**Тема: Электрические станции и подстанции**

**Лекция№8.** **СХЕМЫ ПИТАНИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ.**

Оглавление

[8.1 Основные требования и источники электроснабжения ТЭС 1](#_Toc427403195)

[8.2 Схемы собственных нужд КЭС 2](#_Toc427403196)

[8.3 Схемы собственных нужд ТЭЦ 5](#_Toc427403197)

[8.4 Схемы электроснабжения собственных нужд ГЭС 7](#_Toc427403198)

[8.5 Система собственных нужд подстанций 9](#_Toc427403199)

Для своей работы электростанция потребляет часть электроэнергии, чтобы обеспечить работу механизмов обеспечивающих ее функционирование. Эти механизмы называются механизмами собственных нужд, а система питания двигателей, приводящие эти механизмы в действие, называется системой питания собственных нужд. Набор механизмов собственных нужд и схема их питания имеет особенности в зависимости от типа станции.

# 8.1 Основные требования и источники электроснабжения ТЭС

При рассмотрении технологических схем КЭС и ТЭЦ следует иметь в виду, что производство тепловой и электрической энергии полностью механизировано. Большое количество механизмов обеспечивает работу основных агрегатов электростанции — питательных насосов, дутьевых вентиляторов, дымососов, конденсатных насосов, дробилок, мельниц, циркуляционных насосов и др.

Для привода большинства рабочих механизмов используют трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Для очень мощных механизмов могут использоваться синхронные электродвигатели. Для механизмов, требующих регулирования частоты вращения, применяют электродвигатели постоянного тока или асинхронные двигатели с преобразователями частоты.

Нормальная работа электростанции возможна только при надёжной работе всех механизмов с.н., что возможно лишь при их надежном электроснабжении. Потребители с. н. относятся к потребителям I категории.

Основными напряжениями, применяемыми в настоящее время в системе с.н., являются 6 кВ (для электродвигателей мощностью более 200 кВт) и 0,38/0,22 кВ для остальных электродвигателей и освещения.

Если на электростанции (ТЭЦ) предусматривается ГРУ 6—10 кВ, то распределительное устройство собственных нужд (РУСН) получает питание непосредственно с шин ГРУ реактированными линиями или через понижающий трансформатор с.н.

Если генераторы электростанции соединены в энергоблоки (КЭС) , то питание с. н. осуществляется отпайкой от энергоблока.

С увеличением мощности энергоблоков растет потребление на собственные нужды, следовательно, увеличивается и мощность трансформатора с.н. Чем больше мощность, тем больше токи КЗ в системе с.н., тем тяжелее установленное оборудование. Для ограничения токов КЗ можно применять трансформаторы с повышенным напряжением КЗ или трансформаторы с расщепленными обмотками 6 кВ, которые применяются при мощности трансформаторов 25 MB-А и более. Кроме рабочих источников с.н., должны предусматриваться резервные источники питания. Такими источниками могут быть трансформаторы, присоединённые к шинам повышенного напряжения, имеющим связь с энергосистемой. Даже при отключении всех генераторов электростанции питание с. н. будет осуществляться от энергосистемы. На тот редкий случай, когда авария на электростанции совпадает с аварией в энергосистеме и напряжение с. н. не может быть подано от резервного трансформатора, для наиболее ответственных потребителей, которые обеспечивают сохранность оборудования в работоспособном состоянии (масляные насосы смазки, уплотнений вала, валоповоротные устройства и др.), предусматриваются аккумуляторные батареи и дизель-генераторы. На ряде зарубежных электростанций в качестве аварийных источников питания с. н. установлены газовые турбины, которые подхватывают питание с.н. энергоблока при снижении частоты в энергосистеме.

Выбор мощности рабочих трансформаторов с.н. производится с учётом числа и мощности потребителей с. н. Точный перечень всех потребителей определяется при реальном проектировании после разработки тепломеханической части электростанции и всех ее вспомогательных устройств.

# 8.2 Схемы собственных нужд КЭС

Рабочие трансформаторы с. н. блочных ТЭС присоединяются отпайкой от энергоблока. Мощность этих трансформаторов определяется по формуле , где *PСНmax* подсчитывается в зависимости от установленной мощности энергоблока, а ; *kОДН и kЗ* – коэффициенты одновременности и запаса; *ήСР* и *cosφСР –* средние к.п.д. и *cosφ*. На электростанциях с энергоблоками 300 МВт и более часть мощных механизмов с. н. (питательные насосы, дутьевые вентиляторы) может иметь турбопривод. Это значительно снижает расход электроэнергии на с.н.

Распределительное устройство с.н. выполняется с одной секционированной системой шин.

Количество секций 6—10 кВ для блочных ТЭС принимается по две на каждый энергоблок (при мощности энергоблока более 160 МВт).

Каждая секция или секции попарно присоединяются к рабочему трансформатору с. н.

На рис.8.1 приведена схема питания с.н. части блочной КЭС с тремя энергоблоками по 300 МВт. Трансформаторы с.н. Т1, Т2, ТЗ питают секции 6 кВ соответственно первого энергоблока 1ВА, 1ВВ, второго 2ВА, 2ВВ и третьего ЗВА, ЗВВ. К этим секциям присоединяются электродвигатели 6 кВ турбинного и котельного отделений, общестанционная нагрузка (о. с. н.) и трансформаторы 6/0,4 кВ.

Резервное питание секций с.н. осуществляется от резервных магистралей, связанных с пускорезервными трансформаторами с.н. (Т4 на рис. 8.1).

Резервные магистрали для увеличения гибкости и надежности секционируются выключателями через каждые два-три энергоблока.

Число резервных трансформаторов с.н. на блочных ТЭС без генераторных выключателей принимается: один — при двух блоках, два — при числе энергоблоков от трех до шести. При большем числе энергоблоков предусматривается третий резервный трансформатор генераторного напряжения, не присоединенный к источнику питания, но установленный на электростанции и готовый к замене любого рабочего трансформатора с. н.

Если в схемах энергоблоков установлены генераторные выключатели, то число резервных трансформаторов принимается по одному резервному на каждые четыре блока. При шести и более блоках предусматривается дополнительный резервный трансформатор генераторного напряжения, не присоединенный к источнику, но готовый к замене любого рабочего трансформатора с.н.

Если часть энергоблоков с выключателями, а часть без выключателей, то число резервных трансформаторов с.н. выбирается по первому условию. Резервные трансформаторы с. н. должны присоединяться к сборным шинам повышенного напряжения, которые имеют связь с энергосистемой по линиям ВН (на случай аварийного отключения всех генераторов электростанции). Это требова ние трудно выполнить, если связь с энергосистемой осуществляется по линиям 500 — 750 кВ. В этом случае резервные ТСН присоединяются к шинам среднего напряжения (110, 220 кВ) при условии, что они связаны через автотрансформатор с шинами ВН.

Допускается также резервный ТСН присоединять к обмотке НН автотрансформатора, если обеспечиваются допустимые колебания напряжения на шинах РУСН при регулировании напряжения автотрансформатора и условия самозапуска электродвигателей.

Мощность каждого резервного трансформатора с. н. на блочных электростанциях без генераторных выключателей должна обеспечить замену рабочего трансформатора одного энергоблока и одновременный пуск или аварийный останов второго энергоблока. Если точный перечень потребителей с.н. в таком режиме неизвестен, то мощность резервного трансформатора с. н. выбирается на ступень больше, чем рабочего. Если в схемах энергоблоков установлены генераторные выключатели, то мощность резервных трансформаторов принимается равной мощности рабочих трансформаторов. В любом случае мощность резервных трансформаторов должна быть проверена по условиям самозапуска.

Многочисленные потребители с.н. напряжением 0,4 кВ (на один энергоблок 300 МВт приходится более 600 электродвигателей 0,4 кВ) присоединяются к секциям 0,4 кВ, получающим питание от трансформаторов 6—10/0,4 кВ. Расход на с.н. 0,4 кВ приблизительно можно принять равным 10% общего расхода.

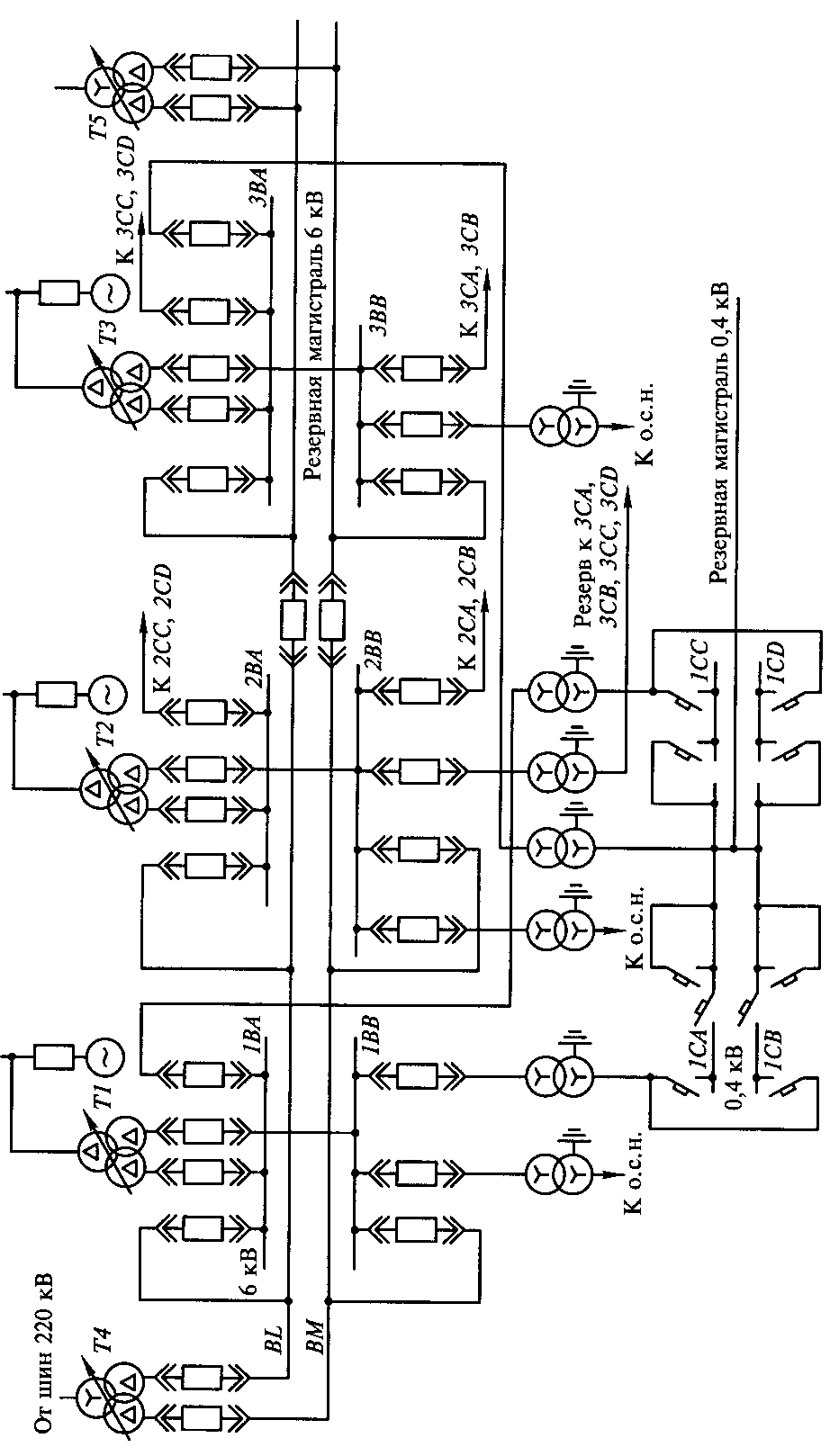
****

Рис. 8.1 Схема электроснабжения с.н. КЭС (три блока). Секции 0.4 кВ показаны только для первого энергоблока.

Трансформаторы 6/0,4 кВ устанавливаются, по возможности, в центрах нагрузки: в котельном и турбинном отделениях, на топливном складе, в объединенном вспомогательном корпусе, на ОРУ, в компрессорной и т.д. Трансформаторы мощностью более 1000 кВ • А не применяются, так как их применение приводит к значительному увеличению тока КЗ в сети 0,4 кВ из-за низкого сопротивления трансформатора большей мощности. Сборные шины 0,4 кВ секционируются для повышения надежности питания. Каждая секция обеспечивается рабочим и резервным питанием, включаемым автоматически.

На рис.8.1 показано питание секций с. н. 0,4 кВ одного энергоблока, расположенных в главном корпусе. Потребители 0,4 кВ первого энергоблока и часть общестанционной нагрузки получают питание от секций 1С А, 1СВ, 1С С, 1CD. Наиболее ответственные потребители присоединены на полусекции 1С А и 1СВ, отделяемые автоматическими выключателями от остальной части этих же секций. Резервный трансформатор 6/0,4 кВ присоединен к секции ЗВА третьего энергоблока.

Потребители 0,4 кВ второго энергоблока присоединяются к секциям 2СА, 2СВ, 2СС, 2CD, а третьего — к секциям ЗСА, ЗСВ. ЗСС, 3CD (на рис. 5.24 эти секции не показаны). Резервный транс форматор для последних секций присоединен к секции 6 кВ 2ВВ второго энергоблока.

Для поддержания необходимого уровня напряжения на шинах с.н. трансформаторы имеют РПН. Схема соединения обмоток рабочих и резервных трансформаторов выбирается таким образом, чтобы возможно было их кратковременное параллельное включение в моменты перехода с рабочего на резервное питание и наоборот.

Применение трансформаторов с расщепленной обмоткой и раздельная работа секций 6 кВ приводят к ограничению тока КЗ до такого значения, которое позволяет применить ячейки комплектного распределительного устройства (для энергоблоков 500 МВт и больше). При необходимости ограничения тока КЗ на стороне 0,4 кВ на вводах к некоторым сборкам устанавливаются реакторы.

# 8.3 Схемы собственных нужд ТЭЦ

Рабочие трансформаторы с.н. неблочной части ТЭЦ присоединяются к шинам генераторного напряжения. Число секций с.н. 6 кВ выбирается равным числу котлов. В некоторых случаях выделяют секции для питания общестанционных потребителей.

Мощность рабочих ТСН выбирают по условию

,

где SС..Н.— мощность с.н. по формуле в предыдущем разделе неблочной части ТЭЦ; *n* — число секций 6 кВ в неблочной части ТЭЦ.

Мощность ТСН и количество секций с. н. в блочной части ТЭЦ выбираются так же, как и для КЭС.

Резервный ТСН присоединяется к шинам ГРУ (при схеме с двумя системами шин) или отпайкой к трансформатору связи (при схеме с одной системой шин).

На рис.8.2, а показано присоединение рабочего и резервного трансформаторов с. н. к двойной системе шин ГРУ: рабочий трансформатор Т2 присоединен к первой системе шин К1, а резервный РТ — ко второй системе шин К2. Шиносоединительный выключатель нормально включен, трансформатор связи присоединен к шинам К2. При повреждении в рабочем трансформаторе 72 отключаются Q2, Q3 и автоматически включаются Q6, Q4. При повреждении на рабочей системе шин К1 отключаются Q1, QK и Q3. Напряжение на резервной системе шин К2 сохраняется благодаря трансформатору связи, соединенному с шинами ВН, поэтому автоматически включаются Q6, Q4, восстанавливая питание секции с. н.

На рис. 8.2, б показано присоединение рабочего и резервного трансформаторов с. н. к ГРУ с одной системой шин. При аварии в ТСН

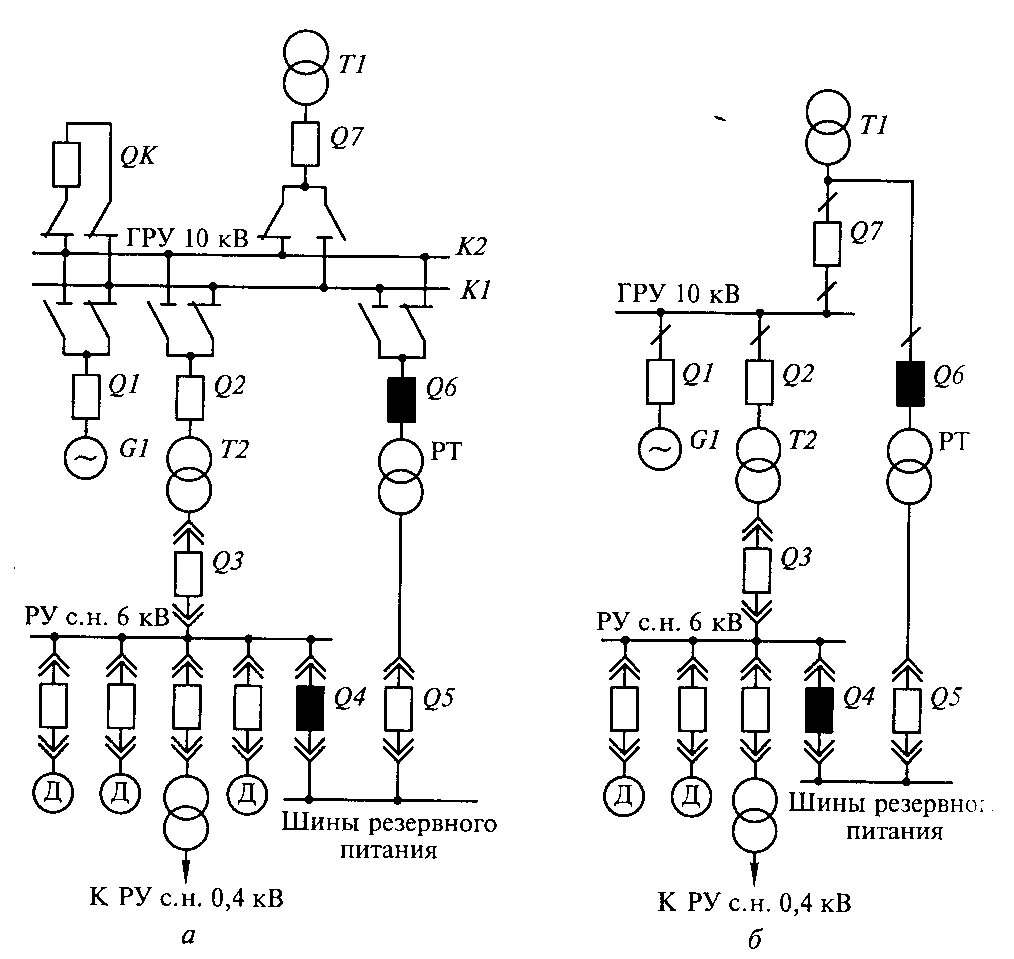


Рис. 8.2. Схемы резервирования с.н. ТЭЦ:

а – от шин ГРУ; б – отпайкой от трансформатора связи

отключаются Q2, Q3 и автоматически включаются Q6, Q4. подавая питание от резервного трансформатора РТ. При аварии на шинах ГРУ отключаются Q1, Q7, затем защитой минимального напряжения — Q3, после чего автоматически включаются Q6. Q4, восстанавливая питание с. н. от шин ВН через трансформатор связи Т1 и резервный РТ.

Обычно к одной секции ГРУ присоединяется один трансформатор с. н. или одна реактированная линия с. н. В этом случае мощность резервного источника должна быть не меньше любого из рабочих.

Если к одной секций ГРУ присоединены два рабочих источника с.н., то мощность резервного трансформатора или резервной линии выбирается на 50% больше наиболее мощного рабочего источника.

На блочных ТЭЦ резервный трансформатор должен обеспечить замену наиболее крупного рабочего источника и одновременно пуск или аварийный останов одного котла или турбины. Если в блоках генератор — трансформатор установлен выключатель, то резервный трансформатор выбирается такой же мощности, как и рабочий. Мощность резервного трансформатора проверяется по условиям самозапуска.

На ТЭЦ неблочного типа (с поперечными связями по пару) выбирается один резервный источник 6 кВ на каждые шесть рабочих трансформаторов или линий. На блочных ТЭЦ число резервных трансформаторов выбирается так же, как и на КЭС.

Схемы питания с. н. 0,4 кВ строятся по такому же принципу, как и на КЭС. Мощность с. н. 0,4 кВ ТЭЦ можно принять равной 15% общей мощности с.н.

# 8.4 Схемы электроснабжения собственных нужд ГЭС

Технологический процесс получения электроэнергии на ГЭС значительно проще, чем на тепловых и атомных электростанциях, поэтому требует значительно меньшего числа механизмов с. н.

Подсчет нагрузок с. н. ГЭС ведется конкретно для каждого проекта, так как эти нагрузки зависят не только от мощности установленных агрегатов, но и от типа электростанции (приплотин-ная, деривационная, водосливная и др.).

В отличие от тепловых электростанций на ГЭС отсутствуют крупные электродвигатели напряжением 6 кВ, поэтому распределение электроэнергии осуществляется на напряжении 0,4 кВ. Питание с. н. производится от трансформаторов, присоединённых к:

токопроводам генератор — трансформатор без выключателя со стороны генераторного напряжения;

шинам генераторного напряжения;

выводам НН автотрансформатора связи;

местной подстанции.

Целесообразность установки отдельных трансформаторов, присоединённых к РУ 220 кВ и более, должна быть обоснована.

Потребители с. н. ГЭС делятся на агрегатные (маслонасосы МНУ, насосы откачки воды с крышки турбины, охлаждение главных трансформаторов и др.) и общестанционные (насосы технического водоснабжения, насосы откачки воды из отсасыва­ющих труб, дренажные и пожарные насосы, отопление, освещение, вентиляция, подъёмные механизмы и др.).

Часть этих потребителей являются ответственными (техническое водоснабжение, маслоохладители трансформаторов, маслонасосы МНУ, система пожаротушения, механизмы закрытия затворов напорных трубопроводов). Нарушение электроснабжения этих потребителей с.н. может привести к повреждению или отключению гидроагрегата, снижению выработки электроэнергии, разрушению гидротехнических сооружений. Такие потребители должны быть обеспечены надёжным питанием от двух независимых источников.

На рис. 8.3 приведён пример схемы питания с. н. мощной ГЭС.

Агрегатные с. н. питаются от отдельных секций 0,4 кВ. Часть потребителей общестанционных с. н. может быть значительно удалена от здания ГЭС, поэтому возникает необходимость распределения электроэнергии на более высоком напряжении (3,6 или 10 кВ). В этом случае предусматриваются главные трансформаторы с. н. Т1, Т2 и агрегатные Т5— Т8. Трансформаторы Т9— Т12 служат для питания общестанционных нагрузок. Резервное питание секций 6 кВ осуществляется от местной подстанции, оставшейся после строительства ГЭС.

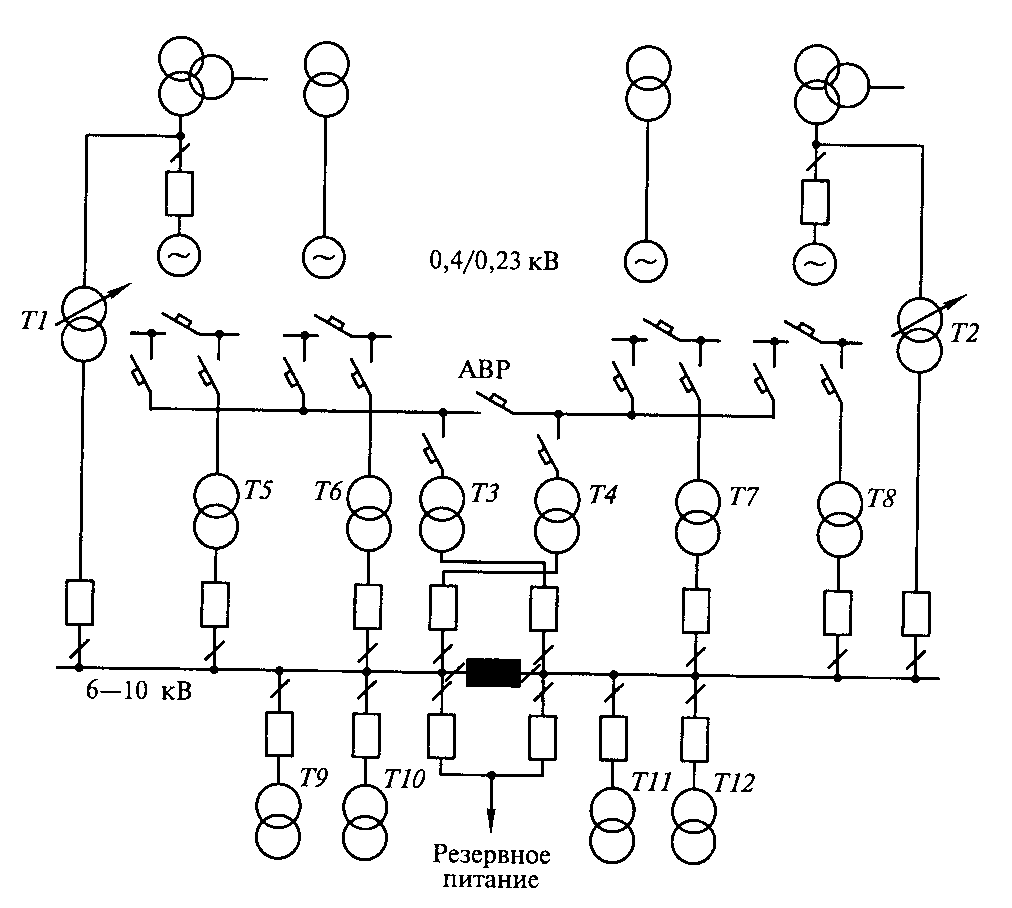


Рис. 8.3. Схема питания с.н. мощной ГЭС с общими питающими трансформаторами

Резервирование агрегатных с. н. осуществляется от резервных трансформаторов ТЗ, Т4. Ответственные потребители с.н., отключение которых может привести к отключению гидроагрегата или снижению его нагрузки, присоединяются к разным секциям с.н.

Мощность трансформаторов агрегатных с. н. выбирается по суммарной нагрузке с. н. соответствующих агрегатов. Главные трансформаторы (Т1, Т2) выбираются с учётом взаимного резервирования и с возможностью их аварийной перегрузки.

При большом числе и значительной единичной мощности агрегатов находит применение схема раздельного питания агрегатных и общестанционных потребителей. Агрегатные сборки 0,4 кВ получают питание от индивидуальных трансформаторов, присоединенных отпайкой к энергоблоку. Резервирование их осуществляется от трансформаторов, присоединенных к РУ с.н. 6—10 кВ, которое получает питание от автотрансформаторов связи между РУ ВН и РУ СН.

# 8.5 Система собственных нужд подстанций

Приёмниками энергии системы СН подстанций являются: электродвигатели системы охлаждения трансформаторов и синхронных компенсаторов; устройства обогрева масляных выключателей и шкафов с установленными в них электри­ческими аппаратами и приборами; электродвигатели компрессоров, снабжающих воздухом воздушные выключатели и пневматические приводы: электрическое отопление и освещение; система пожаротушения. Наиболее ответственными приёмниками электроэнергии системы СН являются приёмники систем управления, телемеханики и связи, электроснабжение которых может быть осуществлено или от сети переменного тока через стабилизаторы и выпрямители, или от независимого источника энергии — аккумуляторной батареи. В последнем случае должны быть предусмотрены преобразователи для заряда батареи.

Для электроснабжения потребителей системы СН подстанций предусматривают трансформаторы с вторичным напряжением 380/220 В. Они могут быть присоединены к сборным шинам РУ 6—10 кВ. Однако такая схема обладает недостатком, который заключается в нарушении электроснабжения системы СН при повреждениях в РУ. Поэтому трансформаторы СН предпочитают присоединять к выводам низшего напряжения главных трансформаторов — на участках между трансформатором и выключателем.