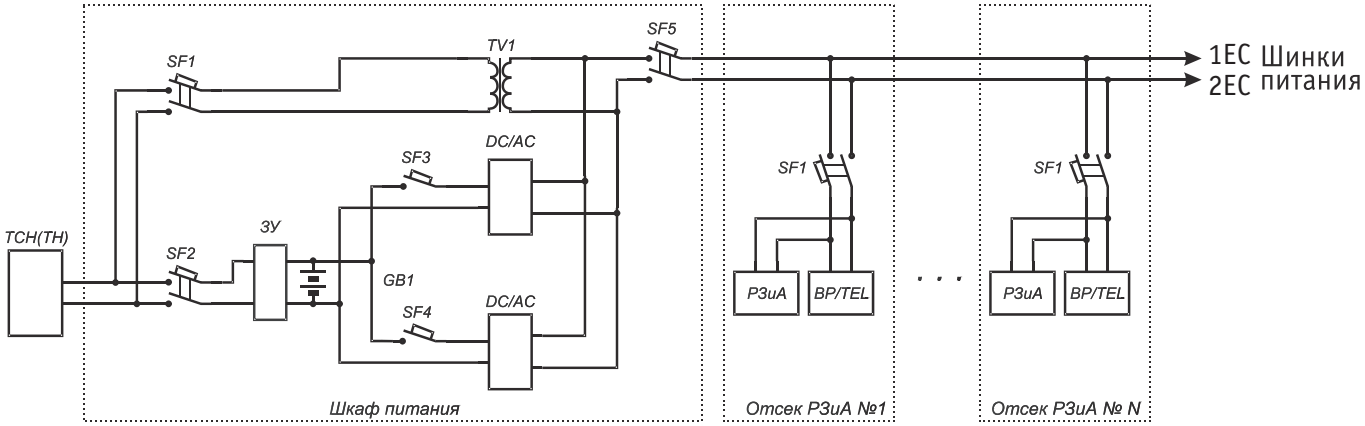


Рис. 50

Независимое оперативное питание 220В постоянного тока

Для питания РЗиА используются зарядные устройства (выпрямительные модули), а при пропадании напряжения на входе системы питания – необслуживаемая герметичная аккумуляторная батарея, емкость которой зависит от необходимой длительности автономного питания и мощности, потребляемой РЗиА.

Применяется, как правило, на ответственных подстанциях или РП с большим числом присоединений и является наиболее надежным вариантом системы питания. Содержит два зарядных устройства =220В, аккумуляторную батарею напряжением 220 В, автоматы защиты, реле контроля напряжения и реле контроля изоляции шинок оперативного питания. В качестве центрального контролирующего устройства может быть установлен специальный модуль. Упрощенная структурная схема системы независимого оперативного питания 220В постоянного тока представлена на рис. 51.

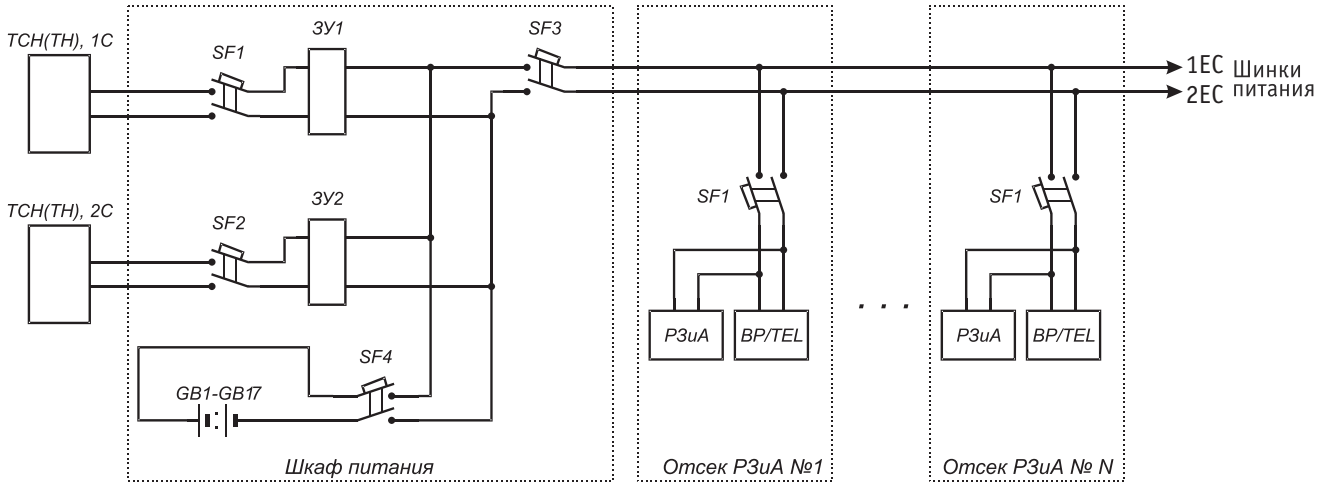


Рис. 51

5.3. Конструктив шкафа питания.

Системы независимого питания КРУ/TEL, как правило, состоят из двух частей: отсека управления и отсека аккумуляторов.

Отсек аккумуляторов (рис. 52) содержит аккумуляторы, образующие аккумуляторную батарею необходимой емкости и напряжения (при напряжении отдельного аккумулятора 12В и емкости 13, 26, 31, 38 или 42Ач в зависимости от требуемых параметров системы питания). Также, в зависимости от типа зарядного устройства, в аккумуляторном отсеке может устанавливаться датчик контроля температуры АКБ. Выводы аккумуляторной батареи через проходные сальники соединяются с клеммной колодкой, установленной в отсеке управления. Доступ к аккумуляторам осуществляется через дверь в передней части отсека.

Отсек управления системы питания 220 В постоянного тока (см. рис. 53а) содержит два зарядно-питающих устройства (1) на напряжение 220 В а для системы питания 220 В переменного тока (см. рис. 53б) — зарядное устройство (1) на напряжение 12 В, разделительный трансформатор (7), инверторы (8) и реле автоматики. Кроме перечисленного в отсеке управления также установлены: автоматические выключатели (2), реле контроля входного напряжения (3), соединительные клеммные колодки (4), аппаратура сигнализации и индикации (5) и реле контроля изоляции (6). В системе питания на 220 В постоянного тока, вместо реле контроля напряжения, реле контроля изоляции, устройств сигнализации и индикации применяется специальный модуль контроля (9).

Автоматические выключатели, установленные в системе питания, предназначены для защиты цепей при аварийных режимах работы, повышения устойчивости системы к выходу из строя одного из ее компонентов, а также для ручного отключения определённых участков схемы. Все автоматические выключатели имеют блок-контакты для сигнализации их состояния, подключенные к цепям местной индикации и телесигнализации неисправностей.

Для определения состояния изоляции цепей оперативного питания используется реле контроля изоляции или центральный модуль контроля, контакты которого также подключены к цепям сигнализации. Визуальный контроль состоя-

Рис. 52

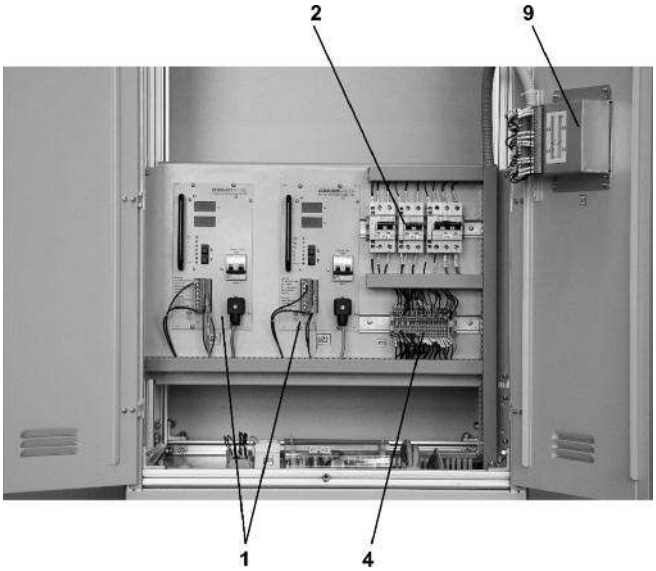


Рис. 53а

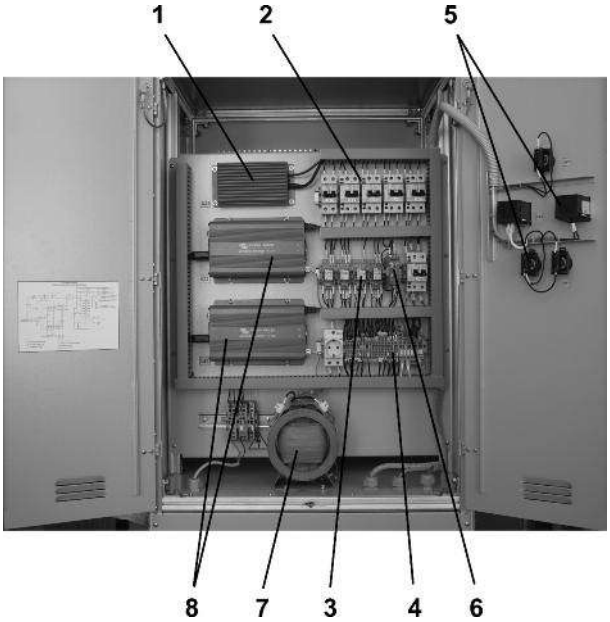


Рис. 53б

ния системы питания, при отсутствии модуля контроля, позволяют осуществлять следующие устройства:

- вольтметр — показывает уровень выходного напряжения;
- амперметр — показывает тока заряда / подзаряда аккумуляторной батареи, ток потребляемый инверторами при «горячем резервировании»;
- лампочка «Авария» - сигнализирует о наличии неисправности в системе питания;
- лампочка «Неисправность» («Общая сигнализация») – сигнализирует о неисправности в системе РЗиА и системе питания;
- лампочка «Аварийное отключение» («Общая сигнализация») – сигнализирует об аварийных срабатываниях РЗиА.

Данные приборы установлены на передней панели шкафа питания и дают полное представление о режиме работы системы питания.

На подстанции шкаф питания может быть установлен как крайним в общем ряду шкафов главных цепей КРУ/TEL, так и отдельно в пределах помещения РП. Внешний вид и внутреннее устройство системы независимого питания 220В постоянного тока, рассчитанной на 12 часов автономной работы аппаратуры РЗиА 16 присоединений, показан на рис. 54 и 55.

5.4. Релейная защита и автоматика присоединений

Релейная защита и автоматика присоединений может быть выполнена с использованием многих типов микропроцессорных реле. Наиболее применяемыми являются микропроцессорные реле следующих фирм:

- MICROELETTRICA SCIENTIFICA (см. таблицу 5);
- КИЕВПРИБОР;

Выполнение системы РЗиА на реле производства «Microelettrica Scientifica» является типовым вариантом, обеспечивающим функциональность и высокое качество при оптимальной цене. Подробную информацию о данных реле можно найти на сайте www.teu.tavrida.com

Рис. 54

Рис. 55

Функции микропроцессорных реле производства Microelectrica Scientifica

Таблица 5

Тип реле / Функция[1]	N-DIN-F	N-DIN-M	IM30-AB	IM30-AP	IM30-BY	IM30-DR	IM30-SA	IM30-SR	DM33	MM30	MM30-D	MM30-W	IM30-T	IM30-DT	MD32-T	MD33-T	UM30-A	IM30-G	MG30	MD32-G	MC20	MC30	FMR
МТЗ	2	1	3	2	3	2	2	2	3	1	1	1	3	3		1		2		1	3	3	
Направленная МТЗ									3														3
МТЗ с контролем напряжения																			2				X
МТЗ обратного чередование фаз												1											
МТЗ ЗНЗ	2	1	3	2			2	2	3	1		1	3								3	3	
Чувствительная ЗНЗ							1	2															
Направленная ЗНЗ						2			3		1			3									3
Дифференциальная ЗНЗ															1					1			
ЗНЗ статора																		1	3	1			
МТЗ обратной последовательности	1	1			2	1	1			1	1	1	2	2				2	2				2
Мин./макс. напряжения									2			1					2		2				4
Мин./макс. напряжения прямой последовательности																	1						2
Максимального напряжения 3U0						1			4								2						2
Мин./макс. частоты												2					2		2				4
Защита от минимальной нагрузки		1								1	1	1							1				
Защита от блокировки ротора		1								1	1	1											
Защита от перегрузки	1	1								1	1	1	2	2					1				1
Защита от перевозбуждения																	2		2				
Защита от снижения мощности												1											
Защита от обратной мощности																		1	1				
Защита от потери возбуждения																		1	1				
Дифференциальная защита															2	2				2			
Количество стартов двигателя		X								X	X	X											
Контроль скорости										X	X	X											
АПВ						4		4															
Две группы уставок			X		X	X																	X
УРОВ	X		X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Блокировка выходных реле			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ЛЗШ			X	X	X	X	X	X	X				X	X				X	X	X	X	X	X
Количество дискретных входов	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Количество дискретных выходов	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	6
Измерение тока фаз	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Измерение тока 3Io	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X			X	X	X
Измерение напряжения									X			X					X	X	X				X
Измерение напряжения 3U0						X			X		X			X			X		X				X
Измерение частоты									X			X					X	X	X				X
Измерение мощности												X							X				X
Контроль исправности	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Возможность подключения к сети	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

[1] Цифрой обозначено количество ступеней защиты, а символом X - наличие соответствующей функции.

5.5. Система сбора и передачи информации SCADA

Системы РЗиА могут опционально комплектоваться локальной системой SCADA, которая собирает информацию о состоянии подстанции, обеспечивает интерфейс с оператором, сохраняет историю событий, позволяет осуществлять дистанционное управление, а также предоставляет возможность согласования с системами SCADA более высокого уровня.

Локальная система SCADA, как правило, состоит из следующих компонентов:

- контролируемых пунктов;
- персонального компьютера промышленного исполнения с АРМ или без;
- модема для выделенной телефонной линии;
- комплекта программного обеспечения SCADA «Систел».

Структурная схема системы представлена на рисунке 56.

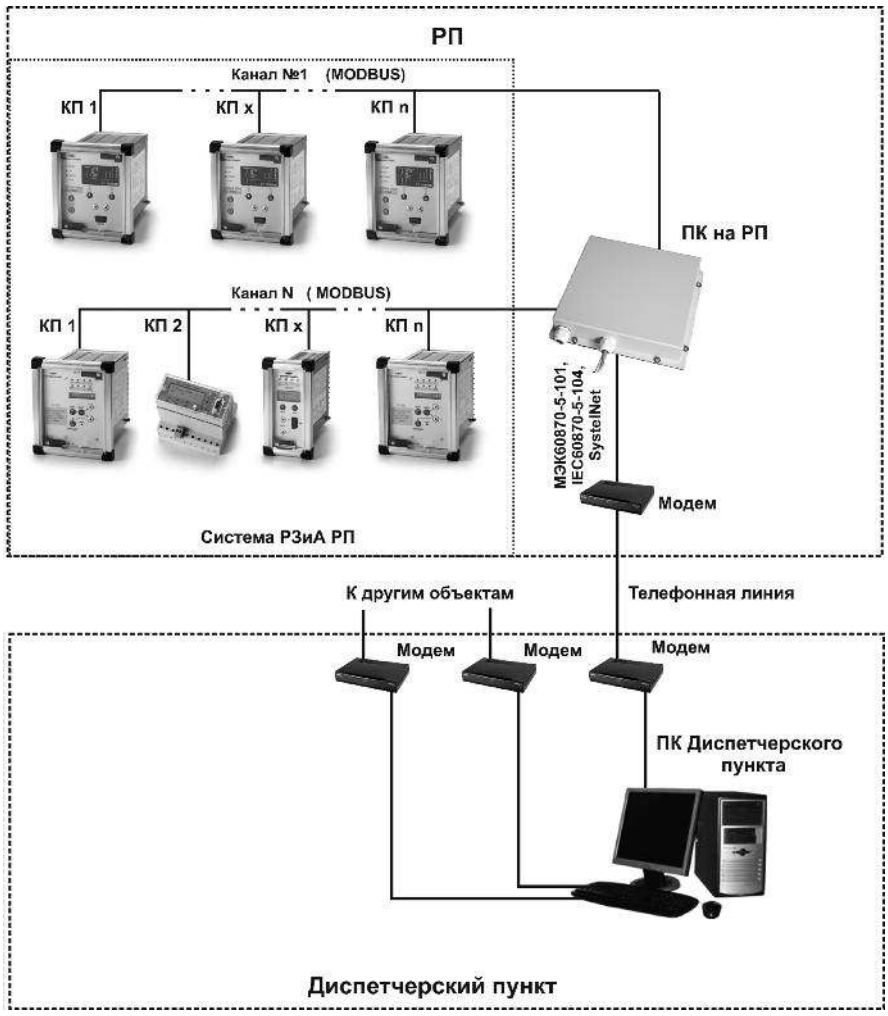


рис. 56

5.5.1. *Контролируемые пункты.*

Для сбора и передачи данных с присоединений используются контролируемые пункты (КП) - микропроцессорные реле защиты, а также модули управления и контроля.

Их назначение:

- сбор сигналов телесигнализации (ТС) и телеизмерений (ТИ) от датчиков шкафов главных цепей;
- передача данных в цифровом протоколе по последовательному интерфейсу;
- получение сигналов телеуправления (ТУ) по последовательному интерфейсу и выдача их на объект управления.

Обмен данными между объектами локальной сети и персональным компьютером осуществляется по интерфейсу RS485 (как правило, в протоколе MODBUS). Передача данных с персонально-

го компьютера РП на верхний уровень управления (диспетчерский пункт) обычно производится по выделенной телефонной линии через модем в протоколе МЭК60870-5-101.

Кроме того, по последовательному интерфейсу передается информация о срабатывании реле защит с указанием параметров, измеренных в момент срабатывания, отметки времени и причины срабатывания.

5.5.2. Персональный компьютер.

Персональный компьютер с установленным на нем специализированным программным обеспечением предназначен для выполнения следующих функций:

- обеспечение интерфейса связи с оператором — отображение сигналов ТС и ТИ, прием от оператора и передача сигналов ТУ;
- хранение накопленной информации о параметрах КП и их изменении;
- отображение текущего состояния всех объектов РП;
- передача сигналов на более высокий уровень управления;
- обработка принятых от КП параметров.

5.5.3. Программное обеспечение.

Программное обеспечение системы состоит из нескольких программ, работающих под управлением операционной системы, включая:

- Систему сбора данных реального времени.
- Сервер.
- Графический редактор.
- Клиентские приложения для рабочих станций — АРМ диспетчера, АРМ руководителя и др.
- Программу отображения информации в виде графиков.
- Программу построения отчетов с помощью Excel.
- WEB-сервер.
- Систему WEB-отображения.
- Различные вспомогательные программы.

5.5.4. Основные выполняемые функции.

Телеуправление.

Телеуправление коммутационными аппаратами присоединений обеспечивается непосредственно микропроцессорным реле защиты или модулями контроля и управления МХ7-5 или МХ14-5 (в зависимости от комплектности поставки) и позволяет осуществлять дистанционное включение и отключение выключателей распределительного устройства.

Телесигнализация.

Обеспечивает следующие виды телесигналов:

- Положение выключателей: включен, отключен.
- Положение линейных разъединителей: включен, заземлен, промежуточное.
- Положение заземлителей сборных шин: сборные шины заземлены, не заземлены.
- Положение секционных разъединителей: включен, отключен.
- Положение блокировки включения выключателя: включена, отключена (рукоятка доступа поднята, опущена).
- Неисправность цепей управления выключателем (неисправность блока питания).
- Управление выключателем: местное, дистанционное.
- Неисправность РЗиА и системы оперативного питания.
- Срабатывание защит присоединений[1].

А также любые другие дополнительные телесигналы, состояние которых требуется отображать.

Телеизмерения.

Система SCADA обеспечивает следующие виды телеизмерений[2]:

- Частота сети на каждой секции сборных шин.
- Ток в каждой фазе на каждом из присоединений.
- Максимальный из трех фазных токов на каждом из присоединений.
- Ток прямой последовательности на каждом из присоединений.
- Ток обратной последовательности на каждом из присоединений.
- Фазные и линейные напряжения на каждой секции сборных шин.
- Ток нулевой последовательности на каждом из присоединений.
- Напряжение нулевой последовательности на каждой секции сборных шин.
- Максимальный ток в каждой фазе, токи обратной и нулевой последовательности за все время мониторинга на каждом из присоединений.
- Максимальный установившийся (за время более 100 мс) ток в каждой фазе, токи нулевой и обратной последовательности за все время мониторинга на каждом из присоединений.
- Дата, время и причина последней аварии на каждом из присоединений.
- Токи в момент срабатывания защиты на каждом из присоединений.

[1] Набор функций защит зависит от типа применяемых реле защиты.

[2] Количество и тип измеряемых параметров зависит от типа применяемых реле защиты.

- Фазные и линейные напряжения и частота в момент срабатывания защиты на присоединениях, являющихся вводами.
- Даты, время, причины и параметры (токи и/или напряжения) пяти последних срабатываний реле защиты на каждом из присоединений[1].
- Даты, время, причины и параметры (состояние входов и выходов) последних событий, зафиксированных модулем контроля и управления на каждом из присоединений[1].
- Количество срабатываний защит на каждом из присоединений.
- Напряжения прямой и обратной последовательности на каждой секции сборных шин.

5.5.5. АРМ диспетчера.

АРМ диспетчера обеспечивает интерфейс связи с оператором. Внешний вид рабочих окон АРМ представлен на рис. 57, 58, 59. В этой программе оператор может контролировать состояние всех коммутационных модулей и измеряемых параметров, а также осуществлять управление вакуумными выключателями распределительного устройства.

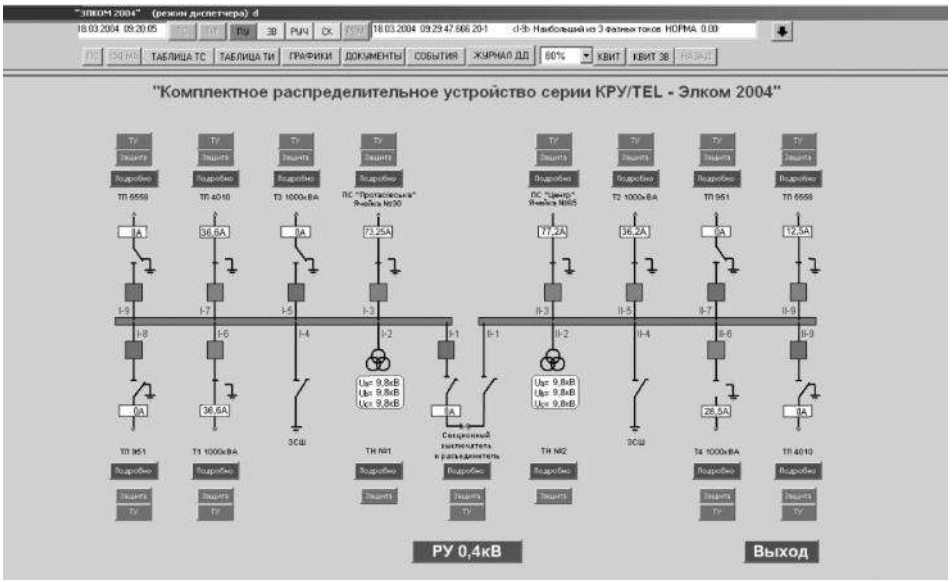


рис. 57

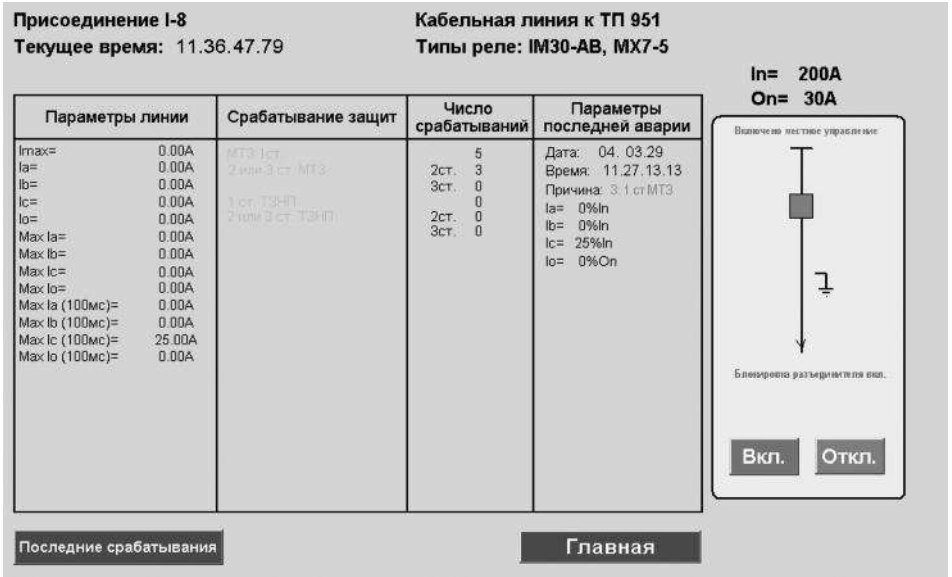
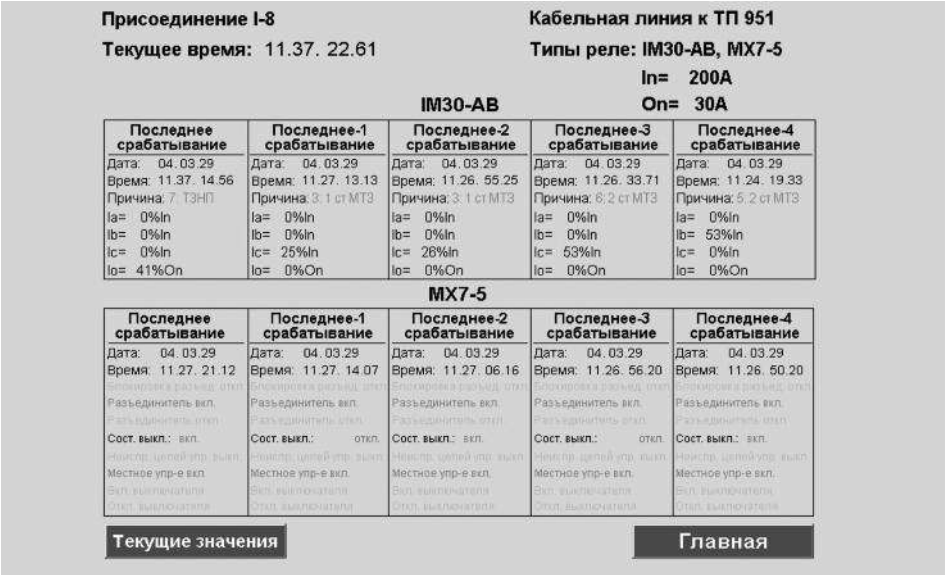


рис. 58

[1] Количество срабатываний и событий зависит от типа применяемых реле защиты.



Присоединение I-8 Кабельная линия к ТП 951

Текущее время: 11.37. 22.61 Типы реле: IM30-AB, MX7-5

In= 200A

On= 30A

IM30-AB

Последнее срабатывание	Последнее-1 срабатывание	Последнее-2 срабатывание	Последнее-3 срабатывание	Последнее-4 срабатывание
Дата: 04.03.29	Дата: 04.03.29	Дата: 04.03.29	Дата: 04.03.29	Дата: 04.03.29
Время: 11.37. 14.56	Время: 11.27. 13.13	Время: 11.26. 55.25	Время: 11.26. 33.71	Время: 11.24. 19.33
Причина: 7: ТЗНП	Причина: 3: 1 ст МТЗ	Причина: 3: 1 ст МТЗ	Причина: 6: 2 ст МТЗ	Причина: 5: 2 ст МТЗ
Ia= 0%In	Ia= 0%In	Ia= 0%In	Ia= 0%In	Ia= 0%In
Ib= 0%In	Ib= 0%In	Ib= 0%In	Ib= 0%In	Ib= 53%In
Ic= 0%In	Ic= 25%In	Ic= 26%In	Ic= 53%In	Ic= 0%In
Io= 41%On	Io= 0%On	Io= 0%On	Io= 0%On	Io= 0%On

MX7-5

Последнее срабатывание	Последнее-1 срабатывание	Последнее-2 срабатывание	Последнее-3 срабатывание	Последнее-4 срабатывание
Дата: 04.03.29	Дата: 04.03.29	Дата: 04.03.29	Дата: 04.03.29	Дата: 04.03.29
Время: 11.27. 21.12	Время: 11.27. 14.07	Время: 11.27. 06.16	Время: 11.26. 56.20	Время: 11.26. 50.20
Блокировка разъед. откл	Блокировка разъед. откл	Блокировка разъед. откл	Блокировка разъед. откл	Блокировка разъед. откл
Разъединитель вкл.	Разъединитель вкл.	Разъединитель вкл.	Разъединитель вкл.	Разъединитель вкл.
Разъединитель откл.	Разъединитель откл.	Разъединитель откл.	Разъединитель откл.	Разъединитель откл.
Сост. выкл.: вкл.	Сост. выкл.: откл.	Сост. выкл.: вкл.	Сост. выкл.: откл.	Сост. выкл.: вкл.
Неисп. цепей упр. выкл.	Неисп. цепей упр. выкл.	Неисп. цепей упр. выкл.	Неисп. цепей упр. выкл.	Неисп. цепей упр. выкл.
Местное упр-е вкл.	Местное упр-е вкл.	Местное упр-е вкл.	Местное упр-е вкл.	Местное упр-е вкл.
Вкл. выключателя	Вкл. выключателя	Вкл. выключателя	Вкл. выключателя	Вкл. выключателя
Откл. выключателя	Откл. выключателя	Откл. выключателя	Откл. выключателя	Откл. выключателя

Текущие значения Главная

рис. 59

5.5.6. Рекомендации по применению.

Системой SCADA целесообразно комплектовать обслуживаемые и необслуживаемые РП любого уровня сложности. Для необслуживаемых РП возможно применение распределенной системы, когда на РП устанавливается минимальный комплект оборудования, обеспечивающий передачу информации непосредственно на диспетчерский пункт.

5.6. Учет электроэнергии

Система коммерческого учета электроэнергии организуется на трансформаторах тока и напряжения, установленных в КРУ/TEL. Параметры трансформаторов подробно представлены разделах 2 и 4 Приложения.

Для учета электроэнергии могут быть использованы любые счетчики (допущенные к применению в системах коммерческого учёта электроэнергии), которые имеют входы тока и напряжения, соответствующие параметрам трансформаторов тока и напряжения шкафов КРУ/TEL.

Для стран Балтии, Украины и Белоруссии в качестве типового варианта могут применяться счетчики EPQS производства фирмы ELGAMA, Литва.

Технические характеристики счетчиков:

- номинальное напряжение 100В, 110В, 120В, 220В, 230В, 127В;
- номинальный ток 1А, 5А;
- номинальная частота 50Гц, 60Гц;
- чувствительность 0,08% Iном;
- количество тарифных зон 4;
- температурный диапазон от –10 °С до +45 °С;
- масса 1,4 кг;
- встроенные часы, связь с системой SCADA, измерение активной, реактивной, полной и средней мощностей, жидкокристаллический индикатор, сохранение данных в энергонезависимой памяти, вход вспомогательного источника питания +12В.

5.7. Конструктивное исполнение РЗиА

Отсек релейной защиты и автоматики устанавливается сверху на шкаф главных цепей, как показано на рис. 60, и служит его конструктивным продолжением. Так как конструкция релейного отсека выполнена согласно общей модульной концепции, его фасадная панель формируется из раздельных панелей модулей РЗиА, количество которых, как правило, соответствует количеству присоединений шкафа.

Согласно функциональному назначению, на передних панелях устанавливаются органы управления и визуального контроля за присоединением, а также реле защиты. В релейном отсеке на выдвижной каретке располагаются элементы схемы вторичной коммутации: автоматические выключатели, блоки питания и управления выключателем, клеммные колодки и т.п. Конструктив релейного отсека является практически универсальным для всех типов реле защиты, применяемых в КРУ/TEL.

При необходимости фасадная панель модуля РЗиА отбрасывается, а каретка выдвигается вперёд (см. рис. 60, 61 и 62), обеспечивая полный доступ к любому элементу релейного отсека. Элементы цепей релейной защиты присоедине-

ния располагаются таким образом, чтобы было возможно демонтировать любой из релейных отсеков, не нарушая при этом работоспособность РЗиА остальных присоединений.

Связь со шкафом первичных цепей осуществляется через разъемы, за исключением выводов вторичных обмоток трансформаторов тока и напряжения, которые подключаются непосредственно к клеммным колодкам релейного отсека.

В случае, если какие-либо из трансформаторов используются в системе комерческого учёта, доступ к их клеммным колодкам может быть ограничен специальной крышкой, обеспечивающей возможность пломбирования. Счётчики коммерческого учёта могут располагаться (в зависимости от габаритных размеров) как в пределах релейного отсека шкафа КРУ/TEL, так и в навесном щитке, устанавливаемом отдельно.

Внешний вид релейных отсеков и модулей РЗиА, выполненных на реле Modulex (Alstom) и МРЗС (Киевприбор) показаны на рис. 61 и 62 соответственно.

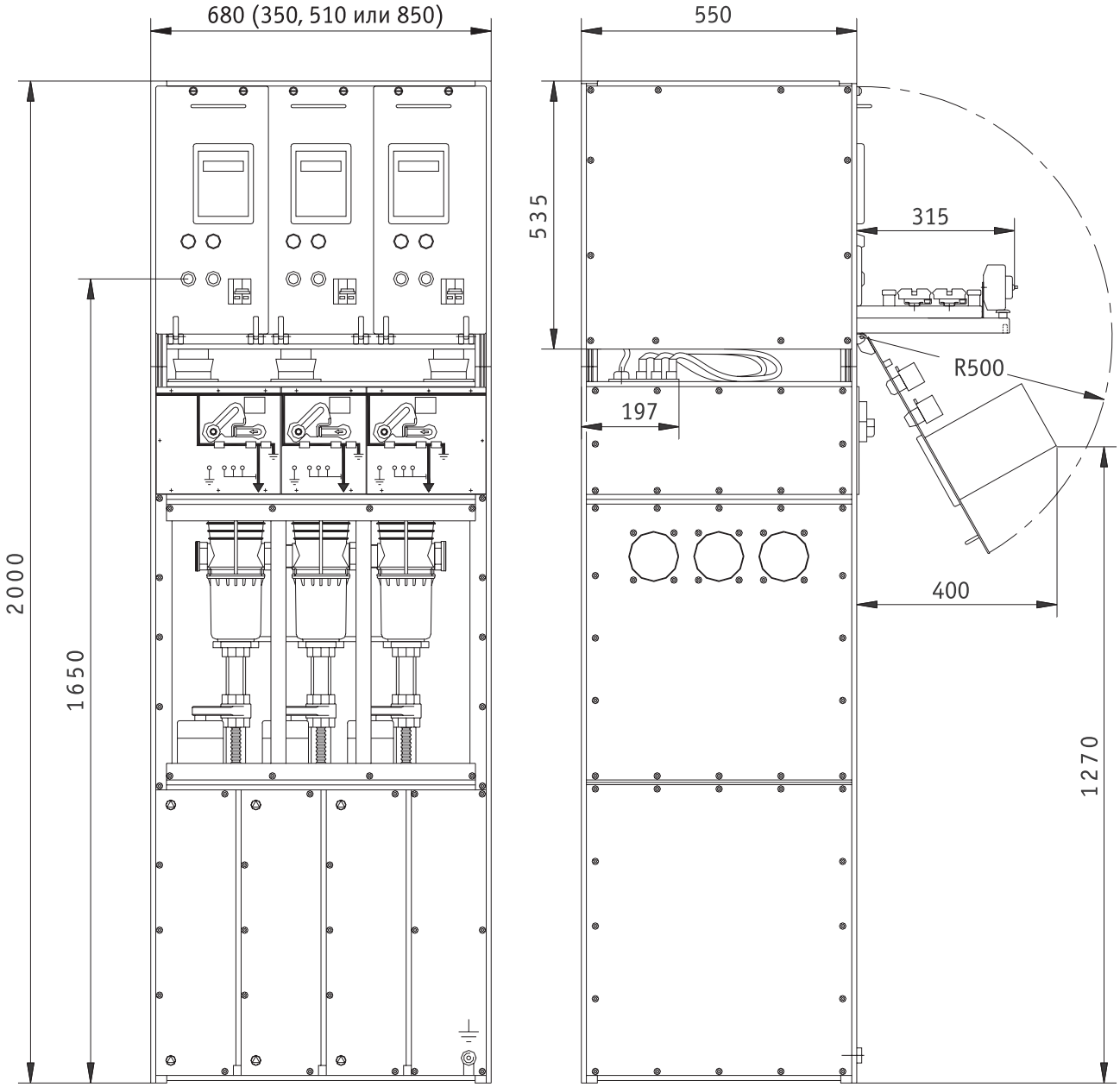
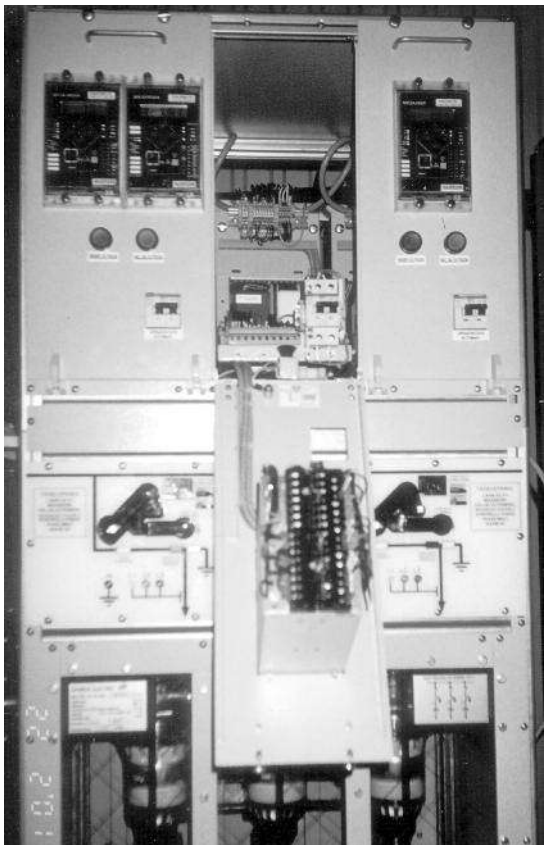


Рис. 60



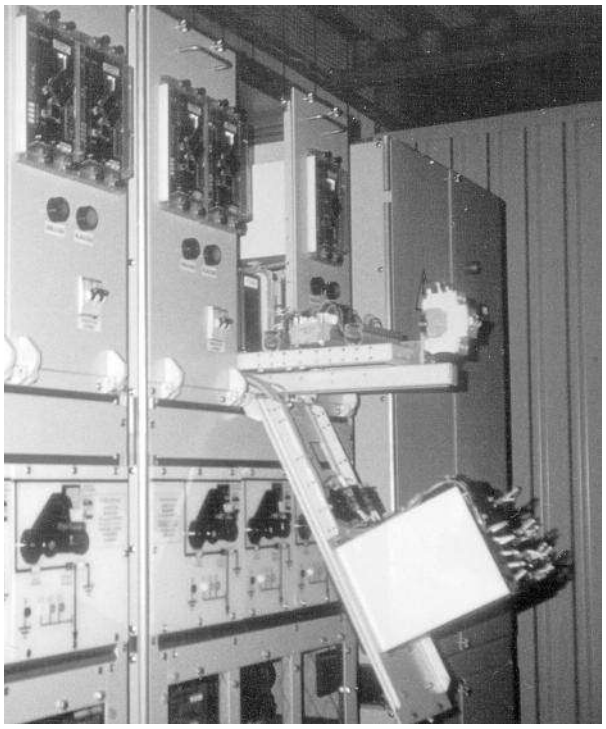
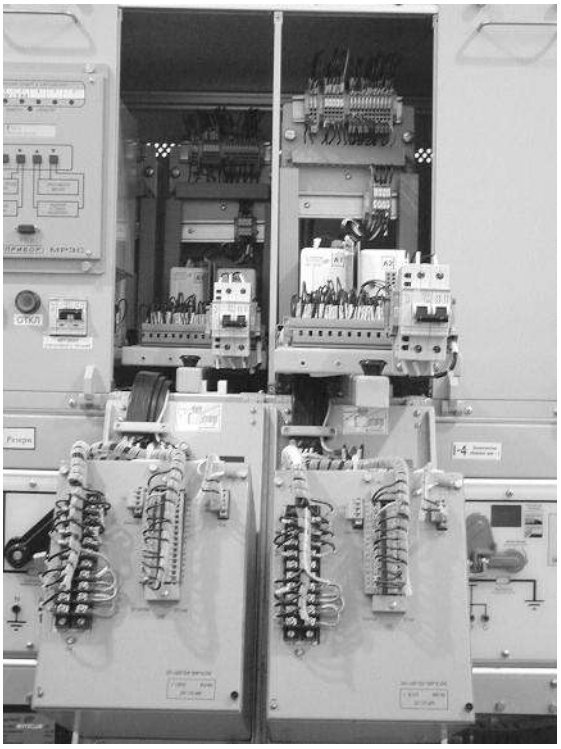


Рис. 61



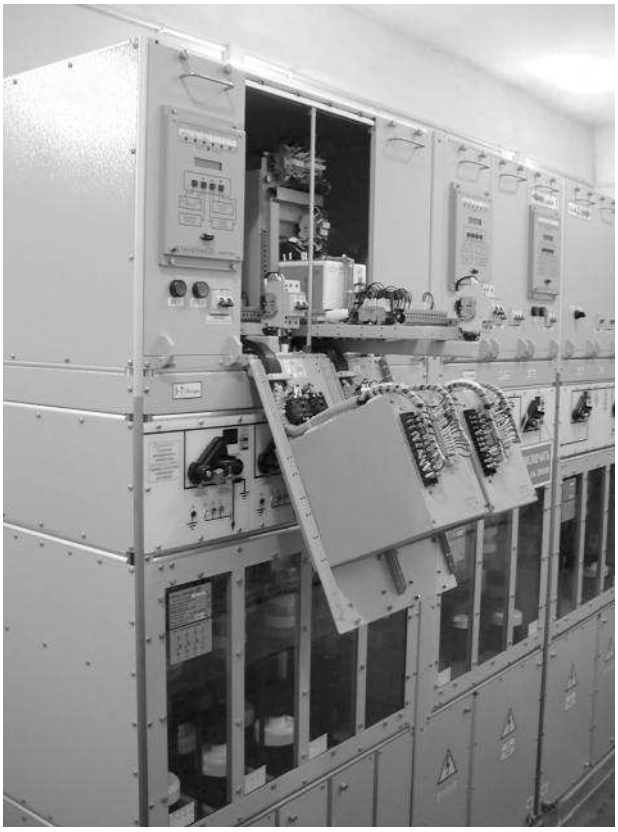


Рис. 62

6. МОНТАЖ И ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ КРУ/TEL

6.1. Строительная часть

Шкафы устанавливаются и крепятся на несущей раме, выполненной из швеллера 80х40 (1 и 2). Как правило, один из швеллеров (1) оформляет стенку кабельного канала, а второй (2) закреплен на вертикальных стойках (7). Разность уровней несущей поверхности (А), предназначенной для монтажа шкафов КРУ/TEL, не должна превышать 1 мм на 1 м длины и 5 мм на всю длину несущей поверхности.

Горизонтальные уголки (3) дополнительно упрочняют раму. Они располагаются на стыке шкафов КРУ таким образом, чтобы не препятствовали монтажу и подключению кабелей.

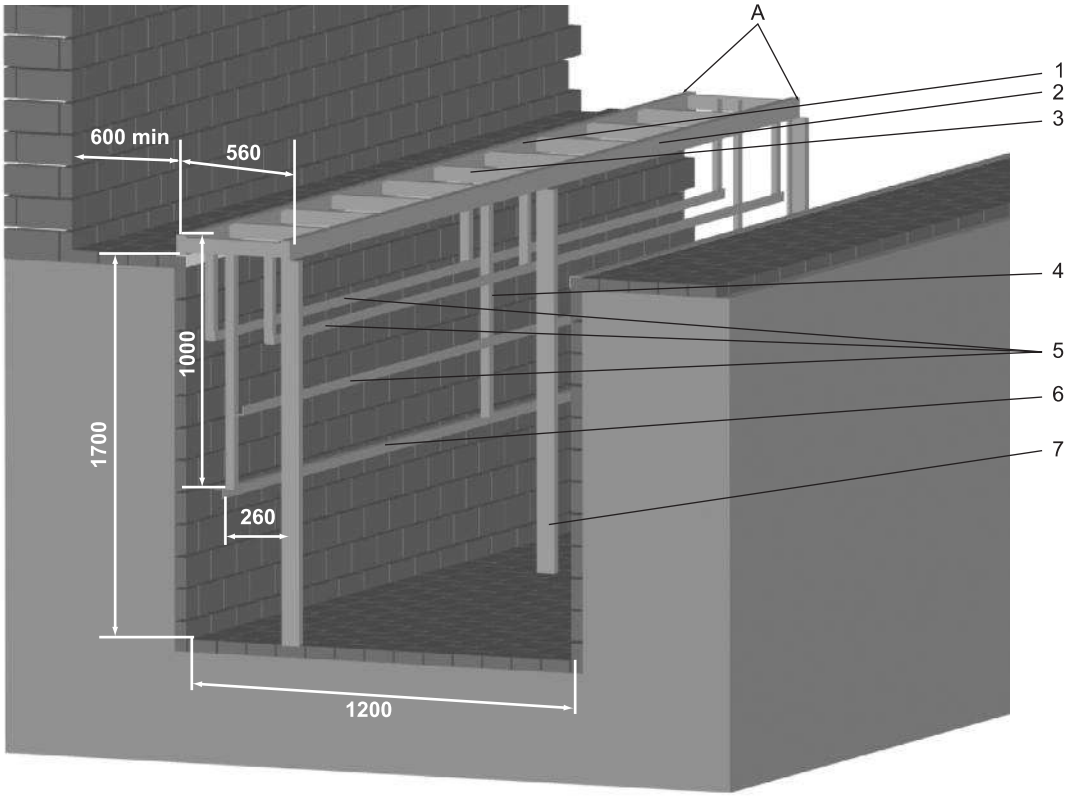


рис. 63

От горизонтальных уголков (3) вниз опускаются уголки (4). К ним в свою очередь монтируются уголки (5) и (6), которые используются для крепления силовых кабелей (как маслонаполненных, так и «сухих») и трансформаторов тока нулевой последовательности.

Кабели крепятся при помощи хомутов к горизонтальным уголкам (5). Крепление кабеля производится таким образом, чтобы снять тяжение кабеля с кабельных токоприемников шкафа.

Устройство кабельного канала и конструкций для установки шкафов КРУ/TEL, изложенные в настоящей главе, является описательными и для каждого конкретного объекта должно быть согласовано с производителем КРУ/TEL.

6.2. Установка и стыковка шкафов КРУ

Нижние рамы каркаса шкафа КРУ/TEL прикрепляются к швеллерам (1) и (2) с помощью болтов М8 (см. рис. 63). Место на каркасе шкафа для установки болтов готовится производителем КРУ/TEL. Швеллера сверлятся «по месту».

Как правило, установка шкафов КРУ на объекте начинается с одного из шкафов отходящих линий (крайнего в схеме главных цепей). В некоторых случаях первым устанавливается шкаф оперативного питания (если он стоит в ряд со шкафами КРУ/TEL). После закрепления первого шкафа КРУ следующий за ним шкаф стыкуется по сборным шинам. Методика стыковки описана в разделах 4.2. и 4.3. При этом, для того, чтобы обеспечить надёжность соединения стыковочного узла, верхняя часть каркаса стыкуемого шкафа соединяется с каркасом установленного ранее шкафа КРУ при помощи перемычек.

После установки шкафов и формирования магистралей сборных шин производится проверка работоспособности разъединителей-заземлителей, подвижных элементов мнемосхемы, а также электрических и механических блокировок. Далее проводятся измерения сопротивления главных цепей и высоковольтные испытания. Для этих целей используются специальные приспособления, входящие в комплект поставки, которые позволяют подключать измерительное и испытательное оборудование к кабельным приемникам и сборным шинам.После окончания испытаний торцевые отрезки сборных шин крайних шкафов КРУ/TEL закрываются изоляционными заглушками.

После монтажа шкафов КРУ/TEL в помещении распредустройства должны быть установлены перегородки (см. рис 64), закрывающие доступ к задней части подстанции. Перегородки (1–3) выполняются в виде сплошных съемных щитов или дверей, которые закрываются на замок. Высота перегородок — 2000 мм. Секционная перегородка (3) служит для защиты обслуживающего персонала при проведении ремонтных работ на одной из секций при наличии напряжения на соседней секции РУ.

Любые работы в огороженной зоне производятся только при обязательном снятии напряжения с главных цепей соответствующей секции КРУ/TEL.

6.3. Подготовка и подключение кабеля

Глубина кабельного канала определяется типом и сечением кабеля, но не может быть менее 1200 мм. В случае невозможности обеспечить такую глубину кабельного канала (например, из-за близости грунтовых вод или особенностей строительной части), может быть рассмотрен вопрос монтажа шкафов КРУ на специальной раме, поднятой над кабельными каналом (см. рис. 65). Чертеж рамы должен быть согласован с производителем КРУ/TEL.

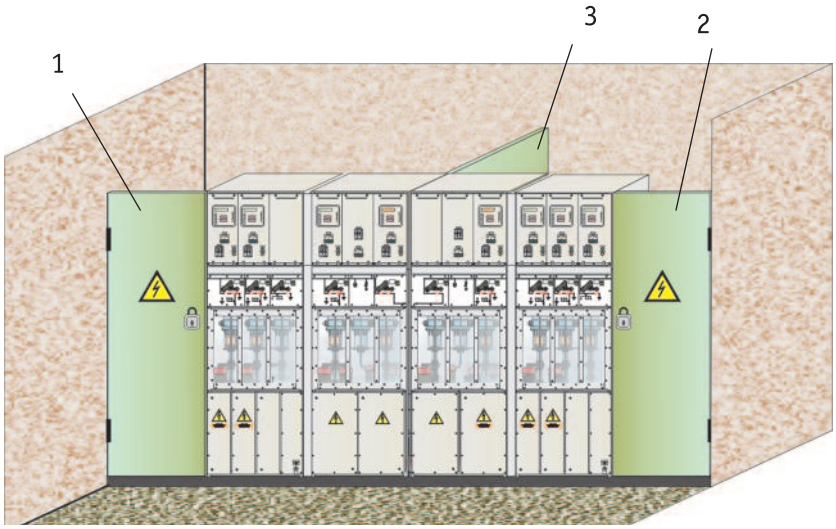


Рис. 64

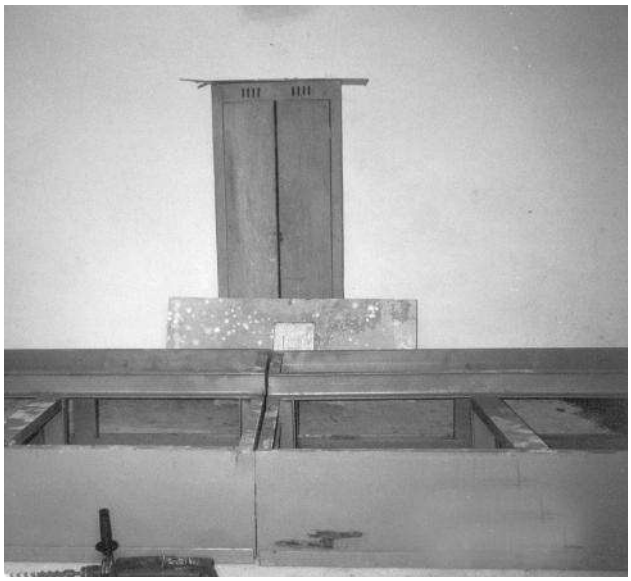


рис. 65

Разделка кабеля для подключения его к шкафам КРУ/TEL выполняется после того, как кабель отмаркирован, испытан, уложен в кабельном канале и выведен в кабельный отсек соответствующего присоединения. Если позволяет место, в кабельном приямке может быть выложена петля кабеля длиной 3-4 метра. Кабель обрезается с таким расчетом, чтобы кабельные наконечники могли быть подключены к кабельным приемникам с небольшим запасом (100-120мм) при вертикальном расположении кабеля.

Концевая муфта и кабельные наконечники должны устанавливаться специально подготовленным и аккредитованным монтажным персоналом.

До монтажа концевой муфты, если это предусматривается схемой главных цепей, на кабель устанавливается ТТНП. Монтаж изоляторов кабельного наконечника осуществляется с помощью специального инструмента. Специальный инструмент и принадлежности, а также приспособления для подключения измерительного и испытательного оборудования входят в состав комплекта ЗИП (см. раздел 7 Приложения), поставляемого совместно со шкафами КРУ/TEL.

6.4. Монтаж цепей вторичной коммутации

Релейные отсеки монтируются над силовыми шкафами КРУ. Узлы крепления релейных отсеков к шкафам КРУ поставляются в комплекте.

Релейные отсеки подключаются к разъемам, установленным на верхних панелях низковольтных отсеков. Проверка работоспособности блоков управления вакуумными выключателями, блокировок и маркировка присоединения производятся перед сдачей объекта в эксплуатацию.

7. ТРАНСПОРТИРОВКА, УПАКОВКА, ХРАНЕНИЕ

Шкафы КРУ покрываются полиэтиленовой пленкой и упаковываются в фанерные ящики. Ящики прикрепляются к поддонам. С наружной стороны упаковки наносится маркировка в соответствии с ТУ и спецификацией заказа.

Шкафы КРУ перевозятся на место монтажа крытым автомобильным транспортом. При транспортировке и хранении температура воздуха должна быть в пределах от минус 50 до плюс 50°С, влажность не более 98% при +25°С.[1]

При транспортировке и хранении многоярусность не допускается. Запрещается также устанавливать грузы на верхнюю крышку упаковки.

Не допускается кантовать шкафы КРУ и подвергать их резким толчкам и ударам.

[1] Если в технической документации на компоненты КРУ/TEL не указано иное.

8. ГАРАНТИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

8.1. Качество

Вопросам обеспечения качества продукции уделяется особое внимание при производстве КРУ/TEL.

Шкафы КРУ собираются из деталей и комплектующих, поступающих от поставщиков, качество продукции которых неоднократно проверено. Тем не менее, при поступлении на склад, компоненты проходят входной контроль в соответствии со специальной процедурой.

Комплектующие, поступающие от субподрядчиков, сопровождаются документами, свидетельствующими об успешном прохождении ими приемо-сдаточных испытаний, а в необходимых случаях (например, ТТ или ТН) — протоколами приемо-сдаточных испытаний с указанием проверяемых величин и результатов измерений.

Шкафы КРУ производятся согласно техническим условиям ТУ У 31.2-31576194-003-2002 и успешно прошли квалификационные испытания в научно-исследовательском центре высоковольтной аппаратуры (НИЦ ВВА, г. Москва).

На основании протоколов испытаний и экспертизы процесса производства, устройства комплектные распределительные серии КРУ/TEL - 10 сертифицированы в систем УкрСЕПРО.

Экспертами независимого испытательного центра КЕМА (Голландия) производство комплектных распределительных устройств серии КРУ/TEL-10, вакуумных выключателей ВВ/TEL и ограничителей перенапряжений ОПН–КР сертифицировано на соответствие требованиям международного стандарта ISO9001:2000.

В процессе сборочного производства шкафы КРУ/TEL сопровождаются монтажными схемами. В них указываются заводские номера и параметры вакуумных выключателей, а также трансформаторов тока и напряжения, устанавливаемых в шкаф главных цепей.

После сборки каждый шкаф КРУ/TEL подвергается приемо-сдаточным испытаниям, которые проводят инженеры лаборатории ПСИ.

Выполняются следующие виды проверок:

- проверка внешнего вида, проверка соответствия изготовленного шкафа КРУ/TEL чертежам и спецификации заказа;
- проверка механической работоспособности, включая проверку работоспособности выключателей, разъединителей-заземлителей и элементов действующих мнемосхем;
- измерение сопротивления главных цепей;
- проверка работоспособности блокировок;
- высоковольтные испытания приложением одноминутного напряжения 42 кВ промышленной частоты независимо от рабочего напряжения КРУ на объекте (6 кВ или 10 кВ). Воздушный изоляционный промежуток разъединителя испытывается одноминутным напряжением 48 кВ промышленной частоты при изолированном корпусе шкафа КРУ;
- проверка работоспособности датчиков напряжения и индикаторов напряжения, поставляемых в комплекте;
- проверка электрической прочности изоляции цепей вторичной коммутации (напряжением 2 кВ промышленной частоты в течение 1 мин.).

Результат испытаний регистрируется в протоколе ПСИ, который прилагается к паспорту на изделие и передается потребителю при сдаче КРУ/TEL в эксплуатацию.

В случае обнаружения неисправностей и возврата шкафа КРУ/TEL на сборочный участок для регулировки, в специальной ведомости ПСИ делается отметка с указанием причины схода с испытаний. Эта ведомость, также как монтажная схема и копия протокола испытаний, в дальнейшем хранится в архиве лаборатории ПСИ.

Комплексная проверка работоспособности систем РЗиА производится при помощи специализированной установки согласно программе-методике испытаний, составляемой в соответствие с конфигурацией каждой системы.

Кроме приемо-сдаточных испытаний, оборудование проходит обязательные испытания в процессе установки КРУ/TEL на объекте, что подтверждается протоколами, заверяемыми представителями Заказчика.

8.2. Послепродажное обслуживание

Гарантийный срок эксплуатации КРУ/TEL – два года с момента поставки. По запросу Заказчика, в течение года после поставки оборудования предприятие-изготовитель выполняет послепродажное профилактическое обследование в соответствии с условиями договора.

В процессе ввода оборудования в эксплуатацию, а также при проведении послепродажного обследования, специалисты предприятия-изготовителя проводят подготовку и обучение персонала эксплуатирующих организаций.

Приложение

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКТУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ

1. ВАКУУМНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВВ/TEL

1.1. Основные параметры вакуумного выключателя

Выключатели ВВ/TEL имеют сертификаты соответствия стандарту международной электротехнической комиссии МЭК 56, российский сертификат соответствия ГОСТ 687-78 и украинский сертификат соответствия ГОСТ 687-78. ВВ/TEL производятся в соответствии с техническими условиями ИТЕА 674152.003ТУ. Основные параметры и характеристики вакуумных выключателей приведены в Таблице 1.

Таблица 1

№	Наименование параметра	Норма
1	Номинальное напряжение, кВ	10
2	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	12
3	Номинальный ток (Iном), А	630
4	Номинальный ток отключения (Io.ном), кА	20
5	Сквозной ток короткого замыкания	
	а) наибольший пик, кА, не более	52
	б) начальное действующее значение периодической составляющей, кА	20
6	Нормированное процентное содержание апериодической составляющей, %, не более	40
7	Среднеквадратическое значение тока за время его протекания (ток термической стойкости), кА	20
8	Время протекания тока (время короткого замыкания), с	3
9	Полное время отключения, с, не более[1]	0,03
10	Собственное время отключения выключателя, с, не более [2]	0,015
11	Собственное время включения, с	0,07
12	Неодновремённость замыкания и размыкания контактов, с, не более	0,004
13	Номинальное напряжение питание блока управления, В, постоянного и переменного тока	220
14	Ресурс по коммутационной стойкости:	
	-при номинальном токе Iном, операций «ВО»	50000
	- при токах короткого замыкания I=(60-100)% от Io ном, операций «ВО»	100
15	Механический ресурс, циклов «В-О»	50000
16	Срок службы до списания, лет	25

По стойкости к воздействию внешних механических факторов выключатель соответствует группе механического исполнения М7 по ГОСТ 17516.1-90. При этом выключатель работоспособен при воздействии синусоидальной вибрации в диапазоне частот 0,5-100 Гц с максимальной амплитудой ускорения 10 мс (1g) и многократных ударов с ускорением 30 м/с^2 (3g).

1.2. Конструкция и принцип работы выключателя ВВ/TEL

Выключатель (рис.1) состоит из трех полюсов (1) со встроенными электромагнитными приводами, которые размещены на общем основании (2) и защищены крышкой (3).

Якоря элекромагнитов механически связаны общим валом (4), на котором установлен толкатель (поз. 10 рис. 2), управляющий при повороте вала вспомогательными контактами (поз. 11 рис. 2).

Пять контактов переключающего типа (микропереключателей), предназначенные для использования во внешних вспомогательных цепях, расположены на монтажных платах (5), рис 1.

На рис. 2 показана схема внутреннего устройства полюса вакуумного выключателя.

[1] Вакуумные выключатели ВВ/TEL используются только совместно с блоком управления, который является функциональным элементом привода выключателя.

[2] Без учёта времени срабатывания блока управления.

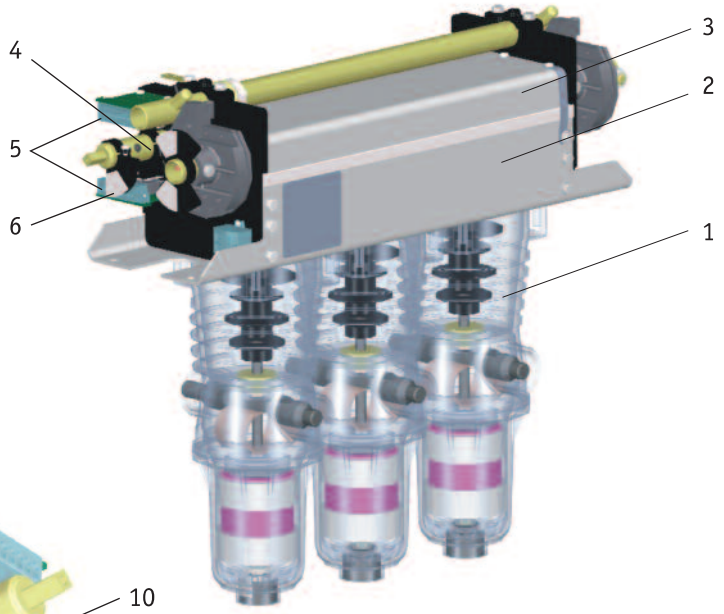


Рис. 1

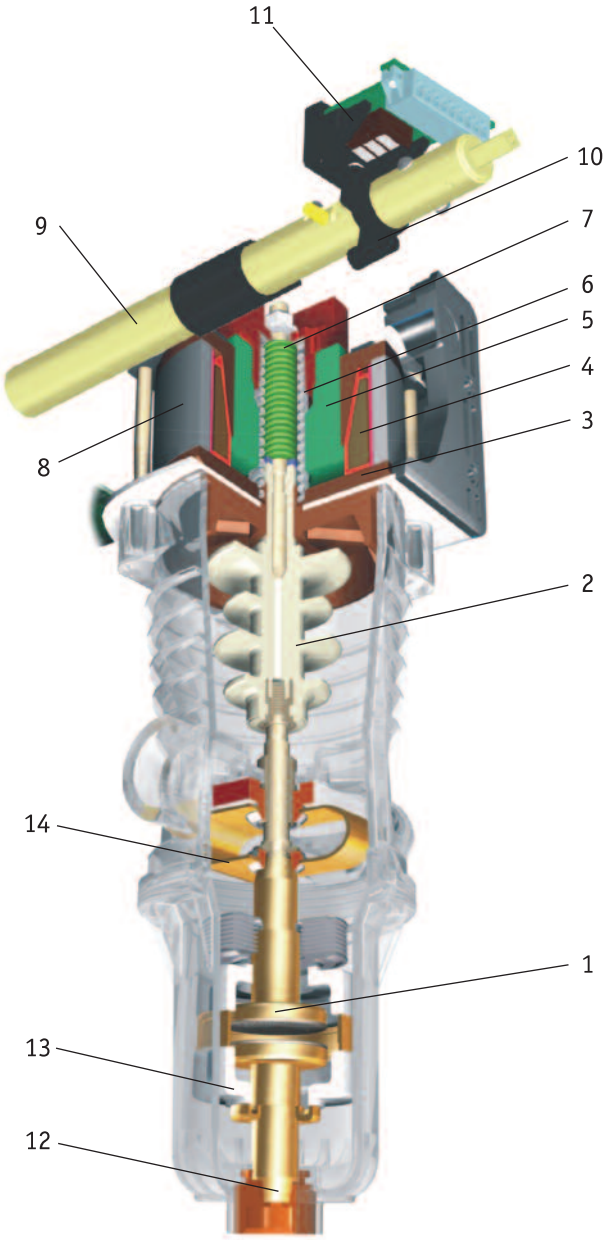


Рис. 2

1- подвижный контакт ВДК;
2- тяговый изолятор;
3- крышка привода;
4- катушка электромагнита;
5- якорь;
6- пружина отключения;
7- пружина поджатия;
8- кольцевой магнит;
9- вал;
10- толкатель;
11- микропереключатели;
12- неподвижный контакт ВДК;
13- вакуумная дугогасительная камера (ВДК);
14- гибкий токосъем.

1.2.1. Включение выключателя

В исходном состоянии контакты вакуумной дугогасительной камеры разомкнуты (см. рис. 2) за счёт воздействия на них отключающей пружины (6) через тяговый изолятор (2). В определённый момент времени, после приложения напряжения положительной полярности от блока управления к катушке (4) электромагнита, сила тяги якоря (5), создаваемая магнитным потоком, превосходит усилие пружины отключения (6). Якорь (5) электромагнита вместе с тяговым изолятором (2) и подвижным контактом (1) вакуумной камеры начинает движение вниз, сжимая пружину отключения. В процессе движения якорь приобретает скорость порядка 1 м/с, что позволяет снизить вероятность предпробоев при включении и исключить дребезг контактов ВДК. После замыкания контактов, под воздействием усилия, создаваемого магнитным потоком и инерцией, якорь (5) продолжает движение и сжимает пружину дополнительного контактного нажатия (7). В момент замыкания магнитной системы якорь соприкасается с крышкой привода (3) и останавливается. После окончания процесса включения ток катушки привода отключается.

Выключатель остаётся во включенном положении за счёт остаточной индукции, создаваемой кольцевым постоянным магнитом (8), который неограниченно долгое время удерживает якорь (5) в притянутом к крышке (3) положении без дополнительной токовой подпитки.

Запас по усилию удержания составляет 1350–1500 Н для выключателя в целом, что вполне достаточно для надёжного удержания контактов во включённом положении, даже в условиях воздействия на выключатель вибраций и ударных нагрузок.

1.2.2. Отключение выключателя

Для отключения выключателя к выводам катушки (4) прикладывается напряжение отрицательной полярности от блока управления. При этом ток, протекающий по обмотке, размагничивает магнит (8). Якорь (5) электромагнита под давлением пружины отключения (6) и пружины дополнительного контактного поджатия (7) разгоняется и ударяет по тяговому изолятору (2). Ударное усилие, передаваемое якорем подвижному контакту (1) через тяговый изолятор (2), превышает 200 кгс, что способствует разрыву точек сварки, которые могут возникать между контактами при протекании тока короткого замыкания. Кроме того, подвижный контакт (1) вакуумной камеры практически мгновенно приобретает высокую стартовую скорость, что положительно сказывается на отключении токов КЗ. Под действием пружины отключения якорь (5) движется вверх и перемещает подвижный контакт (1) вакуумной камеры в разомкнутое положение.

Привод ВВ/TEL требует незначительной энергии для отключения выключателя. При отключении от источника постоянного напряжении 220В (блока управления) ток в цепи отключения не превышает 1,5 А. Длительность протекания тока — не более 10 мс.

1.2.3. Ручное отключение

Ручное отключение вакуумного выключателя осуществляется посредством рукоятки доступа к управлению разъединителем, находящейся на передней панели низковольтного отсека шкафа КРУ/TEL. Для того, чтобы отключить выключатель вручную, необходимо оттянуть рукоятку доступа на себя и с усилием повернуть против часовой стрелки. При этом вал привода вакуумного выключателя воздействует на якоря электромагнитов и разрывает магнитную систему.

Ручное отключение производится только в случае невозможности отключения выключателя от блока управления.

1.2.4. Функции вала выключателя

Якоря электромагнитов всех трёх полюсов выключателя соединены между собой общим валом (9). Поступательное движение якоря вызывает вращение вала.

Поворот вала выключателя используется:

- для управления указателем мнемосхемы (поз. 6 рис 1), показывающим коммутационное положение выключателя;
- для ручного отключения выключателя;
- для управления вспомогательными контактами (11), показанными на рис. 2;
- для синхронизации работы полюсов выключателя.

2. ТРАНСФОРМАТОР ТОКА

Трансформаторы тока предназначены для преобразования значения измеряемого тока к величине, используемой в токовых цепях электронных устройств релейной защиты и автоматики, а также приборов измерения и учёта электроэнергии. Трансформаторы тока (см. рис. 3), входящие в состав шкафов КРУ/TEL, представляют собой тороидальные трансформаторы на витом магнитопроводе с одной вторичной обмоткой. Первичной обмоткой трансформатора является медная шина кабельного токоприёмника.

В настоящее время в КРУ/TEL устанавливаются транформаторы тока двух типов - ТПВ, предназначенные для использования преимущественно в цепях РЗиА, и ТСОА, которые используются в цепях измерения, технического и коммерческого учёта электроэнергии.

Трансформаторы тока типа ТПВ выпускаются трансформаторным заводом Таврида Электрик согласно техническим условиям ИТЕА671224.001ТУ и соответствует требованиям ГОСТ 7746-89. Трансформаторы типа ТСОА производятся фирмой SADTEM (Франция) и соответствуют МЭК 60044-1. Параметры трансформаторов представлены в таблицах 2 и 3.

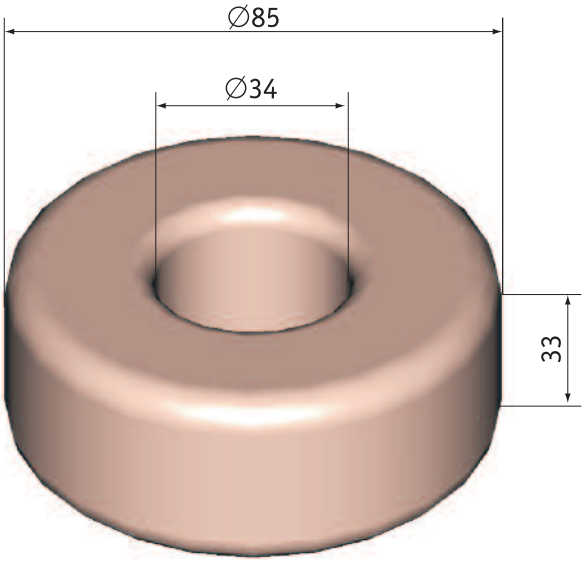


рис. 3

Таблица 2

Наименование параметра	Тип трансформатора тока	
	ТПВ	ТСОА
Номинальный первичный ток Iном, А	50, 100, 200, 300, 400, 600	
Номинальный вторичный ток, А	1	
Номинальная вторичная нагрузка, Ом	1	
Номинальная вторичная нагрузка с коэффициентом мощности $\cos\varphi_2$=1, ВА	0,5[1]; 1	
Номинальный класс точности[2]:		
- при Iном = 50, 100 А	10Р	0,2; 0,5
- при Iном = 200, 300, 400, 600 А	5Р; 0,5	0,2; 0,5
Номинальная предельная кратность:		
- при Iном = 50, 100 А	15	5
- при Iном = 200, 300, 400, 600 А	20	5
Номинальный коэффициент безопасности приборов	15, 20	5
Номинальная частота, Гц	50	

[1] Для трансформаторов тока типа ТПВ с коэффициентом трансформации 50/1.

[2] Трансформаторы тока с классом точности 5Р или 10Р используются в цепях релейной защиты и автоматики, тогда как транформаторы класса точности 0,2 и 0,5 - в цепях измерения, коммерческого и технического учёта.

Таблица 3

Тип трансформатора	Класс точности	Первичный ток, в % от номинального	Пределы допустимой погрешности		Предел вторичной нагрузки, % от номинальной
			токовой, %	угловой, мин	
ТПВ 50/1 ТПВ 100/1	10Р	100	±3,0	не нормируется	80-100
ТПВ 200/1 ТПВ 300/1 ТПВ 400/1 ТПВ 600/1	5Р	100	±1,0	±60	80-100
ТПВ 200/1 ТПВ 300/1 ТПВ 400/1	0,5	5 20 100-120	±1,5 ±0,75 ±0,5	±90 ±45 ±30	25-100
ТСОА[1]	0,2	5 20 100-120	±0,75 ±0,35 ±0,2	±30 ±15 ±10	25-100

Трансформаторы тока устанавливаются в специальном корпусе, который обеспечивает их надёжное механическое крепление.

Изоляция вторичных обмоток трансформаторов тока относительно заземленных частей удовлетворяет требованиям ГОСТ7746-89 (МЭК 60044-1 для транформаторов типа ТСОА). Межвитковая изоляция вторичных обмоток выдерживает без пробоя или повреждения в течение 1 минуты индуктируемое в них напряжение при протекании номинального первичного тока, если амплитуда напряжения между выводами разомкнутой вторичной обмотки не превышает 4,5кВ.

Пределы допускаемых токовых и угловых погрешностей вторичных обмоток трансформаторов соответствуют ГОСТ 7746-89 (МЭК 60044-1).

3. ДАТЧИК НАПРЯЖЕНИЯ

Датчики напряжения, устанавливаемые в шкафы КРУ/TEL, предназначены для индикации наличия напряжения на сборных шинах распредустройства (входят в состав модуля №10 – модуля заземлителя сборных шин) и на кабельных присоединениях.

Тип датчика напряжения – емкостной. Выводы датчиков напряжения посредством экранированных проводов подключаются к гнездам датчиков напряжения, расположенным на передней панели низковольтного отсека.

Датчики (2) изготовлены из силиконовой резины, наружная поверхность которой имеет токопроводящее покрытие. Датчики устанавливаются на кабельные токоприемники (1) каждой фазы. Экранированный провод подключается к датчику при помощи кольца (3), выполненного из токопроводящей резины (см. рис. 4).

Датчики напряжения обеспечивают надежную работу указателей напряжения, которые поставляются в комплекте со шкафами КРУ/TEL, при напряжении не менее 3 кВ и могут быть использованы для фазирования кабелей.

Датчики напряжения предназначены только для индикации (определения факта наличия) напряжения и не могут быть использованы для оценки уровня напряжения на главных цепях распредустройства.

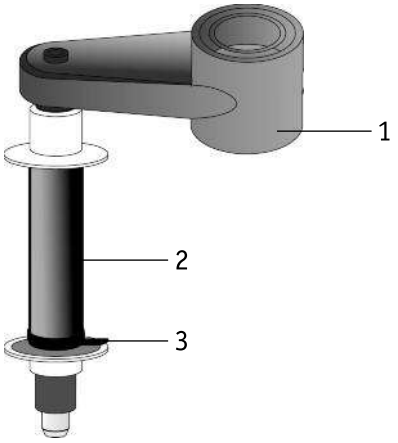


рис. 4

[1] Для трансформаторов типа ТСОА с коэффициентами трансформации 50/1, 100/1, 200/1, 300/1, 400/1 и 600/1

4. ТРАНСФОРМАТОР НАПРЯЖЕНИЯ

Малогабаритные однофазные трансформаторы напряжения Y12G (типа «фаза-земля»), устанавливаемые в шкафы КРУ/TEL, выпускаются фирмой SADTEM (Франция) и соответствуют требованиям стандарта МЭК-198. Трансформаторы устанавливаются, как правило, в шкафах ввода и предназначены для использования в цепях РЗиА, измерения и учёта электроэнергии.

Трансформаторы имеют неразборную конструкцию. Высоковольтный вывод (поз. 1 на рис.5) первичной обмотки, расположеный в верхней части трансформатора и выполненный в виде контактной площадки с резьбой под болт М6, подключается к сборным шинам (кабельным токоприемникам) шкафа КРУ/TEL при помощи высоковольтного провода. Выводы (2) вторичных обмоток трансформатора представляют собой клеммы, предназначенные для крепления наконечников болтами М6.

Трансформаторы напряжения, установленные в КРУ/TEL, не предназначены для обеспечения собственных нужд подстанции.

Напряжение, прикладываемое к трансформатору, не должно превышать значения, определяемого фактором перегрузки. Как правило, значение фактора перегрузки составляет 1,9 Uн в течение 8 часов[1].

Превышение заданных значений по уровню напряжения (в частности при замыкании одной из фаз на землю в сети с изолированной нейтралью) может привести к разрушению трансформатора.

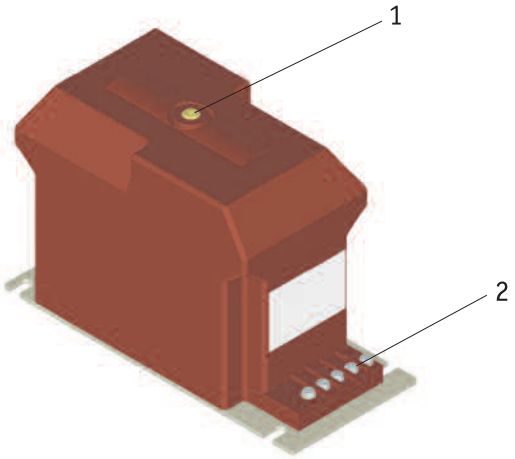


рис. 5

Основные параметры и характеристики трансформаторов напряжения типа Y12 представлены в таблице 4:

Таблица 4

Параметр	Значение
Номинальное напряжение первичной обмотки Uн, В	6000/V3, 10000/V3
Максимальное напряжение первичной обмотки, кВ	7,2; 12
Допустимая перегрузка:	
- в течение 8 часов[1]	1,9 Uн
Номинальное напряжение вторичной обмотки	100, 110, 100/V3, 110/V3
Класс точности вторичной обмотки CL	0,2; 0,5; 1,0; 3P
Номинальная частота, Гц	50
Напряжение испытания электрической прочности изоляции вторичных обмоток (действующее значение, частота - 50 Гц, длительность - 1 мин), кВ	3
Напряжение испытания электрической прочности изоляции первичной обмотки (действующее значение, частота - 50 Гц, длительность - 1 мин), кВ	22, 28
Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ	60, 75
Масса, кг, не более	30
Срок службы, лет	25

[1] При необходимости, шкафы КРУ/TEL комплектуются трансформаторами напряжения, обеспечивающими длительную работу при напряжении 1,9 Uн. Фактор перегрузки указывается на этикетке трансформатора напряжения.

Зависимость номинальной мощности вторичных обмоток трансформатора напряжения от их количества и класса точности представлена в таблице 5:

Таблица 5

Класс точности	Номинальная мощность, ВА	
	одна обмотка	две обмотки
0,2	30	2×10
0,5	100	2×40
1,0	200	2×80

5. ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫЙ

Ограничители типа ОПН-КР/TEL предназначены для защиты электрооборудования от коммутационных и атмосферных перенапряжений в сетях напряжения 6-10 кВ переменного тока частоты 48-62 Гц с изолированной или компенсированной нейтралью. Способность ОПН-КР/TEL глубоко ограничивать коммутационные перенапряжения позволяет эффективно использовать его в электрических схемах с трансформаторами, вращающимися машинами и в кабельных сетях.

Ограничители серии TEL представляют собой разрядники без искровых промежутков, в которых активная часть состоит из металлооксидных нелинейных резисторов, изготавливаемых по керамической технологии из окиси цинка (ZnO) с малыми добавками окислов других металлов.

Высоконелинейная вольтамперная характеристика резисторов позволяет ОПН длительно находиться под действием рабочего напряжения, обеспечивая при этом глубокий уровень защиты от перенапряжений.

Резисторы опрессовываются в оболочку из полимерных материалов, которая обеспечивает заданные механическую прочность и изоляционные характеристики корпуса ОПН. Полимерный корпус также обеспечивает надежную защиту ОПН от внешних воздействий на протяжении всего срока службы.

В нормальном рабочем режиме ток через ОПН носит емкостной характер и составляет десятые доли миллиампера. При возникновении волн перенапряжений нелинейные резисторы ограничителя переходят в проводящее состояние и ограничивают дальнейшее нарастание напряжения на его выводах. Когда амплитуда перенапряжения снижается, ОПН возвращается в непроводящее состояние.

Подробные характеристики ограничителей перенапряжения представлены в паспорте изделия.

При заказе шкафов КРУ/TEL ограничители перенапряжения выбираются таким образом, чтобы значение максимально возможного длительного напряжения в сети, в которой будет установлено распредустройство, не превышало максимально допустимого длительного напряжения ограничителя перенапряжений.

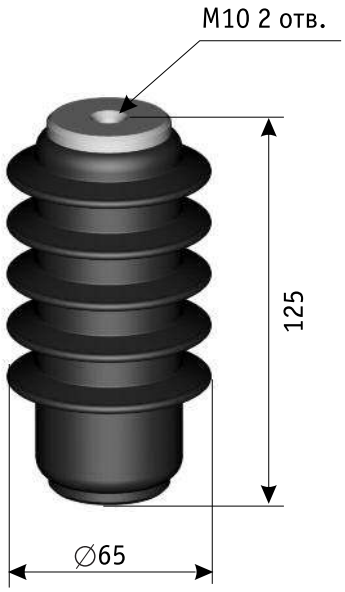


рис. 6

6. ТРАНСФОРМАТОР ТОКА НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Трансформаторы предназначены для преобразования величин токов нулевой последовательности к значениям, используемым устройствами РЗиА.

Первичной обмоткой трансформаторов тока нулевой последовательности является высоковольтный кабель, пропущенный через окно трансформатора. Вторичная обмотка намотана на магнитопровод и залита компаундом, образующим монолитный корпус. Выводы вторичной обмотки, как правило, размещены на корпусе трансформатора.

Согласно спецификации к заказу, в комплекте со шкафами КРУ/TEL могут поставляться ТТНП типа ТЗЛМ. Их технические характеристики представлены в таблице 6.

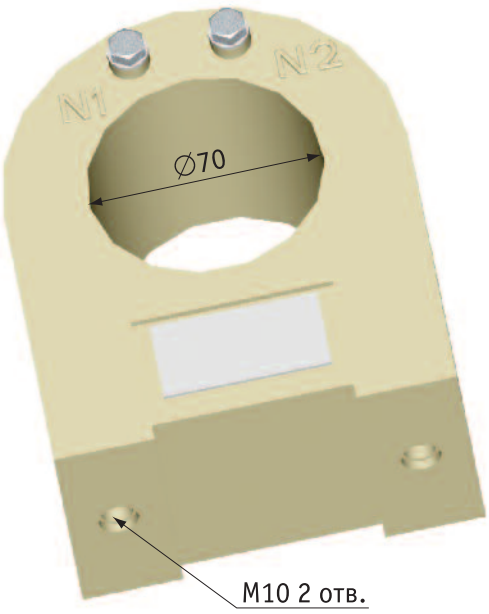


рис. 7

Таблица 6

Номинальное напряжение, кВ	0,66
Номинальная частота, Гц	50
Односекундный ток термической стойкости, А	140
Коэффициент трансформации	25/1
Диаметр окна трансформатора, мм[1]	70+1
Габаритные размеры, мм	154×154×67
Масса, кг, не более	3,3
Высота установки над уровнем моря, м, не более	1000
Диапазон рабочих температур	-45°С +50°С
Относительная влажность воздуха при температуре +25°С (без конденсации влаги)	98%

Окружающая трансформаторы тока нулевой последовательности среда должна быть взрывобезопасной, а также не должна содержать пыль, химически активные газы и пары в концентрациях, разрушающих покрытия металлов и изоляцию.

[1] Если к кабельным приёмникам шкафа КРУ/TEL подключаются кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена, их совокупный диаметр может превышать внутренний диаметр трансформатора ТЗЛМ. В таких случаях следует использовать трансформатор ТЗЛМ-1-1, у которого диаметр окна составляет 105 мм. Тип ТТНП выбирается Заказчиком в соответствии с типом применяемого кабеля и указывается в примечаниях к опросному листу на КРУ/TEL.

7. ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

При поставке Заказчику, шкафы КРУ/TEL комплектуются запасными частями и приспособлениями (см. таблицу 7), позволяющими осуществлять управление оборудованием, а также проводить испытания и, при необходимости, ремонт. Комплект инвентарных вводов, входящий в ЗИП, позволит надёжно подключить испытательное оборудование к главным и вторичным цепям КРУ/TEL, а навесной стенд для инструмента (см. рис. 8) обеспечит удобный и быстрый доступ к инструментам, используемым при эксплуатации.

Таблица 7

Наименование частей ЗИП	Назначение
Рукоятка управления	Оперирование разъединителем
Ключ доступа	Доступ к органам управления разъединителем и кабельному отсеку
Замок	Ограничение доступа к органам управления разъединителем
Ключ кабельного наконечника	Установка кабельных наконечников при монтаже концевых муфт
Ключ кожуха кабельного наконечника	Установка изоляционного кожуха на жилы силового кабеля
Ключ гайки межаппаратной, ключ заглушки шины секционной	Установка (снятие) заглушек, крепление инвентарных вводов
Ввод инвентарный с отрезком высоковольтного кабеля, перемычка датчика напряжения	Испытание изоляции главных цепей повышенным напряжением
Переходник тестовый	Проведение тестовых работ с силовыми кабелями
Наконечник кабельный	Запасной комплект
Указатель напряжения	Определение наличия (отсутствия) напряжения на главных цепях
Ограничитель перенапряжений ОПН/КР	Запасной комплект
Кожух кабельного наконечника	Запасной комплект
Колпаки защитные резиновые для ТН, ОПН	Запасной комплект
Пружина отключающая	Для привода разъединителя. Запасной комплект
Подвижный контакт разъединителя	Запасной комплект
Разъем WAGO. Отвертка WAGO	Запасной комплект
Микропереключатель	Запасной комплект
Трос привода разъединителя	Запасной комплект
Блок управления	Привод выключателя. Запасной комплект
Стенд для инструмента навесной	Размещение инструмента и принадлежностей
Комплект переносных самоклеющихся плакатов безопасности	Вывешивание на органы управления разъединителей и выключателей
Комплект крепежных изделий	Запасной комплект

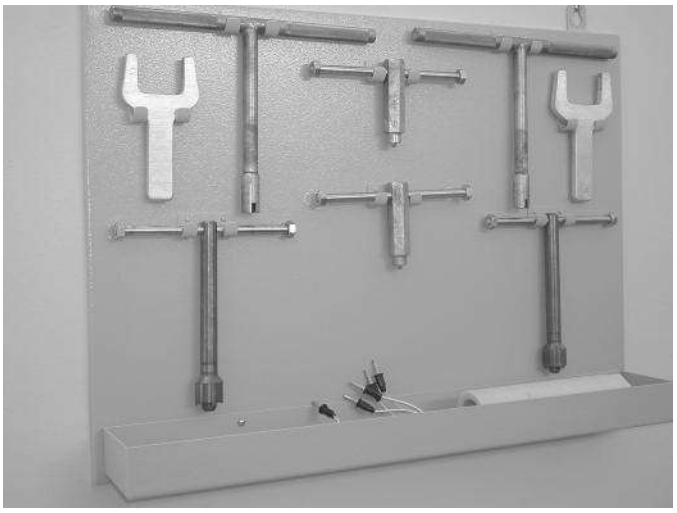


Рис. 8

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ . . . 2
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ . . . 3
1.1. Основные сведения . . . 3
1.2. Условное обозначение шкафа КРУ/TEL . . . 3
1.3. Назначение . . . 3
1.4. Условия эксплуатации . . . 3
1.5. Основные электрические параметры . . . 4
1.6. Конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики КРУ/TEL . . . 4
2. МОДУЛИ КРУ . . . 5
2.1. Схемы главных цепей модулей . . . 5
2.2. Основные принципы формирования модулей . . . 7
2.3. Состав модулей . . . 8
3. ШКАФЫ КРУ . . . 20
3.1. Конструкция шкафа КРУ . . . 20
3.2. Стыковка и размещение модулей в шкафах . . . 21
3.3. Сборные шины . . . 22
3.4. Разъединитель . . . 23
3.5. Конструкция и принцип работы мнемосхемы . . . 25
3.6. Конструкция и принцип действия блокировок . . . 25
3.7. Подключение кабеля к шкафу КРУ . . . 26
4. ФОРМИРОВАНИЕ ГЛАВНЫХ ЦЕПЕЙ РАСПРЕДУСТРОЙСТВ . . . 28
4.1. Типовые схемы главных цепей шкафов КРУ/TEL . . . 28
4.2. Стыковка шкафов . . . 33
4.3. Стыковка секций . . . 33
4.4. Реализация типовых схем главных цепей распредустройств . . . 34
5. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА КРУ/TEL . . . 41
5.1. Введение . . . 41
5.2. Система оперативного питания РЗиА . . . 41
5.3. Конструктив шкафа питания . . . 44
5.4. Релейная защита и автоматика присоединений . . . 45
5.5. Система сбора и передачи информации SCADA . . . 47
5.6. Учет электроэнергии . . . 50
5.7. Конструктивное исполнение РЗиА . . . 50
6. МОНТАЖ И ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ КРУ/TEL . . . 53
6.1. Строительная часть . . . 53
6.2. Установка и стыковка шкафов КРУ . . . 54
6.3. Подготовка и подключение кабеля . . . 54
6.4. Монтаж цепей вторичной коммутации . . . 55
7. ТРАНСПОРТИРОВКА, УПАКОВКА, ХРАНЕНИЕ . . . 55
8. ГАРАНТИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ . . . 56
8.1. Качество . . . 56
8.2. Послепродажное обслуживание . . . 56

Приложение
ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКТУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ

1. ВАКУУМНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВВ/TEL . . . 57
1.1. Основные параметры вакуумного выключателя . . . 57
1.2. Конструкция и принцип работы выключателя ВВ/TEL . . . 57
2. ТРАНСФОРМАТОР ТОКА . . . 60
3. ДАТЧИК НАПРЯЖЕНИЯ . . . 61
4. ТРАНСФОРМАТОР НАПРЯЖЕНИЯ . . . 62
5. ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫЙ . . . 63
6. ТРАНСФОРМАТОР ТОКА НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ . . . 64
7. ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ . . . 65

Предприятие «Таврида Электрик Украина»

Генеральный директор: Петров Павел Викторович
Почтовый адрес: 03680 г. Киев, ул. Гарматная, 2
Телефон: +380(44) 338-69-25; +380(44) 455-57-51
E-mail: telu@tavrida.com
www.tavrida-ua.com

Предприятие–изготовитель оставляет за собой право внесения изменений
в конструкцию, не ухудшающих эксплуатационных показателей изделия