

# Вопросы по предыдущей лекции

- Сколько генераторов и какой мощности приходится:
  - на 1 реактор БН-600?
  - на 1 реактор БН-800?
- Какова суммарная мощность ТСН на Белоярской АЭС? Сколько там РТСН и какой мощности?
- Сколько ГЦН на Белоярской АЭС, какова их суммарная мощность? Сравните эту величину с суммарной мощностью, идущей на электрообогрев натрия.
- Какой тип привода и почему используется для вращения ГЦН на АЭС с реактором БН-600?
- От каких секций запитываются ГЦН на АЭС с реактором БН-600 и почему?

## 9. Особенности собственных нужд ГЭС и ГАЭС

- Ввиду простоты технологического процесса производства электроэнергии на ГЭС, расход на собственные нужды значительно меньше, чем на ТЭС и АЭС, и составляет 0,5-3% от установленной мощности. Меньшие значения относятся к агрегатам большей мощности ГЭС.
- Для ГЭС характерна большая доля общестанционной нагрузки по сравнению с агрегатной.
- Доля агрегатных СН составляет не более 30% от суммарного потребления на собственные нужды.

# Агрегатные СН

Потребители агрегатных СН располагаются в непосредственной близости от агрегата и питаются на напряжении 0,4 кВ и реже 6,3 кВ.

Потребителями агрегатных СН являются:

- насосы технического водоснабжения агрегатов – смазка турбинных подшипников, маслоохладители подпятника и подшипников гидрогенератора, воздухоохладители гидрогенератора;
- маслонасосы и компрессоры зарядки маслонапорной установки (МНУ) и системы регулирования гидротурбины;
- насосы откачки воды с крышки турбины из-за протечек в проточной части гидроагрегата;
- вентиляторы и насосы системы охлаждения трансформаторов;
- вспомогательные устройства системы возбуждения

# Общестанционные СН

Потребители общестанционных СН относятся ко всем станции в целом и питаются на напряжении 0,4 кВ.

К потребителям общестанционных собственных нужд относятся:

- насосы системы пожаротушения;
- противодымная вентиляция;
- механизмы закрытия дроссельных затворов напорных трубопроводов и щитов на выходе отсасывающих водоводов;
- механизм затворов холостых водосборов;
- насосы откачки воды из тоннелей плотины;
- насосы хозяйственного водоснабжения;
- электроотопление;
- потребители ОРУ;
- электроосвещение;
- потребители ремонтных мастерских.

# Электрическая схема СН ГЭС (ГАЭС)

Электрическая схема собственных нужд ГЭС (ГАЭС) может выполняться либо с одним напряжением 0,4 кВ, либо с двумя напряжениями – 6(10) и 0,4 кВ.

Несмотря на отсутствие в системе СН мощных электродвигателей 6 кВ, наличие напряжения 6 кВ определяется:

- общей мощностью потребителей,
- значительной удаленностью общестанционных потребителей от источников питания.

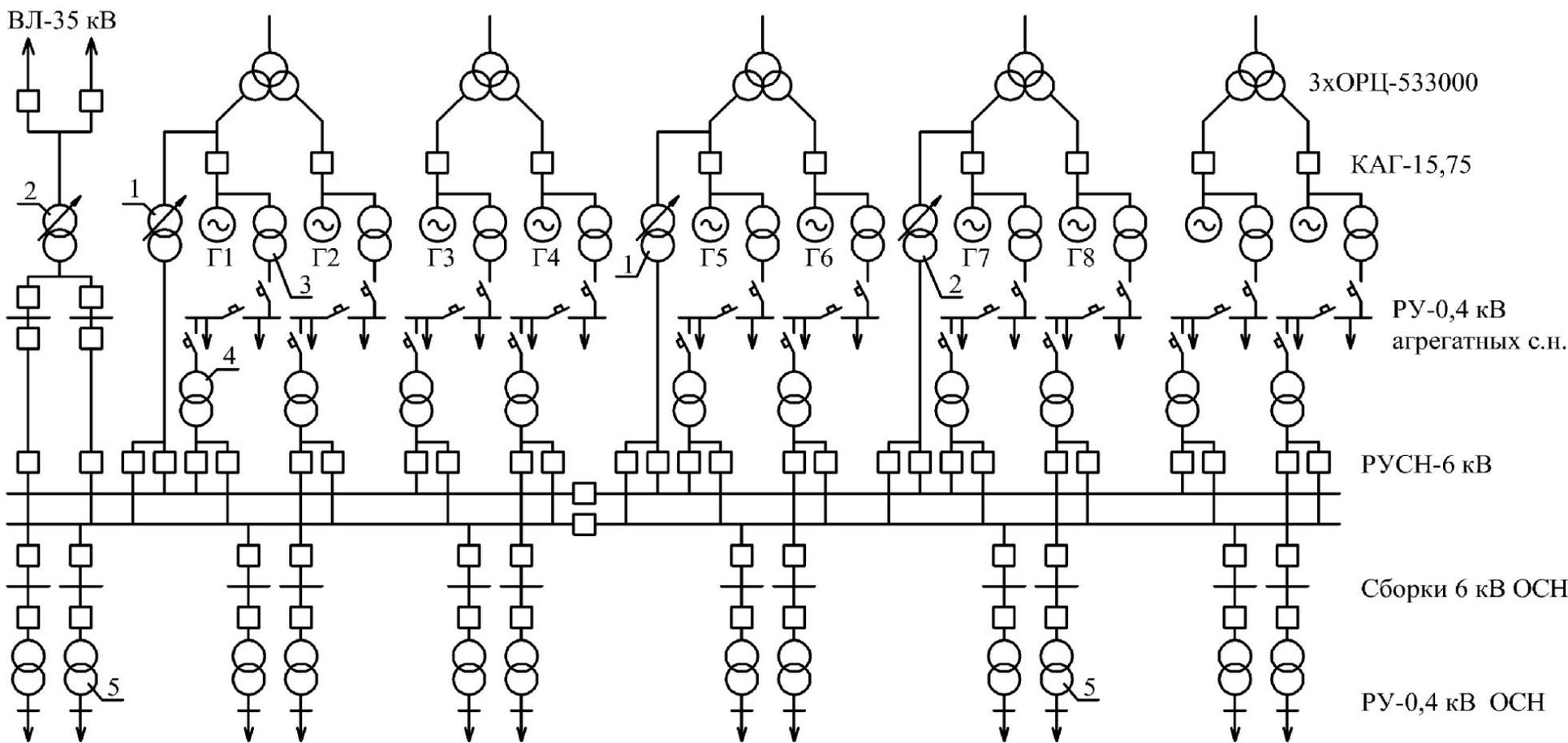
Для питания СН ГЭС (ГАЭС) необходимо предусматривать не менее двух независимых источников питания.

# Электрическая схема СН ГЭС (ГАЭС)

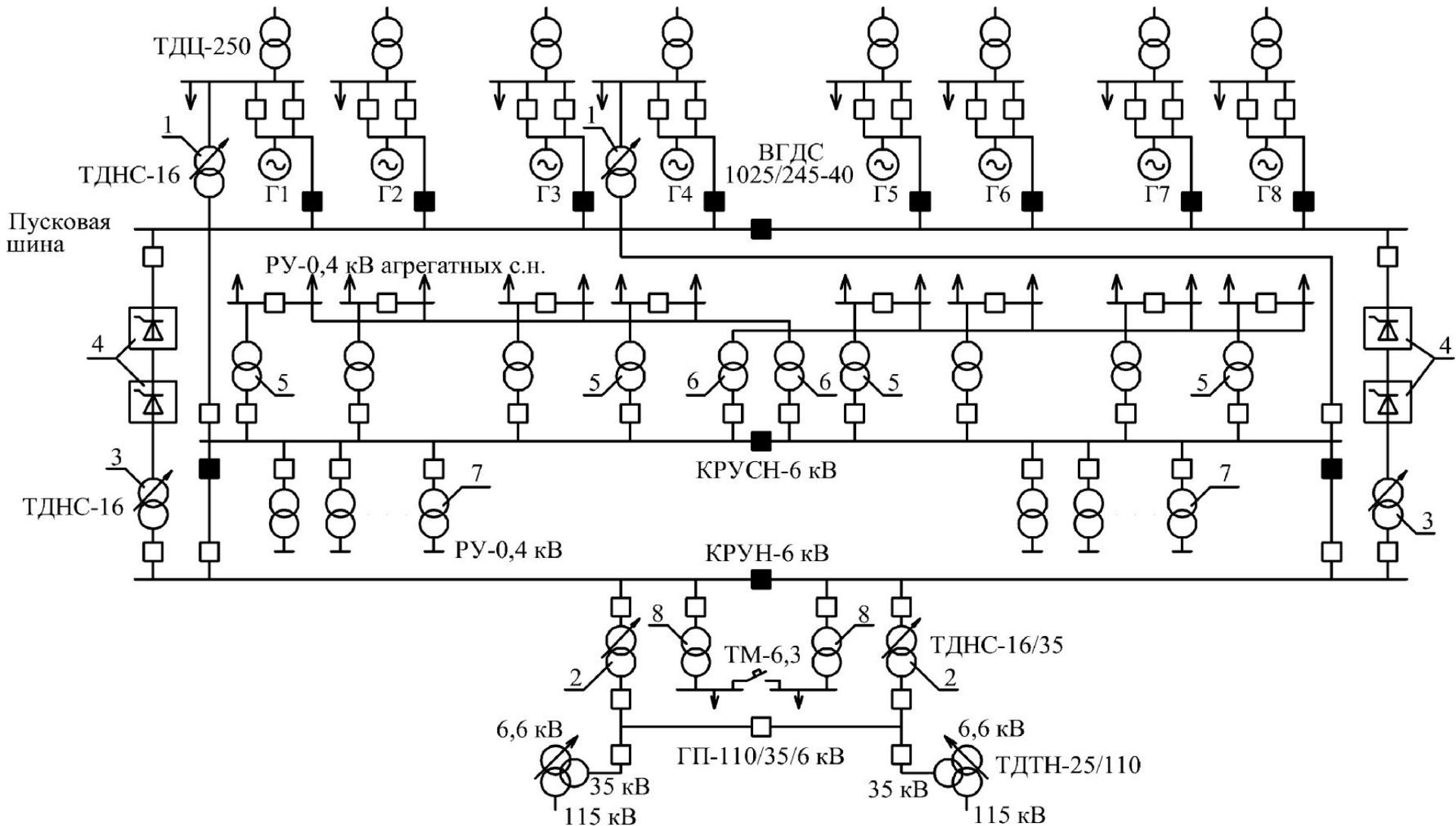
2 принципа питания агрегатных и  
общестанционных рабочих ТСН:

- раздельное питание (например, СШГЭС)
- объединенное питание (например,  
ЛГАЭС)

# Схема СН СШГЭС (раздельное питание ТСН)

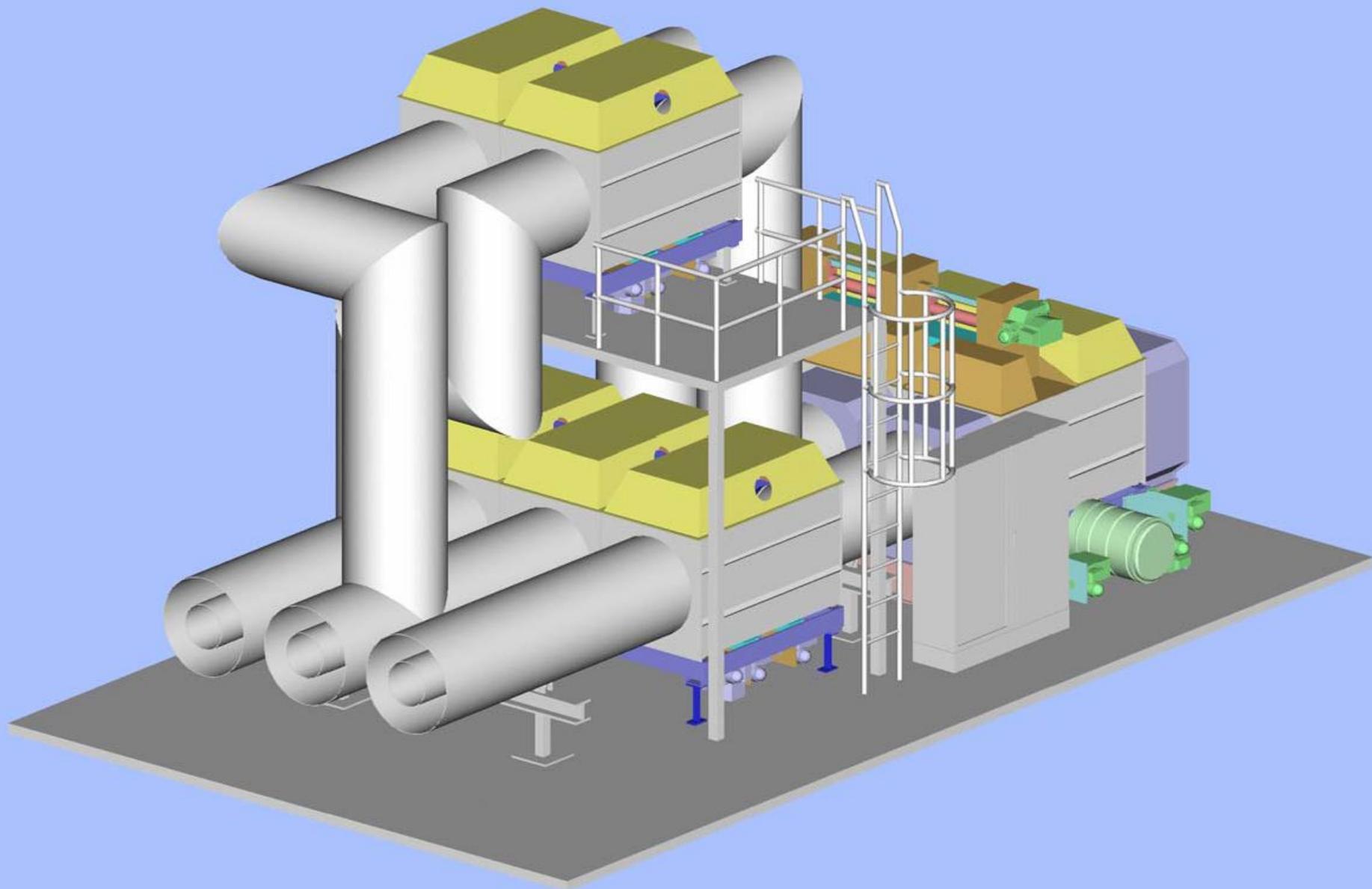


# Схема СН ЛГАЭС (объединенное питание ТСН)

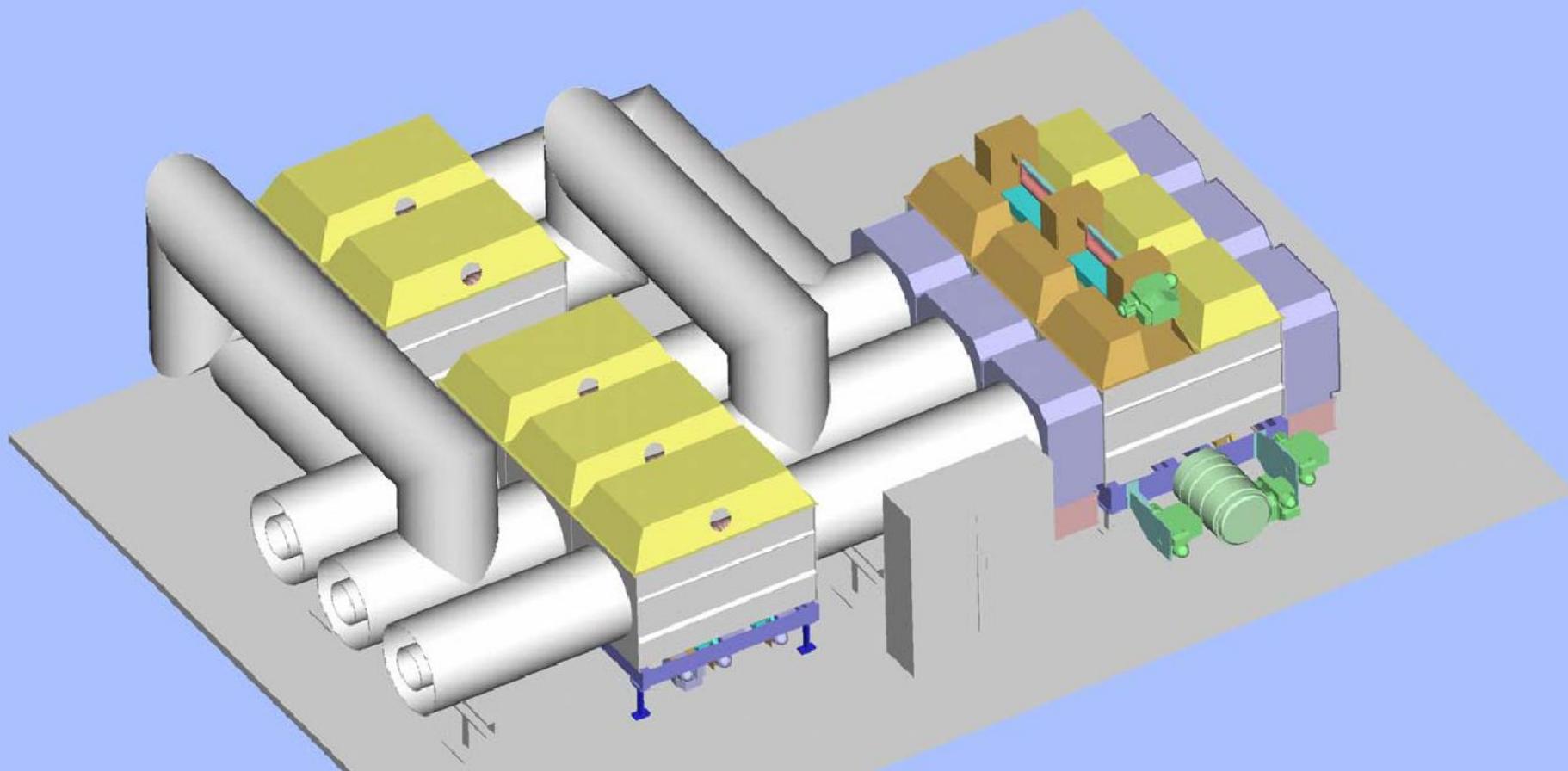


# Генераторные выключатели для ГАЭС НЕСРС 3/5 фирмы «ABB»

## а) вертикальная компоновка



## б) горизонтальная компоновка



# Источники гарантированного питания на ГЭС

- На ГЭС предусматривается установка **аккумуляторных батарей** в качестве источника оперативного постоянного тока для питания устройств управления, связи, сигнализации, РЗА и аварийного освещения.
- Для обеспечения автономного электроснабжения на ГЭС допускается установка **дизель-генераторов**.

# 10. Выбор трансформаторов собственных нужд I степени трансформации

I степень  
трансформации

низшее напряжение  
6,3 кВ

II степень  
трансформации

низшее напряжение  
0,4 кВ

# Выбор мощности ТСН, РТСН I степени

$$S_{расч\ m1} = K_{расч\ \partial1} \sum_1^{n_{\partial1}} P_{расч\ \partial1} + K_{расч\ m2} \sum_1^{n_{m2}} S_{расч\ m2} =$$

$$= 0,9 \left( \sum_1^{n_{\partial1}} P_{расч\ \partial1} + \sum_1^{n_{m2}} S_{расч\ m2} \right),$$

- где  $\Sigma P_{расч.д}$  – суммарная расчетная активная мощность электродвигателей 6,3 кВ рабочих и резервных механизмов СН, кВт;
- $\Sigma S_{расч.т2}$  – суммарная расчетная мощность трансформаторов 6/0,4 кВ II степени, кВА.

$$P_{\text{расч.д}} = K_{\text{згр}} P_{\text{ном.д}}$$

где  $K_{\text{згр}}$  – коэффициент загрузки двигателя;

$P_{\text{ном.д}}$  – номинальная активная мощность двигателя.

$$S_{\text{расч.т2}} = K_{\text{згр}} S_{\text{ном.т2}}$$

где  $K_{\text{згр}}$  – коэффициент загрузки трансформатора 6/0,4 кВ;

$S_{\text{ном.т2}}$  – номинальная мощность трансформатора 6/0,4 кВ

Номинальная мощность ТСН, РТСН I ступени трансформации выбирается ближайшей большей расчетной мощности  $S_{расч.т1}$ .

Как правило, мощность РТСН принимается равной мощности ТСН.

В случае неуспешного самозапуска мощность РТСН увеличивают на 1 ступень.

Иногда РТСН вынужденно выбирают с большей мощностью, чем ТСН. Это происходит в следующих случаях:

- 1) РТСН подключается к **РУ-110 кВ** и из соображений надежности должен иметь расщепленную обмотку. Для данного напряжения выпускаются РТСН с минимальной мощностью **25 МВА**;
- 2) РТСН подключается к **РУ-220 кВ**. Для данного напряжения выпускаются РТСН с минимальной мощностью **32 МВА**;
- 3) РТСН подключается к **РУ-330 кВ**. Для данного напряжения выпускаются РТСН с минимальной мощностью **40 МВА**.

# 11. Выбор ТСН, РТСН

## II ступени трансформации

Расчетная нагрузка ТСН второй ступени трансформации определяется аналогично, как и для первой ступени, но суммируют мощности потребителей напряжением 0,4 кВ.

Из-за неоднородности состава электроприемников их разбивают на 4 группы:

**Рн1** – постоянно работающие двигатели единичной мощностью 70...200 кВт;

**Рн2** – периодически работающие двигатели мощностью менее 100 кВт;

**Рн3** – эпизодически работающие двигатели задвижек, колонок дистанционного управления и т.д.

**Рн4** – освещение и электрообогрев.

Далее определяют расчетную мощность:

$$S_{\text{расч.т2}} = 0,7 \sum P_{\text{н1}} + 0,35 \sum P_{\text{н2}} + 0,15 \sum P_{\text{н3}} + 0,85 \sum P_{\text{н4}}$$

Номинальная суммарная мощность всех ТСН энергоблока должна быть не менее расчетной мощности.

Обычно единичная мощность ТСН принимается  $S_{\text{НОМ}} = 1000$  кВА, а соответствия расчетной мощности добиваются выбором нескольких ТСН на секцию.

# Резервирование СН на напряжении 0,4 кВ

- В отличие от напряжения 6,3 кВ, где применяется явное резервирование, в системе СН напряжением 0,4 кВ используют неявное резервирование.
- Поэтому РТСН как таковые отсутствуют. Их роль играют рабочие ТСН.

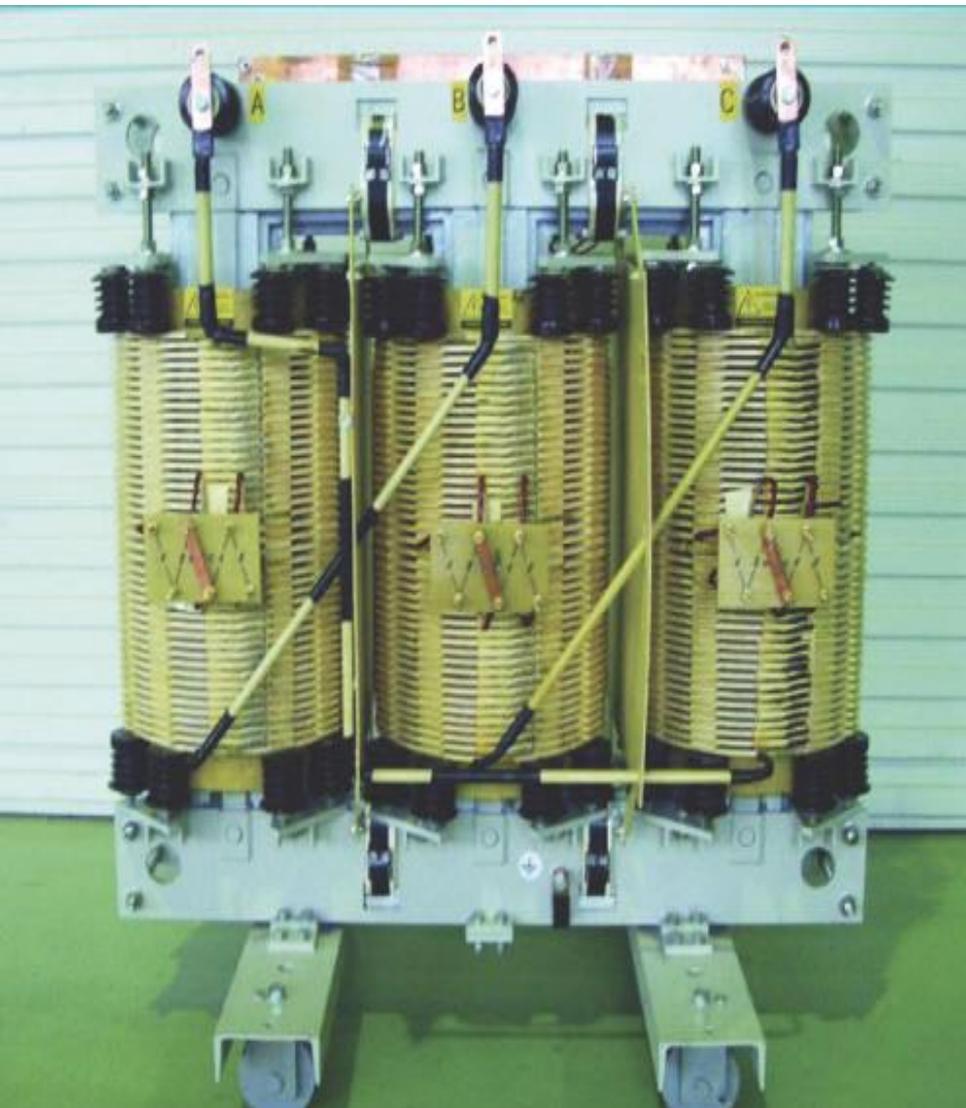
# Выбор типа ТСН

Трансформаторы 6,3/0,4 кВ:

- масляные
- сухие

# Системы охлаждения сухих трансформаторов

	<b>Сухие трансформаторы</b>
<b>С</b>	Естественное воздушное при открытом исполнении
<b>СЗ</b>	Естественное воздушное при защищенном исполнении (в защитном кожухе со степенью IP21...IP54)
<b>СГ</b>	Естественное воздушное при герметичном исполнении (нет обмена между внутренним и внешним воздухом)
<b>СД</b>	Воздушное с принудительной циркуляцией воздуха



Трансформатор ТС  
(без кожуха)



Трансформатор ТСЗ  
(с кожухом IP33)

# Трансформаторы с естественной циркуляцией воздуха и масла

<b>М</b>	Естественное масляное при открытом исполнении (с расширителем)
<b>МЗ</b>	Естественное масляное при защищенном исполнении (защита масла с азотом без расширителя)
<b>МГ</b>	Естественное воздушное при герметичном исполнении (с гофрированными стенками без расширителя)

# Трансформаторы с естественной циркуляцией воздуха и масла



TM



TM3



TMГ