ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

КОТЛЫ ПАРОВЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

ОСТ 108.030.132—80

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ указанием Министерства энергетического машиностроения от 22.04.80 № ЮК-002/3277

ИСПОЛНИТЕЛЬ — **НПО ЦКТИ:** **Н. В. ГОЛОВАНОВ,**
В. С. НАЗАРЕНКО,
Г. З. ФАКТОРОВИЧ

СОГЛАСОВАН с Главным техническим управлением по эксплуатации энергосистем Министерства энергетики и электрификации СССР

Начальник Главного технического управления **В. И. ГОРИН**

© Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И. И. Ползунова (НПО ЦКТИ), 1980.

УДК 621.18.001.4 Группа Е21

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

КОТЛЫ ПАРОВЫЕ СТАЦИОНАРНЫЕ

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

ОСТ 108.030.132—80

Вводится впервые

Указанием Министерства энергетического машиностроения от 22.04.80 № ЮК-002/3277 срок действия

с 01.01.81

до 01.01.86

Настоящий стандарт распространяется на стационарные паровые котлы с абсолютным давлением от 0,9 до 25,0 МПа (от 9 до 255 кгс/см^2).

Стандарт не распространяется на котлы локомобильных установок, водогрейные и пароводогрейные котлы, котлы-утилизаторы, энерготехнологические котлы, а также другие котлы специального назначения.

Стандарт устанавливает метод проведения испытаний котлов в стационарных режимах с целью проверки следующих показателей:

экономичности — теплового коэффициента полезного действия (КПД) брутто;

паропроизводительности;

параметров пара (давления и температуры).

Методы испытаний дополнительных величин, включая определение вредных выбросов в атмосферу, устанавливаются отдельно.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ КОТЛА

1.1. Общие положения

1.1.1. Коэффициент полезного действия брутто — показатель, характеризующий экономичность работы котла, — определяется прямым и обратным методами на номинальных паропроизводительности и параметрах пара.

1.1.2. Прямой метод определения КПД брутто применяется в том случае, если имеется возможность непосредственно с достаточной степенью точности измерить расход топлива, и заключается в определении количества тепла, подведенного с топливом и воздухом (располагаемое тепло) и тепла, отведенного с водой и паром (выработанное тепло).

1.1.3. Обратный метод определения КПД брутто является предпочтительным и заключается в определении величин всех потерь теплового баланса котла.

1.1.4. При применении прямого или обратного метода определения КПД брутто котла коэффициент полезного действия выражается через низшую рабочую теплоту сгорания топлива 1 кг твердого и жидкого или 1 м^3 (при нормальных условиях: температуре 0°С и давлении 0,1 МПа (1 кгс/см^2)) газообразного топлива.

1.2. Определение КПД брутто котла прямым методом

1.2.1. Прямым методом КПД брутто (в %) котла определяется по формуле

$$\eta_{\text{к}}^{\text{бр}} = \frac{Q_1}{Q_{\text{р}}^{\text{р}}} \cdot 100,$$

где Q_1 — тепло, полезно использованное котлом, кДж/кг или кДж/м^3 (ккал/кг или ккал/м^3);

$Q_{\text{р}}^{\text{р}}$ — располагаемое тепло, кДж/кг или кДж/м^3 (ккал/кг или ккал/м^3).

1.2.2. Полезно использованное тепло определяется по формуле

$$Q_1 = \frac{Q_{\text{к}}^{\text{бр}}}{B},$$

где $Q_{\text{к}}^{\text{бр}}$ — тепло, полезно использованное котлом, кДж/ч (ккал/ч);

B — измеренный расход топлива, кг/ч или м^3/ч.

$$Q_{\text{к}}^{\text{бр}} = D_{\text{п.п}}(i_{\text{п.п}} - i_{\text{п.в}}) + D_{\text{н.п}}(i_{\text{н.п}} - i_{\text{п.в}}) + D_{\text{пр}}(i_{\text{к.в}} - i_{\text{п.в}}) + \\ + \sum \left[D_{\text{вт.п}} (i''_{\text{вт.п}} - i'_{\text{вт.п}}) \right] + Q_{\text{отд}},$$

где $D_{\text{п.п}}$, $D_{\text{н.п}}$, $D_{\text{пр}}$, $D_{\text{вт.п}}$ — соответственно количество выработанного перегретого и насыщенного пара, отданного, минуя перегреватель, расход воды на продувку котла и расход пара на вторичные пароперегреватели, кг/ч;

$i_{\text{п.п}}$, $i_{\text{н.п}}$, $i_{\text{вт.п}}$, $i_{\text{к.в}}$, $i_{\text{п.в}}$ — соответственно удельная энтальпия (удельная энергия) перегретого, насыщенного и вторичного пара, котловой и питательной воды, кДж/кг (ккал/кг);

$Q_{\text{отд}}$ — тепло воды и воздуха, подогретых в котле, отданное на сторону, кДж/ч (ккал/ч).

При подогреве воды

$$Q_{\text{отд}} = D_{\text{вод}}(i_2 - i_1),$$

при подогреве воздуха

$$Q_{отд} = V_в c_в (t_2 - t_1).$$

Здесь $D_{вод}$ — количество воды, отданной на сторону, кг/ч;

$V_в$ — количество воздуха, отданного на сторону, при 0°С и 0,1 МПа (1 кгс/см²), м³/ч;

$c_в$ — удельная теплоемкость воздуха, кДж/(м³·К) [ккал/(м³·°С)];

i_1, i_2 — удельная энтальпия воды соответственно на входе в котел и выходе из него;

t_1, t_2 — температура воздуха соответственно на входе в котел и выходе из него, °С.

1.2.3. Располагаемое тепло определяется по формулам:

для твердого и жидкого топлива

$$Q^р_р = Q^р_н + Q_{в.вн} + Q_{т.л} + Q_ф - Q_к,$$

для газообразного топлива

$$Q^р_р = Q^с_н + Q_{в.вн} + Q_{т.л},$$

где $Q^р_н$, $Q^с_н$ — низшая теплота сгорания рабочей массы твердого, жидкого или сухой массы газообразного топлива, кДж/кг (ккал/кг) или кДж/м³ (ккал/м³);

$Q_{в.вн}$ — тепло, внесенное с поступающим в котел воздухом при подогреве последнего в калорифере отборным паром, паром от РОУ, отработанным теплом и т. д., кДж/кг (ккал/кг) или кДж/м³ (ккал/м³);

$Q_{т.л}$ — физическое тепло топлива, кДж/кг (ккал/кг) или кДж/м³ (ккал/м³);

$Q_ф$ — тепло, вносимое в котел с паровым дутьем или для распыливания мазута, кДж/кг (ккал/кг);

$Q_к$ — тепло, затраченное на разложение карбонатов при сжигании сланцев, учитывается в том случае, если оно не учтено в теплоте сгорания кДж/кг (ккал/кг).

$$Q_{в.вн} = \beta'_{вп} [(I^0_в)'_{вп} - I^0_{х.в}]$$

или

$$Q_{в.вн} = \frac{D_к}{B}(i'_к - i''_к) - (Q_5)_к = \frac{V'_{вп}}{B}[(i_в)''_к - (i_в)'_к],$$

где $\beta'_{вп}$ — отношение количества воздуха на входе в воздухоподогреватель к теоретически необходимому:

$$\beta'_{вп} = V_{вп}/V_0 \cdot B;$$

$(I^0_в)'_{вп}$, $I^0_{х.в}$ — удельная энтальпия теоретически необходимого воздуха на входе в воздухоподогреватель и холодного воздуха, кДж/кг (ккал/кг) или кДж/м³ (ккал/м³);

$D_к$ — расход пара на калорифер, кг/ч;

$i'_к$, $i''_к$, $(i_в)'_к$, $(i_в)''_к$ — соответственно удельная энтальпия пара и воздуха до и после калорифера;

$V_{вд}$ — количество воздуха, поступающего в воздухоподогреватель от дутьевого вентилятора, м³/ч при 0°С и 0,1 МПа (1 кгс/см²);

$(Q_5)_к$ — потеря тепла в окружающую среду калорифера, кДж/кг (ккал/кг) или кДж/м³ (ккал/м³).

$$Q_{тл} = c_{тл} t_{тл},$$

где $c_{тл}$ — удельная теплоемкость рабочего топлива, кДж/кг·К [ккал/(кг·°С)];

$t_{тл}$ — температура топлива, °С.

$$Q_ф = G_ф (i_ф - 600),$$

где $G_ф$ — расход пара на дутье или распыливание, кг/кг;

$i_ф$ — удельная энтальпия пара на дутье или распыливание, кДж/кг (ккал/кг).

$$Q''_к = 9{,}7K(CO_2)^р_к,$$

где K — коэффициент разложения карбонатов принимается равным при слоевом сжигании 0,7, при камерном 1,0;

$(CO_2)^р_к$ — содержание карбонатов в рабочей массе топлива, %.

1.3. Определение КПД брутто обратным методом

1.3.1. Обратным методом КПД брутто котла (в %) определяется по формуле

$$\eta^{бр} = q_1 = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6).$$

1.3.2. Потери тепла (в %) с уходящими газами определяются по формуле

$$q_2 = \frac{Q_2}{Q^р_р} = \frac{(I_{ух} - \alpha_{ух} \cdot I^0_{х.в})(100 - q_4)}{Q^р_р},$$

где $I_{ух}$ — удельная энтальпия уходящих газов при коэффициенте избытка воздуха $\alpha_{ух}$, температуре $\vartheta_{ух}$ и полном сгорании топлива, кДж/кг (ккал/кг) или кДж/м³ (ккал/м³);

$I^0_{х.в}$ — удельная энтальпия теоретически необходимого количества холодного воздуха на входе в котел, кДж/м³ (ккал/м³) или кДж/кг (ккал/кг).

Удельная энтальпия уходящих газов определяется по формуле:

$$I_{ух} = I^0_г + (\alpha_{ух} - 1) I^0_в,$$

где $I^0_г$ — удельная энтальпия дымовых газов при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1$, температуре уходящих газов $\vartheta_{ух}$ и полном сгорании топлива, кДж/кг (ккал/кг) или кДж/м³ (ккал/м³);

$I^0_в$ — удельная энтальпия теоретически необходимого количества воздуха при температуре уходящих газов $\vartheta_{ух}$, кДж/кг (ккал/кг) или кДж/м³ (ккал/м³).

$$I^0_г = V_{RO_2}(c\vartheta)_{RO_2} + V^0_{N_2}(c\vartheta)_{N_2} + V^0_{H_2O}(c\vartheta)_{H_2O}.$$

Здесь V_{RO_2}, $V^0_{N_2}$, $V^0_{H_2O}$ — соответственно теоретический объем трехатомных газов, азота и водяных паров при температуре 0°С и давлении 0,1 МПа (1 кгс/см²), м³/кг или м³/м³;

$(c\vartheta)_{RO_2}$, $(c\vartheta)_{N_2}$, $(c\vartheta)_{H_2O}$ — соответственно удельная энтальпия 1 м³ трехатомных газов, азота и водяных паров при температуре уходящих газов, кДж/м³ (ккал/м³).

$$I^0_в = V^0(c\vartheta)_в,$$

где V^0 — теоретический объем сухого воздуха при температуре 0°С и давлении 0,1 МПа (1 кгс/см²), м³/кг или м³/м³;

$(c\vartheta)_в$ — удельная энтальпия 1 м³ влажного воздуха при температуре уходящих газов, кДж/м³ (ккал/м³).

При приведенной величине уноса золы из топки

$$\frac{10^3 a_{ун} A^р}{Q^р_н} \geq 6$$

к удельной энтальпии уходящих газов следует добавить удельную энтальпию золы, подсчитываемую по формуле

$$I_{зл} = (c\vartheta)_{зл}\frac{A^р}{100}a_{ун},$$

где $I_{зл}$ — удельная энтальпия золы, кДж/кг (ккал/кг);

$a_{ун}$ — доля золы топлива, уносимой газами;

$A^р$ — содержание золы в топливе на рабочую массу, %;

$(c\vartheta)_{зл}$ — энтальпия 1 кг золы при температуре уходящих газов, кДж/кг (ккал/кг).

При сушке топлива дымовыми газами по разомкнутой схеме за температуру уходящих газов принимается температура смеси отработавшего сушильного агента из системы пылеприготовления с уходящими газами из котла.

1.3.3. Потеря тепла от химической неполноты сгорания (в %) определяется наличием в уходящих газах продуктов неполного сгорания топлива (CO, H_2, CH_4, C_nH_m):

$$q_3 = \frac{Q_3}{Q^р_р}\cdot 100,$$

где Q_3 — потеря тепла от химической неполноты сгорания, кДж/кг (ккал/кг) или кДж/м³ (ккал/м³).

$$Q_3 = V_{с.г}(30{,}18CO + 85{,}55CH_4 + 25{,}79H_2 + 141{,}1C_nH_m),$$

где $V_{с.г}$ — объем сухих дымовых газов при 0°С и 0,1 МПа (1 кгс/см^2) в месте отбора газов на анализ, м^3/кг или м^3/м^3;

CO, CH_4, H_2, C_nH_m — содержание продуктов неполного сгорания топлива в дымовых газах, %.

1.3.4. Потери тепла от механической неполноты сгорания (в % или кДж/кг (ккал/кг)) определяются наличием недогоревшего топлива в шлаке ($Q_4^{шл}$, $q_4^{шл}$), провале и золе, выпадающей из газоходов и золоуловителей в бункера ($Q_4^{зл}$, $q_4^{зл}$), а также в уносе золы через дымовую трубу ($Q_4^{ун}$, $q_4^{ун}$):

$$q_4 = \frac{Q_4}{Q_р^р} \cdot 100;$$

$$q_4 = q_4^{шл} + q_4^{зл} + q_4^{ун};$$

$$q_4^{шл} = \frac{Q_4^{шл}}{Q_р^р} \cdot 100;$$

$$Q_4^{шл} = 78{,}3A^р a_{шл} \frac{C_{шл}^г}{100 - C_{шл}^г};$$

$$q_4^{зл} = \frac{Q_4^{зл}}{Q_р^р} \cdot 100;$$

$$Q_4^{зл} = 78{,}3A^р a_{зл} \frac{C_{зл}^г}{100 - C_{зл}^г};$$

$$q_4^{ун} = \frac{Q_4^{ун}}{Q_р^р} \cdot 100;$$

$$Q_4^{ун} = 78{,}3A^р a_{ун} \frac{C_{ун}^г}{100 - C_{ун}^г},$$

где $a_{шл}$, $a_{зл}$, $a_{ун}$ — доля золы топлива в шлаке, золе и в уносе;

$C_{шл}^г$, $C_{зл}^г$, $C_{ун}^г$ — содержание горючих в шлаке, золе и в уносе, %.

Если имеется возможность определить количества шлака, золы и уноса непосредственным измерением, то потери тепла подсчитываются по формулам:

$$Q_4^{шл} = \frac{G_{шл}C_{шл}^г \cdot 78{,}3}{B};$$

$$Q_4^{зл} = \frac{G_{зл}C_{зл}^г \cdot 78{,}3}{B};$$

$$Q_4^{ун} = \frac{G_{ун}C_{ун}^г \cdot 78{,}3}{B},$$

где $G_{шл}$, $G_{зл}$, $G_{ун}$ — часовые расходы шлака, золы, уноса, кг/ч.

1.3.5. Потери тепла на излучение и конвекцию в окружающую среду (в %, кДж/кг или ккал/кг) слагаются из отдельных составляющих:

$$q_5 = \frac{Q_5}{Q_р^р} \cdot 100;$$

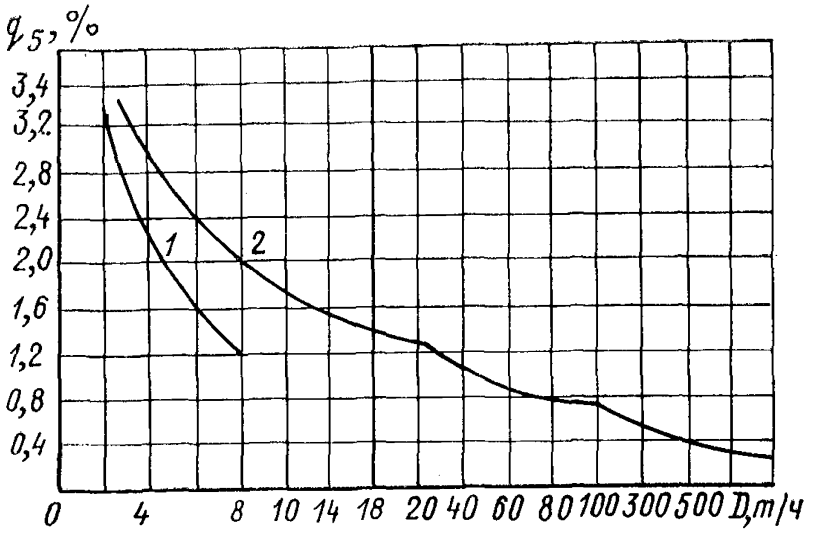
$$Q_5 = Q_5^т + Q_5^{к.п} + Q_5^{пп} + Q_5^{в.э} + Q_5^{вп},$$

где $Q_5^т$ — потери тепла наружной поверхности топки, кДж/кг (ккал/кг);

$Q_5^{к.п}$, $Q_5^{пп}$, $Q_5^{в.э}$, $Q_5^{вп}$ — соответственно потери тепла в зоне конвективного пучка, пароперегревателя, водяного экономайзера, воздухоподогревателя, кДж/кг (ккал/кг).

Потери тепла в окружающую среду вычисляются по измеренным температурам поверхности котла и окружающего воздуха с использованием принятых коэффициентов теплоотдачи или по ве-

Потери тепла в окружающую среду



1 — котел с конвективными поверхностями; *2* — собственно котел (без конвективных поверхностей)

личинам измеренного теплового потока и по величине поверхности, на которой измеряются температуры и тепловые потоки. Если измерения не проводятся, величина потерь для котлов паропроизводительностью до 900 т/ч определяется ориентировочно по графику, приведенному на чертеже, а для котлов производительностью более 900 т/ч принимается равной 0,2%.

1.3.6. Потери с теплом шлака или золы (в %) и потери тепла на охлаждение деталей котла и топочного устройства определяются по формуле:

$$q_6 = q_6^{шл} + q_6^{охл.д}.$$

Потери с теплом шлака или золы (в %) при слоевом и камерном сжигании всех видов топлива независимо от типа шлакоудаления определяются по формуле

$$q_6^{шл} = \frac{Q_6^{шл}}{Q_р^р} \cdot 100 = \frac{A^р a_{шл} c_{шл} t_{шл}}{Q_р^р},$$

где $c_{шл}$, $t_{шл}$ — удельная теплоемкость и температура шлака, кДж/(кг·К), [ккал/(кг·°С)], °С.

Если непосредственное измерение температуры шлака не производится, то ориентировочно принимают температуру шлака при твердом шлакоудалении, равной 600°С, а при жидком $t_з + 100$ ($t_з$ — температура жидкоплавкого состояния золы, °С).

При камерном сжигании с твердым шлакоудалением величина $q_6^{шл}$ учитывается только при $A^р \geqslant Q_н^р/100$. При слоевом сжигании сланцев величина $A^р$ заменяется выражением $A^р + 0{,}3(CO_2)_к^р$. При камерном сжигании сланцев поправка на содержание углекислоты карбонатов не вводится.

В котлах с жидким шлакоудалением или гидроудалением потери тепла q_6 измеряются либо путем определения температуры золы или шлаков и удельной теплоемкости, либо путем определения количества испарившейся воды, повышения температуры и количества воды в резервуаре. Если гашение шлака в бункере производится водой и при этом потери значительны, то они определяются путем измерения количества испарившейся воды по изменению уровня воды в бункере за определенный промежуток времени и ее температуры на входе.

Потери тепла (в %) на охлаждение деталей котла

$$q_6^{охл.д} = \frac{\sum G^{охл.д} c^{охл.д}}{BQ_р^р} (t_2^{охл.д} - t_1^{охл.д}) 100$$

или

$$q_6^{охл.д} = \frac{100 \cdot 10^3 H_{охл.д}}{Q_к^{бр}} \cdot 100,$$

где $\sum G^{охл.д}$ — часовой расход охлаждающего агента, кг/ч;

$t_1^{охл.д}$, $t_2^{охл.д}$ — температура охлаждающего агента на входе и выходе охлаждаемой поверхности, °С;

$H_{охл.д}$ — площадь лучевоспринимающей поверхности балок и панелей, м²;

$c^{охл.д}$ — удельная теплоемкость охлаждающего агента, кДж/(кг·К), [ккал/(кг·°С)].

2. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ИСХОДНЫХ ВЕЛИЧИН

2.1. Измерение расхода

2.1.1. Измерение расходов производится расходомерами с сужающими устройствами, мерными баками, объемными счетчиками с помощью напорных трубок.

2.1.2. Расходомеры с сужающими устройствами устанавливаются на трубопроводах с однофазной средой. Расходомерные устройства должны соответствовать правилам 28—64 «Измерение расхода жидкостей, газов и паров стационарными диафрагмами и соплами».

При измерении расходов пара, воды, жидкого топлива применяются дифманометры (ГОСТ 18140—77).

2.1.3. При определении расходов дымовых газов и воздуха сужающими устройствами и напорными трубками вторичными приборами являются дифференциальные тягонапоромеры и микроманометры, заполняемые дистиллированной водой, этиловым спиртом или денатуратом.

Если температура окружающего дифференциальный тягонапоромер или микроманометр воздуха не равна +20°С, то в показания прибора вводится поправка на отклонение величины плотности жидкости, заполняющей вторичный прибор.

Значение отсчитываемой величины определяется из выражения

$$h_д = h_в K.$$

Здесь $h_д$ — действительное значение отсчитываемой величины, Па (кгс/м^2);

$h_в$ — видимое значение отсчитываемой величины (с учетом необходимых поправок), Па (кгс/м^2);

K — поправка на отклонение величины плотности жидкости, заполняющей прибор.

$$K = \frac{\rho'}{\rho},$$

где ρ' и ρ — соответственно плотность жидкости при фактической температуре воздуха и температуре +20°С, кг/м^3.

2.1.4. Расход твердого топлива определяется взвешиванием на весах, которые должны быть аттестованы и иметь относительную погрешность не более ±1%. Расходы жидкого и газообразного топлив определяются с помощью расходомерных устройств соответствующих правилам 28—64 «Измерение расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами».

2.2. Измерение температур

2.2.1. Измерение температуры производится с помощью жидкостных термометров, термопреобразователей сопротивления, термоэлектрических термопреобразователей.

2.2.2. Жидкостные термометры по ГОСТ 2823—73 применяются для измерения температур в пределах от —30 до +650°С. Термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651—78 в комплекте со вторичными приборами применяются для измерения температур от —200 до +650°С. Термоэлектрические термопреобразователи по ГОСТ 6616—74 в комплекте со вторичными приборами применяются для измерения температур от —200 до +2200°С. Градуиро-

вочные характеристики термоэлектрических термопреобразователей должны соответствовать ГОСТ 3044—77.

2.2.3. Место измерения температуры должно быть выбрано таким образом, чтобы распределение скорости и температуры в месте измерения было в достаточной степени равномерным в поперечном сечении трубопровода, газохода или воздухопровода.

2.2.4. При измерении температуры пара и воды желательно, чтобы термометрический элемент был направлен навстречу потоку измеряемой среды и расположен в центре трубопровода.

При измерении температуры жидкостным термометром для уменьшения погрешности величины измерения гильза для термометра должна быть заполнена при измерении температур от 0 до 200°С термостойкой жидкостью, например, компрессорным маслом или бронзовыми или чугунными опилками при температурах более 200°С.

Если при измерении жидкостным термометром температура окружающей среды существенно отличается от измеряемой, то в показания термометра вносится поправка, определяемая по формуле

$$\Delta t = (t - \tau)\, l \cdot \alpha_1,$$

где t — произведенный отсчет по термометру, °С;

τ — температура выступающего столбика жидкости термометра, измеренная дополнительным термометром, °С;

l — длина выступающей части столбика жидкости термометра, выраженная в делениях шкалы термометра, °С;

α_1 — коэффициент объемного расширения жидкости термометра, 1/°С.

2.2.5. При измерении температуры дымовых газов и воздуха в каждом измерительном сечении должно быть установлено не менее двух измерительных устройств.

Измерение температуры уходящих газов целесообразно производить за дымососом, за исключением котлов, снабженных системой мокрой газоочистки.

Для достоверного определения температуры газов и воздуха в газовоздухопроводах перед началом испытаний необходимо снять поля температур в сечениях, где установлены стационарные измерительные устройства. Из сопоставления показаний стационарных измерений и усредненной по сечению температуры определяется поправочный коэффициент, который вводится в показания стационарно измеренных значений температур газов и воздуха при обработке опытных данных:

$$K = \frac{t^{\text{р}}_{\text{ср}}}{t^{\text{к}}_{\text{ср}}},$$

где $t^{\text{р}}_{\text{ср}}$ — средняя температура по сечению, °С;

$t^{\text{к}}_{\text{ср}}$ — средняя температура стационарного измерения, °С.

2.3. Измерение давлений и разрежений

2.3.1. Для измерения давления и разрежения по тракту котла пользуются пружинными манометрами, жидкостными тягонапоромерами, микроманометрами.

2.3.2. Для определения давления по пароводяному тракту используются пружинные манометры (ГОСТ 2405—72).

Пружинный манометр выбирается так, чтобы верхний предел его шкалы превышал среднее измеряемое значение при постоянном или плавно изменяющемся давлении в 1,5 раза, а при колеблющемся — в 2 раза. Наименьшее измеряемое давление должно быть больше значения давления, соответствующего $^1/_3$ шкалы манометра.

2.3.3. Для измерения давления в газовоздушном тракте используются жидкостные тягонапоромеры (ГОСТ 2648—78) и микроманометры (ГОСТ 11161—71).

Жидкостные тягонапоромеры используются при измерении давления выше 20 Па (200 кгс/м^2).

Для более точного измерения давления и разрежения до 20 Па (200 кгс/м^2) применяются микроманометры с постоянным и переменным углом наклона измерительной трубки.

При использовании микроманометра измеряемое давление определяется по формуле

$$p = (h_1 - h_0) K K_1 \left(\frac{\rho'}{\rho}\right),$$

где p — измеряемое давление, Па (кгс/м^2);

h_1, h_0 — показания прибора соответственно при измерении и сообщении его с атмосферой, м;

K_1 — поправочный коэффициент прибора по аттестату;

K — поправочный коэффициент, зависящий от угла наклона трубки (указывается на приборе);

ρ', ρ — плотность соответственно рабочей и градуировочной жидкости, кг/м^3.

Плотность рабочей жидкости определяется по температуре, окружающей прибор.

2.4. Определение коэффициентов избытка воздуха

2.4.1. Коэффициент избытка воздуха определяется по результатам газового анализа. При условии полного сжигания топлива коэффициенты избытка воздуха подсчитываются по формулам:

$$\alpha = \frac{N_2}{N_2 - 3{,}76O_2};$$

$$\alpha = \frac{21}{21 - O_2},$$

где N_2, O_2 — количество азота и кислорода в продуктах сгорания, %;

$3{,}76O_2$ — количество азота, перешедшего из избыточного воздуха в продукты сгорания, %.

Содержание азота определяется по результатам анализа газов:

$$N_2 = 100 - (RO_2 + O_2),$$

где RO_2, O_2 — соответственно содержание трехатомных газов и кислорода в продуктах сгорания, %.

2.4.2. При наличии химической неполноты сгорания формула для определения коэффициента избытка воздуха имеет следующий вид:

$$\alpha = \frac{N_2}{N_2 - 3{,}76\,(O_2 - 2CH_4 - 0{,}5CO - 0{,}5H_2 - 3C_nH_m)},$$

где N_2, O_2, CH_4, CO, H_2, C_nH_m — содержание в продуктах сгорания соответственно азота, кислорода, метана, окиси углерода, водорода, углеводородов, %.

2.5. Определение состава дымовых газов

2.5.1. Для определения содержания RO_2 и O_2 в дымовых газах применяется волюмометрический газоанализатор ГХП (ГОСТ 6329—74).

2.5.2. Определение горючих составляющих в дымовых газах (CO, H_2, CH_4, ΣC_nH_m) производится с помощью хроматографических газоанализаторов.

2.5.3. Отбор проб дымовых газов для анализа производится при постоянном топочном режиме и не менее, чем в двух точках каждого сечения газоходов (с левой и правой стороны).

Сечения газоходов должны быть протарированы на нагрузке и режиме горения, соответствующих условиям испытаний. Отбор проб дымовых газов может производиться за дымососом, где обеспечивается полное их перемешивание, за исключением котлов, снабженных системой мокрой газоочистки.

В районе установки газозаборных трубок не должно быть присосов воздуха. Трубки для отбора должны быть короткими, прямыми, доступными для очистки и продувки и должны изготавливаться из жаропрочного материала. При температурах дымовых газов более +400°С применяются газозаборные трубки с охлаждением.

2.6. Анализ топлива, шлака и золы

2.6.1. Для анализа топлива, шлака и золы должны отбираться основная и резервная пробы. В случае сжигания смеси топлива его характеристики определяются отдельно для каждого компонента. Характеристика смеси топлива устанавливается по весовым соотношениям компонентов.

2.6.2. При отборе проб пылевидного топлива из пылепроводов необходимо соблюдать следующие правила:

скорость на входе в трубки для отбора проб должна с точностью до ±10% соответствовать скорости в точке отбора;

трубка для отбора проб должна быть предварительно очищена от угольной пыли;

отбор проб должен производиться в месте, достаточно удаленном от мельниц (и от вентилятора), на прямом участке трубы, желательно на вертикальном и как можно дальше от колен;

отбор проб должен производиться через равные промежутки времени в сечении трубопровода в центрах одинаковых участков, при этом время отбора должно быть одинаковым в каждой точке отбора;

полученная усредненная проба используется как средний результат испытаний.

2.6.3. При использовании жидкого топлива в течение всего испытания малыми порциями отбираются пробы из специального штуцера на напорном трубопроводе насоса.

2.6.4. При использовании газообразного топлива отбор проб производится непрерывно или через одинаковые промежутки времени.

2.6.5. Отбор проб сырого топлива производится в системе топливоподачи (в узлах его пересыпки) или с поверхности транспортирующего устройства, или с питателей сырого угля. Количество отбираемых порций определяется предусмотренной для сжигания массой топлива.

Масса топлива, т	Количество порций, не менее
До 300	15
Свыше 300 до 600	1 от каждых 20 т
Свыше 600	30

2.6.6. Масса порций отбираемого топлива в зависимости от максимального размера кусков должна быть следующая:

Максимальный размер кусков, мм	Масса порции, кг, не менее
13	0,6
25	1,5
50	2,5
100	5,0

За максимальный размер кусков топлива принимают размер ячейки сита, остаток на котором при просеивании по ГОСТ 2093—77 составляет не более 5% массы просеиваемой пробы. Если максимальный размер кусков не соответствует указанным значениям, то масса порций принимается по ближайшему большему размеру сит.

2.6.7. Время начала отбора должно рассчитываться, исходя из предполагаемой длительности опыта, емкости бункера, производительности транспортеров.

2.6.8. Расход шлака определяется взвешиванием на аттестованных весах до смыва в лотки гидрозолоудаления или объемным методом. При применении объемного метода производится контрольное взвешивание мерной тары. Необходимая насыпная плотность

шлака определяется по средней пробе, в результате накопления ее путем отбора порций массой 2—3 кг через каждые 4 часа. При взвешивании с помощью мерной тары куски шлака более 100 мм размельчаются.

2.6.9. Доля шлака от золы сожженного топлива находится по формуле:

$$a_{шл} = \frac{G_{шл} A_{шл}}{B A^{р}},$$

где $G_{шл}$ — определенное при испытании количество шлака, кг;

$A_{шл}$ — зольность шлака, %;

B — расход топлива за испытание, кг;

$A^{р}$ — рабочая зольность топлива, %.

2.6.10. В котлах со слоевым сжиганием топлива для получения пробы делается несколько отборов шлака во время опорожнения топочного бункера, если потери, вызванные наличием горючей массы в шлаке, имеют небольшую величину. Если потери тепла значительны, то все количество шлака в бункере рассматривается как проба, которая должна быть разделена на куски величиной не более 13 мм и тщательно перемешана. Количество шлака более 100 кг должно быть разделено методом «конусов и четвертей», используемым для деления крупных проб угля, до тех пор, пока масса раздробленной пробы не будет доведена до 50—100 кг.

2.6.11. В котлах, работающих на пылевидном топливе, где уносится большое количество золы, необходимо обеспечить отбор представительных проб уноса. Методы отбора золы аналогичны методу отбора пыли (см. п. 2.6.2).

2.6.12. Если большие количества летучей золы оседают в нескольких местах по тракту, то следует отобрать суммарные пробы и разделить их посредством делительного устройства.

2.6.13. Если зола смочена, рекомендуется отбирать отдельную пробу для определения влажности, если масса сухой золы не может быть получена путем расчета.

2.6.14. При наличии гидрозатворов на течках бункеров золы для смыва ее из-под золоуловителей, количество золы (в кг/кг) определяется методом отбора золоводяной пульпы с последующим определением в ней концентрации золы:

$$v_{зл} = \frac{m}{G_{п}},$$

где m — масса сухой золы в пульпе, кг;

$G_{п}$ — общая масса пульпы, отобранной за испытание, кг.

2.6.15. Действительное количество сухого шлака и золы (в кг) по взвешенному количеству влажных остатков определяется на основе данных лабораторных анализов по формуле

$$G^{с}_{зл} = G^{вл}_{зл} \frac{100 - W^{р}_{зл}}{100},$$

где $G^{с}_{зл}$, $G^{вл}_{зл}$ — масса сухого и увлажненного после заливки шлака и золы, кг;

$W^{р}_{зл}$ — влажность шлака и золы после заливки их водой, %.

2.6.16. Доля золы уноса, выбрасываемой с дымовыми газами из котла в дымовую трубу, определяется по формуле

$$a_{ун} = 1 - (a_{шл} + a^{б}_{зл} + a^{з.у}_{зл}),$$

где $a^{б}_{зл}$ — доля золы уноса, выпавшей и удаляемой из бункеров под газоходами до золоуловителей;

$a^{з.у}_{зл}$ — доля золы уноса, уловленной в золоуловителях.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ИСПЫТАНИЙ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

3.1. Перед проведением испытаний должна быть проверена готовность котла и его элементов к испытаниям.

Газоплотность топки и газоходов котла, работающего с уравновешенной тягой, должна соответствовать расчетной.

Подвергаемые износу детали (била, плиты мельниц, дымососы и другие) должны обеспечивать необходимую паропроизводительность котла.

На пылеугольных и мазутных котлах за 1 ч до начала испытания должна быть проведена очистка поверхностей нагрева всеми оснащенными средствами очистки (обдувка экранов и пароперегревателя, очистка РВВ, дробеструйная очистка поверхностей нагрева конвективных шахт). По условиям эксплуатации очистка поверхностей нагрева допускается и во время испытаний. Если при этом расходуется рабочий агент, то его тепло необходимо учитывать при расчете полного количества полезно выработанного котлом тепла.

На пылеугольных котлах с твердым шлакоудалением за 1 ч до начала испытания должен быть удален шлак. При определении количества шлака, накопленного за время опыта, необходимо учесть шлак, скопившийся за этот час.

Вентили непрерывной продувки должны быть закрыты, если это допускается водно-химическим режимом котла. При наличии продувки необходимо учитывать расход продувочной воды.

3.2. Отсчеты показаний приборов должны производиться через 10—15 мин при условии, что за время испытаний должно быть получено не менее 15 равномерно расположенных отсчетов.

3.3. В период испытаний в котел должно подаваться топливо, качество которого должно быть предусмотрено программой испытаний.

3.4. Необходимо выдерживать указанные в таблице величины продолжительности работы котлов до испытаний, самих испытаний и допустимые колебания основных параметров работы котла.

3.5. В начале и конце испытания котла должно обеспечиваться соответствие программе испытаний следующих величин:

режима горения;

избытка воздуха;

расхода топлива;

Продолжительность испытаний и допустимые колебания основных параметров

Наименование показателей	Величина показателей
Продолжительность работы котлов от растопки до начала испытаний, ч:	
для котлов с камерными топками и с облегченной (натрубной, накаркасной) обмуровкой, не менее	60
для котлов старых типов с толстой кирпичной обмуровкой, не менее	72
для котлов с механическими решетками, не менее	24
Длительность выдерживания испытательной нагрузки непосредственно перед испытанием, ч:	
для котлов на жидком, газообразном и твердом топливе при слоевом и камерном сжигании с твердым шлакоудалением	3
для котлов с жидким шлакоудалением после начала устойчивого выхода жидкого шлака	2
Длительность испытания при измерении расхода топлива, ч:	
твердого при схемах пылеприготовления с промбункером	8
твердого при сжигании в топках с механическими решетками	6
жидкого, газообразного и твердого при схемах пылеприготовления с прямым вдуванием	4
Длительность испытаний при определении экономичности котла обратным методом, ч:	
при сжигании твердого топлива	4
при сжигании жидкого и газообразного топлива	2
Допустимые колебания основных параметров работы котла во время испытаний *, %	
паропроизводительность:	
для котлов с паропроизводительностью до 50 т/ч	±15
для котлов с паропроизводительностью от 51 до 200 т/ч	±6
для котлов с паропроизводительностью свыше 200 т/ч	±3
давление:	
для котлов с паропроизводительностью до 50 т/ч	±15
для котлов с паропроизводительностью от 51 до 200 т/ч	±12
для котлов с паропроизводительностью свыше 200 т/ч	±6
температура перегретого пара и пара промперегрева	±2

* Нагрузка не должна превышать максимальную паропроизводительность, давление и температура не должны быть выше максимально допустимых величин.

расхода питательной воды;

давления пара;

уровня воды в барабане;

расхода пара.

При сжигании топлива на решетке и особенно при определении КПД брутто прямым методом количество топлива на решетке и его состояние должны быть одинаковыми в начале и в конце испытания. При использовании механических решеток средняя скорость движения решетки и высота слоя топлива должны быть одинаковыми в начале и в конце испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Справочное

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ИМЕЮТСЯ ССЫЛКИ В НАСТОЯЩЕМ ОТРАСЛЕВОМ СТАНДАРТЕ

1. СТ СЭВ 1052—78. Единицы физических величин. Метрология.
2. ГОСТ 2405—72. Манометры, вакуумметры и мановакуумметры показывающие. Общие технические требования.
3. ГОСТ 2648—78. Тягомеры, напоромеры и тягонапоромеры. Общие технические условия.
4. ГОСТ 2823—73. Термометры стеклянные технические.
5. ГОСТ 3044—77. Преобразователи термоэлектрические. Градуировочные таблицы.
6. ГОСТ 3619—76. Котлы паровые стационарные. Типы, основные параметры.
7. ГОСТ 6329—74. Газоанализаторы химические стеклянные переносные ручного действия.
8. ГОСТ 6616—74. Преобразователи термоэлектрические ГСП. Общие технические условия.
9. ГОСТ 6651—78. Термопреобразователи сопротивления ГСП. Общие технические условия.
10. ГОСТ 11161—71. Микроманометры жидкостные. Типы и основные параметры.
11. ГОСТ 18140—77. Манометры дифференциальные ГСП. Общие технические условия.
12. Единые технические условия на методы приемочных испытаний паровых котлов. Рекомендации по стандартизации. РС 4657—74. Постоянная комиссия СЭВ по машиностроению.
13. Правила 28—64. Измерение расхода жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами. М., 1978.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Определение экономичности котла . . . 1
2. Методы измерения исходных величин . . . 8
3. Организация испытаний и подготовительных работ . . . 15
4. Приложение . . . 17

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ К ОСТ 108.030.132—80

Изм.	Номера листов (страниц)				Номер документа	Подпись	Дата	Срок введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных				

Редактор *Г. Д. Семенова.*

Техн. ред. *Н. П. Белянина.* Корректор *С. М. Косенкова.*

Сдано в набор 21.04.80. Подписано к печ. 22.07.80. Формат бум. $60\times90^{1}/_{16}$.

Объем 1,25 печ. л. Тираж 500. Зак. 412. Цена 25 коп.

gost.e-ecolog.ru

Редакционно-издательский отдел НПО ЦКТИ им. И. И. Ползунова
194021, Ленинград, Политехническая ул., д. 24.