# **Введение**

Строительство и монтаж современных ТЭС является важной переходным звеном между прошлой эпохой крупной энергетики и временем новых средних маневренных станций, восполнение мощности которых в энгергосистеме не требует крупных резервов, что в современных экономических условиях является затруднительной задачей.

При возведении новых станций необходимо ориентироваться на кратчайшие сроки производства работ при минимальных затратах на живую рабочую силу и всемерном использовании средств механизации. Кроме того, эргономичность расположения, доступ к транспортным путям и водным ресурсам, расширяемость строительных единиц должна сочетаться с приемлемым коэффициентом застройки ТЭС и экологичностью проекта, нашедших отражение в данной курсовой работе.

# **1. Технические характеристики ТЭС и района ее размещения**

Монтируемая ТЭС предназначена для покрытия тепловой и электрической нагрузок. Для этих целей будут использоваться турбоагрегаты типа К300-240 и котлоагрегаты типа ПК 41-1.

Турбоагрегат типа К 300-240 имеет восемь нерегулируемых отборов, предназначенных для подогрева питательной воды(основного конденсата) в четырёх ПНД, деаэраторе и трёх ПВД до температуры (при нормальной нагрузке турбины и питании приводной турбины главного питательного насоса паром из отборов турбины).



В турбине кроме регенеративных отборов допускаются следующие отборы пара без снижения номинальной нагрузки:

* На подогрев воздуха, подаваемого в котлоагрегат в количестве 3% от расхода пара на турбину(максимальный – 30т/ч). Пар отбирается из паропровода возврата пара в турбину после турбопровода (отбор на ПНД - 3).
* На подогреватели сетевой воды для покрытия теплофикационных нужд, в том числе, на основной сетевой подогреватель в количестве 19т/ч. Пар отбирается из паропровода возврата пара после турбопривода и на пиковый подогреватель из паропровода 5-го отбора (на ПНД - 4) в количестве 7т/ч.
* Дополнительные отборы со снижением мощности ниже номинальной из паропроводов следующих отборов:

I – (на ПВД - 3) – 45т/ч;

За ЦВД при мощности 150 МВт и выше – 50т/ч;

IV – (на деаэратор) – 20т/ч;

V – (на ПНД - 4) – 60т/ч;

Из паропровода возврата пара после турбопривода – 40т/ч.

При максимальном расходе пара, включенных всех отборах, кроме системы регенерации, и номинальных параметрах пара, номинальных расходе и температуре охлаждающей воды, может быть получена мощность 314МВт.

При этих же условиях, но отключенных ПВД, развиваемая максимальная мощность составит 345МВт.

Таблица 1.1 – Номинальные значения основных параметров турбины

|  |  |
| --- | --- |
| Мощность, МВт | 300 |
| Начальные параметры пара:  давление, МПа  температура, С | 23.5  540 |
| Параметры пара после промперегрева:  давление, МПа  температура, С | 3.65  540 |
| Максимальный расход свежего пара, т/ч | 930 |
| Температура воды, С:  питательной  охлаждающей | 275  12 |
| Расход охлаждающей воды, т/ч | 36000 |
| Давление пара в конденсаторе, МПа | 3.4 |

**теплоэлектростанция строительство монтаж затрата**

Таблица 1.2 – Основные характеристики котлоагрегата

|  |  |
| --- | --- |
| Паропроизводительность, т/ч | 1000 |
| Начальные параметры пара:  давление, МПа  температура, С | 25  545 |
| Параметры пара после промперегрева:  давление, МПа  температура, С | 3.9  545 |
| Температура питательной воды, С | 240 |
| КПД парогенератора, % | 90.5 |

В данной работе производиться расчёт продолжительности строительства и необходимые материально – технические затраты для ТЭС со следующим составом оборудования:

Таблица 1.3 – Состав оборудования заданной ТЭС

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Турбина | Мощность, МВт | Кол-во | Котёл | Производительность, т/ч | Кол-во |
| К 300-240 | 300 | 8 | ПК 41-1 | 1000 | 8 |

Первоочередной задачей является строительство первого блока и набор начальной нагрузки с последующей достройкой всей ТЭС(КЭС).

# **2. Стоимость сооружения ТЭС**

## 

## 2.1 Полные затраты на строительство ТЭС мощностью с составом оборудования согласно заданию



,



где:

- удельные капиталовложения в строительные работы;



- удельные капиталовложения в монтажные работы;



- удельные капиталовложения в оборудование;



- удельные капиталовложения в прочие затраты;



- суммарные удельные капиталовложения в строительство ТЭС;



- коэффициент удорожания производства монтажных работ на 3-ий квартал 2007 года.



Таблица 2.1 – Полные затраты по блокам и ТЭС в целом

|  |  |
| --- | --- |
| Суммарная мощность станции/ блока, МВт | 2400 |
| Состав основного оборудования | 8\*К 300-240; 8\*ПК 41-1 |
| Вид топлива | твёрдое |
| Всего, млрд.руб/кВт | 30.087035 |
| Строительные работы, млрд.руб/кВт | 12.815259 |
| Монтажные работы, млрд.руб/кВт | 4.301315 |
| Оборудование, млод.руб/кВт | 12.460511 |
| Прочие, млрд.руб/кВт | 0.576465 |

## 2.2 Затраты труда на монтаж оборудования

Трудозатраты на основные монтажные работы.

Трудозатраты на монтажные работы при строительстве новой ТЭС определяются по нормам удельных трудозатрат и массе монтируемого оборудования для парогенератора, вспомогательного оборудования, турбины и всех строительных единиц.

### **2.2.1 Трудозатраты на монтаж котла ПК 41-1**

Масса металлической части котлоагрегата:

,



где - удельная масса металла котла по отношению к паропроизводительности, ;



- паропроизводительность котла, ;



Трудозатраты на монтаж котлоагрегата:

,



где - удельные трудозатраты, ;



Трудозатраты на монтаж обмуровки и изоляции котлоагрегата:

Масса металлической части изоляции и обмуровки котлоагрегата, т:



Трудозатраты на монтаж обмуровки и изоляции, чел-сут:



### **2.2.2 Трудозатраты на монтаж пылегазовоздухопроводов и электрофильтров котлоагрегата**

### Масса пылегазовоздухопроводов котлоагрегата, т/ч:



Трудозатраты на монтаж пылегазовоздухопроводов котла, чел-сут:

,



где: - удельные трудозатраты на монтаж пылегазовоздуховодов, ;



**2.2.3 Трудозатраты на монтаж системы пылеприготовления тягодутьевых устройств**

Масса системы приготовления и тягодутьевых устройств, т:



Трудозатраты на монтаж системы приготовления и тягодутьевых устройств:

,



где - удельные трудозатраты на монтаж системы пылеприготовления и тягодутьевых устройств, ;



## 2.3 Трудозатраты на монтаж турбоагрегата со вспомогательным оборудованием

Масса турбины со вспомогательным оборудованием:

,



где - удельная масса турбоагрегата, отнесённая к его мощности, ;



- мощность турбоагрегата, ;



Таблица 2.2 - Масса оборудования и комплектации турбины

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Турбина и конденсатор | Вспомогательное оборудование | Трубопроводы |
| Доля от общей массы, (%) | 54 | 26 | 20 |
| Масса, (т) | 1134 | 546 | 420 |

### **2.3.1 Трудозатраты на монтаж турбины с конденсатором**

,



где - удельные трудозатраты на монтаж турбины с конденсатором, ;



### **2.3.2 Трудозатраты на монтаж вспомогательного оборудования**

,



где - удельные трудозатраты на монтаж вспомогательного оборудования, ;



**2.3.3 Трудозатраты на монтаж турбинных трубопроводов**

,



где - удельные трудозатраты на монтаж турбинных трубопроводов, ;



Трудозатраты на монтаж всего турбоагрегата



2.4 Трудозатраты на монтаж стационарных трубопроводов

Масса стационарных трубопроводов:

,



где - масса парогенератора с оборудованием без изоляции.



Трудозатраты на монтаж станционных трубопроводов высокого давления:

,



где - удельные трудозатраты на монтаж станционных трубопроводов высокого давления, .



Трудозатраты на монтаж станционных трубопроводов низкого давления:

,



где - удельные трудозатраты на монтаж станционных трубопроводов низкого давления, ;



Суммарные трудозатраты на монтаж станционных трубопроводов, чел-сут:



**2.4.1 Трудозатраты на монтаж и строительство главного корпуса**

Масса главного корпуса:



Трудозатраты на монтаж технологических конструкций.

Масса технологических конструкций:



Трудозатраты на монтаж технологических конструкций, чел-сут:

,



где - удельные трудозатраты на монтаж технологических конструкций, ;



Трудозатраты на монтаж грузоподъемных механизмов.

Масса грузоподъемных механизмов:



Трудозатраты на монтаж грузоподъемных механизмов:

,



где - удельные трудозатраты на монтаж грузоподъёмных механизмов, ;



**2.5 Трудозатраты на монтаж оборудования КИП и изоляционных материалов**

Трудозатраты на монтаж оборудования КИП.

Масса оборудования КИП:



Трудозатраты на монтаж оборудования КИП:

,



где - удельные трудозатраты на монтаж оборудования КИП, ;



Трудозатраты на монтаж теплоизоляционных материалов.

Масса теплоизоляционных материалов:



Трудозатраты на монтаж теплоизоляционных материалов:

,



где - удельные трудозатраты на монтаж теплоизоляционных материалов, ;



## 

## 2.6 Трудозатраты на монтаж оборудования ХВО и топливоподачи

Трудозатраты на монтаж оборудования ХВО.

Масса оборудования ХВО:

,



где ;



- удельные трудозатраты на монтаж системы ХВО по отношению к её производительности, ;



Трудозатраты на монтаж оборудования ХВО:

,



где - удельные трудозатраты на монтаж оборудования системы ХВО, ;



Трудозатраты на монтаж оборудования топливоподачи:

Масса оборудования топливоподачи:

,



где - удельные трудозатраты на монтаж оборудования топливоподачи, ;



Трудозатраты на монтаж оборудования топливоподачи:

,



где - удельные трудозатраты на монтаж оборудования топливоподачи, ;



## 2.7 Оценка общей массы оборудования первого энергоблока ТЭЦ

Оценка массы оборудования первого энергоблока:



Общая расчетная масса оборудования первого энергоблока:



Погрешность расчета:



Общие трудозатраты на монтаж всего оборудования ТЭС:



**3. Расчет продолжительности строительства**

Подготовительного периода нет. Строительство всех блоков завершается не позднее 70.5 месяца.

Первым блоком, выбираемым для расчёта по металлоёмкости и др. монтажных параметров, является моноблок, состоящий из одной турбины К 300-240 и прямоточных котлов ПК 41-1. Продолжительность строительства I блока – 9.5 месяцев, последующих блоков – 9 мес.

## 3.1 Продолжительность монтажных работ для первого блока пректируемой станции



## 3.2 Графики движения рабочей силы при строительстве ТЭС

Максимальное количество рабочих, участвующее одновременно в монтажно-строительных работах:



Среднее количество рабочих, участвующих одновременно в монтажно-строительных работах:



Минимальное количество рабочих, участвующих одновременно в монтажно-строительных работах:



### **3.2.1 Графики движения рабочей силы**

Графики движения рабочей силы составляются для учёта распределения привлечения рабочего персонала к производству строительно-монтажных работ на возводимом энергоблоке.



Согласно графику, в период завершающих работ над первым блоком, одновременно являющийся временем производства укрупнительно–сборочных работ над вторым блоком (К 300-240 + ПК 41-1) ожидается максимальная плотность рабочей силы на строительно-монтажных площадях ТЭС, соответствующий всего времени, т.е.:



На 45 месяце одновременно в работах будет 813 человек.

На начальном этапе и на 72 месяце одновременно в работах будет участвовать 1114 человек.

# **4. Организация приемки, хранения и сборки монтажных блоков, определение потребности временных сооружений**

На монтируемой ТЭС для производства монтажно-строительных работ необходимо предусмотреть укрупнительно сборочные площадки достаточной площади и оснастить их козловыми кранами нужной грузоподъёмностью.

При разработке площади и размещения укрупнительно-сборочной площадки ориентируемся на сборку и запуск первого блока, как главной очереди, принимая во внимание, что для продолжения строительства последующих двух блоков она должна быть сдвинута и расширена. При расчёте учитывается совмещение строительства первого блока с подготовкой компелктующих и оборудования второго блока к последующему монтажу.

4.1 Расчёт площади открытых складов при строительстве первого блока

,



где:

- масса металла котлоагрегата, оборудования ХВО, КИП, грузоподъёмного оборудования, без учёта станционных и турбинных трубопроводов к строящемуся блоку;



- масса теплоизоляции, станционных труб, обмуровки парогенератора, технологических конструкций, турбинных трубопроводов к строящемуся блоку;



- коэффициент распределения тепломеханического оборудования на открытом складе;



- коэффициент распределения теплоизоляционных комплектующих на открытом складе;



- коэффициент учёта совмещённости монтажа агрегатов;



- среднее удельное распределение массы тепломеханического оборудования по укрупнительно-сборочной площадке;



- среднее удельное распределение массы теплоизоляционных комплектующих на укрупнительно-сборочной площадке;



.



4.2 Расчёт площади местных навесов, необходимой для температурочувствительного оборудования при строительстве первого блока



где ; ;- коэффициент распределения тепломеханического оборудования под местными навесами, в неотапливаемых складах и отапливаемых хранилищах;



;;- коэффициент распределения теплоизоляционных комплектующих под местными навесами, в неотапливаемых складах и отапливаемых хранилищах;



; ; - среднее удельное распределение массы тепломеханического оборудования под местными навесами, в неотапливаемых складах и отапливаемых хранилищах;



- среднее удельное распределение массы теплоизоляционных комплектующих под местными навесами;



4.3 Расчет площади непосредственно укрупнительно-сборочных площадок для подготовки оборудования первого блока

,



где - коэффициент распределения оборудования тепломеханического оборудования на укрупнительно-сборочной площадке;



- среднее удельное распределение массы тепломеханического оборудования по укрупнительно – сборочной площадке;



.



4.4 Суммарная площадь открытых складов, местных навесов и укрупнительно-сборочных площадок



Общая длина открытых площадок:

,



где - ширина обслуживаемой краном марки КС–50– 42м площадки;



- коэффициент использования монтажной площадки с учётом рельсовых и автомобильных дорог;



Таблица 4.1 – Выбор подсобных помещений по табелю временных сооружений

|  |  |
| --- | --- |
| Контора тепломонтажного участка, м | 300 |
| Тепломонтажная мастерская с центральной инструментальной, м | 576 |
| Материальный склад | 400 |
| Бытовые помещения для рабочих | По макс.числу одной смены |
| Кислородная установка производительноситью | 60м/ч |
| Подземный склад для хранения пропан-бутана | По расчётному расходу газа |
| Разделочная кислорода с рамкой на 10 баллов | 2 |
| Разделочная пропан-бутана с рамкой на 10 баллов | 2 |
| Склады для хранения радиационных изотопов | 5 |

Таблица 3.4 – Инвентарно – подвижные помещения

|  |  |
| --- | --- |
| Конторы начальников цехов, шт | 4-3 |
| Конторы прорабов и мастеров, шт | - |
| Инструменты раздаточные, шт | 5-4 |
| Материальные склады, шт | 5 |
| Помещение для обогрева рабочих, шт | 4 |
| Сверочная лаборатория, шт | 1 |
| Кабинет ТБ, шт | 1 |

# **5. Механизация монтажных работ**

Согласно техническому проекту, котёл типа ПК 41-1 является подвесным, то в цехе необходим мостовой кран грузоподъёмностью 100 т.

Для ремонтно-эксплуатационных целей требуется 1 лифт со скоростью движения 1 на каждые два котлоагрегата. Со стороны постоянного торца в бункерно–деаэраторном отделении устанавливается лифт для ремонтно-служебных целей грузоподъёмностью 2 , а при проведении изолировочных работ необходимо установить несколько подъёмников (до 500 ) с размещением по месту работ.



## 5.1 Расчёт количества железнодорожных путей на монтажной площадке ТЭС

Потребное количество ж/д платформ грузоподъёмностью 60 тонн в сутки:

,



где:

- масса монтируемого оборудования;



- масса монтируемой обмуровки;



- масса монтируемой теплоизоляции;



- средняя загрузка платформы оборудованием;



- средняя загрузка платформы обмуровочным грузом;



- средняя загрузка платформы теплоизоляционным материалом;



.



Потребное количество железнодорожных путей:

,



где:

- продолжительность работы каждой платформы за сутки;



- продолжительность смены;



- число смен;



- число одновременно подаваемых платформ;



.



Монтажную площадку энергоблока необходимо оснастить краном СКР-2600 ЭМ и мостовым краном грузоподъёмностью 75 тонн для обслуживания турбоагрегата в машинном зале.

Количество кранов на сборочных и складских площадках:

,



где:

- масса оборудования и материалов с поправочным коэффициентом на неучтённые оборудование, материалы и вторичные перегрузки;



- средний коэффициент монтажной блочности;



- длительность монтажа одного блока;



; - число смен производства сборочных и складских операций;



; - средняя производительность козловых кранов на сборочных и складских операций;



- количество рабочих дней в месяце; - длительность складских операций;



.



# **6. Расчёт потребления энергоресурсов**

## 

## 6.1 Расход электроэнергии на производство работ по блоку

,



где - удельный расходэлектроэнергии, отнесённый к единице массы монтируемого оборудования и металлоконструкций;



.



**6.1.1 Максимальная потребляемая мощность**

,



где - общее время потребления электроэнергии за монтажный период для одного энергоблока;



- нормативная продолжительность монтажа энергоблока;



- количество рабочих суток в неделе при пятидневной рабочей неделе;



- продолжиетльность рабочего дня для первой смены;



.



**6.1.2 Общая мощность комплексных транспортных подстанций (КТП) для одного блока**

,



где - коэффициент нагрузки;



.



## 

## 6.2 Расчёт потребностей газов

Потребность монтажного процесса в кислороде:

,



.



Потребность монтажного процесса в ацетилене:

,



.



Емкость хранилища пропан-бутана для монтажного процесса:

.



Суточная потребность в сжатом воздухе:

,



где - мощность первого блока.



Как правило, сжатый воздух используется для привода монтажного и технологического оборудования, например, шлифовальных кругов и кузнечных станков.

Количество компрессоров, обеспечивающих суточную потребность в сжатом воздухе:

,



где - коэффициент запаса по производительности для компрессоров при монтаже блоков до 300 МВт;



- производительность компрессоров (из соображений, что один компрессоров должен быть рабочим, один – резервным, а один может оказаться выведенным в ремонт;



**Список использованных источников**

# 1. Справочник монтажника тепловых и атомных электростанций: Технология монтажных работ. Под ред. В. П. Банника и Д. Я. Винницкого. М. Энергоатомиздат, 1983 г.

# 2. Методические указания по выполнению курсового проекта. Вахтель А.К. КГТУ, 1998 г.

3. Организация, планирование и управление строительством ТЭС и АЭС: Учебное пособие для вузов. Сапожников Ф.В. - М.: Энергоиздат, 1982. – 304с., ил.

4. Е.А.Бойко, И.С. Деринг, Т.А. Охорзина – Красноярск, 2006г. 45с. Котельные установки и парогенераторы (выбор и расчёт систем пылеприготовления и горелочных устройств котельных агрегатов).

5. Е.А. Бойко, К.В. Баженов, П.А. Грачёв – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006г. – 152с.

6. Е.А.Бойко, И.С. Деринг, Т.А. Охорзина – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 1995г. – 96с. Тепловой расчёт парового котла.