

УДК 002.304

*Султанов М.М., доктор технических наук, доцент
доцент кафедры «Теплоэнергетика и теплотехника»*

Московский энергетический институт

Россия, г. Волжский

Заборовский Ярослав Геннадьевич,

студент

6 курс, факультет «Теплоэнергетика и теплотехника»

Научно исследовательский институт МЭИ

Россия, г. Волжский

yaxio@yandex.ru

ПРИНЦИП РАБОТЫ И АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЭС

Аннотация: Рассмотрен принцип работы ТЭС, выполнен анализ технико-экономических характеристики ТЭС. Исследование главных характеристики ТЭС, принципа работы ТЭС, экономических характеристик ТЭС.

Ключевые слова: парогазовая установка, ТЭС, капиталовложения, ресурс, эффективность.

Annotation: The operating principle of thermal power plants is considered, the technical and economic characteristics of thermal power plants are analyzed. Research of the main characteristics of thermal power plants, the operating principle of thermal power plants, economic characteristics of thermal power plants

Keywords: combined-cycle plant, thermal power plants, capital investments, resource, efficiency.

Введение

Надежное энергоснабжение потребителей предполагает удовлетворение изменяющегося во времени спроса на электрическую и тепловую энергию при

условии её поставки с качественными параметрами, соответствующими нормативным. Адекватно спросу должна изменяться выработка электроэнергии и режим работы электростанций с учетом характерных для данного объекта эксплуатационных свойств (вида используемого ресурса, маневренности, экологичности) и технико-экономических характеристик (удельного расхода топлива, КПД, себестоимости энергии). При параллельной работе электростанций в составе энергосистемы в целях повышения эффективности энергетического производства целесообразно максимально использовать положительные, и минимально - отрицательные свойства станций. Учет основных эксплуатационных свойств и технико-экономических характеристик электростанций необходим не только при решении текущих задач, но и при перспективном проектировании развития энергосистем, анализе режимов работы электростанций в перспективных графиках нагрузки.

Объектом работы выступает Сочинская ТЭС, предметом – технико-экономические характеристики ТЭС

Актуальность проблемы определила цель работы – исследовать главные характеристики ТЭС, принцип работы ТЭС, экономические характеристики ТЭС

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- изучить принцип работы ТЭС
- проанализировать основные характеристики ТЭС, выделить преимущества и недостатки.
- рассмотреть экономические характеристики.

1. Принцип работы ТЭС

Тепловые электростанции преобразуют тепловую энергию сжигаемого топлива. Схема работы ТЭС достаточно проста. В топку одновременно поступают топливо и разогретый воздух — окислитель. Наиболее распространенное топливо на российских ТЭС— измельченный уголь. Тепло от сгорания угольной пыли превращает воду, поступающую в котел в пар, который затем под давлением подается на паровую турбину. Мощный поток пара заставляет ее вращаться, приводя в движение ротор генератора, который преобразует механическую энергию в электрическую.

По принципу работы ТЭС относятся к конденсационным электростанциям, но в отличие от них, на теплоэлектроцентралях часть выработанной тепловой энергии идет на производство электричества, а другая часть — на нагрев теплоносителя, который и поступает к потребителю. Не менее важная функция ТЭС — обеспечение горячей водой (паром), предназначенной для систем центрального отопления близлежащих населенных пунктов и бытового использования. В специальных подогревателях холодная вода нагревается до 70 градусов летом и 120 градусов зимой, после чего сетевыми насосами подается в общую камеру смешивания и далее по системе тепломагистралей поступает к потребителям. Запасы воды на ТЭС постоянно пополняются. Цикл, используемый для горячего водоснабжения и теплофикации, также замкнутый. Часть пара из паровой турбины направляется в водонагреватели. Далее горячая вода направляется в тепловые пункты, где происходит теплообмен с водой, поступающей из домов.

Принцип работы ТЭС основан на том, что пар с большой скорости заставляет крутиться турбину, приводя в движение ротор генератора, который преобразует механическую энергию в электрическую.

2. Основные характеристики ТЭС. Преимущества и недостатки.

Исходный источник энергии на ТЭС - органическое топливо (на паротурбинных и газотурбинных ТЭС) либо ядерное топливо (на планируемых атомных ТЭС). Преимущественное распространение имеют паротурбинные ТЭС на органическом топливе, являющиеся наряду с конденсационными электростанциями основным видом тепловых паротурбинных электростанций. Различают ТЭС промышленного типа - для снабжения теплом промышленных предприятий, и отопительного типа - для отопления жилых и общественных зданий, а также для снабжения их горячей водой. Тепло от промышленных ТЭС передаётся на расстояние до нескольких км (преимущественно в виде тепла пара), от отопительных - на расстояние до 20-30 км (в виде тепла горячей воды).

На ТЭС используют твёрдое, жидкое или газообразное топливо. Вследствие большей близости ТЭС к населённым местам на них шире (по сравнению с ГРЭС) используют более ценное, меньше загрязняющее атмосферу твёрдыми выбросами топливо - мазут и газ. Для защиты воздушного бассейна от загрязнения твёрдыми частицами используют (как и на ГРЭС) золоуловители, для рассеивания в атмосфере твёрдых частиц, окислов серы и азота сооружают дымовые трубы высотой до 200-250 м. ТЭС, сооружаемые вблизи потребителей тепла, обычно отстоят от источников водоснабжения на значительном расстоянии. Поэтому на Сочинской ТЭС применяют обратную систему водоснабжения с искусственными охладителями - градирнями. Прямоточное водоснабжение на ТЭС встречается редко. [2, 152 с.]

Годовая выработка электроэнергии на Сочинской ТЭС достигает 330 млрд. квтч, отпуск тепла - 410^9 Гдж; мощность Сочинской ТЭС - 1,5-1,6 Гвт при часовом отпуске тепла до $(1,6-2,0) \times 10^4$ Гдж; удельная выработка электроэнергии при отпуске 1 Гдж тепла - 150-160 квтч. Удельный расход условного топлива на производство 1 квтч электроэнергии составляет в

среднем 290 г. (тогда как на ГРЭС - 370 г.); наименьший среднегодовой удельный расход условного топлива на ТЭС около 200 г./кВтч (на лучших ГРЭС - около 300 г./кВтч). Такой пониженный (по сравнению с ГРЭС) удельный расход топлива объясняется комбинированным производством энергии двух видов с использованием тепла отработавшего пара. [4, 288 с.]

Но как и любая промышленная станция, имеет свои достоинства и недостатки.

К достоинствам, прежде всего, относятся:

1. Совмещение функций генерации тепла и электроэнергии (теплофикация) является один из самых главных преимуществ ТЭС, ведь оставшееся тепло, которое не участвует в работе электроцентрали, используется в отоплении. Это дает в целом больший КПД ТЭС (80 %), чем у КЭС (30 %). [1, 104 с.]
2. Еще одним важным преимуществом ТЭС является ее работа на различных видах топлива в отличие от АЭС и ГЭС. Вследствие этого возможно относительно свободное территориальное размещение, связанное с широким распространением топливных ресурсов.
3. Способность (в отличие от ГЭС) вырабатывать электроэнергию без сезонных колебаний мощности.
4. ТЭС быстро строится, и строительство обходится намного дешевле, чем ГЭС и АЭС. К тому же возведение, например, АЭС, таит в себе большой разрушительный потенциал: крупная авария способна вывести из хозяйственного использования тысячи километров территории (Чернобыль, Фукусима), а постройка ГЭС занимает длительное время (15–20 лет) и сопровождается затоплением огромных площадей плодородных земель. А плюсом является тот факт, что площади отчуждения и вывода из хозяйственного оборота земли под сооружение и эксплуатацию ТЭС, как правило, значительно меньше, чем это необходимо для АЭС и тем более для ГЭС котлами и турбинами. Системы водоснабжения и теплоснабжения способны ещё длительный период времени после окончания срока службы сохранять свои качественные и технологические характеристики, они могут

функционировать дальше после замены турбин и котлов. [7, 161 с.]

К недостаткам можно отнести:

Несмотря на неоспоримые преимущества электроцентрали в добыче энергии, все же существует целый ряд серьезных проблем и недостатков, требующих внимательного изучения и решения.

1. Для эксплуатации ТЭС обычно требуется гораздо больший персонал, чем для ГЭС и АЭС сопоставимой мощности, связанной с обслуживанием очень масштабного по объему топливного цикла.
2. Работают на невозобновляемых ресурсах, а также в некоторых случаях зависят от поставки топлива.
3. Режим работы меняется медленно (для выхода котла на рабочую мощность необходимо 72 часа). Работа ТЭС влечёт за собой более высокие расходы по их обслуживанию по сравнению с ГЭС. [1, 256 с.]

Подводя итог, можно сделать вывод, что плюсов значительно больше, чем минусов, , особенно, если город растет, а возможностей прокладывать тепло и электросети, нет. Либо они загружены настолько, что в любом случае подачи тепла или света будет недостаточно. Также это может стать отличным решением в загородной зоне, где вообще нет централизованной подачи тепла и электроэнергии, но жилье, тем не менее, строится.

3. Анализ технико-экономических характеристик Сочинской ТЭС

Рассмотрены технико-экономические показатели Сочинской ТЭС такие как: себестоимость электроэнергии, КПД, удельные капитальные затраты.

Расход электроэнергии на собственные нужды Сочинской ТЭС (при всех прочих равных условиях) выше по сравнению с КЭС, что обусловлено производством двух видов продукции электроэнергии и тепла, наличием на ТЭС не только парогенераторов, турбин, но и пиковых водогрейных котлов, бойлерных установок, сетевых насосов.

Себестоимость электроэнергии на Сочинской ТЭС при всех прочих равных условиях ниже по сравнению с КЭС ввиду меньшего удельного расхода топлива на выработанный киловатт в час, и равна всего 0.69 руб/кВтч [2, 127 с.]

На величину себестоимости электроэнергии и тепла влияет метод разнесения затрат на ТЭС между электроэнергией и теплом.

ТЭС участвует на двух рынках: рынке тепловой энергии, который имеет локальный характер, и рынке электроэнергии. Причём при вытеснении ТЭС с рынка тепловой энергии неизбежна потеря конкурентоспособности ТЭС на рынке электроэнергии.

ТЭС способны участвовать в регулировании электрической нагрузки лишь в узком диапазоне, так как электрическая нагрузка определяется требованиями потребителей тепловой энергии. Учитывая высокую эффективность теплофикационного цикла, теплофикационная мощность ТЭС размещается в базисной зоне суточного графика нагрузки таким образом, чтобы быть полностью использованной при снижении электрической нагрузки энергосистемы. Конденсационная мощность ТЭС, поскольку она не связана с тепловой нагрузкой, размещается в переменной зоне суточного графика нагрузки. [4, 624 с.]

На ТЭС имеет место переменный режим производства электроэнергии, определяемый отпуском тепла из отборов турбин. Экономичность производства электроэнергии на ТЭС зависит от удельного веса выработки электроэнергии по теплофикационному режиму, измеряемого теплоэлектрическим коэффициентом ТЭС

Энергетическую эффективность комбинированного производства электроэнергии и тепла на ТЭС характеризуют следующий основной показатель:

— удельный расход условного топлива на производство электроэнергии на ТЭС (200-300 гу.ткВтч) меньше удельного расхода топлива на производство электроэнергии на КЭС (320-350гу.ткВтч). Удельный расход

условного топлива на полезно отпущенную с коллекторов ТЭС гигакалорию тепла (155-170 кг.утГкал) меньше удельного расхода топлива на отпущенную гигакалорию тепла с коллекторов котельных. (170-180 кг.утГкал). [6, 300 с.]

КПД современных ТЭС ограничен 34 %. Абсолютное большинство тепловых электростанций до сих пор работают на угле, что объясняется весьма просто — запасы угля на Земле по-прежнему громадны, поэтому доля ТЭС в общем объеме выработанной электроэнергии составляет около 25 %. КПД Сочинской ТЭС составляет 32% [3, 620 с.]

Удельные капитальные затраты на создание электрической мощности ТЭС за вычетом затрат на создание тепловой мощности составляют в среднем 75-85% удельных капитальных затрат в ТЭС. Меньшее значение относится к отопительным, большее – промышленно-отопительным ТЭС. При установке на ТЭС турбин типа Р это соотношение составляет 55-65%.

В структуре капитальных затрат в ТЭС 40-50% составляет стоимость строительных работ, 15-18% - монтажных работ и 35-45% - стоимость оборудования.

При одинаковой электрической мощности ТЭС и КЭС при всех прочих равных условиях (одинаковом виде топлива, размещение на одной строительной площадке и т.д.) удельные капитальные затраты в ТЭС больше по следующим причинам:

Концентрация единичной мощности агрегатов на ТЭС меньше (максимальная единичная мощность теплофикационного блока на ТЭС 250, на КЭС – 800 МВт), в результате при одинаковой мощности ТЭС и КЭС количество агрегатов на ТЭС больше;

— уровень концентрации единичной мощности теплофикационных блоков и ТЭС в целом ниже по сравнению с КЭС (мощность блоков КЭС - 500, 800, для ТЭС - 100,180, 250 МВт). Мощность Сочинской ТЭС составляет 160,5 МВт.

Обращая внимание на изложенные пункты, определяем, что ТЭС способствует экономическому развитию страны, с низкой себестоимости

энергии, являясь субъектами оптового рынка энергии и мощности и обладая повышенной экологичностью.

Заключение

В ходе данной статьи было установлено, что Сочинская ТЭС является основным производственным звеном в системе централизованного теплоснабжения. Этот вид электростанций предназначен для централизованного снабжения промышленных предприятий и городов электроэнергией и теплом. При описанной комбинированной выработке электроэнергии и тепла достигается значительная экономия топлива по сравнению с отдельным энергоснабжением, т. е. выработкой электроэнергии на КЭС и получением тепла от местных котельных. Поэтому ТЭС получили широкое распространение в районах (городах) с большим потреблением тепла и электроэнергии. В целом на ТЭС производится около 25% всей электроэнергии.

Были выявлены преимущества и недостатки строительства и эксплуатации теплоэлектроцентралей. Среди которых эффективное использование дешёвых природных ресурсов, которыми богата Россия (уголь, газ и тд.), также ТЭС имеют ряд преимуществ перед другими видами ЭС, приведены необходимые требования к строительству ТЭС. А также учёт необходимых параметров таких как соблюдение баланса мощности и наличие резервирующего источника в сети на суточные графики нагрузок.

Список использованных источников:

1. Андрющенко А.И. Теплофикационные установки и их использование/ Андрющенко, А.И. Аминов Р.З., Ю.М. Хлебалин. – Москва: Высшая школа, 2019 – 256 с.
2. Березовский Н.И. Технология энергосбережения: учеб. пособие /

Н.И. Березовский, С.Н. Березовский, Е.К. Костюкевич. - Минск: БИП-С Плюс, 2017. - 152 с.

3. Григорьева В.А. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник / Под ред. В.М. Зорина. М.: Энергоатомиздат, 2017.- 624 с.

4. Кравченя Э.М. Охрана труда и основы энергосбережения: учеб. пособие / Э.М. Кравченя, Р.Н. Козел, И.П. Свирид. - Минск: ТетраСистемс, 2016. - 288 с.

5. Красник В.В. Правила устройства электроустановок в вопросах и ответах для изучения и подготовки к проверке знаний.— М. : ЭНАС, 2019 — 512 с.

6. Михайленко С.А., Цыганок А.П. Тепловые электрические станции: Учебное пособие. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2018.- 300 с.

7. Сибилин Л.Н. Энергетика и устойчивое развитие / Л.Н. Сибилин // Общество и экономика. - 2018. - №3-4. - С. 161