Гр.17-1 3.06.2020 Производственная практика Захаров Г.П.

Тема: Связь котла и турбины в энергетическом оборудовании .

**Котёл - турбина блок**

﻿

Котёл - турбина блок

        паросиловая установка, состоящая из парового котла, турбины и вспомогательного оборудования; при нормальной работе не имеет связей по пару и воде с др. установками. Поскольку турбина К.—т. б. обычно служит на электростанции для привода генератора, не имеющего связей с др. генераторами, такой блок иногда называют блоком котёл — турбина — генератор (см [Блочная тепловая электростанция](https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/69790/%D0%91%D0%BB%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F)).

Пар из котла поступает в цилиндр высокого давления конденсационной турбины, пройдя который, возвращается в котёл в промежуточный пароперегреватель (***рис.***). Вторично перегретый пар направляется в цилиндр среднего давления турбины, затем в цилиндр низкого давления и далее в [Конденсатор](https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/97703/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80). Из конденсатора вода откачивается насосом. Далее она проходит через подогреватели низкого и высокого давления, [Деаэратор](https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/82947/%D0%94%D0%B5%D0%B0%D1%8D%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) и поступает в котёл. Обычно котёл по ряду причин (например, по условию охлаждения труб поверхностей нагрева) не может работать при нагрузках, меньших определённого значения, и поэтому иногда (например, при пусках блока) пара вырабатывается больше, чем требуется для турбины. В таких случаях избыток пара сбрасывается через редукционное устройство в конденсатор.

         В К.— т. б. может быть один котёл на турбину (моноблок) или два котла (дубль-блок). Моноблоки проще и выгоднее экономически. Преимущество дубль-блока в том, что при аварийном выходе из строя одного котла блок может работать с половиной нагрузки.

         В К.— т. б. ряд технологических процессов существенно отличается от аналогичных процессов на неблочной электростанции. Например, в К.—т. б. пуск котла и турбины производится одновременно. Это позволяет вести пуск при плавно нарастающих давлении и температуре пара, что улучшает условия прогрева турбины, паропроводов и др.элементов оборудования. В К.—т. б. регулирование нагрузки можно осуществлять путём изменения давления свежего пара (при соответствующей конструкции котла). Ремонт котлов, турбин и всего вспомогательного оборудования на электростанции производится одновременно.

         Наращивание мощностей в теплоэнергетике осуществляется в основном путём сооружения крупных блоков с конденсационными турбинами (См. [Конденсационная турбина](https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/97710/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F)). В СССР работают К.—т. б. мощностью 150 и 200*Мвт*с давлением пара 13 *Мн/м2* (130 *кгс/см2*)и 300, 500 и 800 *Мвт с* давлением пара 24 *Мн/м2* (240 *кгс/см2*)*,* проектируется блок мощностью 1200 *Мвт.* Большинство сооружаемых блоков, в том числе и блок мощностью 1200 *Мвт, —* моноблоки. Неблочные установки строятся главным образом на ТЭЦ, где промежуточный перегрев пара применяется реже. Однако на ТЭЦ уже введены в действие крупные теплофикационные блоки мощностью 250 *Мвт*с промежуточным перегревом пара.

*Н. С. Чернецкий,*

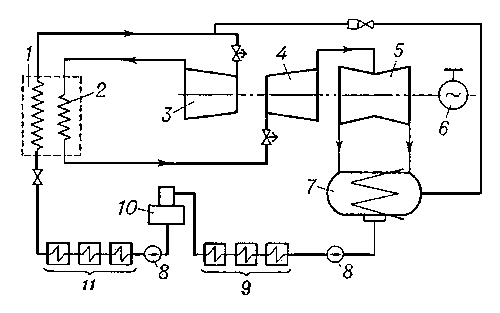


        Схема блока котёл — турбина: 1 — котёл; 2 — промежуточный пароперегреватель; 3 — цилиндр высокого давления турбины; 4 — цилиндр среднего давления турбины; 5 — цилиндр низкого давления турбины; 6 — генератор; 7 — конденсатор; 8 — насос; 9 — подогреватель низкого давления; 10 — деаэратор; 11 — подогреватель высокого давления.

**Пусковые режимы энергооборудования ТЭС**

Рубрика: [FAQ](http://tesiaes.ru/?cat=87)

Пуск энергоблока или отдельных котлов и турбин на неблочных ТЭС является нестационарным режимом, при котором тепловое состояние буквально всех элементов и узлов энергооборудования претерпевает максимальные изменения. К отличительным особенностям этого режима относится возникновение температурных напряжений в тех элементах оборудования (барабаны [котельных агрегатов](http://tesiaes.ru/?p=8401), корпуса [турбин](http://tesiaes.ru/?p=8414), паропроводы), в которых они отсутствуют при рабочих стационарных режимах. Другая особенность заключается в зависимости этих напряжений от скорости изменения температуры, т. е. от интенсивности подвода теплоты. Это означает, что при неосмотрительно выбранной скорости прогрева оборудования в металле некоторых его узлов в пусковом режиме могут появиться температурные напряжения, превосходящие предел прочности или текучести.

Положение осложняется неодинаковостью массы и конфигурации отдельных элементов оборудования и различием условий подвода теплоты к неподвижным и вращающимся частям оборудования и т. д. В результате этого могут возникнуть локальные неоднородности температурного поля и местные повышенные температурные напряжения. Это обстоятельство также ограничивает темп прогрева и требует применения безопасных приемов повышения температуры и специальных устройств для обеспечения надежного пуска котельного и турбинного оборудования.

В то же время всегда существует необходимость быстрого ввода резервного оборудования в работу и максимального сокращения длительности пускового периода, что, очевидно, может быть выполнено в основном за счет сокращения продолжительности прогрева. Кроме этого, при любых пусках сокращение пусковых расходов топлива и потерь конденсата до минимума является обязательным условием. Наконец, в связи с неравномерностью остывания после остановки отдельных элементов и узлов энергооборудования и рассогласованием их температур во времени из-за неодинаковых темпов остывания, ставится требование надежного пуска оборудования из любого теплового состояния. Большое разнообразие тепловых состояний энергооборудования по отношению к способам пуска обычно делят на две категории: «холодное» и «горячее», соответственно и способы пуска носят условные названия — «холодный» и «горячий» пуск.

«Холодным» называют состояние оборудования после продолжительных простоев, когда котел охлаждается настолько, что давление среды в нем близко к атмосферному, а температура наиболее горячих узлов турбины (например, паровпуска ЦВД) не превышает 150 °С. Это состояние достигается обычно после простоя в течение 3—5 суток. «Горячим» называют состояние оборудования при простоях до 8 часов после остановки, когда в котле еще сохраняется избыточное давление среды, а температура наиболее горячих узлов турбины равна 400— 420 °С. Графики «холодного» и «горячего» пуска составляются таким образом, чтобы провести прогрев относительно охладившихся элементов с предельными по условиям температурных напряжений скоростями и в то же время не допустить расхолаживания узлов, сохранивших повышенную температуру. Эти требования и положены в основу определения разности температур греющего пара и металла, а также уровня температур свежего и вторичного пара перед паровпусками ЦВД и ЦСД турбины.

В эксплуатационных инструкциях указаны еще особенности пуска из промежуточных между «горячим» и «холодным» — «неостывших» состояний оборудования, а также пуска котлов и турбин из горячего резерва при простоях их до одного часа, когда параметры пара в котле сохраняют еще значения близкие к рабочим.

Из опыта эксплуатации известно, что после 50 часов простоя турбина не достигает еще «холодного» состояния, в то время как опыт остановки котельных агрегатов показывает, что температура самых горячих его элементов (выходные пакеты пароперегревателя, ширмы) становится меньше 120—140 °С уже через 40—48 часов после остановки.

Все указанные выше обстоятельства сильно усложняют пусковые режимы, требуют повышенного внимания и четкости действий эксплуатационного персонала во избежание аварийных последствий. Практика эксплуатации показывает, что из всего числа повреждений и отказов котельных агрегатов, турбин и вспомогательного теплосилового оборудования более 50 % возникает именно при пусках и остановках энергооборудования из-за недостаточного контроля за состоянием оборудования и нарушений правил пуска.

В связи с этим к пусковым режимам предъявляются в первую очередь требования надежности. В процессе растопки котельного агрегата и повышения параметров пара должен поддерживаться надежный гидравлический и температурный режим парогенерирующих экранов. Прогрев оборудования при его пусках не должен вызывать опасных температурных напряжений и тепловых ударов. Водный режим котельного агрегата должен поддерживаться в соответствии с установленными нормами. Как указывалось выше, другим обязательным требованием является всемерное сокращение продолжительности пуска, что необходимо для своевременного ввода энергооборудования в работу и сокращения пусковых расходов топлива и потерь конденсата. Особенно важно соблюдение этого условия для ускорения ввода резервного оборудования, заменяющего выбывшее из строя.

Для успешного пуска блоков, отдельных котлов и турбин неблочных ТЭС на основе многочисленных испытаний и опыта эксплуатации разработаны типовые пусковые схемы, учитывающие характерные особенности различных типов энергооборудования. Эти схемы отличаются от рабочих тепловых схем ТЭС наличием дополнительных устройств и элементов, предназначенных для ускорения, повышения надежности и экономичности пусков.

При разработке пусковых схем учитывались следующие требования:

* пуск энергоблока при любом тепловом состоянии котла, паропроводов, турбины без ущерба для их надежности;
* минимальная продолжительность пуска, пусковых затрат топлива и потерь конденсата при оптимальных условиях прогрева всех элементов котельного агрегата, паропроводов и турбины;
* обеспечение водного режима при пуске в соответствии с нормами;
* максимальное упрощение пусковых операций; унификация программы автоматического управления пуском; удержание энергоблока в работе при сбросах нагрузки до уровня нагрузки холостого хода или собственных нужд, что требуется для сохранения надежности энергосистемы в целом;
* ремонт одного из котлов дубль-блока при работе второго котла и турбины;
* обеспечение надежного гидравлического и температурного режима парогенерирующих экранов;
* поддержание в прямоточных котлах при всех пусковых и переменных режимах давления, равного рабочему;
* пуск энергоблока при скользящих параметрах пара, т. е. при постепенном нарастании расходов, давлений и температур свежего и вторично перегретого пара.

Процедура пуска энергооборудования разбивается на несколько этапов: [подготовку к пуску](http://tesiaes.ru/?p=9073), растопку котельного агрегата ([пуск барабанных котельных агрегатов](http://tesiaes.ru/?p=9077), [пуск прямоточных котельных агрегатов](http://tesiaes.ru/?p=9086)), прогрев паропроводов и запорной арматуры, [прогрев турбины](http://tesiaes.ru/?p=9098), синхронизацию генератора, нагружение турбогенератора. Основу технологии пусковых режимов составляет пуск при скользящих параметрах пара, когда многие из указанных этапов совмещаются для сокращения длительности пуска и повышения его надежности. Такое [совмещение пуска возможно лишь на блочных ТЭС](http://tesiaes.ru/?p=9122), и поэтому на неблочных ТЭС, как правило, производится индивидуальный (независимый) пуск котлов и турбин