**Теоретические аспекты теплотехнических испытаний котлоагрегатов**

**1.1 Цели и задачи испытаний**

Теплотехнические испытания котлов делят на три категории сложности в зависимости от их назначения:

к I категории сложности относят приемосдаточные испытания, при которых проверяют характеристики котла, гарантируемые заводом-поставщиком.

Ко II категории сложности относят эксплуатационные (балансовые) испытания котлов: вновь вводимых в эксплуатацию; капитально отремонтированных или реконструированных; переводимых на газовое топливо; эксплуатируемых при систематическом отклонении параметров от нормативных.

К III категории сложности относят режимно-наладочные и доводочные испытания котлов (в том числе после их капитального ремонта), проводимые с целью наладки режима их работы. Испытания, проводимые по II и III категориям сложности, различаются числом опытов и точностью измеряемых контролируемых параметров,

В задачи балансовых испытаний входит определение: отдельных составляющих теплового баланса; причин превышения потерь теплоты над расчетными значениями (и разработка рекомендаций по их уменьшению); характеристик газового и воздушного трактов; экономических показателей работы котла при номинальной, минимальной и двух-трех промежуточных производительностях; основных составляющих расходов теплоты на собственные нужды; прогрессивных норм удельных расходов топлива; оптимальных режимов работы оборудования.

В задачи режимно-наладочных испытаний входит определение: оптимального режима горения; оптимальных значений коэффициента избытка воздуха и подачи первичного и вторичного воздуха; распределение газа и воздуха по горелкам; минимально устойчивых и максимально возможных нагрузок котла; основных потерь теплоты при различных нагрузках; составление режимных карт работы котлов; выдача рекомендаций по улучшению работы котельной.

Режимно-наладочные испытания, а также балансовые испытания в котельных, если к ним не предъявляются повышенные требования, проводят по III категории точности, при которых допускаются отклонения кпд до ± 2-3,5%.

Режимно-наладочные работы должны проводиться не реже 1 раза в 3 года. При стабильной работе котлов в соответствии с режимными картами сроки планового проведения работ могут быть продлены по согласованию с местным органом госгазнадзора.

Внеплановые режимно-наладочные работы производятся: после капитального ремонта; после внесения конструктивных измерений, влияющих на эффективность использования газа; при систематических отклонениях работы котла от требований режимных карт; при изменении вида и характеристик топлива.

Состав бригады комплектуют в зависимости от сложности и особенностей компоновки испытываемого оборудования. Руководство работами поручают наиболее квалифицированному работнику, допущенному к этой работе приказом. Число наблюдателей определяют исходя из наличия приборов, их взаимного расположения и периодичности записей. Один наблюдатель должен снимать показания не более трех-пяти приборов, размещенных на одном щите или в одном помещении. Записи расхода пара, питательной воды и газа следует производить через каждые 2 мин, температуры и давления пара, температуры воды - через 5 мин, остальных параметров - через 10 мин. Снятие показаний во время опыта все наблюдатели должны начинать одновременно и вести их в определенной последовательности.

Определение пределов устойчивой работы горелок, если на котле установлено несколько горелок, должна выполнять бригада в составе трех человек, не считая наблюдателей, из которых двое заняты регулированием испытываемой горелки и наблюдением за ее работой, а третий следит за работой остальных горелок.

Руководитель испытаний освобождается от наблюдения за приборами и должен в период испытаний руководить работой лаборантов и наблюдателей, контролировать работу котла. Он ведет журнал, куда вносит сведения, об установленных режимах, производимых переключениях, а также данные наблюдений за работой горелок, топки, вспомогательного оборудования.

Все виды испытаний включают в качестве необходимых этапов: ознакомление с технической документацией и компоновкой оборудования, данными эксплуатации, наружный и внутренний осмотр установки для выявления дефектов монтажа и эксплуатации, разработку перечня и проведение подготовительных работ и подготовку средств измерений; составление бланков и ведомостей наблюдений; тренировку наблюдателей проведением серии измерений для достижения правильности и необходимой частоты записей.

До начала испытаний руководитель составляет программу, включающую перечень и сроки проведения экспериментальных режимов и требования в части соблюдения параметров испытываемого оборудования. Программа должна быть согласована с ответственным за газовое хозяйство, местным органом госгазнадзора и утверждена главным инженером заказчика.

При выборе времени проведения работ учитывают возможность обеспечения желаемого диапазона регулирования производительности испытываемого котла и надежности паро- и теплоснабжения потребителей.

На основании утвержденной программы персонал котельной по указанию руководителя испытаний устанавливает необходимый режим работы котла.

Заказчик может сопоставить фактическую численность наладочной бригады и ее квалификацию с численным составом, необходимым для качественного проведения измерений и потребовать в необходимых случаях от руководства наладочной организации доукомплектации бригады. В процессе проведения работ заказчик должен знакомиться с соответствием утвержденной местным органом госгазнадзора методике объема и порядка проведения опытов, качества и полноты режимных карт, содержания отчета.

Обследование котельной. Для определения фактического состояния оборудования, соответствия его проектным данным, выявления дефектов проекта и монтажа, которые должны быть устранены, до начала испытаний проводят обследование котельной. Обследование включает; внешний и внутренний осмотр топок и газоходов, осмотр газовых горелок; осмотр и проверку действия запорных и регулирующих органов; проверку комплектности и состояния средств измерений и схем автоматического регулирования; осмотр тягодутьевых машин и вспомогательного оборудования. При обследовании выявляют характеристики оборудования по данным технической документации или прямым обмером, соответствие его проектной документации и фактической теплопроизводительности котельной, целесообразность замены дефектного и морально устаревшего оборудования, соответствие мощности горелок производительности котлов.

При осмотре и обмере воздуховодов и газоходов выявляют завалы, неплотности, чрезмерные местные сопротивления. При осмотре тягодутьевых машин и электродвигателей к ним проверяют: состояние шиберов, направляющих аппаратов, запорно-регулирующих органов, плотность их закрытия и легкость хода; наличие фиксаторов положения и указателей перемещения, исправность дистанционного управления; правильность расположения направляющих лопаток по отношению к выходному патрубку; уплотнение зазора между валом и кожухом; прочность крепления подшипников и наличие тавотниц для их смазки, поступление воды на охлаждение подшипников дымососов; правильность установки ограждений валов и муфт; наличие заземления электродвигателей; наличие штуцеров для измерения давления перед машиной и за ней.

Очень важными для нормальной работы тягодутьевых машин операциями являются выверка и центровка вала и балансировка ротора. Работы эти должны выполняться соответствующими специалистами с большой тщательностью и требуют определенного опыта исполнителей. Для уменьшения шума при работе машин должны быть предусмотрены компенсаторы или гибкие переходы от воздуховодов к вентиляторам, резиновые подкладки под машину и электродвигатель и др.

Особое внимание уделяют мерам по обеспечению плотности закрытия шиберов на существующих обводных газоходах экономайзеров, дымососов, на воздуховодах и газоходах котлов при групповых компоновках тягодутьевых машин. Выявляют неплотности топки и газоходов, причинами которых могут явиться эксплуатационные упущения, дефекты заводского изготовления оборудования и монтажа.

Неплотности в обмуровке работающего или отключенного (предварительно хорошо провентилированного) котла можно определить по отклонению горящего факела. При проверке создают повышенное разрежение в газоходах. Затем подносят горящий факел к различным частям обмуровки и наблюдают за его положением. При наличии неплотности факел отклоняется в направлении места присоса.

Если на котле установлен дутьевой вентилятор, неплотности выявляют путем подачи воздуха в горелки при закрытом шибере за котлом. Места неплотности определяют по шуму выходящего воздуха, с помощью мыльной эмульсии или по белым полосам, которые обозначат неплотности, если в вентилятор забросить мел.

Во время осмотра топки обращают внимание на целостность кладки внутренних стенок, наличие перегородок, защитных обмазок и стенок, состояние устройств стабилизации пламени, температурных швов, теплоизолирующего покрытия барабана, качества уплотнения лаза.

Проверяют целостность котельных поверхностей, барабанов, наличие загрязнений на поверхностях. Целью осмотра и обмера горелок является сопоставление действительных размеров с проектными и паспортными данными. При этом производят проверку газовыходных отверстий (диаметр, число, ориентация) и элементов воздухонаправляющего аппарата, измеряют туннели горелок (диаметр, длина, угол раскрытия), выявляют неплотности в кладке туннелей, трещины, шероховатости. Осматривают передвижные механизмы горелок (поворотные лопатки, языковые шиберы) для определения легкости перемещения и наличия указателей перемещения. Проточная часть горелок не должна иметь обгоревших и покоробленных деталей, загрязнения должны отсутствовать. В случаях, когда отклонение числа Воббе применяемого газа от расчетного превышает допускаемые значения или имеются ограничения в производительности котла, следует обратиться в местный орган госгазнадзора для определения другого типоразмера или марки горелки и получить технические условия на ее установку. По результатам обследования руководитель группы наладчиков совместно с представителем заказчика составляет ведомость дефектов, в которой указаны: выявленные дефекты, меры по их ликвидации, ответственный за работы и сроки их выполнения.

Эксплуатационный персонал котельной при подготовке к теплотехническим испытаниям с целью ускорения и повышения эффективности работ обязан выявить и устранить наиболее часто встречающиеся эксплуатационные дефекты, основными из которых являются:

- открытые патрубки для присоединения средств измерений;

- неплотное вследствие деформации или отсутствия уплотнительных прокладок прилегание гарнитуры;

- неудовлетворительное состояние и неплотное закрытие шиберов и заслонок; большие зазоры в местах прохода вала через кожух дымососа;

- неплотности взрывных клапанов, отсутствие или недостаточный слой песка в песочных затворах;

- трещины в обмуровке котла и водяного экономайзера, оплавление огнеупорных защитных стенок, обрушение обмазки барабанов; неудовлетворительное уплотнение мест прохода коллекторов, барабанов, труб, металлических коробов через обмуровку;

- низкое качество тепловой изоляции, изготовления и монтажа лазов, лючков, гляделок;

- нарушение плотности прокладок между фланцами металлических коробов, экономайзерных труб;Объем и организация измерений. Измерения, проводимые при теплотехнических испытаниях котлов, должны быть достаточны для определения следующих показателей: максимальной и минимальной производительности котла в его вспомогательного оборудования; расходных характеристик горелок в диапазоне регулирования их тепловой мощности; оптимальных коэффициентов избытка воздуха; потерь теплоты и кпд; потерь давления в газовоздушных трактах и показателей работы тягодутьевых машин.

Независимо от того, предназначены ли средства измерений для постоянной эксплуатации или они применяются во время проведения испытаний, необходимо соблюдать условия их установки, правила выполнения измерений и контроля показаний, изложенные в инструкциях по использованию соответствующих средств измерений.

Выбирая место расположения первичных преобразователей (датчиков) и измерительных приборов, следует учитывать доступность и удобство пользования ими. Наиболее желательным является выполнение измерений с дистанционной передачей показаний.

В период проведения испытаний возрастает вероятность утечек газа в связи с временной установкой дополнительных средств измерений. Утечки могут явиться следствием недостаточной внимательности, например, к жидкостным манометрам. Резкие повышения давления могут привести к выбросу рабочей жидкости и свободному выходу газа через прибор. Утечки могут возникнуть через неплотности резиновых соединительных трубок, в местах отбора проб газа и т.п.

Длительность опыта зависит от его назначения. Проведение балансовых опытов следует начинать через 1,5-2 ч после установления стабильного режима. При этом число наблюдений величин, необходимых для составления теплового баланса котла, при указанной выше частоте записей составляет не менее 10, что считается достаточным для получения представительных данных. Показания приборов записывают в журналы наблюдений, которые выдают каждому наблюдателю. Форма журнала зависит от числа и вида наблюдаемых параметров.

Стабилизация режима работы котла в период проведения опыта обеспечивается подачей в топку определенного количества топлива и воздуха при постоянстве параметров питательной воды или пара на выходе из котла.

В качестве определяющих параметров стабилизации топочного режима при постоянстве числа работающих горелок, их настройки и состава газа служат значения давлений газа и воздуха (степень открытия воздушно-регулировочных устройств) перед горелками, а также разрежения в топке. Использование паромера для контроля режима работы нежелательно в связи с инерционностью его показаний и возможными колебаниями давления пара.

Длительность переходного режима зависит от ряда факторов, из которых основными являются: конструкция котла, эксплуатационное состояние оборудования, первоначальная производительность и размер сброса или подъема производительности. Длительность переходного режима целесообразно устанавливать экспериментально, причем начало нового режима характеризуется стабилизацией температуры отходящих газов за последней теплообмен ной поверхностью котла.

Поскольку инерционность протекающих процессов при перестройке режима работы котла различна, то выполнение измерений для составления теплового баланса (балансовых опытов) в переходный период недопустимо. Периоды стабилизации, мин (примерно): состав отходящих газов - 1; температура отходящих газов при изменении б на 5% - 15, при изменении производительности на 25% - 30 (за паровым котлом) и 60 за (водогрейным).

Продолжительность режимно-наладочных (прикидочных) опытов связана со стабилизацией только проверяемого параметра и может быть принята равной 30-45 мин.