## Выбор котельных агрегатов ТЭС

**Введение**

котельная установка топливо водоподготовка

Выбор котельных агрегатов определяется: 1) видом топлива; 2)параметрами и расходом пара; 3)способом удаления шлака; 4)компоновкой и технологической схемой котла; 5)габаритными размерами.

1) По виду используемого топлива котлы бывают: газомазутные, пылеугольные.

Пылеугольные котельные агрегаты выполняются под конкретный вид твёрдого топлива.

2) Параметры пара паровых котлов выбирают с учётом потерь давления и температуры при транспорте.

РоПК=(1,04-1,09)Ро; toПК=(1,02-1,03)tо

Паропроизводительность паровых котлов энергоблока выбирают по максимальному расходу пара на турбинную установку с запасом 3 %, учитывая гарантийный допуск, возможное ухудшение вакуума, снижеия параметров пара в допустимых пределах, потери пара на пути о парового котла к турбине.

DоПК=(Do+Doп)1,03

Doп=2,2%Do

Резервные энергетические котлы на ТЭЦ не устанавливаются. Их количество обычно соответствует количеству турбин.

На ТЭЦ количество ПВК определяется нагрузкой ПВК.

QПВК=



На ТЭЦ в качестве резерва промышленной нагрузки используется увеличение давления в отборе сверх номинального за счёт снижения электрической нагрузки.

3) По виду шлакоудаления котлы могут быть:1) с твёрдым шлакоудалением - при использовании высокореакционных, нешлакующихся топлив с тугоплавкой золой; 2) с жидким шлакоудалением - при использовании низкореакционных топлив с легкоплавкой золой (Берёзовский, Назаровский, Подмосковный угли)

### **1. Типы котлов**

1) Барабанные котельные агрегаты (Рпп=100 атм; Рпп=130 атм )

Данный тип котлов применяют на ТЭЦ, где имеются большие потери пара и конденсата, т.к. они менее требовательны к качеству питательной воды, чем прямоточные.

) Прямоточные котельные агрегаты (Рпп=240 атм) используются на КЭС, где потери пара и конденсата минимальны.

## **2. Выбор турбин и конденсаторов**

Номенклатура турбин и генераторов согласована по мощности, поэтому каждой турбине соответствует свой стандартный генератор.

На блочных КЭС: 



Для ТЭЦ набор турбин определяется отношением мощности отопительной и промышленной нагрузки. Главной для выбора турбин является тепловая нагрузка.

Если: Qп>Qт, устанавливают турбины типа ПТ, если Qп<Qт - первая очередь турбины типа ПТ, а затем типа Т. Турбины типа Р (с противодавлением) устанавливают по необходимости и на второй очереди ТЭЦ.

Резервные турбины на ТЭЦ не устанавливаются.

Резервом Dп являются:1) возможность увеличения давления в отборе выше номинального за счёт снижения электрической нагрузки на мощность одного агрегата;

) РОУ мощностью, соответствующей одному отбору Dп.

По Qт(Dт) резервом являются ПВК.

Турбоагрегаты изолированных ТЭЦ выбирают так, чтобы при выходе из строя одного из них, было обеспечено покрытие электрических и тепловых нагрузок с учётом допускаемого потребителями регулирования.

## **. Выбор вспомогательного оборудования турбинной установки**

К вспомогательному оборудованию турбинной установки относят: регенеративные теплообменники, деаэратор. конденсатор, сетевые подогреватели, охладители пара и дренажа, насосы (питательные, конденсатные, дренажные, циркуляционные, подпиточные, сетевые); баковое хозяйство (баки-аккумуляторы деаэраторов, баки запаса питательной воды, дренажные баки).

## **4. Выбор теплообменников в тепловой схеме**

Регенеративные подогреватели входят в комплект поставки турбины (выбирают по:; ) Резервные ПВД и ПНД не устанавливаются, в случае выхода из строя одного из них включается байпас подогревателя.

Деаэраторы выбирают по и Рпв - один или два на блок, на внеблочной станции один или два на турбину.

Общее число деаэраторов внеблочных станций должно быть таким, чтобы при отключении одного, остальные обеспечивали .

Конденсаторы входят в комплект поставки турбины (выбираются по: ;Р2; ; Рцв).Устанавливается один или два на турбину, резервный конденсатор не предусмотрен.

Сетевые подогреватели входят в комплект поставки турбины (выбирают по: Рт, Рт2,Gсет, Рсет ) Резервом для ПСВ являются ПВК, поэтому резервные ПСВ не устанавливают.

Мазутные подогреватели - выбирают по: ; Рм; tм; Dп; tп.

Как правило устанавливается не менее трёх мазутных подогревателей, один из которых - резервный.

## **. Выбор насосов**

Питательные насосы выбирают по  и Рпн

пв=Dопк+0,05Doпк

1) Для барабанных котельных агрегатов



2) Для прямоточных котельных агрегатов



Рб - рабочее давление в паровом котле;

Рд- давление в деаэраторе;

 - высота подъёма воды из деаэратора в барабан парового котла;

 - средняя плотность питательной воды;

 - суммарное гидравлическое сопротивление оборудования

) Для прямоточных котельных агрегатов



Для энергоблоков мощностью 150-200 МВт устанавливают один рабочий и один резервный (в запасе на складе) каждый на 100 % полного расхода воды, или два насоса по 50 % без резерва.

Для энергоблоков мощностью 300 МВт устанавливают по одному рабочему питательному насосу полной подачи (100 %) с приводом от паровой турбины с противодавлением и один пускорезервный - на 30-50 % полной подачи.

Для энергоблоков мощностью 500, 800 и 1200 МВт устанавливают с целью разгрузки выхлопных частей главных турбин питательные насосы с конденсационной приводной турбиной, по два рабочих турбонасоса, каждый на 50 % полной подачи с резервированием подвода пара к приводной турбине.

Конденсатные насосы выбирают по Dок



 - при работающих регулируемых отборах и номинальной нагрузке.



Рк - давление в конденсаторе турбины;

 - высота подъёма конденсата от уровня его в конденсатосборнике конденсатора до уровня в деаэраторном баке;

Рд - давление в деаэраторе

 - средняя плотность конденсата в его тракте

- суммарное местное сопротивление тракта конденсата

Обычно выбирают один насос на 100 % или два рабочих по 50 % общей подачи и соответственно один резервный (на 100 % или 50 % полной подачи). Общую подачу определяют по наибольшему пропуску пара в конденсатор с учётом регенеративных отборов.

При прямоточных паровых котлах применяют химическое обессоливание конденсата турбины, поэтому устанавливают конденсатные насосы двух ступеней: после конденсатора турбины с небольшим напором и после обессоливающей установки с напором, необходимым для подачи конденсата через поверхностные регенеративные подогреватели низкого давления в деаэратор питательной воды.



Дренажные насосы выбирают по: Dдр(Dп); Рок. Устанавливают без резерва. При выходе ДН из строя сброс дренажей идёт по каскаду на всас конденсатного насоса.

Дренажные насосы ПСВ :на каждую турбину устанавливают один или два насоса, один из которых является резервным - у нижней ступени ПСВ.

Циркуляционные насосы выбирают по . Устанавливают по одному или по два на турбину. В машинном зале насосы устанавливают индивидуально, обычно по два насоса на турбину, для возможности отключения одного из них при уменьшении расхода воды (в зимнее время). В центральных (береговых) насосных целесообразно укрупнять насосы охлаждающей воды, принимая по одному на турбину.

Для ЦН не устанавливают резерв. их производительность выбирают по летнему режиму, когда температура охлаждающей воды высокая и требует наибольшее количество. В зимнее время, при низкой температуре воды, расход её существенно снижается (примерно вдвое), и часть насосов фактически является резервом.

Насосы для питания водой вспомогательных теплообменников (испарители, паропреобразователи, сетевые подогреватели) выбирают преимущественно централизованно на всю электростанцию или часть её секций в возможно наименьшем числе (один - два рабочих насоса), с одним резервным, имеющим подачу рабочего насоса. При закрытой схеме устанавливают два насоса, при открытой - три насоса, включая один резервный в обоих случаях.

## **6. Выбор баков**

1)Баки запаса питательной воды или аккумуляторы деаэраторов, выбираются на ёмкость баков.

На блочных КЭС баки должны обеспечивать 5 минут работы при номинальной нагрузке блока. На неблочных ТЭЦ - на 15 минут работы при номинальной нагрузке парового котла.

)Баки запаса обессоленной воды.

Располагаются вне главного здания. На блочных КЭС объём баков рассчитан на 40 минут работы при (не менее 6 тыс. м3).

На неблочных ТЭЦ - на 60 минут работы при  (не менее 3 тыс. м3).

Количество баков должно быть не менее двух.

Назначение: хранение обессоленной воды, сливаемой и з котлов тепловой схемы при ремонтах.

)Дренажные баки

Объём баков должен быть 15 м3. На блочных станциях устанавливают по одному баку на каждый блок. На неблочных станциях - один бак на две - три турбины.

Назначение: дренажные баки используют для сбора чистых дренажей из разных источников тепловой схемы.

)Баки сбора загрязнённых вод.

К загрязнённым водам относят: воды обмывки котельных агрегатов, с мазутонасосных, с ХВО.

Объём баков должен быть не менее 10 м3.

Устанавливают по одному баку загрязнённых вод в турбинном и котельном цехах, мазутохозяйстве и цехе водоподготовки.

## **7. Выбор вспомогательного оборудования котельной установки**

К вспомогательному оборудованию котельной установки относят: пылесистемы и тягодутьевые машины (ТДМ).

) Выбор пылесистем - определяется реакционностью и влажностью топлива, типом применяемой мельницы (связанным с реакционностью топлива). Для низкореакционных топлив (антрацитовый штыб, тощие угли), которые имеют проблему воспламенения факела, обычно применяют замкнутые или разомкнутые пылесистемы с ШБМ (шаровые барабанные мельницы) и МВ (мельницы-вентиляторы). Это связано с тем, что для низкореакционных топлив требуется очень тонкий размол и глубокая сушка.

Для твёрдых топлив так же применяют ШБМ.

Для высокореакционных топлив (бурый уголь, торф, сланец) применяют пылесистемы прямого вдувания с быстроходными мельницами, типа молотковых, мельниц-вентиляторов. Для высокореакционных топлив допустимо некоторое огрубление помола.

=50-60 %

=6-12 %

Пылесистемы со среднеходными валковыми мельницами применяют для мягких углей, чтобы коэффициент размолоспособности был больше 2 (Кл.о.>2).

## **8. Выбор оборудования систем пылеприготовления**

Для антрацитового штыба, тощих углей применима схема с промбункером, ШБМ и МВ.

Выбор ШБМ

Определяется размольная производительность мельницы:



При < 420 т/час применяется одна ШБМ;

При > 420 т/час применяется две-три ШБМ;

В схемах с промбункером кроме ШБМ, могут применяться так же быстроходные мельницы, коичество которых определяется производительностью котельного агрегата.

При < 400 т/час применяется не менее двух мельниц;

При > 400 т/час применяется не менее трёх мельниц

**9. Запас по расчётному расходу топлива**

При двух мельницах запас составляет 35 %, при трёх - 20 %, при четырёх - 10 % от суммарной потребности на один котёл.

Ёмкость бункеров пыли в схемах с промбункером рассчитана на 2-2,5 часа работы котла при . Производительность питателей пыли выбираеют с запасом 23-30 % Вр.

Пылесистемы с прямым вдуванием

При < 400 т/час применяется не менее двух мельниц;

При > 400 т/час применяется не менее трёх мельниц

Запас по расчётному расходу топлива

При двух мельницах запас составляет 90 %, при трёх - 45 %, при четырёх - 12 % от суммарной потребности на один котёл.

Бункера сырого угля (БСУ)

Количество БСУ соответствует количеству мельниц.

Ёмкость БСУ: при сжигании низкореакционных топлив рассчитана на 8 часов работы; для бурых углей - на 5 часов работы; для торфа - на 3 часа работы.

Количество питателей сырого угля (ПСУ) выбирается по количеству мельниц.



Остальное оборудование систем пылеприготовления: циклоны, сепараторы, пылепроводы, мельницы-вентиляторы выбирают на основании аэродинамического расчёта пылесистем.

## **10. Выбор ТДМ**

К ТДМ относятся: дымососы, вентиляторы, воздуходувки.

На один котёл при уравновешенной тяге обычно устанавливают по два дымососа и два вентилятора.

Запас по производительности QВ, Д=10 %, запас по напору НВ,Д=15 %.

К машинам относят: вентиляторы радиального типа с загнутыми назад

лопатками и осевые машины.

## **11. Выбор водоподготовки**

Для станций с Р<90 атм применяется химическая очистка воды - удаление катионов жёсткости (Nа - катионирование). Для станций с Р<90 атм применяется полное обессоливание воды.

SO4+CL2+NO3+N2<7 мг\*экв/л - при химической очистке воды

SO4+CL2+NO3+N2>7 мг\*экв/л - при термической обработке воды в испарителях

### **12. Резерв подготовки воды**

Резерв ХВО для энергоблоков с прямоточными котлами:1) мощностью 200-300 МВт Dдоб=50 т/час; 2) мощностью 500 МВт Dдоб=75 т/час.

Резерв ХВО для энергоблоков с барабанными котлами Dдоб=25 т/час.

# Развёрнутая тепловая схема ТЭЦ (РТС ТЭЦ)

РТС - это такая схема, на которой указано всё оборудование (основное, вспомогательное, резервное) и все трубопроводы вместе с арматурой.

На схеме кроме основного технологического процесса представлены пусковые, резервные, аварийные схемы. РТС отражает все возможные пути движения теплоносителя и все возможные режимы работы оборудования.

Состав РТС: всё основное и вспомогательное оборудование, включая резервное и аварийное и связи между ними.

Элементы РТС

РТС делится на три крупных части:

1) Схема главных паропроводов: а) линия острого пара -

это участок от пароперегревателя котельного агрегата до регулирующих клапанов турбины; б) линия промежуточного перегрева пара - это участок от выхлопа цилиндра высокого давления до до регулирующих клапанов цилиндра среднего давления турбины.

2) Главные трубопроводы - линия от питательных насосов до до питательного узла котла (линия питательной воды).

3) Линия основного конденсата - участок от конденсатора до деаэратора, включая сам деаэратор.

## Схема главных паропроводов блочных ТЭС (10.1)

Состав:

- линия острого пара (обычно имеется две нитки, на которых располагается 4 ГПЗ (главные паровые задвижки) с байпасами). ГПЗ могут находиться в двух положениях: закрытое и открытое.

- БРОУ (быстродействующее редукционное охладительное устройство) пусковое для прогрева ХПП и ГПП (холодного и горячего промышленного перегрева пара)

- БРОУ аварийного сброса пара в конденсатор при аварийной посадке стопорного клапана

В схеме так же есть предохранительные клапана для аварийного сброса пара в случае отключения турбины - расположены на линии острого пара и линии, выравнивающей давление ХПП.

Обозначение ПК в схеме :

Расходомеры: 

Стопорные клапаны СК, за ними регулирующие клапаны РК;

Линия промежуточного перегрева

На ХПП установлено РОУ собственных нужд 5;

- БРОУ аварийные, срабатывающие при аварийном отключении турбины;

ХПП выполняется двумя трубопроводами, а ГПП - четырьмя;

## Схема главных паропроводов неблочных ТЭС (10.2)

Состав:

-котёл;

-пусковой коллектор;

-РОУ сброса пара в конденсатор;

-переключательный (главный) паропровод;

-РОУ собственных нужд;

-ГПЗ с байпасами;

-стопорный клапан;