**Тема:**

**Основные технико-экономические показатели работы котельной установки.**

****

Основные технико-экономические показатели работы котельной установки следующие:
1) производительность котлоагрегатов и всей котельной установки в целом, т. е. масса пара (или воды в водогрейной котельной) в кг или в т, получаемого в каждом котлоагрегате и во всей котельной установке в целом;
2) качество получаемого пара, т. е. абсолютное давление и температура перегретого пара или абсолютное давление и сухость насыщенного пара (для водогрейной котельной — температура горячей воды);
3) к. п. д. каждого котлоагрегата и всей котельной в целом.

Коэффициентом полезного действия котлоагрегата или котельной установки называется величина, равная отношению количества теплоты, полезно используемой в котлоагрегате за определенный промежуток времени, к теплоте, внесенной топливом в этот же промежуток времени. Коэффициент полезного действия выражают либо в долях единицы, либо в процентах; он характеризует долю от внесенной с топливом теплоты, полезно использованную в котлоагрегате или котельной установке.

Например, если к. п. д. котлоагрегата равен 0,75 (или 75%), то это означает, что из каждых 100 Дж теплоты, внесенных топливом, только 75 Дж используются полезно, а остальные 25 Дж составляют потери (или из 100 ккал тепла полезно используются 75 ккал, а 25 ккал составляют потери).

Для увеличения к. п. д. котлоагрегатов, а следовательно, и котельной установки в целом кочегар должен стремиться к уменьшению тепловых потерь в каждом котло-агрегате, т. е. к уменьшению потерь с уходящими газами, от химической неполноты сгорания, от механической неполноты сгорания и потерь тепла в окружающую среду. Чем меньше тепловые потери, тем больше тепла полезно используется, а следовательно, тем экономичнее работает котельная установка.

Для уменьшения потерь с уходящими газами следует стремиться к понижению температуры уходящих газов и уменьшению коэффициента избытка воздуха, для чего необходимо выполнять определенные требования.

1. Содержать в чистоте поверхность нагрева котлоагрегата.

Для этого применяют обдувочные устройства, периодически обдувающие паром или сжатым воздухом доступные поверхности нагрева от налетов сажи и золы.

Предварительная очистка воды или внутрикотловая обработка ее и продувка парового котла в твердо установленные сроки способствуют уменьшению отложений накипи и шлама на внутренних поверхностях нагрева и понижению температуры уходящих газов (с понижением температуры на 20° С потери уходящих газов уменьшаются на 1-1,5%).

2. Следить за исправностью пламенных перегородок, отделяющих газоходы котлоагрегата. В результате неплотности и обвала перегородок газообразные продукты сгорания не полностью омывают поверхности нагрева и выходят из котла с высокой температурой.

3. Работу топки вести с возможно меньшим коэффициентом избытка воздуха, обеспечивающим при этом минимальные потери тепла от химической неполноты сгорания. Как указывалось, большие коэффициенты избытка воздуха ведут к повышению количества уходящих газов, а следовательно, и к увеличению потерь с уходящими газами.

4. Своевременно выявлять и немедленно устранять все места присосов наружного воздуха через неплотности кладки, топочных дверец, шиберов, гляделок и т. д.

Отверстия лазов и дверец, которые открываются лишь при ремонте, следует закладывать кирпичом и промазывать, а шиберы за котлоагрегатом снабжать защитными кожухами с небольшим отверстием для пропуска цепи или троса, на котором подвешен шибер. Следует заделывать и промазывать щели, закрывать гляделки, дверцы и обдувочные лючки немедленно после пользования ими.

Один раз в 10 сут следует определять места присоса холодного воздуха, например, по отклонению пламени свечи; для этого используют рамку, обшитую по кромкам войлоком и закрытую листом фанеры, в центре крышки прорезают отверстие для свечи. На остановленном котле пускают дымосос, создавая повышенное разрежение в газоходах котла, затем прикладывают к стенке обмуровки раму, и по отклонению пламени свечи определяют места присосов воздуха.

Обнаруженные неплотности следует уплотнять асбестовым шнуром и промазывать газонепроницаемой смесью (примерный состав: две части строительного песка и одна часть глины с добавлением 10—15%-ного жидкого стекла от общей массы песка и глины).

В результате неполного сгорания топлива и образования продуктов неполноты сгорания — сажи С, окиси углерода СО (вместо двуокиси углерода СО2) и водорода По — появляются потери тепла от химической неполноты сгорания.

Для полного сгорания топлива необходимо соблюдать следующие условия:
1) поддерживать температуру в топке достаточно высокой (1000—1200 °С);
2) вводить в топку достаточное для сжигания топлива количество воздуха;
3) хорошо и тонко распыливать жидкое топливо, обеспечивая подвод всего расходуемого воздуха к корню факела;
4) обеспечивать хорошее перемешивание газообразного топлива с воздухом.

В результате передачи тепла от нагретых стен кирпичной обмуровки котлоагрегата наружному воздуху котельного помещения происходят потери тепла в окружающую среду.

Приведение в исправное состояние обмуровки, изолирование выступающих металлических частей котлоагрегата, застекление окон й фонарей в котельной и другие мероприятия в значительной степени уменьшают потери тепла в окружающую среду.

Повседневная борьба за снижение себестоимости пара является первоочередной задачей каждого кочегара.

В себестоимость пара (или тепла горячей воды для водогрейной котельной) входят следующие расходы по котельной: стоимость топлива, питательной воды, электроэнергии, расходуемой на освещение котельной и на работу электродвигателей, стоимость разных вспомогательных материалов, текущего ремонта, а также заработная плата кочегаров и их помощников, служащих и технического персонала, расходы по амортизации (т. е. ежегодные отчисления на восстановление стоимости износа котельной установки), стоимость страхования всего имущества котельной от огня и расходы по пожарной и технической безопасности.

Если сложить все расходы, произведенные за месяц, и разделить на массу отпущенного пара (в т) за тот же месяц или на количество теплоты горячей воды (в ГДж или Гкал), отпущенной за тот же месяц, то получится себестоимость 1 т пара, или себестоимость 1 ГДж (или 1 Гкал) теплоты горячей воды.

Расходы на топливо составляют до 60—70% себестоимости пара (или горячей воды). Сократить расходы топлива можно путем уменьшения тепловых потерь и увеличения таким образом к. п. д. котельной установки, а также путем устранения ряда видимых потерь тепла в котельной. Для этого необходимо:
1) поддерживать в паровых котлах равномерное давление (а в водогрейных котлах — равномерную температуру в зависимости от температуры наружного воздуха);
2) непрерывно и равномерно питать котлоагрегаты водой;
3) доводить до минимума расход топлива при растопке котлоагрегатов;
4) уменьшать расход пара на собственные нужды котельной на распиливание мазута в паровых форсунках, на привод паровых питательных и мазутных насосов, на гудки и т. д.;
5) добиваться приведения в исправное состояние тепловой изоляции паропроводов, горячих водяных и мазутных, линий, выступающих металлических частей котлов, вентилей, фланцевых соединений, баков для воды и мазута;
6) не допускать пропусков пара, горячей воды и топлива (мазута и газа) во фланцевых соединениях и через сальники клапанов;
7) для лучшего использования тепла пара добиваться установки на выходе пара из паровых отопительных и подогревательных устройств конденсато-отводчиков (конденсационных горшков или подпорных шайб),

 Вопросы для проверки:

1. Какие основные ТЭП характеризуют работу котла.
2. Какая величина называется К.П.Д. котлоагрегата , меры принимаемые для увеличения.

Тема:

 [31](https://studfile.net/preview/2789405/page%3A31/) [>](https://studfile.net/preview/2789405/page%3A22/) [>>](https://studfile.net/preview/2789405/page%3A66/)

Оптимизация показателей работы парового котла по сумме тепловых потерь.

Из анализа тепловых потерь следует, что тепловые потери (потери q2, q3, q4) существенно и по-разному зависят от избытка воздуха. В связи с этим возникает необходимость в установлении оптимального избытка воздуха в топке αОПТТ, обеспечивающего минимум суммарных потерь. При этом потери q2относятся к значению αТ, поскольку присосы по газоходам известны. При сжигании газа и мазута определяющими экономичность котла являются потери q2+ q3а в случае сжигания твердого топлива - q2+ q3+q4.



Рис. 6.5. К определению оптимального избытка воздуха в топке по минимуму тепловых потерь: а - при сжигании природного газа и мазута; б - при сжигании твердого топлива

На (рис. 6.5) показан пример определения оптимального избытка воздуха в топке на основании балансовых испытаний котла. Поскольку значения αОПТТ≈ αКР, потери q3в условиях нормальной эксплуатации незначительны при сжигании любого вида топлива.

При сжигании природного газа значение αОПТТопределяет быстрота уменьшения потерь q3с ростом αГОР>1, т.е. аэродинамической характеристикой горелок и аэродинамикой потоков в объеме топки. Обычно в этом случае αОПТТ= 1,05.

При сжигании твердого топлива значение αОПТТглавным образом зависит от характера изменения q4и определяется видом сжигаемого топлива (см. § 6.3). Здесь значение αОПТТ= 1,15…1,25 и увеличивается по мере снижения выхода летучих веществ из топлива. Во всех случаях отклонение оптимального значения избытка воздуха (не строго по минимуму q3или q4) происходит за счет роста потерь q2с повышением избытка воздуха.

В Нормативных материалах [10] все тепловые потери приведены для номинальной нагрузки. При нагрузке, отличной от номинальной, основные тепловые потери изменяются по разным зависимостям (см. пример 2).

В итоге в современных паровых котлах большой мощности основную часть потерь составляют потери с уходящими газами, которые в основном и определяют характер изменения КПД котла от нагрузки (рис. 6.6).



Рис. 6.6. Изменение тепловых потерь и КПД котла от нагрузки при работе на разных видах топлив: а - на природном газе; б - на каменном угле; в - на антраците с жидким шлакоудалением

Обычно паровые котлы работают с нагрузкой 70…100% номинальной и разгружаются на короткое время в ночной или воскресный провал нагрузки до 30…50%, чтобы сохранить стабильный тепловой режим оборудования, вместо кратковременного останова отдельных котлов.

 Вопросы для проверки:

1.Как влияют присосы на работу котла.

2. Как меняются при нагрузке, отличной от номинальной, основные тепловые потери.

3.Какие основные потери влияют на К.П.Д. котла.

Тема : Эксплуатация паровых котлов.

Эксплуатационные режимы паровых котлов.

Основной задачей эксплуатации котлов является обеспечение их длительной надежной работы с максимальной экономичностью при соблюдении диспетчерского графика нагрузки.

График нагрузки электростанции обычно имеет неравномерность. Различают суточный, недельный и сезонный графики нагрузки. Как правило, в утренние и вечерние часы наблюдаются пики нагрузки, а в ночное время происходит заметный спад. Существенный спад нагрузки отмечается также в нерабочие дни, особенно в ночное время. В сезонном аспекте наибольший уровень нагрузки, как правило, отмечается в период так называемого осенне-зимнего максимума.

Таким образом, любой паровой котел может находиться в эксплуатации с разными тепловыми нагрузками в различные периоды времени. Если определить суммарную его паропроизводительность за все время работы в течение года и отнести к номинальной паропроизводительности DНОМ, то получим условное время работы котла в течение года в номинальном режиме

|  |  |
| --- | --- |
| https://studfile.net/html/2706/502/html_tGNPuToa_r.Jd68/img-XeZvgX.png | 7.1 |

где Di, τi- паропроизводительность, т/ч, и время работы котла, ч, с этой производительностью в течение года. Величина τУСТ- время работы котла с установленной мощностью.

Различают базовый, полупиковый и пиковый режимы работы оборудования.

Базовый режим - режим эксплуатации преимущественно с постоянной нагрузкой, близкой к номинальной: DРАБ= (0,8…1,0)DНОМбез останова оборудования в нерабочие дни при времени τУСТ= 6500…7500 ч в течение года (при календарном времени τГОД= 8760 ч). В таком режиме работают блоки АЭС и блоки ТЭС большой мощности (NБЛ= 500…800 МВт).

Полупиковый режим характеризуется более широким диапазоном рабочих нагрузок: DРАБ= (0,5…1,0)DНОМс остановом части оборудования в резерв в ночное время и на все нерабочие дни. В этом случае τУСТ= 3500…5000 ч. В этом режиме работают в основном блоки ТЭС с NБЛ< 300 МВт.

При пиковом режиме оборудование эксплуатируется только во время максимальных электрических и тепловых нагрузок, при этом τУСТ= 1500…2000 ч. В этом режиме работают ГТУ и ПГУ, а также энергоблоки малых мощностей старых выпусков.

Частые остановы паровых котлов и последующие пуски в работу ведут к снижению надежности отдельных его элементов за счет кратковременных превышений допустимых напряжений в условиях резко переменного температурного режима и давлений.

В качестве интегрального показателя надежности работы котла в течение года используется коэффициент готовности

|  |  |
| --- | --- |
| https://studfile.net/html/2706/502/html_tGNPuToa_r.Jd68/img-xKqbTM.png | 7.2 |

где τРАБ- время работы котла с нагрузкой, ч; τРЕЗ- время нахождения в резерве, ч.

Значение времени τРАБ+ τРЕЗможно выразить

|  |  |
| --- | --- |
| https://studfile.net/html/2706/502/html_tGNPuToa_r.Jd68/img-3FFaWQ.png | 7.3 |

Здесь τПЛ.Р- время проведения планового ремонта (капитального, среднего или текущего), τПЛ.Р= 250…450 ч; τОТК- время вынужденных остановов для ликвидации причин выхода из работы оборудования котла, в том числе аварийных остановов, ч.

Время τОТКявляется основным показателем надежности работы котла, ограничивающим значение коэффициента готовности Кг.

Статистика фиксирует, что наибольшее время отказов имеет место в первые 2…4 года после пуска новой серии котла, особенно на твердом топливе (до 14% τГОД), затем τОТКзаметно снижается (до 3% τГОДи менее). Коэффициент готовности блоков ТЭС 200-800 МВт составляет Kг= 0,80…0,88.

Кроме показателей надежности и времени использования установленной мощности, основной эксплуатационной характеристикой котла является его КПД (см. § 6.2).

Режим работы котла на любой из нагрузок с незначительными отклонениями параметров пара называется стационарным. Режимы, характеризующиеся изменениями нагрузки, а также отклонениями параметров пара в результате внутренних или внешних возмущений, называются нестационарными.

Внешними возмущениями называют воздействия на режим работы вследствие изменения одного или нескольких выходных параметров работающего блока, таких, как электрическая нагрузка турбогенератора, давление пара в паропроводе, температура питательной воды. К внутренним возмущениям относятся изменения рабочего режима котла, направленные на ликвидацию внешних отклонений: изменение расхода воды в котел, расхода топлива и воздуха в горелки.

Эксплуатация котла ведется на основе режимной карты (рис. 7.1), которая составляется по результатам эксплуатационных (балансовых) испытаний, целью которых являются установление оптимальных условий работы топки, определение оптимального избытка воздуха и тонкости размола пыли при разных нагрузках, максимально допустимой и минимально устойчивой нагрузки котла, тепловых потерь при работе котла.

Режимная карта является обязательной для дежурного персонала при эксплуатации котла на различных режимах. Кроме основных характеристик, показанных на (рис. 7.1), в режимной карте указываются нагрузка электродвигателей дутьевых вентиляторов и дымососов, воздушное сопротивление воздухоподогревателя, характеризующее расход воздуха на горелки, температура горячего воздуха, газов в поворотной камере котла и ряд других показателей.

С увеличением мощности паровых котлов и усложнением их схем число контролируемых факторов растет. Поддержание оптимального режима становится все более сложной задачей, поэтому управление режимом работы котла передается на электронные управляющие системы.

Работа котла при переменных нагрузках требует знания рабочего диапазона нагрузок, в котором каждый котел может работать надежно и длительно с заданной экономичностью.

Расчетная номинальная нагрузка DНОМявляется максимальной, которую может длительно нести паровой котел с заданным КПД. Превышение ее ведет к снижению КПД, росту напряжений в металле, более опасному для барабана и коллекторов перегревателя, и при определенных условиях может вызвать аварийный останов котла.



Рис. 7.1. Режимная карта барабанного парового котла

Каждый котел имеет допустимую минимальную нагрузку DМИН, ниже которой работать нельзя. Нижний предел допустимой устойчивой нагрузки определяется устойчивостью процесса горения топлива, надежностью работы экранных поверхностей топочной камеры.

По устойчивости горения топлива природный газ и мазут практически не имеют ограничений. Реакционные топлива с большим выходом летучих веществ при твердом шлакоудалении обеспечивают устойчивое горение факела до нагрузки 40…50% DНОМ, остальные топлива (антрациты, тощие угли) - до 50…60% DНОМ. При жидком шлакоудалении ограничение связано с поддержанием жидкотекучего состояния шлака. В этом случае минимальная нагрузка определяется температурой плавления шлаков и конструкцией камеры горения и составляет обычно 60…75% DНОМ, часто с подсветкой, т.е. сжиганием в отдельных горелках небольшого количества (8…10% по тепловыделению) мазута или природного газа для гарантии против застывания шлаков.

Надежность работы экранных поверхностей при наличии естественной циркуляции зависит от появления застоя и опрокидывания циркуляции в отдельных неудачных по конструкции или условиям обогрева контурах и по испытаниям обеспечивается до нагрузки 30…50% DНОМ. В прямоточных паровых котлах минимальная нагрузка определяется уровнем массовой скорости wР= 500…600 кг/(м2· с), обеспечивающей допустимую температуру металла поверхности в зоне ядра факела, что отвечает DМИН= 30% DНОМ. Применением рециркуляции рабочей среды в экранах топочной камеры можно снизить DМИНдо 10…15% DНОМ.

В период прохождения максимума нагрузки энергосистемы допускается режим перегрузки энергоблоков примерно на 5% номинальной мощности. Возможность перегрузки заложена в конструкции котла и турбины, однако экономические показатели в условиях перегрузки снижаются. Ограничения перегрузки парового котла связаны с ростом давления пара в коллекторах пароперегревателя, ростом температуры металла поверхностей нагрева, а при сжигании твердого топлива - дополнительно со шлакованием поверхностей в горизонтальном газоходе котла.

Работа парового котла на пониженных нагрузках может происходить при постоянном или переменном (скользящем) давлении перегретого пара перед турбиной (рис. 7.2, а) при сохранении номинальной температуры пара.



Рис. 7.2. Изменение параметров пара и экономичности блока при работе на скользящем давлении: а - изменение давления перед турбиной; б - изменение КПД энергоблока; индексы н - при номинальном давлении (2), х - при скользящем давлении (1)

В первом случае снижение нагрузки обеспечивается изменением расхода пара за счет включения дроссельного или соплового регулирования, т.е. дросселированием пара перед турбиной, что связано со снижением экономичности. Выгоднее держать полностью открытыми все регулирующие органы по тракту пара от котла, включая регулирующие клапаны турбины, а уменьшение нагрузки обеспечивать снижением начального давления, воздействуя только на расход топлива в горелки котла.

С учетом отсутствия потерь на перераспределение пара в регулирующей ступени, увеличения скорости пара в ступенях за счет роста объема пара КПД проточной части цилиндра высокого давления турбины в режиме скользящего давления при пониженных нагрузках становится выше, и снижение экономичности блока в целом замедляется (рис. 7.2, б). Применение скользящего давления рекомендуется при нагрузках ниже 0,75…0,80 NНОМ.

Сравнение режимов работы со скользящим и постоянным давлением на блоках 300 МВт показало, что при мощности блока 150 МВт выигрыш в удельном расходе топлива на блок при скользящем давлении составляет 11…13 г/(кВт·ч) (3,1…3,7%). Кроме того, при таком режиме работы снижаются также затраты энергии на питательные насосы, повышается надежность работы поверхностей котла за счет уменьшения механических напряжений металла. Однако перевод котла на режим скользящего давления требует обязательной проверки его на устойчивость гидродинамических характеристик пароводяного тракта котла и отсутствие перегрева металла. Это особенно важно для котлов, работающих на сверхкритическом давлении, для которых работа панелей топочных экранов на докритическом давлении не всегда допустима (появление пульсаций среды, неравномерность раздачи двухфазной среды по трубам).

Вопросы для проверки:

1.Что является основной задачей эксплуатации котлов .

2. Какой режим работы котла называется стационарным.

3.Как влияет работа котла на скользящих параметрах на экономичность.