**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИСТЕТ»**



Инженерная школа энергетики

Отделение электроэнергетики и электротехники

Задание №2

Модуль: [Электрическая часть электростанций](https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2284#section-7)

**Расчет перетоков мощности в эксплуатационных режимах**

5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Исполнитель:** |  | | | | |
| студент |  |  | Дегтярёв В.В. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **Руководитель:** |  | | | | |
| к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ | |  | Колчанова В. А. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

Томск 2022

Исходные данные для варианта – бланк исходных данных станции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Генераторы** | | | **Энергосистема** | | | | **Нагрузки потребителей** | | | | | | | |
| **Присоединения U1** | | | | **Присоединения U2** | | | |
| **N задания** | Число  и мощность | Напряжение | Мощность | Напряжение | Реактивное  сопротивление | Количество  линий связи | U1 | Число и  мощность  линий | Коэффициент системы | Коэффициент мощности | U2 | Число и  мощность  линий | Коэффициент системы | Коэффициент мощности |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|  | Шт.× МВт | кВ | МВА | кВ | % | Шт. | кВ | Шт.× МВт | - | - | кВ | Шт.× МВт | - | - |
|  | 3\*60 | 6,3 | 2000 | 220 | 200 | 2 | 6,3 | 12\*5  5\*6 | 0,82 | 0,9 | 110 | 3\*24 | 0,85 | 0,85 |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** | ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** |

1. **Общий баланс активных мощностей станции**

Установленная мощность электростанции, равная суммарной мощности генераторов, предназначенных к установке:

где ***i*** =1,2… – номер генератора мощностью ***P*Г*i***;

***n*** – количество ***i***-ых генераторов.

Нагрузка потребителей на напряжении ***U*1 = 6.3 кВ:**

где – коэффициент системы для потребителей на напряжении ***U*1**;

***i*** = 1, 2…– номер потребителя мощностью ***Рi***;

***ni*** – количество ***i***-ых потребителей.

Нагрузка потребителей на напряжении ***U*2****= 110 кВ**:

где – коэффициент системы для потребителей на напряжении ***U*2**.

Суммарная мощность, отдаваемая внешним потребителям:

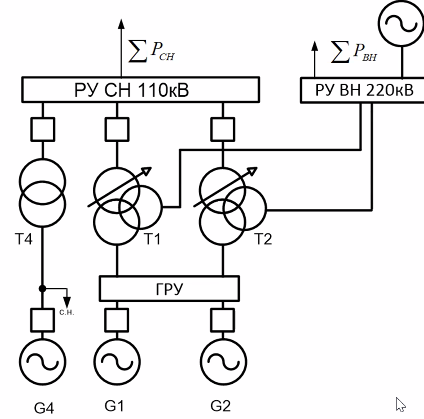
Баланс активной мощности в нормальном режиме составляет резерв мощности электростанции:

где – расход мощности на собственные нужды (с.н.) электростанции, согласно дополнительным условиям задания – 810 %.

Потребность в аварийном резерве определяется при выходе из работы наиболее мощного генератора (***Р***Гmax):

где – расход мощности на с.н. отключенного генератора (принимается равным 4% от мощности генератора).

Знак «минус» свидетельствует о том, что недостаток мощности будет покрываться за счет энергосистемы.

1. **Выбор схемы ТЭЦ**
   1. 
   2. Рисунок – 1.1 Схема ТЭЦ
2. **Описание структурной схемы станции**

В схеме станции **2** распределительных устройства (РУ):

Распределительное устройство **высшего напряжения (РУВН)**: кВ;

Нагрузка на **РУВН**:

* мощность на одну линию

МВт;

* число линий
* коэффициент мощности

;

* коэффициент одновременности или коэффициент системы

;

К распределительному устройству высокого напряжения подключены 2 генератора  
 G1-G2 в блоке с трансформатором блока Т1-Т2, мощность каждого генератора  
 МВт.

Распределительное устройство **среднего напряжения** (**РУСН**): кВ;

Нагрузка на РУ СН:

* мощность на одну линию

МВт;

* число линий

3

* коэффициент мощности
* коэффициент одновременности 0,85

К **РУСН** подключены 1 генератор G4 мощностью МВт с трансформатором Т4.

Распределительное устройство низшего напряжения (**РУНН или ГРУ**): кВ;

Нагрузка на **ГРУ**:

мощность на одну линию МВт; МВт;

число линий

* коэффициент мощности
* коэффициент одновременности

0.82

К главному распределительному устройству (**ГРУ**) подключены 2 генератора, мощность которых равна МВт.

**Связь между РУ** осуществляется через **трансформаторы связи**.

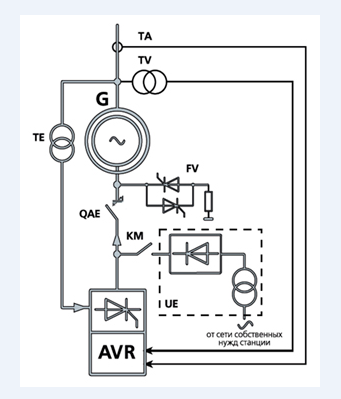
1. **Выбор турбогенераторов**
   1. Выбор синхронных турбогенераторов осуществляем по [1, стр. 76-81]:

Таблица 3.1 Параметры турбогенератора

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип турбогенераторов | Pном,  МВт |  |  |  |
| ТВФ-63-2УЗ | 63 | 6,3 | 0,8 | 0,203 |

* 1. Турбогенераторы имеют непосредственное форсированное охлаждение обмотки ротора водородом и косвенное водородное охлаждение обмотки статора, 63 МВт, 4 полюса, принадлежащий к единой унифицированной серии, для районов с умеренным климатом в закрытом помещении.

**Система возбуждения**: статическая тиристорная по схеме самовозбуждения.



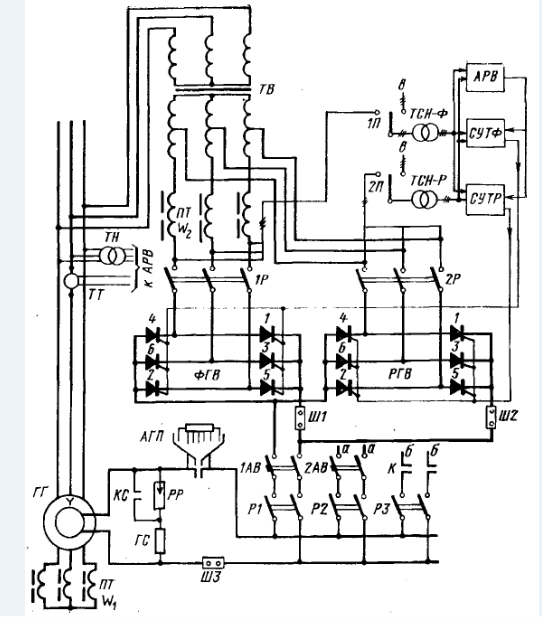


Рисунок 2.1 - Схема тиристорной системы самовозбуждения

**СИСТЕМЫ ТИРИСТОРНЫЕ САМОВОЗБУЖДЕНИЯ (СТС)**

СТС предназначены для питания обмоток возбуждения турбогенераторов и гидрогенераторов выпрямленным регулируемым током.

Питание тиристорного выпрямителя осуществляется через трансформатор, подключенный к главным выводам генератора. Для запуска генератора предусмотрена цепь начального возбуждения, которая автоматически формирует кратковременный импульс напряжения на обмотке ротора до появления ЭДС обмотки статора генератора, достаточной для поддержания устойчивой работы тиристорного преобразователя в цепи самовозбуждения. Питание цепей начального возбуждения осуществляется как от стационарной аккумуляторной батареи, так и от источника переменного тока собственных нужд электростанции.

Высокие быстродействие и предельные уровни напряжения и тока возбуждения в сочетании с эффективными законами управления, ограничения параметров и стабилизации обеспечивают высокое качество регулирования и большие запасы устойчивости энергосистем.

Интенсивное гашение поля генераторов в нормальных условиях эксплуатации достигается за счет перевода тиристорного преобразователя в инверторный режим изменением полярности напряжения возбуждения. Экстренное снятие возбуждения в аварийных режимах обеспечивается автоматом гашения поля (QE) – электрическим аппаратом специальной конструкции, который при срабатывании производит оптимальное гашение поля генератора, заключающееся в минимизации времени гашения поля при соблюдении предельно допустимой по условиям электрической прочности изоляции величине напряжения на обмотке возбуждения.

Защита ротора от перенапряжений выполняется на основе быстродействующих тиристорных разрядников (FV).

1. **Расчет перетоков мощности в эксплуатационных режимах**

Таблица 5.1 Результаты расчета режимов.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетные ражимы | Параметры режима | Нормальный режим | | Аварий ный режим |
| Максимальная нагрузка | Минимальная  нагрузка на шинах РУСН | Отключ. G3 от шин СН |
|  |  | P МВт  Q МВар | P МВт  Q МВар | P МВт  Q МВар |
| Суммарная мощность генераторов на шинах ГРУ. |  | 126  94.5 | 189  141.75 | 189  141.75 |
| Нагрузка на шинах ГРУ. |  | 73.8  35.7 | 61.2  29.6 | 73.8  35.7 |
| Расход эл. энергии на собственные нужды НН |  | 10.8  2.9 | 10.8  2.9 | 10.8  2.9 |
| Переток мощности через обмотки НН Т1 и Т2 |  | 41.4  55.9 | 117  109.25 | 41.4  55.9 |
| Суммарная мощность генераторов на шинах СН. |  | 63 | 189 | 0  0 |
| Нагрузка на шинах СН |  | 61.2  37.9 | 45.9  28.5 | 61.2  37.9 |
| Расход эл. энергии на собственные. нужды СН |  | 18.9  6.1 | 18.9  6.1 | 17.6  5.7 |
| Переток мощности через обмотки СН Т1 и Т2 |  | -17,1  3,5 | 124.2  107.2 | -78,8  -57,5 |
| Переток мощности через обмотки ВН Т1 и Т2 |  | 16,2  71,1 | 233.1  182.7 | 17,5  10,1 |
| Расчетные перетоки полной мощности через обмотки трансформаторов Т1 и Т2 |  | 75,3 МВА  17,4 МВА  72,9 МВА | 132.5 МВА  164 МВА  296.2 МВА | 117.7 МВА  97.6 МВА  20.2 МВА |

**Литература**

1. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справоч­ные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.:ил. и более поздний год издания.
2. Справочник по электрическим машинам. / Под общ. ред. И.П. Копылова. Т.1. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 456 с.:ил.
3. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987. -648с.: ил.
4. Макаричев Ю.А., Овсянников В.Н. М 15 Синхронные машины: учеб.пособ./ Ю.А. Макаричев, В.Н. Овсянников. –Самара. Самар.гос.техн.ун-т, 2010. - 156с.: ил.
5. <http://forca.ru/knigi/arhivy/elektricheskaya-chast-elektrostanciy-6.html>
6. Коломиец Н.В. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / Н.В. Коломиец, Н.Р. Пономарчук, В.В. Шестакова – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 143 с.
7. ГОСТ 17544-85 «Трансформаторы силовые масляные общего назначения классов напряжения 220, 330, 500 и 750 кВ. Технические условия»