

Содержание

1. Цели и задачи испытаний
2. Проведение испытаний
3. Балансовые испытания
4. Экспресс-метод испытаний
5. Литература

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.

К 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.

Максимально допустимые отклонения показателей работы котла в опыте от номинального значения при испытаниях с целью определения его теплотехнических характеристик не должны превышать, %

Показатель	II категория	III категория
Паропроизводительность, т/ч:		
51 до 200	±6	
до 50 т/ч включительно	+15	
Температура пара (до 440 °С), °С	+10—15	
Температура питательной воды, горячего воздуха, газов, °С	±3	±5
Избыток воздуха перед котельным пучком для котлов с уравновешенной тягой	+4	+7
Избыток воздуха в топках с наддувом	±1—1,5	

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 изменений, 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.

Каждый прибор типа ГХП обслуживает отдельный лаборант, а на хроматографическом газоанализаторе (включая отбор проб газа) должен работать специально подготовленный техник. Наблюдателям во время испытаний нельзя поручать каких-либо дополнительных обязанностей.

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 воздухопроводов и газоходов выявляют завалы, неплотности, чрезмерные местные сопротивления. При осмотре тягодутьевых машин и электродвигателей к ним проверяют: состояние шибберов, 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 воздухопроводов к вентиляторам, резиновые подкладки под машину и электродвигатель и др.

Особое внимание уделяют мерам по обеспечению плотности закрытия шибберов 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 элемент-ов 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;
- обрушение или низкое качество выполнения туннелей и щелей, деформация газовых коллекторов, несоответствие диаметров газовойходных отверстий расчетным или их загрязнение, обгорание или загрязнение воздухонаправляющих устройств, нарушение плотности покрытия пода;
- дефекты сварки и разрывы компенсаторов на металлических газоходах и воздуховодах;
- низкое качество тепловой изоляции, изготовления и монтажа лазов, лючков, гляделок;
- нарушение плотности прокладок между фланцами металлических коробов, экономайзерных труб;

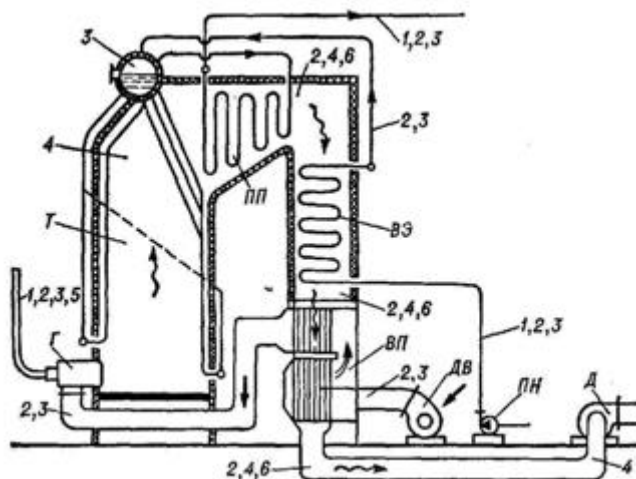


Рис.1 Схема расположения точек измерения контролируемых параметров.

Г — газовая горелка; *Т* — топка; *ПП* — пароперегреватель; *ВЭ* — экономайзер; *ВП* — воздухоподогреватель; *ПН* — питательный насос; *ДВ* — дутьевой вентилятор; *Д* — дымосос; — расход", 2 — температура; 3 — давление; 4- разрежение; 5 — состав газового топлива; 6 — состав отходящих газов.

- наличие конденсата и грунтовых вод в газоходах и воздуховодах.

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 газоздушных трактах и показателей работы тягодутьевых машин.

Схема теплотехнических измерений (мест измерений) приведена на рис. 1

Средства измерений должны быть снабжены необходимыми градуировочными данными, а подлежащие периодической поверке должны

иметь соответствующие клейма. Ответственность за подбор и готовность средств измерений возлагается на руководителя испытаний на объекте.

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-регулирующих 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 теплообменной 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 α 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. Продолжительность опытов, проводимых на стабильной нагрузке для определения оптимального коэффициента избытка воздуха в отходящих газах, при использовании прибора для определения химической неполноты сгорания, соответствует затратам времени на выполнение двух-трех анализов проб отходящих газов.

2. Проведение испытаний

Испытания проводят в определенной последовательности: сначала выполняют тарировку сечений газоходов и воздухопроводов для правильной установки измерительных устройств, затем получают "фотографию" работы котла, определяют присосы воздуха в газоходы и топку, проводят прикидочные опыты для определения оптимального избытка воздуха, испытания горелок, водяных экономайзеров и тягодутьевых машин, балансовые опыты (при оптимальных режимных условиях). При эксплуатационных испытаниях некоторые из поставленных задач решают комплексно, что удешевляет и упрощает экспериментальную часть работ, но увеличивает число одновременно организуемых- измерений.

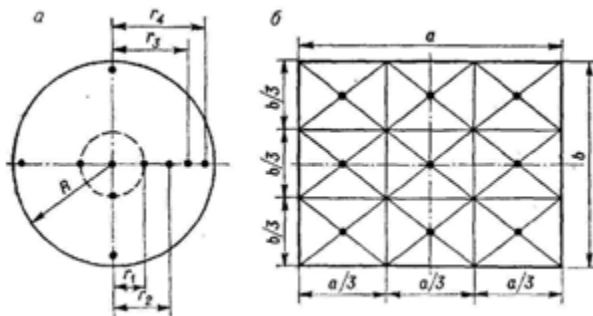


Рис.2 Разбивка круглого (а) и прямоугольного (б) сечений канала на равновеликие площади.

Тарировка сечений газоходов и воздухопроводов. Поля температур, скоростей и состава газов в данном сечении газохода (воздуховода) являются, как правило, неоднородными. Степень неоднородности зависит от различных условий и не может быть установлена расчетным путем. Пренебрежение указанной особенностью полей недопустимо, так как данные измерений в случайных точках могут оказаться непредставительными и привести к значительным погрешностям. Для их уменьшения места

размещения термопар, газоотборных и пневмометрических трубок следует выбирать на максимально возможном удалении от местных сопротивлений, в зонах отсутствия присосов воздуха и активного теплообмена. Оценку неоднородности поля в различных сечениях газоходов (воздуховодов) для выбора наиболее оптимального из них производят тарировкой нескольких сечений. Сечения газоходов за дымососами в связи с хорошим перемешиванием потока в направляющих аппаратах и улитках не тарируют.

Каналы круглого сечения с внутренним радиусом R разбивают на ряд концентрических колец (рис. 2). Измерения при этом производят в каждом из колец в четырех точках на окружности, делящей кольцо на две равновеликие части. Расстояние от точки в каждом кольце до центра канала

$$r_n = R \sqrt{(2n - 1)/(2a)},$$

где n — порядковый номер кольца от центра; a — число колец; для каналов диаметром 150—300 мм о рекомендуется принимать равным 3—5, а диаметром 350—1000 мм — 6—16.

Сечения в прямоугольных каналах разбивают на равнопели-кие участки посредством нанесения сетки взаимно перпендикулярных прямых. Для каналов площадью сечения до 0,35 м² принимают не менее 16 площадок, а при большей площади сечения число площадок выбирают таким, чтобы каждая из них была с длиной стороны не более 150—200 мм. При обработке данных тарировки значение измеряемой величины для канала (x) рассчитывают как среднее арифметическое из значений, измеренных передвижным датчиком в центрах равновеликих участков прямоугольного сечения или в четырех точках на кольцевых площадках круглого сечения.

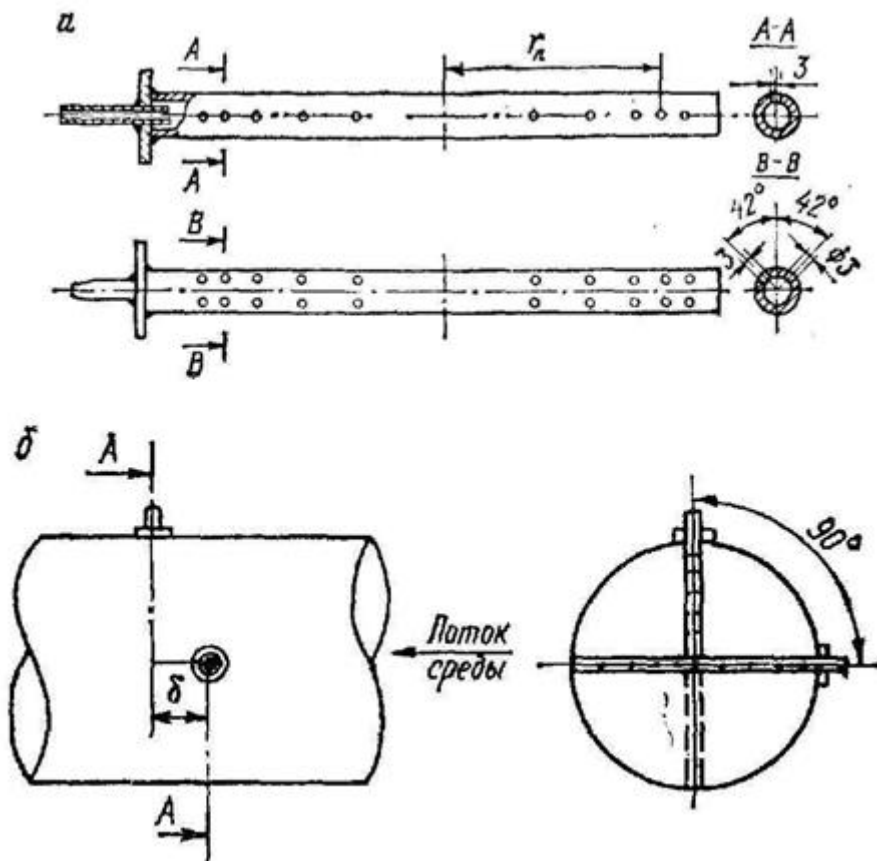


Рис. 3. Интегральные трубки для измерения динамического давления среды в круглом сечении.

a — устройство трубки; *б* — схема установки трубок.

Полученный результат сравнивают со значением указанной величины в контрольной точке сечения (x), измеренной стационарным датчиком, установленным в контрольной точке. Этим же датчиком систематически контролируют постоянство режима. Режим считается стационарным, если колебания значений измеряемой величины в контрольной точке (на пересечении осей симметрии сечения) не выходят за пределы погрешности измерения.

Поправочный коэффициент (коэффициент поля) к показаниям в контрольной точке $k = x/x_k$. Среднее значение величины в рассматриваемом сечении с учетом коэффициента поля рассчитывают как $x = kx_k$, где x_k — значение величины в контрольной точке в период последующих измерений.

Для подтверждения постоянства поправочных коэффициентов в исследуемом диапазоне производительности следует производить тарировку поля при наибольшей и наименьшей производительности оборудования. Поле концентрации считается однородным, если коэффициент поля равен $1 \pm 0,05$, а поля температуры и скорости $1 \pm 0,1$.

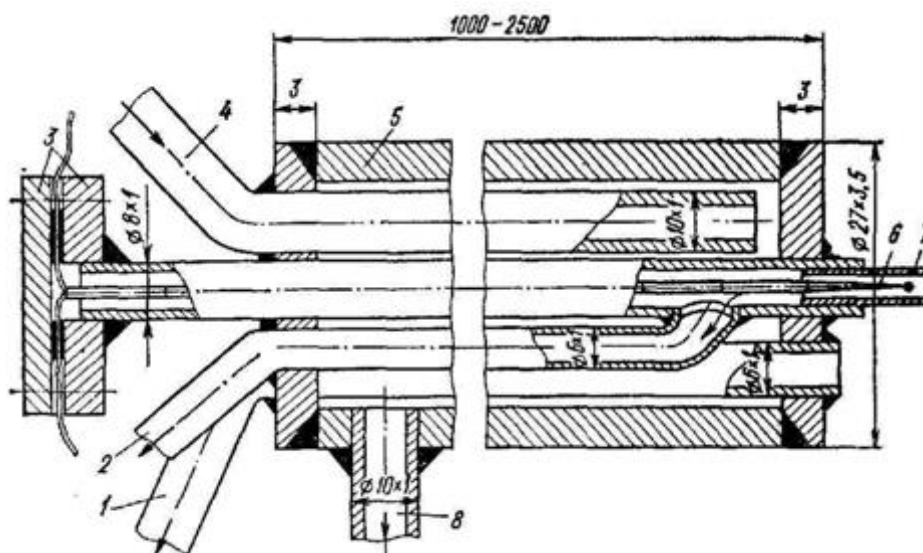


Рис. 4. Водоохлаждаемая газозаборная трубка-термопара.

1 — отбор газов для анализа; 5 — отсос газа; 3 — изолирующий фланец; 4 — подача охлаждающей воды; 5 — кожух; 6 — термопара; 7 — огнеупорный защитный экран; 8 — отвод охлаждающей воды.

В связи с большой трудоемкостью тарировки целесообразно устанавливать на воздуховодах и газоходах две стационарные интегральные трубки. Одна из трубок, имеющая один ряд отверстий, воспринимает полное давление, другая, имеющая два ряда, — статическое давление. Способ установки интегральных трубок в круглом коробе показан на рис. 3. Расстояние между трубками принимается равным 2—3 диаметрам трубки. Распределение отверстий по длине трубки производится аналогично разбивке каналов для тарировки сечений (рис. 2).

Учитывая регулярность наладочных работ и проверок эффективности сжигания газа в котлах, следует рекомендовать установку стационарных

трубок с завинчивающимися колпачками для отбора проб продуктов сгорания, измерения разрежения (давления) в газоходах и лючков под пневмометрические трубки.

Для измерения температуры продуктов сгорания, превышающей 500 С, следует применять водоохлаждаемые экранированные отсосные трубки-термопары (рис. 4). Отсос газов осуществляется с помощью малогабаритного переносного эжектора (рис. 5).

Определение оптимального коэффициента избытка воздуха. Одной из задач испытаний является определение оптимального коэффициента избытка воздуха за котлом, соответствующего максимальному значению КПД брутто, при производительности 100, 75, 50 и 25 % от номинальной. В каждом из этих режимов определяют не менее четырех значений k , по которым ведется контроль топочного режима: минимальный, максимальный и два промежуточных. В процессе опыта определяют исчезновение продуктов химической неполноты сгорания при наименьшем значении a_k .

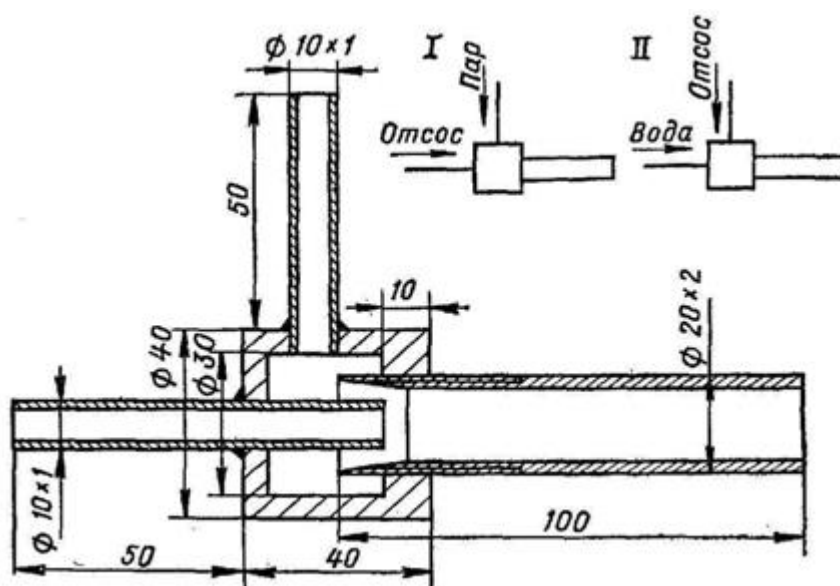


Рис. 5. Малогабаритный пароводоструйный эжектор.

Как правило, для котлов, работающих на газе, оптимальный коэффициент избытка воздуха очень близок к критическому, т. е. $\alpha_{\text{опт}} \approx \alpha_{\text{кр}}$. Отклонение коэффициента избытка воздуха от критического в сторону

уменьшения вызывает снижение КПД, главным образом за счет химической неполноты сгорания. Если α_k больше $\alpha_{кр}$, то КПД характеризуется размером потерь с отходящими газами q_2 .

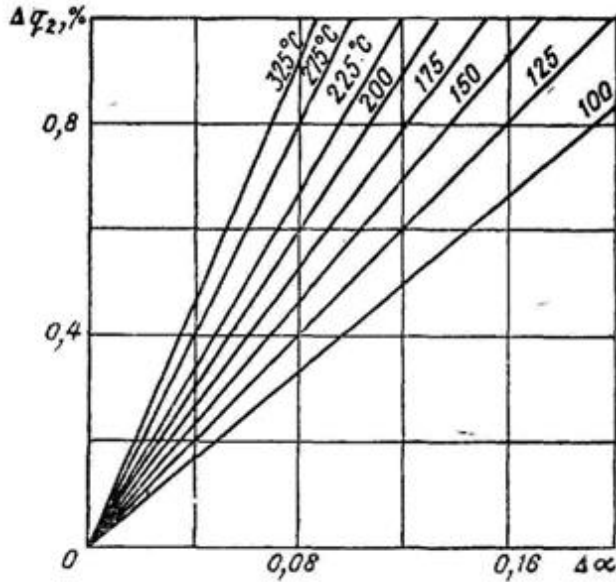


Рис. 6 . Зависимость дополнительных потерь теплоты с отходящими газами от коэффициента избытка воздуха и разности температур $t_{o.g.} - t_{x.n.}$.

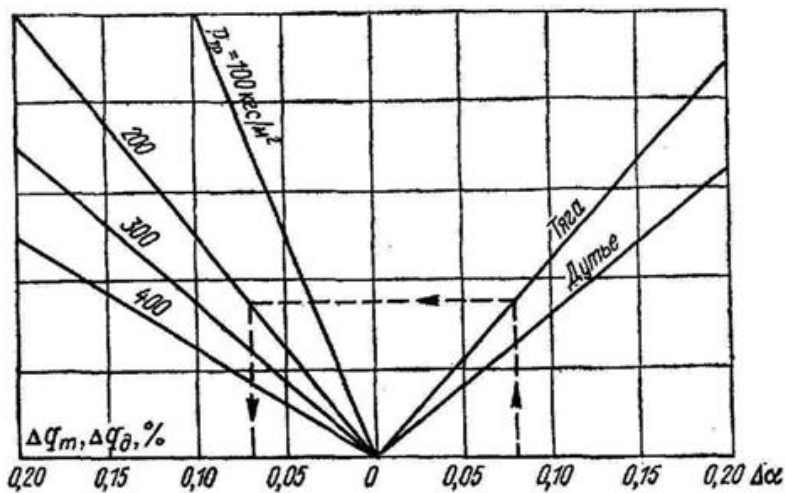


Рис. 7. Номограмма для определения дополнительных затрат электроэнергии на тягодутьевые машины (в процентах от расхода газа).

При заданном давлении воздуха перед горелками в течение 20—30 мин проводят три-четыре анализа состава отходящих газов за котлом и отбирают пробы газов для определения продуктов неполного сгорания. При отсутствии в продуктах сгорания H_2 , CO и CH_4 постепенно уменьшают давление воздуха перед горелками, с тем чтобы α уменьшился не более чем на 0,05. Если в первой пробе обнаруживают недожог, то постепенно увеличивают давление воздуха до полного исчезновения продуктов неполного сгорания.

На основании полученных данных определяют значения химической неполноты сгорания и соответствующих коэффициентов избытка воздуха, по которым строят зависимость $q_3 = f(\alpha)$ для различной производительности котла (рис 8).

По этим графикам устанавливают минимальное значение коэффициента избытка воздуха и минимальное значение давления воздуха перед горелками. Учитывая, что в эксплуатационных условиях возможны колебания давления и теплоты сгорания газа, давление воздуха перед горелками принимают на

5 % выше во всем диапазоне регулирования, чем минимально возможное значение. При уменьшении производительности котла значение α , соответствующее исчезновению продуктов сгорания, несколько возрастает.

При проведении опытов на котлах, оборудованных инжекционными горелками, вместо давления воздуха перед горелками можно менять степень открытия воздушно-регулирующих заслонок. При наличии пропорционирующих устройств соотношения топливо—воздух их настраивают по описанной выше методике только при максимальной производительности котла.

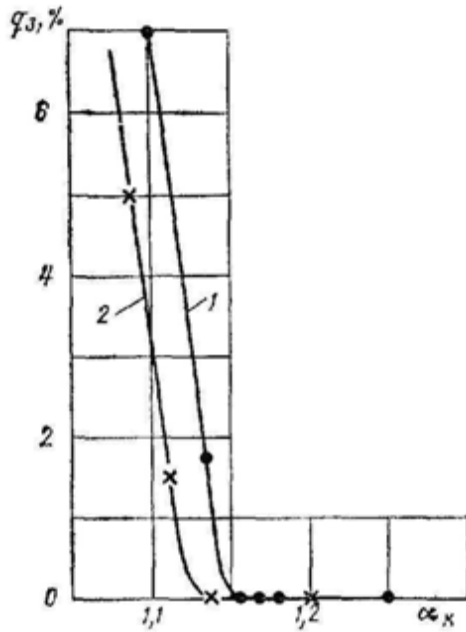


Рис. 8. Пример зависимости q_3 от теплопроизводительности и коэффициента избытка воздуха за котлам.

Очень важным является выбор минимального значения разрежения в топке, предотвращающего появление химической неполноты сгорания. Для этой цели устанавливают максимальную производительность котла при равномерной загрузке всех работающих горелок; воздухорегулирующие заслонки горелок должны быть открыты.

При заданном давлении газа перед горелками производят ступенчатое изменение разрежения в топке (не более чем на $0,5 \text{ кгс/м}^2$) и определяют состав отходящих газов за котлом, температуру газа и воздуха. Уменьшение или увеличение разрежения в топке производят до тех пор, пока соответственно не появятся или не исчезнут продукты неполного сгорания в отходящих газах. На основании полученных данных можно построить график зависимости $q_3 = f(\alpha)$, также график зависимости неполноты сгорания от разрежения в топке. Определение присосов воздуха в топке и газоходах. Значение коэффициента избытка воздуха за котлом складывается из коэффициента избытка воздуха в горелке и присосов воздуха в топку и

газовый тракт. Для обеспечения экономичной работы котла необходимо сжигание газа при оптимальном значении α_T и минимальном размере присосов воздуха. На отдельных участках газового тракта присос воздуха определяют как разность коэффициентов избытка воздуха перед рассматриваемым участком (элементом) тракта и за ним. Присосы не должны быть более (Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. М.: Энергия, 1973):

Топка с металлической обшивкой 0,05

То же, без металлической обшивки 0,08

Первый котельный пучок 0,05

Второй котельный пучок 0,10

Стальной водяной экономайзер 0,08

Чугунный водяной экономайзер:

с обшивкой 0,10

без обшивки 0,20 Воздухоподогреватель трубчатый на каждую ступень 0,05

Стальной газоход (на 10 м) 0,01

То же, кирпичный (на 10 м) 0,05

Присосы воздуха в топке, если на котле установлены горелки с принудительной подачей воздуха, можно определять экспресс-методом. При этом устанавливают следующие дополнительные приборы и приспособления: газоотборную трубку (в газоходе непосредственно за топкой), импульсную трубку для измерения разрежения над подом топки, пневмометрическую трубку для определения расхода воздуха.

Для котлов малой производительности расход воздуха может быть определен по гидравлическому сопротивлению участка воздуховода от выходного патрубка вентилятора до горелки. Имеющиеся на этом участке шиберы должны находиться в неизменном положении в течение всего опыта.

При больших потерях давления в горелке (например, ГМГм, ГА) постоянный расход воздуха поддерживают, исходя из перепада давления на

горелке, определяемого как разность давлений воздуха перед горелкой и у пода топки. Для этой цели тягонапоромер подключают "плюсом" к импульсу давления воздуха перед горелкой (за регулирующим прибором по ходу потока) и "минусом" к импульсной трубке разрежения у пода.

Присос воздуха по экспресс-методу ОРГРЭС определяют так:

- устанавливают производительность котла в пределах 80—90 % от номинальной;

- коэффициент α за топкой путем изменения подачи воздуха на горение увеличивают до 1,3 при разрежении в верхней части топки 2—3 кгс/м²;

- определяют состав отходящих газов, разрежение в верхней части топки и у пода, гидравлическое сопротивление участка воздуховода или горелки (или расхода воздуха) и давление газа перед горелкой (три-четыре наблюдения за 5—10 мин);

- регулированием разрежения в топке создают противодействие, достигающее у пода 1—1,5 кгс/м²;

- при неизменном давлении газа перед горелкой регулированием подачи воздуха на горение гидравлическое сопротивление участка воздуховода (перепад давления на горелке, перепад давления на пневмометрической трубке) устанавливают равным отмеченному в предыдущих наблюдениях;

- производят измерения указанных показателей (три-четыре наблюдения за 5—10 мин).

После завершения измерений восстанавливают нормальный эксплуатационный режим работы котла.

Коэффициент избытка воздуха за топкой, определенный при наличии противодействия в ней, принимают равным α_r . Присос воздуха в топку определяют как разность α при рабочем разрежении и противодействии в топке. Для топок, оборудованных инжекционными горелками среднего давления, присос воздуха в топку можно оценить по известному значению α_r .

Ориентировочно при тепловой мощности горелок, близкой к номинальной, и разрежении в топке 2—3 кгс/м² значение α_r может быть принято равным 1,05.

3. Балансовые испытания

Балансовые испытания производят при стабилизированном режиме работы котла. Параметры работы котла (давление пара в барабане и паропроводе, температура пара, питательной или сетевой воды) должны поддерживаться на уровне проектных или допускаемых инструкциями завода-изготовителя и указаниями инспектирующих организаций. Должны быть также предусмотрены меры, предотвращающие подачу на горение воздуха при температурах, вызывающих обмерзание воздухопроводов, и отвод отходящих газов при температурах, вызывающих активную конденсацию водяных паров в газоходах.

Во избежание существенного изменения состояния поверхностей нагрева, что затрудняет анализ экспериментальных данных, балансовые испытания проводят в ограниченные сроки (5—10 дней). Теплота сгорания газа, сжигаемого в период проведения серии опытов, не должна отклоняться более чем на $\pm 3\%$ от средней (для данного района). Опыты, проведенные при более значительных отклонениях Q_H , из рассмотрения исключаются. При сжигании газа в котлах с инжекционными горелками следует учитывать опыты, при которых колебания числа Воббе не превышали допустимых пределов. На каждой производительности в диапазоне от минимальной до максимальной следует проводить не менее четырех основных и контрольный опыты. Контрольный опыт выполняется вслед за основным с разрывом не менее суток, причем при организации контрольного опыта обязательно проводится настройка и стабилизация режима заново. Результаты основных и контрольного опытов считаются совпадающими, если значения основных показателей отличаются не более, чем рекомендовано выше, а $\eta_{б.р.}$ не выходит за пределы погрешности, допускаемой методикой для соответствующего класса точности. При более существенных отклонениях

данные контрольного опыта анализируют для выявления причин отклонений, а опыт повторяют.

4. Экспресс-метод испытаний

Для проведения режимно-наладочных работ в газифицированных котельных может быть рекомендован экспресс-метод, позволяющий существенно сократить общую продолжительность испытаний при обеспечении необходимого качества работ. Для испытаний по экспресс-методу составляют специальную программу, определяющую последовательность и продолжительность экспериментальных режимов. Такие испытания проводятся при наличии в котельной нескольких котлов, что позволяет соблюдать режим работы данного котла исключительно в интересах эксперимента. Экспресс-метод может быть применен для оценки качества ремонта или модернизации оборудования, выявления влияния определяющих факторов на показатели работы котла. Он позволяет проводить опыты с колебаниями измеряемых величин в пределах $\pm 3-4\%$.

Экспресс-испытания проводятся в такой последовательности:

- первичное обследование котла для установления плотности топки и газоходов;
- ориентировочное определение расходной характеристики горелок по газу и воздуху;
- оценка пределов регулирования и показателей экономичности;
- устранение отмеченных при обследовании дефектов и ориентировочный расчет давления газа и воздуха перед горелками для планируемых значений производительности;
- уточнение рабочей программы и проведение опытов.

Продолжительность испытаний по экспресс-методу может не превышать 5 рабочих дней.

Литература

1. В.И. Трёмбовля, Е.Д. Фингер, А.А. Авдеева. Теплотехнические испытания котельных установок. М.: Энергия, 1977.
2. Л.Я. Порецкий, Р.Р. Рыбаков, Е.Б. Столпнер, О.А. Тасс, И.А. Шур. Справочник эксплуатационника газифицированных котельных Л.: Недра, 1988.