

ПИКОВЫЕ ПАРОВЫЕ КОТЛЫ

Описанные способы выравнивания паропроизводительностей УУ **уменьшают дебалансы приходов и расходов ПП**, но не могут ликвидировать их полностью, например во время пиков потребления ПП, особенно в зимнее время, когда отборы **П** турбин имеют максимальную загрузку (см. рис. 5.2).

Необходимы дополнительно **пиковые источники пара**, хотя и меньшей мощности, чем в случае, когда паропроизводительности УУ не выравниваются, нет подтопки и нет аккумуляторов пара

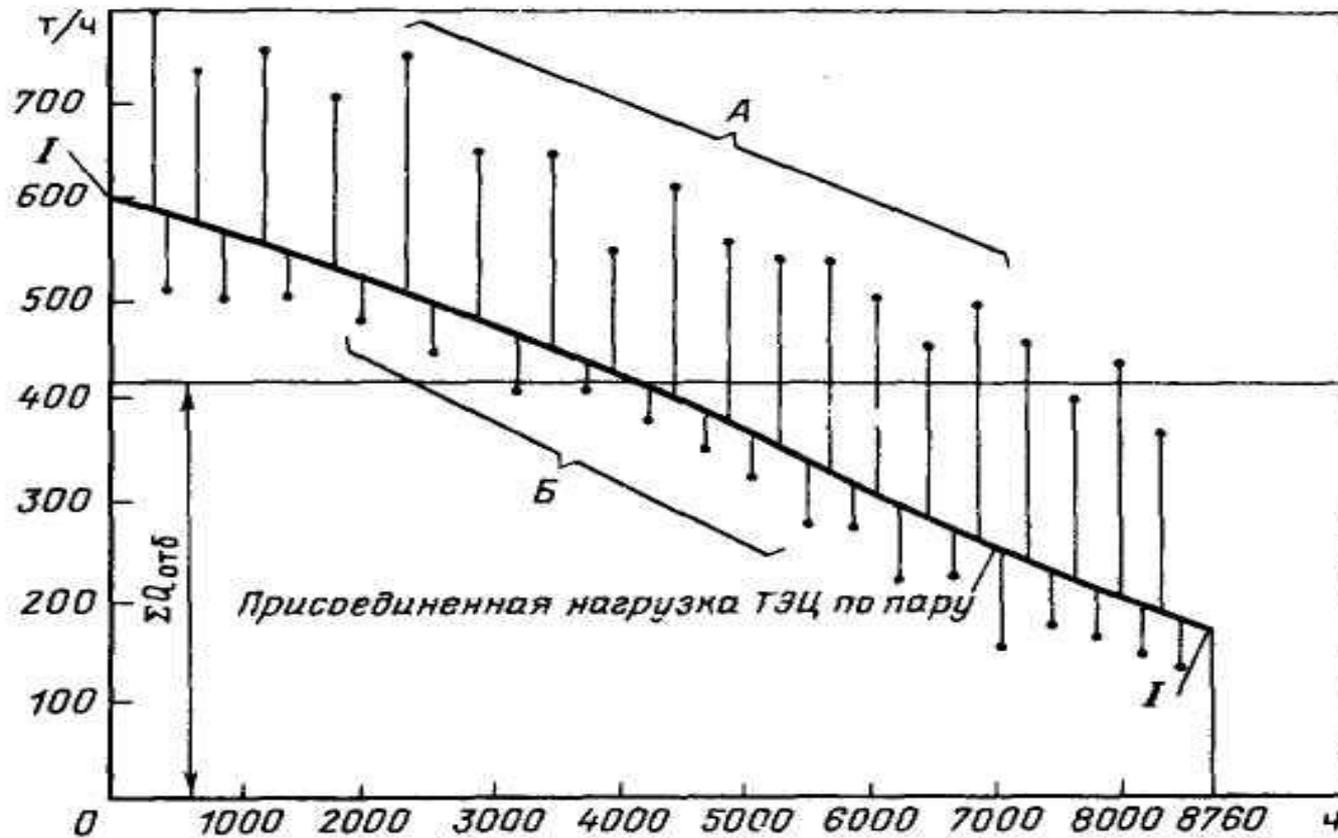


Рис. 5.2. Примерный фактический график паровой нагрузки ТЭЦ: *А* - пиковые нагрузки ТЭЦ, обусловленные снижением паропроизводительности УУ; *Б* - пиковые паровые нагрузки, обусловленные режимом работы потребителей.

Кроме того, пиковые источники ПП нужны для покрытия паровых нагрузок в зимние месяцы. Численный пример: максимальный отпуск пара из отбора П двух турбин ПТ-60-130 составляет до 460 т/ч, а максимальная нагрузка ТЭЦ по пару 600 т/ч по среднемесячным данным. В течение холодного зимнего месяца могут быть суточные, часовые пиковые паровые нагрузки, при которых нагрузка ТЭЦ значительно превышает 600 т/ч (см. рис. 5.2). В итоге мощность пикового источника должна составить $600 - 460 = 140$ т/ч.

Что используется в качестве пиковых источников ПП?

1) **основные котлы** высокого давления ТЭЦ (частично или полностью), если они имеют резерв по паропроизводительности или если на ТЭЦ есть **резервный котел**.

В этом случае **ПП** получают через **РОУ**.

2). **снижение или отключение отпуска теплоты из отборов на части турбин ТЭЦ типа Т, например Т-100-130**

Тогда уменьшается расход свежего пара на турбины, даже если не снижать их электрической мощности. Высвобожденный пар направляется через РОУ в систему заводских паропроводов ПП. Отопительные нагрузки покрываются в это время **водогрейными котлами**. Такой вариант экономически оправдан, если на описанном режиме ТЭЦ работает только небольшое число часов в году — **не**

3) **покрытие пиков** электрических нагрузок (суммарной длительностью ~ до 500 ч/год) путем перевода теплофикационных турбин на конденсационный режим, что повышает их электрическую мощность в среднем на 20%.

Тепловые нагрузки в это время покрываются **водогрейными котлами.**

4) **установка специальных пиковых паровых котлов** (лучшее решение этой проблемы), которые помимо покрытия расходов пара в холодные зимние месяцы могут надежно покрывать дефициты пара в течение всего года.

При использовании рециркуляции в качестве пиковых котлов могут быть установлены серийные котлы-утилизаторы (**КУ**) с оборудованием их выносными топками.

КУ-150) **при наличии рециркуляции** могут увеличить нагрузку до **60-70 т/ч при КПД 80-83%**. При условии добавления пара через РОУ в самые холодные дни зимы достаточно установить в качестве пиковых два-три котла КУ-150 с подтопкой, что надежно обеспечит завод ПП в течение всего года в любой отрезок времени.

Установка пиковых паровых котлов эффективна при учете реальных графиков потребления пара и при покрытии значительной части паровой нагрузки УУ.

5.6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗБЫТКОВ ПАРА УТИЛИЗАЦИОННЫХ УСТАНОВОК

При широком использовании ВЭР на некоторых заводах летом наблюдаются значительные избытки пара от УУ.

Избыток пара давлением 3,5 МПа от УУ на металлургическом заводе летом может быть таким, что его достаточно для привода нескольких доменных паротурбокомпрессоров мощностью около 10 тыс. кВт.

При наличии подтопки,
обеспечивающей бесперебойность
поступления пара давлением **3,5 МПа** от
КУ прокатного цеха, **котлы на топливе,**
обеспечивающие паром приводные
турбины доменных и других
турбокомпрессоров, **могут**
значительную часть года не работать,
что даст большую экономию топлива.

По расчетам за счет ВЭР можно
покрыть потребность завода в теплоте в
течение почти всего года при
значительных избытках пара летом.

При широком использовании ВЭР летние избытки пара от УУ будут на многих заводах.

Задача их экономичного использования непростая даже когда в качестве избыточного выделен пар УУ давлением $\sim 3,5$ МПа, при котором он может быть

использован:

1). Для выработки ЭЭ в специально устанавливаемых конденсационных турбинах.

Почему?

- 1) **значительные** капиталовложения из-за малых единичных мощностей турбин,
- 2) **малое число часов** использования установленной электрической мощности (1500-2500 ч в год), зависящее от климата и степени использования ВЭР на заводе,
- 3) **обслуживающий** персонал требуется только несколько месяцев в году,
- 4) **требуется** подача больших количеств воды для охлаждения конденсаторов турбин ($\sim 0,4 \text{ м}^3/\text{кВт}\cdot\text{ч}$),
- 5) **летом** в энергосистемах имеются свободные мощности и их недоиспользование надо учитывать при

Из-за отмеченных обстоятельств этот вариант использования пара (для выработки ЭЭ в специально устанавливаемых конденсационных турбинах) не получил широкого распространения. Он рентабелен, если достаточные избытки пара от УУ с давлением 3,5 МПа имеются в течение всего или почти всего года.

2). **В постоянно действующих паросиловых установках (ПСУ) с начальными параметрами пара около 3,5 МПа, если такие ПСУ имеются на заводе (доменные воздуходувки, компрессоры воздухоразделительных установок и т. п.).**

В этом случае **требуется остановить (вывести в резерв) котлы этих ПСУ, работающие на топливе, или снизить их паропроизводительность,** что также дает ЭКОНОМИЮ ТОПЛИВА.

Достоинства:

1) **капитальные затраты** требуются только на сооружение паропровода от УУ и пароперегревателя на топливе возле ПСУ.

Стоимость и сложность прокладки паропровода зависят от температуры пара гораздо сильнее, чем от его давления, поэтому пар от УУ обычно перегревают до сравнительно низких температур, благоприятных для его транспорта.

2) **не надо** дополнительно обслуживающего персонала, химводоочистки и др.

3). Для подогрева питательной воды (ПВ) на ТЭЦ.

В этом случае необходимо отключение части или всех регенеративных отборов турбин.

Хотя отключение отборов снижает эффективность использования пара УУ, это может дать значительную экономию топлива по заводу, так как коэффициент ценности теплоты большинства регенеративных отборов турбин всегда больше нуля.

Пример применительно к турбине ПТ-60-130.

Расход свежего пара на турбину летом при работе ее с закрытыми отборами Т и П (вероятный режим) ~ 185 т/ч, а расход ПВ котла $G_{\text{П.В}} \sim 190$ т/ч. Номинальная температура регенеративного подогрева ПВ $t_{\text{П.В}} = 232^\circ \text{C}$. Температура конденсации пара давлением $3,5$ МПа равна $241,4^\circ \text{C}$. Таким образом, паром УУ можно **нагреть ПВ до $225-230^\circ \text{C}$** . Пусть отключены регенеративные отборы только высокого давления (после деаэратора, вода которого имеет температуру $158-160^\circ \text{C}$). Тогда расход теплоты пара УУ на подогрев ПВ

$$Q_{\text{ВЭР}} = G_{\text{п.в}} \Delta t_{\text{под п.в}} =$$

$$= 100 \cdot 10^3 \text{ (кг)} (235 - 158) \cdot 4,2 = 61,45 \cdot 10^6$$

У верхних (после деаэратора) отборов турбины коэффициент ценности теплоты равен $\xi \sim 0,727$ (см. табл. 3.2). Экономия теплоты топлива по заводу составит

$$Q_{\text{ЭК}}^{\text{ТОП}} = Q_{\text{ВЭР}} \xi \frac{1}{\eta_{\text{кот}}} = 61,45 \cdot 10^6 \frac{0,727}{0,88} \cong$$

$$\cong 50,76 \cdot 10^6$$

При этом $B_{\text{ЭК}} \sim 1,73 \text{ т/ч.}$

Если летом теплофикационные турбины (в том числе и ПТ-60-130) работают с включенными отборами пара, то расход ПВ, идущей из деаэратора в котел, возрастает.

Соответственно увеличивается расход утилизационного пара на подогрев ПВ и **растет получаемая за счет этого экономия топлива.**

На ТЭЦ установлено несколько турбин, в том числе и более мощные, чем ПТ-60-130, поэтому избытки пара от УУ давлением 3,5 МПа на заводе могут быть во многих случаях экономично использованы на подогрев ПВ котлов ТЭЦ.

Конденсат пара УУ содержит больше солей, чем конденсат турбин высокого давления, поэтому подогрев этим паром ПВ следует производить в **отдельном подогревателе**, включенном параллельно основным регенеративным подогревателям турбины.

Капитальные затраты на осуществление этого варианта определяются затратами на **ЭТОТ подогреватель**, а также затратами на **паропровод** давлением 3,5 МПа от УУ к ТЭЦ, сильно зависящими от местных условий.

Экономическая целесообразность использования периодических избытков пара должна проверяться в каждом конкретном случае технико-экономическими расчетами.

Описанный способ использования пара УУ на ТЭЦ дает экономию топлива по заводу в целом, но повышает удельный расход топлива на выработку ЭЭ на ТЭЦ при определении его по методу Минэнерго. Объясняется это тем, что положенное в основу метода Минэнерго разделение расхода топлива на выработку ЭЭ и отпускаемой теплоты не имеет термодинамического обоснования, а установлено **«ВОЛЕВЫМ»** путем.

Т.к по этому методу производится премирование персонала ТЭЦ, то последний не заинтересован в замене отборного пара турбин паром от УУ не только для подогрева питательной воды, но и для обеспечения этим паром производственных потребителей (взамен отборного пара), **хотя во всех случаях подобная замена дает экономию топлива (ξ всегда больше нуля)**.

Для исключения отмеченных противоречий достаточно внести соответствующие поправки в систему премирования персонала ТЭЦ, например относить на ТЭЦ экономию топлива по заводу, получаемую от перевода регенеративных подогревателей турбин на пар от УУ (полностью или частично), так, чтобы удельный расход топлива на выработку ЭЭ на ТЭЦ был не выше расхода его при работе регенеративных подогревателей на отборах турбин.

4). Использование возможных летних избытков пара УУ давлением 0,8—1,3 МПа ограничено.

Сооружение ПСУ при начальном давлении пара 0,8-1,3 МПа экономически нецелесообразно.

В ряде случаев пар такого давления используется круглогодично на привод каких-либо механизмов, причем этот пар вырабатывается в котлах, работающих на топливе, или берется из отборов турбин. В этом случае в периоды, когда имеются избытки пара от УУ, котлы могут быть остановлены, что даст соответствующую экономию топлива.

4а). Пар давлением 0,8-1,3 МПа может использоваться для подогрева ПВ на ТЭЦ, но со значительно меньшим эффектом, так как он будет вытеснять отборы турбин более низкого давления, у которых коэффициент ценности теплоты меньше, чем у отборов высокого давления (см. табл. 3.2).

Однако при этом не требуется прокладка специального паропровода от УУ к ТЭЦ, так как паропроводы ПП давлением 0,8-1,3 МПа соединены с отборами турбин ПТ на ТЭЦ.

5). Пар от ряда УУ, например СИО доменных печей, имеет давление **от 0,2 до 0,3 МПа**.

При таком давлении пар может быть использован, как правило, только в зимнее время для покрытия сантехнических нагрузок; летом нередко его просто сбрасывают в атмосферу.

Однако летом пар низкого давления, как и пар давлением 0,8-1,3 МПа, может использоваться для выработки холода, в основном для кондиционирования воздуха производственных помещений.

Таким образом, экономичное использование периодических летних избытков пара от УУ представляет собой сложную задачу, при решении которой надо учитывать конкретные условия каждого данного производства и завода.

Эффективное использование пара тем труднее, чем ниже его давление. Но из этого не следует делать вывод, что всегда лучше строить УУ на повышенное давление пара.

Часто летние избытки пара от УУ ликвидируют отключением этих установок, что омертвляет капитальные вложения, осложняет рациональное использование персонала и связано с рядом других недостатков. **Кроме того, это не всегда возможно:** 1). СИО вообще нельзя отключать во избежание пережога охлаждаемых элементов. 2). Нельзя отключать УСТК, так как кокс надо обязательно потушить, или надо иметь достаточное количество резервных установок мокрого тушения кокса.

газов (КОГ) конвертера, так как это остановит работу сталеплавильной агрегата.

4). Нельзя отключить КУ мартеновских печей, которые устанавливаются на обводных газоходах, т.к. применяемые для очистки отходящих газов от уноса системы газоочистки (например, электрофильтры) не могут эффективно работать при высоких температурах газов. Нужно охлаждение газов достигается в КУ. Если КУ отключены, надо предусмотреть специальные охлаждающие газ устройства (впрыск

5). Отходящие газы печей прокатного производства более чистые, поэтому здесь можно отключать КУ, если система газоходов позволяет обеспечить приемлемую температуру отходящих газов.

Однако ликвидация сброса пара УУ в атмосферу путем отключения тех или иных УУ не является решением, которое можно рекомендовать к применению. Для выбора оптимального решения вопроса нужно проведение соответствующих исследований и мероприятий.