

Схема выполнена комбинированной. Имеется четыре присоединения: один автотрансформатор, три линии. Стандартной является схема четырехугольник, характеристики которой приведены в таблице 2 [2].

Таблица 2

Характеристика схемы электрических соединений «Четырехугольник»

Достоинства	Недостатки
При отказе любого выключателя отключается не более одной линии и одного автотрансформатора. При этом теряется транзит мощности через сторону высшего напряжения подстанции	Сложный выбор трансформаторов тока, выключателей, разъединителей, устанавливаемых в кольце, так как в зависимости от режима работы схемы ток, протекающий по аппаратам, меняется.
Электромагнитные блокировки и операции с разъединителями просты и однотипны.	Релейная защита должна выбираться в этих схемах с учетом возможных режимов при выводе в ревизию выключателей кольца.
Минимизированы отказы по вине персонала.	

Подключение автотрансформатора осуществляется по схеме четырехугольник; линии подключены по схеме «Две рабочие системы сборных шин с двумя выключателями на присоединение», что увеличивает надежность приема электроэнергии от энергосистемы [3].

Литература

1. Структура компании [Электронный ресурс] // Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы (ПАО «ФСК ЕЭС»): офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.fsk-ees.ru/about/structure/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 26.12.2016).
2. СТО 56947007-29.240.30.047-2010. Стандарт организации. Рекомендации по применению типовых принципиальных электрических схем распределительных устройств подстанций 35 - 750 кВ. - ОАО «ФСК ЕЭС», 2010. - 28 с.
3. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / В. А. Старшинов, М. В. Пираторов, М. А. Козина. — Москва: Изд-во МЭИ, 2015. — 296 с.: ил.

ХАРАКТЕРИСТИКИ МИНИ – ТЭЦ РОССИИ

А.М. Макаров, Н.М. Космынина

Научный руководитель доцент Н. М. Космынина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Электроснабжение предприятий нефтяной и газовой промышленности осуществляется от электростанций разного вида. Тепловые (ТЭС), гидравлические (ГЭС), атомные электростанции (АЭС) являются крупными энергетическими узлами энергосистемы с большой установленной электрической мощностью.

Тепловые электростанции производят электроэнергию за счет сжигания топлива, получения тепловой энергии и последующего ее преобразования. В качестве топлива для ТЭС в основном используются газ, уголь. Разновидностью тепловых электростанций являются теплофикационные – теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), вырабатывающая электроэнергию и тепло. Они сооружаются в центрах городов, обеспечивая близко расположенные тепловые потребители.

Основными энергетическими агрегатами ТЭЦ являются парогенератор и турбогенератор. При сгорании топлива вода в парогенераторе нагревается до нескольких сот градусов и превращается в пар. Пар под давлением подается в турбину, лопасти турбины вращаются, вал турбины жестко связан с ротором турбогенератора – ротор турбогенератора вращается. При работе системы возбуждения генератор вырабатывает электрический ток.

В соответствии с [1] на ТЭЦ могут использоваться паровые турбины нескольких типов: конденсационные (типа К); теплофикационные с отборами пара трех типов: с производственным отбором (П), на теплофикацию (Т) и с комбинацией производственного и отопительного отборов (ПТ); а также противодавленческие турбины (Р, ПР, ТР).

Для производство электроэнергии на ТЭЦ используются турбогенераторы средней мощности, электрические характеристики некоторых из них приведены в таблице 1 [5]

Таблица 1

Характеристики турбогенераторов ТЭЦ

Тип генератора	Номинальные параметры		
	Активная мощность, МВт	Полная мощность, МВ*А	Напряжение обмотки статора, кВ
ТВВ-160-2ЕУЗ	160	188,2	18
ТВФ-120-2УЗ	100	125	10,5
ТЗВ-110-2УЗ	110	137,5	10,5

В типе турбогенераторов указываются охлаждающие среды для основных конструктивных частей машины: ТЗВ – водяное непосредственное охлаждение обмоток (ротора и статора) и водяное косвенное охлаждением водой массива статора; ТВФ – обмотка ротора: непосредственное водородное охлаждение, обмотка статора: водородное косвенное; ТВВ – обмотка статора: непосредственное водяное, обмотка ротора: непосредственное водородом.

Передача электроэнергии от ТЭЦ к удаленным потребителям осуществляется по линиям электропередачи при напряжениях 110-220 кВ, которые значительно отличаются от генераторных напряжений.

Повышение напряжения необходимо для передачи электроэнергии на большие расстояния. Для понижения напряжения до требуемого уровня потребителя используются силовые трансформаторы, что является необходимым для транспортировки электроэнергии, получаемой на электростанциях, на значительные расстояния.

Технико-экономические расчеты показывают, что преимущества производства тепла и электричества на базе ТЭЦ (комбинированное производство) и далее централизованное теплоснабжение характеризуется значительными потерями тепла в протяженных теплосетях [4], кроме того растут затраты на а также сооружение, ремонт, эксплуатацию.

В работе [3] указывается, что самые лучшие ГРЭС и котельные могут обеспечить повышение КПД от 1 до 3%, а работающие в конденсационном режиме максимум 5%. В тоже время когенерация - одновременная выработка и потребление электрической и тепловой энергии позволяют увеличить рост КПД использования топлива в 1.7-2 раза.

Наибольшие потери при централизованном электро и теплоснабжении происходят в процессе производства и при транспортировке электроэнергии и тепла потребителям. Эти потери определяются как естественными (нормативными), так и аварийными ситуациями.

Как правило, предприятия нефте-газодобывающей промышленности находятся на слишком большом расстоянии от центров установки традиционных ТЭЦ, что приводит к недопустимо большим потерям напряжения, тем более тепла, поэтому необходима разработка иных источников энергии с особым требованием автономной работы.

Одним из возможных решений существующего положения является использование мини – ТЭЦ, структурная тепловая схема которой приведена на рис. 1. На схеме использованы следующие обозначения : ТО1...ТО4 – теплообменники; Р1, Р2 – радиаторы; К1...К5 – регулирующие клапаны; Н1, Н2 – насосы, БП1...БП5 – байпасные линии, ТК – турбокомпенсатор; ПС – продукты сгорания.

Стандартная схема мини-ТЭЦ содержит двигатель, электрогенератор, теплообменники (для охлаждения воды, масла, выхлопных газов).

На структурной схеме теплоснабжения можно выделить четыре контура: контур охлаждения двигателя; схема циркуляции продуктов сгорания; схема охлаждения дополнительно подаваемого воздуха, схема циркуляции для теплоносителя.

1. Теплообменник ТО1, байпас БП3, регулирующий клапан К3, радиатор Р1 – контур охлаждения двигателя, необходимого для для вращения вала электрогенератора;
2. Схема циркуляции продуктов сгорания включает байпас БП4, регулирующий клапан К4
3. Схема охлаждения воздуха представлена на схеме теплообменником ТО4, радиатором Р2, циркуляционным насосом Н2.
4. Схема циркуляции для теплоносителя состоит из теплообменника ТО2, байпаса БП2, регулирующего клапана К2

Также имеется внешний контур теплоснабжения, состоящий из теплообменника ТО3, байпаса БП5 и регулирующего клапана К5.

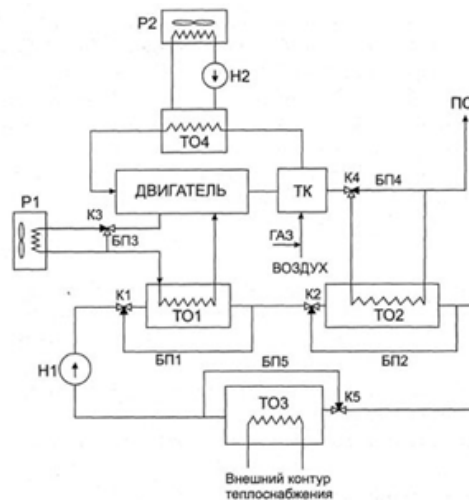


Рис. 1. Структурная тепловая схема мини - ТЭЦ

В качестве двигателя на ТЭЦ могут использоваться газопоршневые, газотурбинные или дизельные агрегаты. В основе работы газопоршневого двигателя (ГПД) лежит принцип действия двигателя внутреннего сгорания, который является тепловой машиной с преобразованием химической энергии сгорающего в рабочей зоне топлива в механическую работу. Как правило, применяется жидкое или газообразное углеводородное топливо.

Ниже приведены примеры некоторых мини-ТЭЦ в России [2]:

- мини-ТЭЦ г. Руза, Московская область, установленная мощность 1,9 МВт;
- мини-ТЭЦ «Северная», о. Русский, г. Владивосток, установленная мощность 3,6 МВт.
- мини-ТЭЦ «Белый Ручей», Вологодская область, установленная мощность 6 МВт;
- мини-ТЭЦ «Океанариум», о. Русский, г. Владивосток, установленная мощность 13,2 МВт;
- мини-ТЭЦ «Центральная» о. Русский, г. Владивосток, установленная мощность 33 МВт.

Литература

1. ГОСТ 3618-82 Турбины паровые стационарные для привода турбогенераторов. Типы и основные параметры. ИПК: Издательство стандартов, 1982; переиздание, 1990.
2. Деятельность Системного оператора [Электронный ресурс] // Системный оператор Единой энергетической системы: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://so-ups.ru/>, свободный – Загл. с экрана (дата обращения: 26.12.2016)
3. Оценка эффективности работы мини – ТЭЦ на базе газопоршневых установок [Электронный ресурс] // Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.nauteh-journal.ru/index.php/----etn13-11/1059-a/>, свободный – Загл. с экрана (дата обращения: 26.12.2016)
4. Трухний А.Д. Основы современной энергетики. - М.: МЭИ, 2003. - 376 с.:илл.
5. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие/ Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков: учебное пособие / — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. — 607 с.: илл.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРОЙ

А.Г. Нугай

Научный руководитель: доцент, Е.В. Кравченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

Объектом автоматизации является климатическая камера. Климатическая камера — камера, позволяющая моделировать агрессивное воздействие окружающей среды и применяемая в научно-исследовательских целях. Данная камера снабжена системой нагрева, охлаждения и увлажнения воздуха [1]

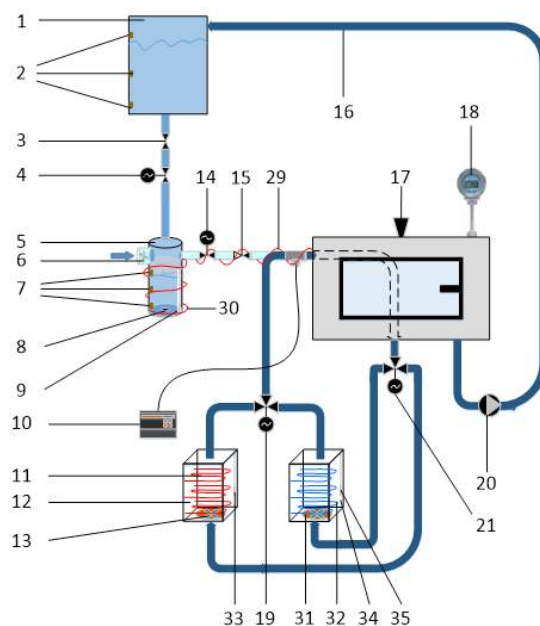


Рис. 1. Климатической камеры (вид снаружи)