

## Тема 6. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

1. Оборудование для электроснабжения насосных станций
2. Схемы подключения насосных станций к электросетям
3. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства

### 1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Для пуска, регулирования и остановки приводных электродвигателей насосов, а также для управления электрифицированными вспомогательными механизмами насосные станции имеют электрическое хозяйство, основными силовыми элементами которых являются:

- силовые трансформаторы;
- масляные выключатели;
- разъединители;
- изоляторы;
- токоведущие части;
- силовые кабели;
- измерительные трансформаторы;
- предохранители.

#### Силовые трансформаторы

Трансформатор представляет собой электромагнитный аппарат, в котором переменный ток одного напряжения преобразуется в переменный ток другого напряжения.

Трансформаторы, питающие энергией электродвигатели насосных установок, называются силовыми в отличие от измерительных трансформаторов тока и напряжения, применяемых для снижения измеряемых электрических величин до пределов измерения приборов и питания вспомогательных цепей пониженного напряжения.

Конструктивной и механической основой силового трансформатора (рис. 1) является его магнитная система, называемая сердечником.

Магнитная система вместе со всеми конструкциями и деталями, скрепляющими ее отдельные части, представляет собой остов трансформатора.

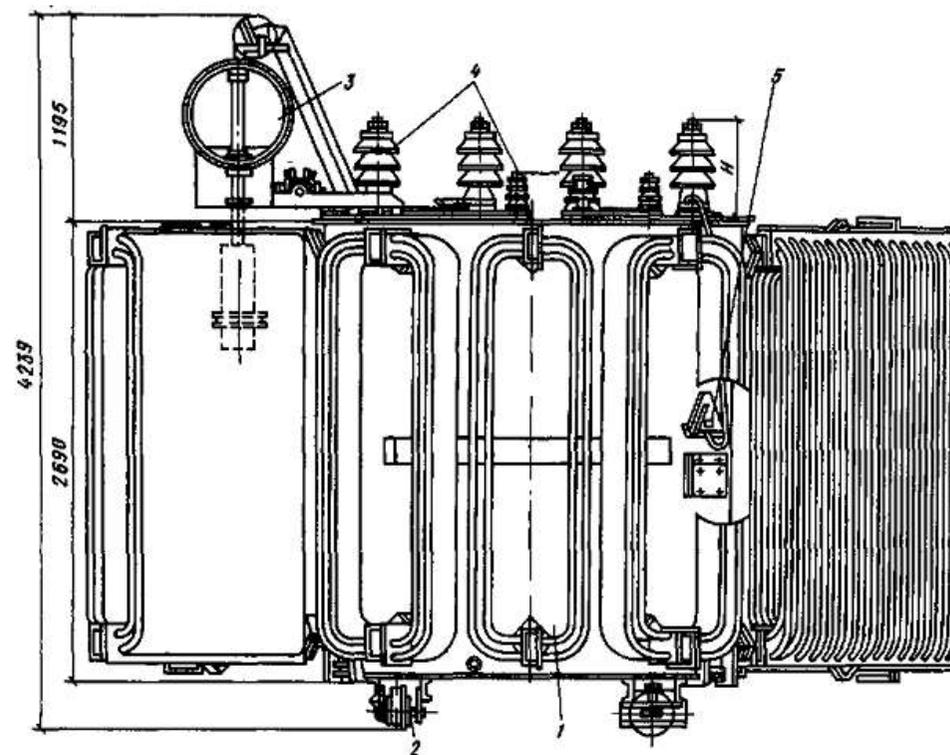


Рис. 1. Силовой трех фазный трансформатор переменного тока ТМ 7500/35:

- 1 — бак; 2 — колесные каретки; 3 — расширитель; 4 — вводы и выводы; 5 — охладители

На остова устанавливают обмотки и крепят проводники (отводы), соединяющие обмотки с вводами — проходными фарфоровыми изоляторами или другими устройствами для присоединения внешней сети к обмоткам.

С целью повышения уровня изоляции и улучшения охлаждения силовых трансформаторов сердечники помещают в бак с трансформаторным маслом. Для заполнения бака маслом до самой крышки при всех возможных в процессе эксплуатации колебаниях температуры и объема масла над крышкой устанавливают расширитель — стальной бачок, сообщающийся с основным баком трубопроводом. Объем расширителя обычно составляет 8-10% объема масла, находящегося в баке.

На крышке бака устанавливают вводы и выводы для присоединения обмоток трансформатора к внешней сети, а также различные устройства

для контроля за состоянием масла и для защиты трансформатора от аварийных и атмосферных электрических разрядов.

Во время работы трансформатора в его сердечнике наблюдаются электрические и магнитные потери энергии, выделяющиеся в виде тепла. При длительной нагрузке все выделяющееся тепло должно полностью отводиться в окружающую среду.

Гладкие стенки масляного бака имеют относительно малую площадь обдуваемой воздухом поверхности, достаточную для отвода тепла от трансформаторов мощностью лишь до 25-40 кВ·А.

Рёбра, трубы, навесные охладители, значительно увеличивающие площадь обдуваемой поверхности, обеспечивают отвод тепла от трансформаторов мощностью до 10-16 тыс. кВ·А.

При еще большей мощности трансформаторов для отвода выделяющегося тепла обычно усиливают охлаждение, применяя искусственное форсирование движения воздуха у внешних поверхностей охладителей с помощью вентиляторов или движения масла у внутренних поверхностей с помощью специальных насосов.

Для перемещения трансформаторов при периодическом осмотре и ремонте на монтажную площадку здания насосной станции или в специально оборудованное помещение крупные силовые трансформаторы имеют колесные каретки и устанавливаются на рельсы. Рельсовые пути укладывают как в продольном, так и в поперечном направлении, а колесные каретки выполняют поворотными.

Для ревизии обмоток остов трансформатора с обмотками, отводами и всеми конструктивными элементами вынимают из бака - поэтому остов получил название выемной части. Вынимается эта часть трансформаторов мощностью до 10 тыс. кВ·А через верх бака, что должно быть учтено при определении высоты верхнего строения здания станции.

Баки трансформаторов большей мощности выполняются заводами с разъемом по высоте, что позволяет производить ревизию без подъема выемной части.

В зависимости от типа трансформатора, числа фаз и способа охлаждения силовые трансформаторы имеют различную маркировку: ТМ, ТД, ТДЦ и др.

Первая буква обозначения указывает число фаз трансформатора (Т — трехфазный), вторая — способ охлаждения (М — естественное масляное; Д — масляное с дутьем — обдув охладителей вентиляторами; ДЦ — принудительная циркуляция масла через охладитель с обдувкой

охладителей вентиляторами). Все трансформаторы выполняются грозоупорными.

Номинальные мощности силовых трансформаторов определяются соответствующими стандартами.

При выборе числа трансформаторов учитывают класс надежности действия насосной станции и степень ответственности нагрузок, разделяемых на категории в соответствии с Правилами устройства электроустановок. Если на станции установлено несколько трансформаторов, то при выходе из работы одного из них допускается перегрузка оставшихся в работе трансформаторов. Величина допустимой аварийной перегрузки зависит от длительности перегрузки, конструкции трансформатора, способа его охлаждения и ряда других факторов. Обычно она не превышает 20-40% номинальной мощности трансформатора.

Расчетная мощность  $S$  (кВ·А) силового трансформатора определяется по формуле:

$$S = k_c \sum N_H / (\eta_{дв} \cdot \cos \varphi)$$

где  $k_c$  — коэффициент спроса, значение которого принимается 0,6-0,95 в зависимости от числа рабочих агрегатов станции, ее назначения и режима работы;

$N_H$  — номинальная мощность приводного электродвигателя насоса или вспомогательного механизма, присоединенного к трансформатору, кВт (при подсчете суммарной мощности электродвигателя резервных агрегатов не учитываются);

$\eta_{дв}$  — КПД соответствующего электродвигателя;

$\cos \varphi$  — коэффициент мощности, значение которого в зависимости от типоразмера электродвигателя меняется от 0,60 до 0,92.

Если осветительная сеть питается от силового трансформатора (что может допускаться лишь в небольших насосных станциях), то к мощности  $S$  необходимо прибавить суммарную мощность осветительной нагрузки.

Силовые трансформаторы устанавливают в отдельных помещениях, пристроенных к зданию насосной станции, или на открытых площадках, располагаемых в непосредственной близости от него. Размеры помещений и площадок определяются размерами трансформаторов и проходов, необходимых для осмотра, монтажа и демонтажа трансформа-

торов. На рис. 2 даны ориентировочные размеры и вес трехфазных силовых трансформаторов мощностью до 6 тыс. кВ·А.

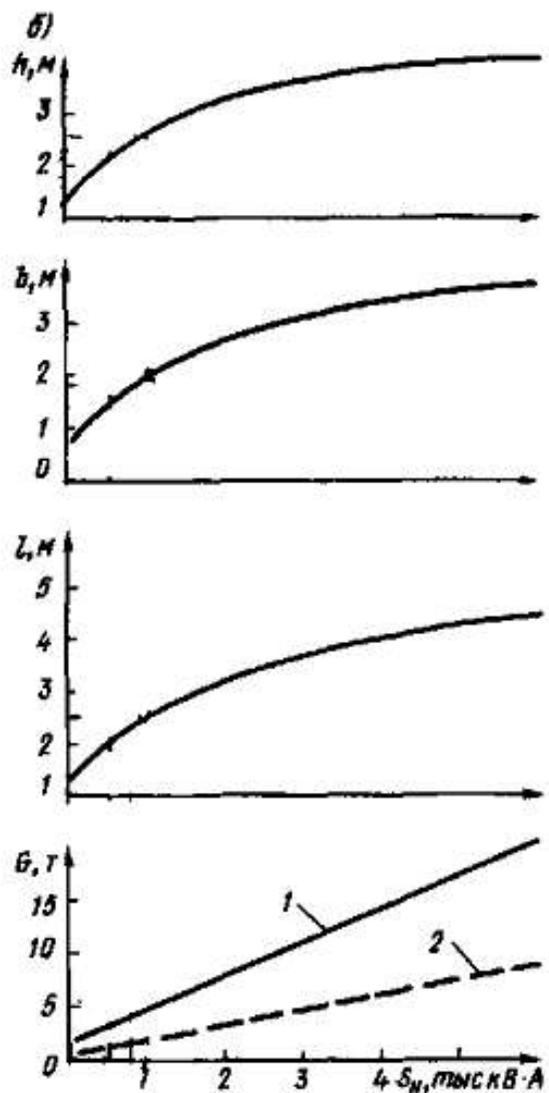


Рис. 2 Конструктивные параметры трансформатора:  
 1 — полная масса; 2 — масса выемной части;  
 $h$  — высота,  $b$  — ширина,  $l$  — длина

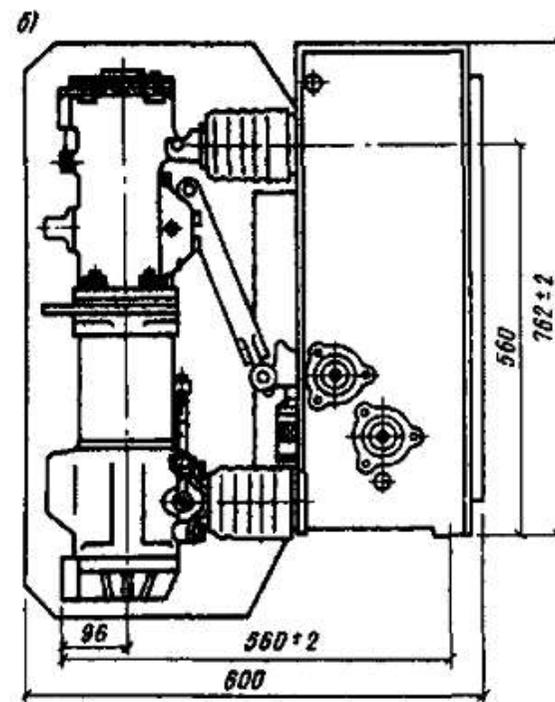
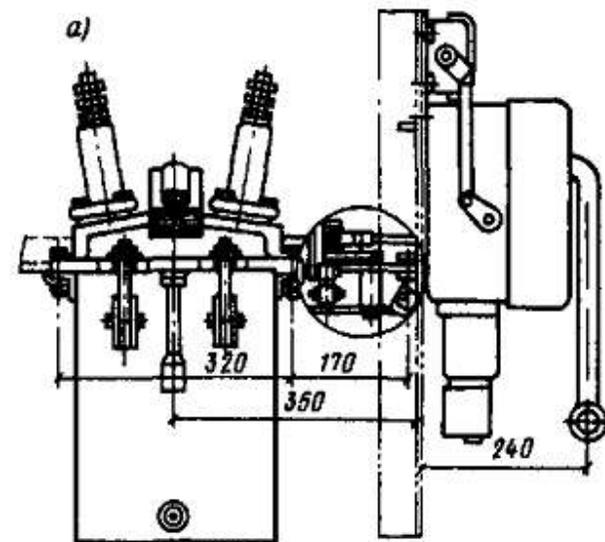


Рис. 3. Масляные выключатели:  
 а) многообъемный ВМЭ-6; б) малообъемный ВМП-10

## **Масляные выключатели**

В качестве основных агрегатов, включающих и отключающих трехфазные электродвигатели переменного тока мощностью до 75 кВт и напряжением до 500 В в нормальном режиме их работы, используют магнитные пускатели серий ПА и ПМЕ.

При более высоких напряжениях разрыв цепи под током вызывает интенсивную электродугу, обжигающую контакты пускателя и опасную для обслуживающего персонала, поэтому для включения и выключения электрических цепей в сетях высокого напряжения применяют масляные выключатели.

При напряжении 3-10 кВ и силе тока до 400 А применяют масляные выключатели многообъемного типа, характерной особенностью которых является наличие металлического бака довольно больших размеров, заполненного маслом, выполняющим роль дугогасящей и изолирующей среды (рис. 3, а).

При напряжении 10-35 кВ и силе тока от 600 до 1500 А применяют масляные выключатели с дугогасящей камерой, малым объемом масла и раздельным включением фаз (рис. 3, б)

Привод подвижных контактов масляных выключателей обоих типов может быть ручным, механическим (пружинным, пневматическим или пневмогидравлическим) и электромагнитным.

Выключатели выпускают подвесными и крепят либо непосредственно к ограждающей стене здания, либо к рамным конструкциям, либо монтируют на тележках.

## **Разъединители**

Для отключения от сети высокого напряжения различных аппаратов, приборов или отдельных участков цепи применяют разъединители (в частности, до и после каждого масляного выключателя обязательно должны быть установлены разъединители, чтобы можно было отключать масляный выключатель от сети на время осмотра и ремонта).

Правила технической эксплуатации допускают пользование разъединителями только при снятой нагрузке, т.е. после отключения силового трансформатора или электродвигателя масляным выключателем.

Промышленностью выпускаются разъединители различных типов для внутренней и наружной установки.

Разъединители внутренней установки для номинальных токов до 1000 А обычно бывают трехфазными. Более мощные разъединители изготавливаются в полюсном исполнении; отдельные полюса соединяют в трехполюсный разъединитель непосредственно на месте установки с помощью опорных конструкций и муфт.

Привод разъединителей, применяемых в электрических схемах насосных станций, как правило, ручной.

## **Изоляторы**

В установках высокого напряжения изоляторы служат для электрической изоляции и поддержания токоведущих частей различных устройств и аппаратов.

## **Токоведущие части (шины).**

Необходимой принадлежностью каждой электрической цепи являются сборные шины, к которым энергия подводится от понизительного силового трансформатора или фидера распределительной сети и от которых она распределяется между приемниками и контрольно-измерительными приборами.

Сборные шины изготавливают из меди, алюминия или стали. Для лучшего охлаждения шины изготавливают прямоугольного сечения в виде полос, укрепленных шинодержателями на ребро или плашмя на опорных изоляторах.

## **Силовые кабели**

Для соединения различных элементов электрического хозяйства насосной станции применяют силовые кабели.

## **Измерительные трансформаторы**

Измерительные трансформаторы (тока и напряжения) служат для преобразования энергии, регистрируемой измерительными приборами (вольтметрами, амперметрами и др.) и питающей реле и вспомогательные цепи.

Трансформатор напряжения устанавливают при напряжении в сети 380 В и выше. Работа измерительных трансформаторов основана на том же принципе, что и работа силовых трансформаторов.

В цепях высокого напряжения подключение вольтметра, счетчиков, реле и т.д. возможно только через трансформатор напряжения. С высоковольтной стороны обмотка такого трансформатора рассчитывается на напряжение сети, с низковольтной стороны обмотка имеет напряжение 110 и 220 В.

Амперметры и последовательные обмотки ваттметров и счетчиков энергии подключают к силовой сети высокого напряжения через трансформаторы тока, уменьшающие силу тока в обмотках указанных приборов.

### **Предохранители**

Для защиты электрической цепи от токов чрезмерной силы в цепь включают предохранители, которые при превышении допустимой максимальной величины тока прерывают цепь.

Плавкие вставки этих предохранителей подбирают так, чтобы они беспрепятственно пропускали ток нормальной силы, а при перегрузках расплавились и разрывали цепь раньше, чем ток перегрузки сможет повредить приборы или электродвигатель.

## **2. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ К ЭЛЕКТРОСЕТЯМ**

Присоединение электрических двигателей насосной станции к линии электропередачи осуществляется по схеме, обеспечивающей электроэнергией все основные и вспомогательные агрегаты станции.

Принятая схема электрических соединений во многом определяет компоновку сооружений и оборудования насосной станции, стоимость строительства, а также надежность, долговечность, удобство и экономичность ее эксплуатации.

В зависимости от назначения и режима работы станции, типа и числа установленных на ней насосов применяют различные схемы электрических соединений, которые выбирают из соображений надежности и безопасности.

Надежность определяется в зависимости от класса насосной станции.

Если насосная станция относится к первому классу надежности действия, то число независимых источников питания должно быть не

менее двух и перерыв в электроснабжении может быть допущен только на время автоматического ввода резервного питания.

Насосные станции второго и третьего класса надежности действия могут иметь один два и более источника питания. Этот вопрос решается в каждом конкретном случае с учетом убытков (ущерба) потребителя при прекращении подачи воды, вызванном аварийным отключением электроэнергии.

Принципиальное значение при выборе схемы электрических соединений и определении состава ее оборудования имеет напряжение приводных электродвигателей основных насосов.

Двигатели высокого напряжения допускают непосредственно присоединение к линии электропередачи (без устройства понизительной трансформаторной подстанции)

При напряжении электродвигателей насосной станции, меньшем напряжения линии электропередачи, существенную роль при рациональном построении схемы электрических соединений играет правильный, технически и экономически обоснованный выбор числа и мощности силовых трансформаторов.

### **Выбор трансформаторов**

При выборе трансформаторов в соответствии со схемой электрических соединений намечают несколько технически наиболее целесообразных вариантов числа, мощности и типа трансформаторов, а затем для них проводят технико-экономические сравнения. При этом в капитальные затраты включают стоимость не только трансформаторов, но и ячеек электрических распределительных устройств всех напряжений.

Как правило, применяют трехфазные трансформаторы, затраты материалов, стоимость и потери энергии в которых меньше, чем в группе из трех однофазных трансформаторов одинаковой номинальной мощности.

При необходимости установки нескольких силовых трансформаторов следует стремиться к применению не более двух-трех стандартных мощностей. Это облегчает замену поврежденных трансформаторов и ведет к сокращению складского резерва.

Весьма желательна установка трансформаторов одинаковой мощности. Однако такое решение не всегда выполнимо.

## Выбор схемы

Выбор схемы электрических соединений производится с учетом типа (асинхронный, синхронный) приводных электродвигателей основных насосов, их мощности и принятого способа пуска (асинхронный пуск от полного или пониженного напряжения, пуск разворотным асинхронным двигателем или синхронный частотный пуск от пускового агрегата меньшей мощности).

Существенную роль в выборе схемы электрических соединений играет режим работы станции — круглый год или только определенный период, полное время суток или только несколько часов в сутки. Режим работы определяет возможность проведения капитальных и плановых профилактических ремонтов, осмотра и чистки.

При наличии вблизи насосной станции населенных пунктов или промышленных предприятий схему электрических соединений выбирают с учетом комплексного электроснабжения всех потребителей энергии. При этом учитывают категорию потребителей, требуемую надежность питания и необходимые резервы.

С учетом всего вышеизложенного при разработке схем электрических соединений насосных станций наиболее часто применяют ряд типовых решений (рис. 4).

Схема соединений, при которой приводной электродвигатель каждого основного насоса непосредственно соединен со своим понижающим трансформатором и линией электропередачи (схема I, получившая название одиночного блока), применяется на станции с одним агрегатом или с агрегатами большой единичной мощности.

Электрическую схему со спаренными блоками, при которой к каждой ЛЭП через свой понижающий трансформатор подключено по два агрегата (схема II), применяют на насосных станциях с большим числом агрегатов большой и средней мощности. Характерной особенностью этой схемы является наличие системы шин высокого напряжения, обеспечивающей подсоединение к ЛЭП любого из силовых трансформаторов.

Схема соединений с укрупненными блоками (схема III) применяется на насосных станциях с большим числом сравнительно небольших по мощности агрегатов. Электродвигатели в этом случае подсоединяются к силовому трансформатору с помощью системы шин низкого напряжения.

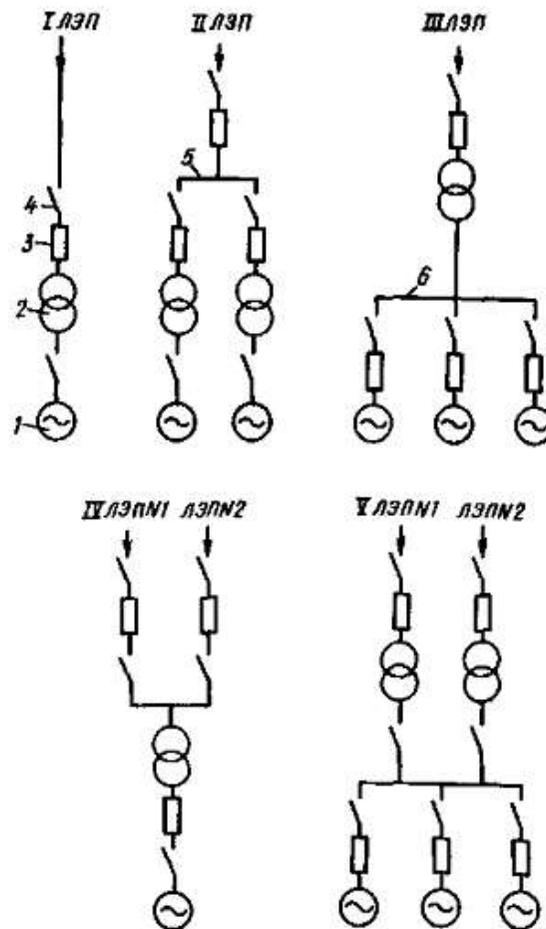


Рис. 4. Принципиальные схемы электрических соединений насосных станций:

I — одиночный блок с питанием от одного источника; II — спаренные блоки с питанием от одного источника; III — укрупненные блоки с питанием от одного источника; IV — одиночный блок с питанием от двух источников; V — укрупненные блоки с питанием от двух источников; 1 — электродвигатель; 2 — силовой трансформатор; 3 — масляный выключатель; 4 — разъединитель; 5 — шины высокого напряжения; 6 — шины низкого напряжения

Схемы I-III предусматривают электроснабжение насосной станции от одного источника питания. При двух и более независимых источниках питания также возможно устройство схем электрического

соединения с одиночными (схема IV) и укрупненными (схема V) блоками.

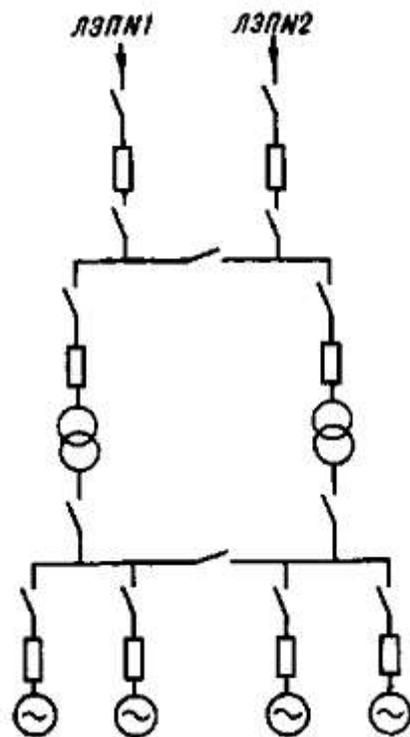


Рис. 5. Схема электрических соединений насосной станции с двигателями низкого напряжения

В качестве примера на рис. 5 приведена упрощенная схема электрических соединений водопроводной насосной станции первого класса надежности действия с приводными электродвигателями низкого напряжения. Как видно из этой схемы, электрическая энергия подводится через разъединитель к шинам высокого напряжения от двух независимых источников питания. От шин высокого напряжения электрический ток через разъединители и масляные выключатели подается к силовым трансформаторам, а от них — к шинам низкого напряжения, к которым, в свою очередь, присоединены укрупненные блоки групп электродвигателей.

Шины высокого и низкого напряжения с помощью разъединителей разделены на секции, что позволяет осматривать и ремонтировать электрическое оборудование схемы и обеспечивает питание каждого

электродвигателя от любого силового трансформатора и источника электроэнергии. При необходимости дальнейшее повышение надежности электропитания насосной станции может быть достигнуто дублированием одинарной системы шин.

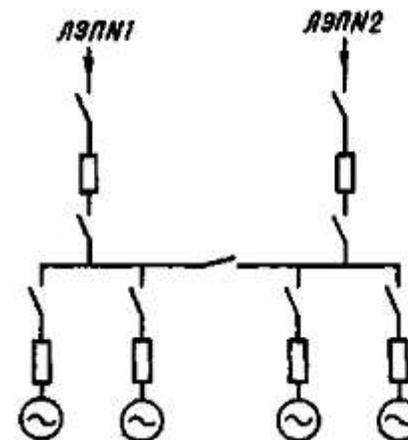


Рис. 6. Схема электрических соединений насосной станции с двигателями высокого напряжения

На рис. 6 приведена схема электрических соединений аналогичной насосной станции, оборудованной электродвигателями высокого напряжения. Электрическая энергия от ЛЭП через разъединители и масляные выключатели подается на шины высокого напряжения, к которым надлежащим образом присоединены электродвигатели насосов.

Отсутствие промежуточной трансформации энергии значительно упрощает схему и удешевляет строительство станции. При этом следует, однако, иметь в виду, что стоимость электродвигателей и их масса возрастают с увеличением напряжения. Ремонт электродвигателей высокого напряжения из-за большого количества изоляции также является более сложным и дорогим.

Для простоты изображения схемы электрических соединений на рис. 4-6 приведены в однолинейном начертании. Фактически же каждая линия соединений, установленный на ней масляный выключатель и все остальные элементы устраиваются по числу фаз.

### 3. ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Силовые трансформаторы со всей аппаратурой, обеспечивающей их нормальную эксплуатацию, образуют трансформаторную подстанцию (ТП), а оборудование, предназначенное для приема и распределения электрической энергии, входит в состав распределительных устройств (РУ).

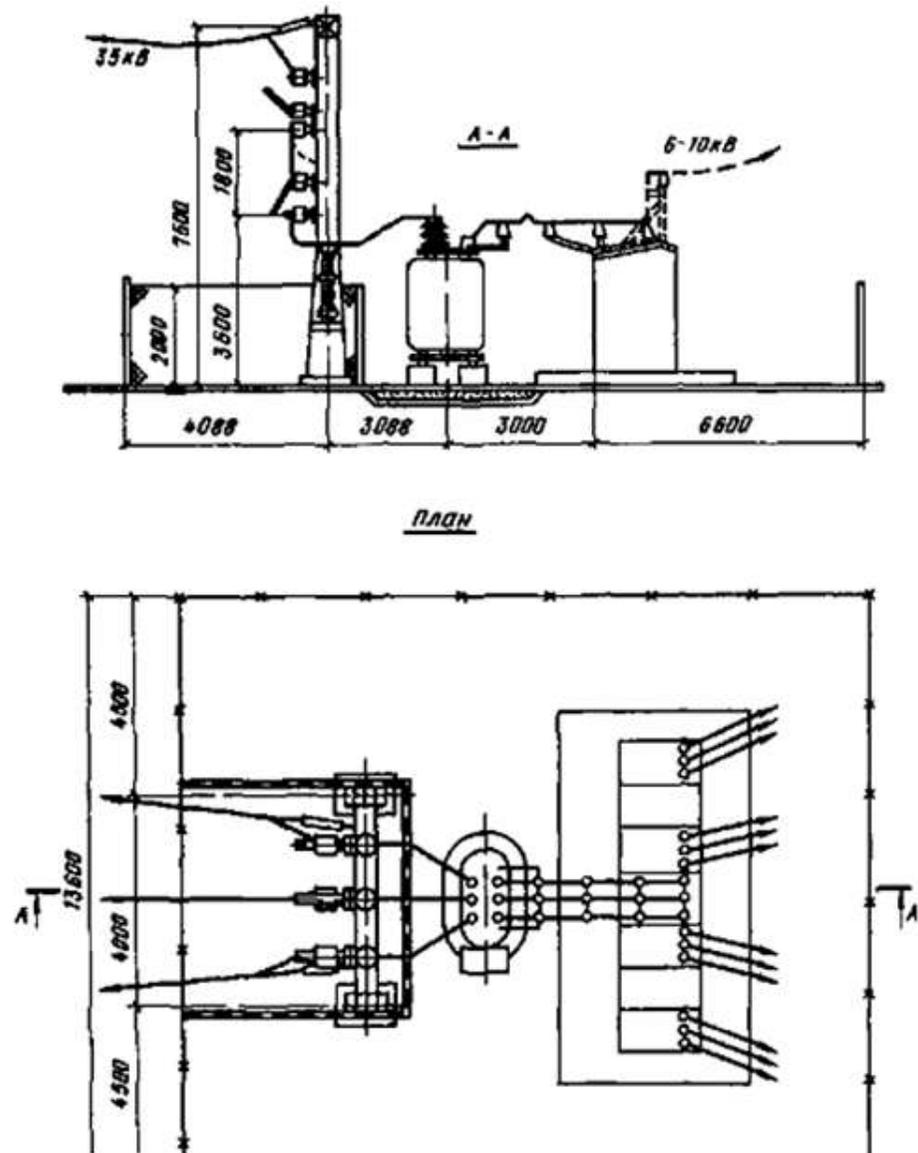
В зависимости от напряжения линии электропередачи (ЛЭП), мощности и назначения насосной станции по своему конструктивному выполнению трансформаторные подстанции могут быть:

- открытыми отдельно стоящими или примыкающими к зданию насосной станции;
- закрытыми отдельно стоящими, пристроенными к зданию насосной станции или же встроенными в него;
- столбовыми, все оборудование которых устанавливается открыто на специальных конструкциях или на опорах ЛЭП.

Открытые отдельно стоящие ТП характерны для крупных насосных станций с большой суммарной мощностью электродвигателей и питанием от ЛЭП напряжением 35 кВ и выше. Такие трансформаторные подстанции представляют собой сложные сооружения, проектирование и строительство которых является предметом самостоятельных дисциплин.

В качестве примера на рис. 7 показано типовое решение понизительной ТП напряжением 35 кВ с одним трансформатором, питаемым ответвлением от одной линии. Для защиты трансформатора со стороны высокого напряжения установлены разъединители и плавкие предохранители. Питание РУ низкого напряжения осуществляется через масляные выключатели.

Открытые ТП, примыкающие к зданию насосной станции, принципиально не отличаются от отдельно стоящих, но обладают по сравнению с ними преимуществами, заключающимися главным образом в экономии производственных площадей и в некотором уменьшении стоимости строительной части.



Рас. 7. Понижительная трансформаторная подстанция открытого типа

Закрытое размещение силовых трансформаторов насосных станций экономически оправдано при напряжении ЛЭП до 10 кВ включительно.

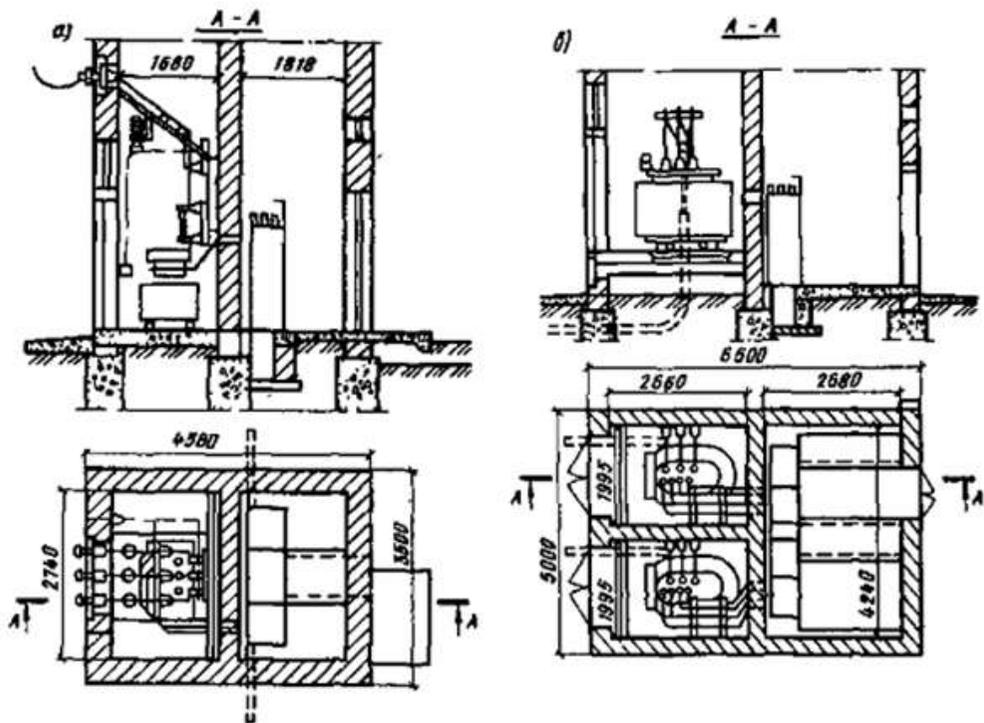


Рис. 8. Отдельно стоящие закрытые трансформаторные станции:  
 а) однотрансформаторная подстанция 6-10 кВ, 100 кВ·А с воздушным вводом;  
 б) двухтрансформаторная подстанция 6-10 кВ, 2(180-320) кВ·А с самостоятельными кабельными вводами

На рис. 8 даны примеры выполнения отдельно стоящих типовых ТП напряжением 6-10 кВ. Трансформаторы установлены в отдельных камерах с выходом наружу. Помещение вспомогательной электроаппаратуры отделено несгораемой стеной и имеет самостоятельный вход.

Трансформаторы выкатывают из камер широкой (рис. 8, а) или узкой (рис. 8, б) стороной в зависимости от общей компоновки подстанции.

Строительные конструкции здания ТП определяются местными условиями.

Закрытые типовые подстанции могут быть пристроенными и встроенными (рис. 9). Трансформаторные камеры в этом случае должны быть отделены от других производственных помещений капитальными

несгораемыми ограждающими конструкциями и иметь непосредственный выход наружу.

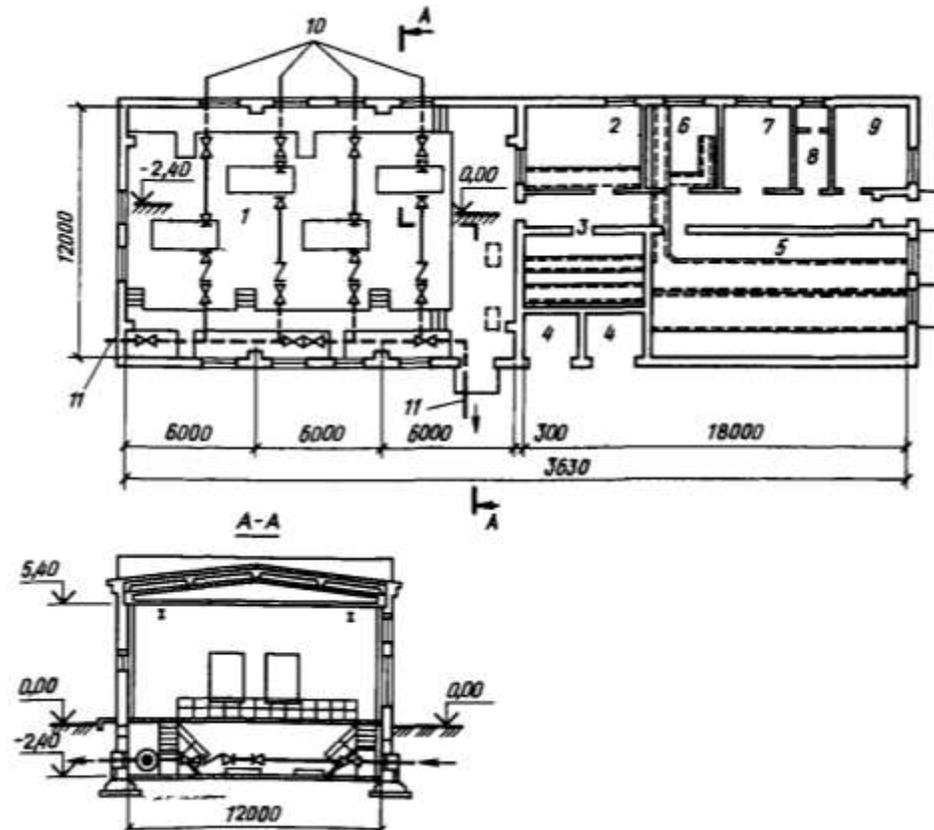


Рис. 9. Типовая насосная станция II подъема заглубленного типа, оборудованная насосами Д1250-65:

- 1 — машинный зал; 2 — помещение обслуживающего персонала;
- 3 — щитовая; 4 — камеры трансформаторов, 5 — помещение РУ;
- 6 — помещение выпрямителей; 7 — помещение статических конденсаторов, 8 — санузел; 9 — мастерская; 10 — всасывающие трубопроводы; 11 — напорные трубопроводы

В отдельных случаях понижающие трансформаторы устанавливают вдоль машинного здания насосной станции и закрывают с боков металлической сеткой, а сверху тонкой листовой сталью. Такое решение является дешевым, простым и позволяет использовать перегрузочную способность трансформаторов. Трансформатор в этом случае должен быть выбран в исполнении, предусмотренном для наружной установки.

На столбовых подстанциях допускается устанавливать один трансформатор мощностью не выше 400 кВ·А. Таким образом, эти подстанции находят применение лишь в сочетании с относительно небольшими изолированными насосными установками.

Распределительные устройства водопроводных и канализационных насосных станций, у которых напряжение приводных электродвигателей основных насосов не превышает 10 кВ, устраивают закрытыми в помещениях, пристраиваемых к зданию насосной станции или выгораживаемых внутри его.

Электрическое оборудование РУ размещается двумя способами:

- в кирпичных или железобетонных камерах со сборкой непосредственно на месте;
- в комплектных устройствах заводского изготовления.

Применение комплектных устройств упрощает и ускоряет проектирование и сооружение РУ, уменьшает объем помещений, упрощает строительные и монтажные работы, облегчает расширение и реконструкцию. Кроме того, повышается качество устройства, надежность его работы, удобство и безопасность обслуживания. Общие годовые расходы по эксплуатации комплектных РУ меньше, чем при установках с камерами сборного типа.

Компоновка сборного устройства с одной системой шин может быть двух различных типов:

- с отдельно стоящими конструкциями и двумя коридорами обслуживания;
- с конструкциями прислонного (одностороннего) типа и одним коридором обслуживания.

Сборная отдельно стоящая конструкция (рис. 10) предназначена для ответственных подстанций и позволяет подключать РУ к линиям электропередачи с помощью подземных кабелей или воздушных линий.

Шинные разъединители отделяются от шин полкой с проходными изоляторами, что повышает надежность РУ, защищая шины от оплавления дугой при ошибочных операциях с шинными разъединителями.

Линейные разъединители находятся в нижней или верхней части камеры в зависимости от типа ввода — кабельного или воздушного.

Масляные выключатели, как правило, малообъемные. Устанавливают в центре камеры.

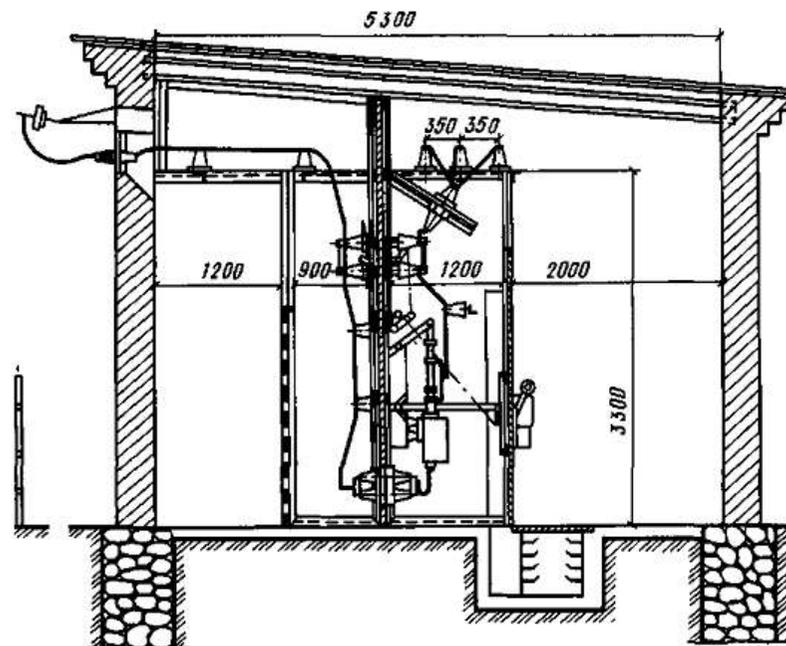


Рис. 10. Сборное распределительное устройство 6-10 кВ с одной системой шин

Трансформаторы тока устанавливают вертикально или горизонтально, иногда их используют в качестве проходных изоляторов.

Силовые кабели линий выводят из камер наружу с помощью труб — керамических, стальных или асбестоцементных.

Контрольные кабели прокладывают в кабельных каналах, перекрываемых съемными плитами из негорючих материалов.

Если в помещении РУ установлено электротехническое оборудование с фарфоровой изоляцией, специального отопления не требуется.

В РУ прислонного (одностороннего) типа (рис. 11) все электрооборудование обслуживается из одного центрального коридора, что существенно ухудшает условия монтажа и эксплуатации по сравнению с компоновкой с двумя коридорами обслуживания, но позволяет уменьшить размеры помещения РУ.

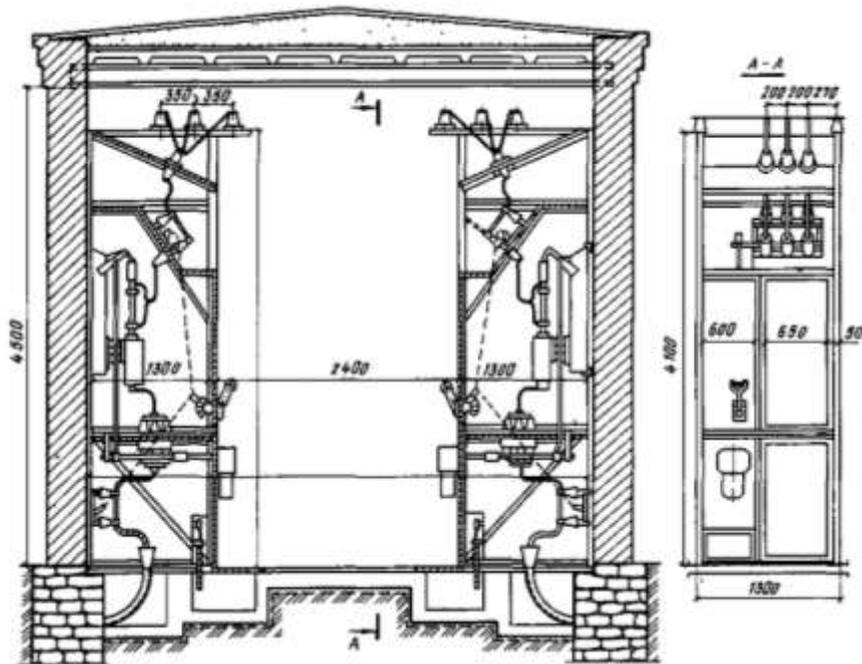


Рис. 11. Сборное распределительное устройство 6-10 кВ с одной системой шин прислонного типа

При компоновке сборного устройства с двумя системами шин здание выполняется (при применении малообъемных выключателей) одно- или двухэтажным в зависимости от типа вводов: кабельных или воздушных.

Для кабельных вводов целесообразно сооружать одноэтажное здание. При необходимости присоединения к РУ воздушных линий должна быть выполнена кабельная вставка с переходом кабеля на воздушную линию на столбе вблизи здания РУ.

При размещении оборудования в два этажа возможно присоединение воздушных выводов без кабельной вставки. Однако переход на двухэтажную компоновку резко усложняет строительную часть и в большинстве случаев оказывается нецелесообразным.

Комплектные распределительные устройства (КРУ) представляют собой набор металлических шкафов со встроенными в них электрическими аппаратами, приборами измерения, защиты, автоматики, сигнализации и управления, а также вспомогательными устройствами.

Шкафы КРУ изготавливают из листовой стали толщиной 2-3 мм и из стальных гнутых и прокатных профилей. КРУ выполняют со стационарной установкой оборудования или с выкатной тележкой. В зависимости от схемы аппарата одного электрического присоединения может быть размещена в одном или в нескольких соединенных между собой шкафах.

Шкафы КРУ, серийно выпускаемые отечественной промышленностью, имеют одну систему шин, рассчитаны для установки над уровнем моря не выше 1000 м и предназначены в основном для одностороннего обслуживания.

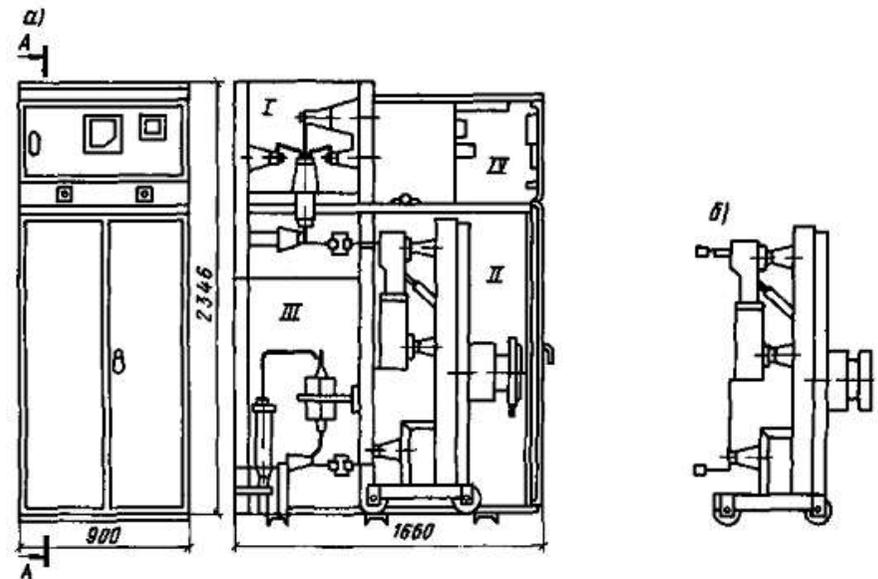


Рис. 12. Шкаф комплектного распределительного устройства (а) с выдвигаемым выключателем (б)

В качестве примера на рис. 12 показан шкаф КРУ 10 кВ с выдвигаемым выключателем ВМП-10.

Шкаф разделен на четыре отсека:

- I — отсек сборных шин;
- II — отсек выключателя;
- III — отсек с трансформаторами тока и концевыми кабельными разделками;
- IV — отсек с приборами релейной защиты и измерения.

Выключатель ВМП-10 с пружинным приводом ППМ-10 (или с электромагнитным приводом ПЭ-11) установлен на тележке и может быть выдвинут из шкафа для осмотра, ремонта и испытания.

При низком напряжении 380 и 220 В применяют простейшие закрытые распределительные устройства — распределительные щиты. В качестве отключающих аппаратов на них устанавливают магнитные пускатели, рубильники, плавкие предохранители, автоматы и контакторы.

Щиты комплектуют из необходимого числа панелей, представляющих собой металлический корпус со смонтированными на нем электрическими аппаратами и приборами, шинами на изоляторах и проводами вторичных цепей. Панели соединяют между собой в щиты болтами.

Размеры помещений РУ определяются габаритами оборудования, числом ячеек, устанавливаемых схемой электрических соединений, и наименьшими допустимыми расстояниями между аппаратурой и элементами здания, обеспечивающими удобство монтажа и безопасность обслуживания (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	Размер, см, в свету при напряжении, кВ		
	1-3	6	10
Расстояние между проводами разных фаз, а также от токоведущих частей до заземленных конструкций зданий	7-5	10	12,5
Расстояние от токоведущих частей до сплошных ограждений	10,5	13	15,5
То же, до сетчатых ограждений	17,5	20	22,5
Высота расположения голых токоведущих частей, при которой не требуется ограничений		250	
Расстояние между огражденными токоведущими частями, расположенными с двух сторон коридора		200	
Ширина коридора одностороннего обслуживания	120	150	200
Высота прохода		190	

Расстояние от наименьшей точки провода воздушных вводов в РУ до земли		450	
---	--	-----	--

Помещение РУ надлежит проектировать, как правило, на уровне монтажной площадки и преимущественно без устройства подвалов. Допускается устройство входа в помещение РУ из машинного зала.

Все помещения РУ и ТП (за исключением помещений, в которых постоянно присутствует обслуживающий персонал) можно сооружать с искусственным освещением.

На небольших насосных станциях ячейки КРУ и распределительные щиты допускается устанавливать непосредственно в машинном зале.