

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР  
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ

---

**МЕТОДИКА  
ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ  
ТЕМПЕРАТУРЫ  
УХОДЯЩИХ ГАЗОВ  
В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛАХ**

**МТ 34-70-025-86**



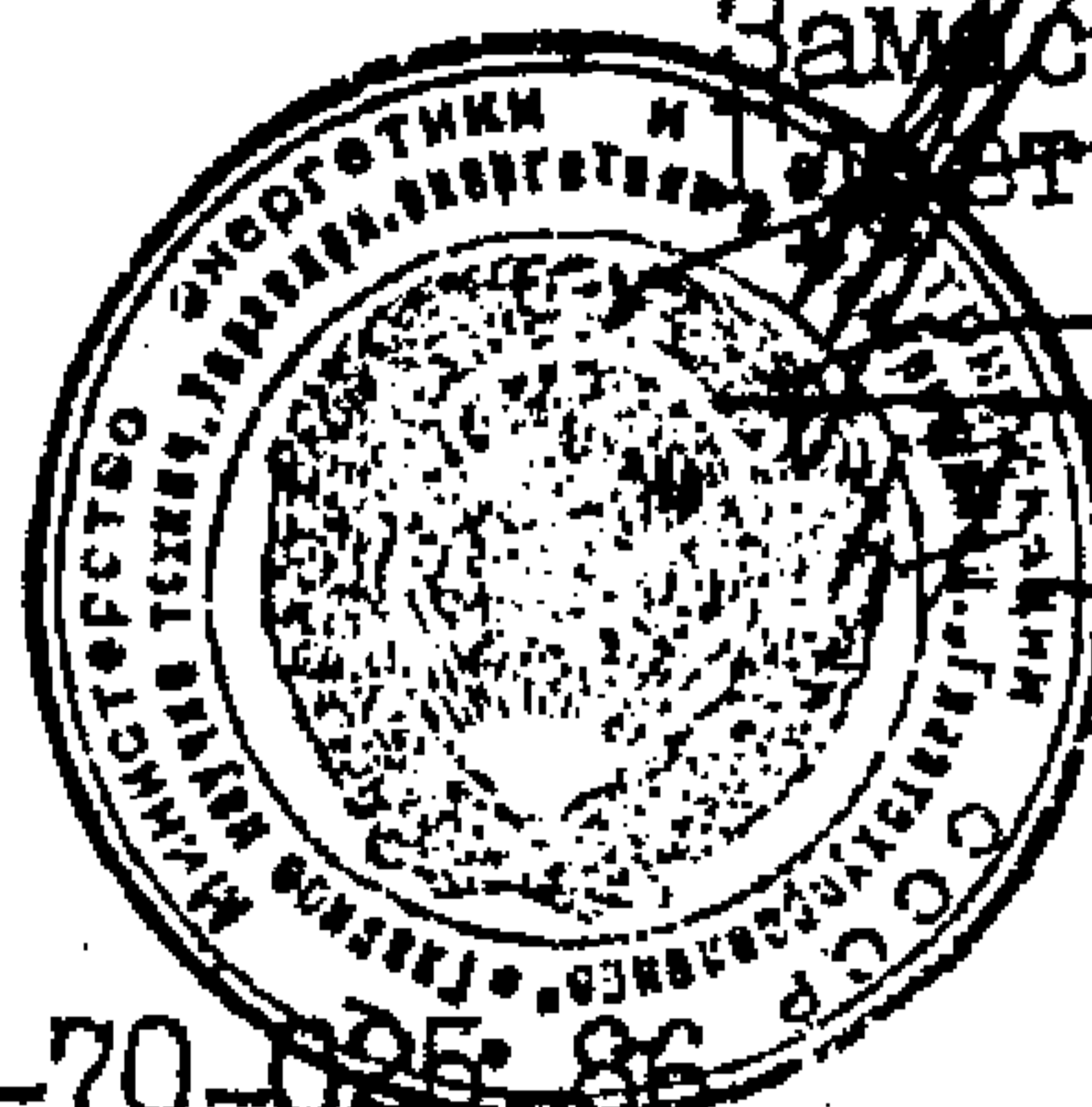
**СОЮЗТЕХЭНЕРГО  
Москва 1986**

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель начальника  
Мететехуправления

А.П.Берсенев

1991 г.



ИЗМЕНЕНИЕ № I МТ 34-70-025-86  
Методика выполнения измерений температур  
уходящих газов в энергетических котлах

Дата введения 01.01.92

Титульный лист и стр. 3. Обозначение "МТ 34-70-025-86"  
заменить на "РД 34.11.307-86".

Срок действия методики продлить до 01.01.2002 г.

Пункт 7.2. Заменить слова: "Методическими указаниями по  
разработке и аттестации методик выполнения измерений основных  
параметров теплоэнергетического оборудования. МУ 34-70-014-82  
(М.: СПО Союзтехэнерго, 1982)" на "ГОСТ 8.010-90".

Пункт 9.2. Заменить "(М.: Энергия, 1977)" на "(М.: Энерго-  
атомиздат, 1989)".

Пункт 4.4. Заменить ссылку: "Инструкция о порядке приемки  
установок теплотехнического контроля из монтажа и наладки" на  
"РД 34.35.412-88 "Правила приемки в эксплуатацию из монтажа и на-  
ладки средств управления технологическими процессами".

РТ ВТИ им. Ф.Э.Дзержинского  
Заказ № 329 Тираж 620 экз.  
Цена 5 к.

Р А З Р А Б О Т А Н О Всесоюзным дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехническим научно-исследовательским институтом им.Ф.Э.Дзержинского (ВИ), предприятием Южтехэнерго Производственного объединения по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей

И С П О Л Н И Т Е Л И В.Н.ФОМИНА, Э.К.РИНКУС, С.Ш.ЛИНТОВ,  
С.А.ОСТРОВСКИЙ (ВИ), В.А.ГАДЯК (Южтехэнерго)

У Т В Е Р Ж Д Е Н О Главным научно-техническим управлением энергетики и электрификации 20.03.86 г.

Заместитель начальника Д.Я.ШАМАРАКОВ

© СПО Совзтехэнерго, 1986.

---

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ  
ТЕМПЕРАТУР УХОДЯЩИХ ГАЗОВ В  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛАХ

---

МТ 34-70-025-86

Вводится впервые

Срок действия установлен  
с 01.01.87 г.  
до 01.01.92 г.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящая Методика предназначена для применения при проектировании и эксплуатации систем измерения температуры уходящих газов ( $\vartheta_{yx}$ ) энергетических котлов на ТЭС.

Результаты измерения  $\vartheta_{yx}$  подлежат использованию при ведении технологического режима и расчете технико-экономических показателей работы котла при стационарной нагрузке.

1.2. На измерения  $\vartheta_{yx}$  в нестационарных режимах работы котлов (при пуске, останове) норма точности измерений не устанавливается. Результаты измерений по данной Методике в этих режимах могут использоваться лишь как оценочные без регламентации показателей точности.

## 2. ИЗМЕРЯЕМЫЙ ПАРАМЕТР И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ

2.1. Под температурой уходящих газов понимается средневзвешенная по полю скоростей газов температура в балансовом сечении газохода, расположенном за последней по ходу газов поверхностью нагрева - воздухоподогревателем.

2.2. В связи с использованием  $\vartheta_{yx}$  для оценки потерь с уходящими газами ( $q_2$ ) измерения  $\vartheta_{yx}$  и коэффициента избытка воздуха в газах ( $\alpha_{yx}$ ) проводятся в одном и том же балансовом сечении.

2.3. На газовых, газомазутных и пылеугольных (с сухим золоулавливанием) котлах балансовое сечение расположено за дымососом, где неравномерность поля температур газов по данным измерений составляет не более  $\pm 2$  К ( $^{\circ}\text{C}$ ). В пылеугольных котлах с мокрыми скруб-



берами балансовое сечение расположено в газоходе между воздухоподогревателем и скруббером в сечении с наиболее равномерным полем температур газов, выбор и тарировка которого производится в соответствии с ГОСТ 12.3.018-79. Сведения об установке датчиков в балансовых сечениях приведены в разд.5.

2.4. Измерение  $\vartheta_{yx}$  производится в условиях омывания датчика запыленным газовым потоком. При сжигании сернистых топлив газы, омывающие датчик, агрессивны (содержат  $SO_3$ ). Реальные значения  $\vartheta_{yx}$  на действующих газовых и газомазутных котлах достигают около 443 К (170°C). На пылеугольных котлах уровень  $\vartheta_{yx}$  в ряде случаев достигает около 473 К (200°C) и выше (котлы на сланцах и высоковлажных бурых углях имеют  $\vartheta_{yx} \leq 493$  К).

2.5. Климатические условия эксплуатации в месте расположения датчиков  $\vartheta_{yx}$  характеризуются следующими показателями:

- температурой окружающего воздуха от 243 до 313 К (от -30 до +40°C);

- влажностью окружающего воздуха до 96%;

- наличием токопроводящей пыли;

- содержанием в дымовых газах  $SO_2, SO_3, NO_x$ .

В месте расположения измерительных приборов:

- температура окружающего воздуха составляет от 278 до 308 К (от +5 до +35°C);

- влажность окружающего воздуха не превышает 80%.

2.6. Предел суммарной абсолютной погрешности измерения  $\vartheta_{yx}$  для газовых, газомазутных и пылеугольных котлов с сухим золоулавливанием устанавливается на уровне

$$\Delta \leq \pm 4 \text{ К (}^\circ\text{C)}.$$

Предел суммарной абсолютной погрешности измерения для пылеугольных котлов с мокрыми скрубберами, а также для котлов с  $\vartheta_{yx}$  473 К (200°C) устанавливается на уровне

$$\Delta \leq \pm 6 \text{ К (}^\circ\text{C)}.$$

### 3. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРА

3.1. Температура уходящих газов измеряется контактным методом в одной (контрольной) точке сечения газохода, если его ширина не превышает 6 м. При большой ширине газохода измерения  $\vartheta_{yx}$  проводятся в двух точках газохода - с правой и левой стороны.

3.2. Для измерения  $\vartheta_{yx}$  рекомендуются стандартные средства измерения температуры, приведенные в приложении I.

Допускается применение иных средств измерений, включая информационно-измерительные системы (ИИС), обеспечивающих требуемую точность измерения в оговоренных условиях эксплуатации.

3.3. Для рекомендуемых стандартных средств измерения  $\vartheta_{yx}$  предел суммарной абсолютной погрешности измерения  $\vartheta_{yx}$  составляет  $\pm 3$  К ( $^{\circ}\text{C}$ ) при считывании показаний со шкалы и  $\pm 4$  К ( $^{\circ}\text{C}$ ) при автоматической регистрации (с учетом влияния внешних факторов при доверительной вероятности  $P = 0,95$ ).

### 4. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ

4.1. При использовании рекомендуемых по п.3.2 средств измерения должны быть обеспечены рабочие условия их применения по техническим описаниям на ТСП-0879 (ТУ 25-02.792288-80) и КСМ-4 (ТУ 25.05.1290-78) или КСМ-2 (ТУ 25-05-1821-75). Нормальными считаются условия, оговоренные в тех же технических описаниях.

4.2. При применении иных средств измерения рабочие условия принимаются в пределах по пп.2.4, 2.5. Нормальными считаются условия, оговоренные в НТД на эксплуатацию средств измерения.

4.3. Монтаж средств измерения должен быть выполнен в соответствии с НТД на использованные средства измерений.

4.4. Система измерений должна быть принята в эксплуатацию согласно "Инструкции о порядке приемки установок теплотехнического контроля из монтажа и наладки" (М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1974).



## 5. АЛГОРИТМ ОПЕРАЦИЙ ПОДГОТОВКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

### 5.1. Установка первичных преобразователей:

5.1.1. Первичные преобразователи устанавливаются в балансовых сечениях газоходов по п.2.3: При этом на газовых, газомазутных и пылеугольных котлах с сухим золоулавливанием балансовые сечения за дымососом располагаются на расстоянии не менее 1 м от выходного патрубка дымососа, где неравномерность температур не превышает значений, указанных в п.2.3. В пылеугольных котлах с мокрыми скрубберами балансовое сечение выбирается, по возможности, на прямом участке газохода за воздухоподогревателем на расстоянии не менее 1 м от входа в золоуловитель (за врезкой сбросов отсосных газов из шлаковых комодов).

На котлах с двумя дымососами количество балансовых сечений (и, следовательно, точек измерения  $\nu_{yx}$ ) удваивается.

5.1.2. Контрольная точка измерения  $\nu_{yx}$ , куда помещается чувствительный элемент первичного преобразователя, в газовых, газомазутных и пылеугольных котлах с сухим золоулавливанием должна находиться на расстоянии не менее 0,2 м от стенки газохода, исключая, в случае установки центробежных или осевых дымососов, зону их аэродинамической тени в соответствии с ГОСТ 12.3.018-79.

В пылеугольных котлах с мокрыми скрубберами контрольная точка выбирается по результатам ежегодного экспериментального определения полей скоростей и температур в балансовом сечении газохода в соответствии с методикой, изложенной в книге "Тепломеханические испытания котельных установок" (М.: Энергия, 1977).

5.2. Выполнение измерений и регистрация их результатов на диаграммной ленте осуществляются с помощью самопишущего прибора - автоматического моста.

5.3. Обслуживание схемы измерений, ремонт и поверка приборов производится в соответствии с НТД на использованные средства измерений, графиками их поверки и ремонта.

## 6. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ И ФОРМА ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

6.1 В качестве показателя точности измерения  $\vartheta_{yx}$  принимается интервал, в котором с установленной вероятностью находится суммарная абсолютная погрешность измерения.

6.2 Устанавливается следующая форма представления результатов измерения:

$$(\vartheta_{yx} \pm \Delta), \quad P = 0,95, \quad (I)$$

где  $\vartheta_{yx}$  - показания измерительного прибора, К (°С);  
 $\Delta$  - предел суммарной абсолютной погрешности измерений, К (°С);  
 $P$  - доверительная вероятность.

## 7. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ

7.1. За показания измерительного прибора принимается среднее арифметическое из четырех последовательных измерений температуры уходящих газов, проведенных с интервалом 15 с (минутная температура). Расчет производится по формуле

$$\vartheta_{yx,j} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 \vartheta_{yx,i}, \quad (2)$$

где  $\vartheta_{yx,i}$  - показания прибора при  $i$ -м измерении в серии из четырех измерений, К (°С),  $j$  - канал измерения.

При измерениях в двух точках газохода за показание  $\vartheta_{yx}$  принимается среднее арифметическое по двум параллельным каналам измерения

$$\vartheta_{yx} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 \vartheta_{yx,i}. \quad (3)$$

7.2. Оценка показателей точности  $\vartheta_{yx}$  проводится при метрологической аттестации Методики выполнения измерения на конкретной ТЭС в соответствии с "Методическими указаниями по разработке и аттестации методик выполнения измерений основных параметров теплоэнергетического оборудования" МУ 34-70-014-82 (М.: СПО Союзтехэнерго, 1982).



7.3. Основная абсолютная погрешность канала измерения при нормальных условиях в данном балансовом сечении определяется по формуле

$$\Delta_0 = \Delta_{0,j} = \pm \sqrt{\Delta_{от.с.}^2 + \Delta_{и.п.}^2 + \Delta_{л.с.}^2 + \Delta_M^2}, \quad (4)$$

где  $\Delta_{от.с.}$ ,  $\Delta_{и.п.}$ ,  $\Delta_{л.с.}$  - соответственно предел абсолютной погрешности термопреобразователя сопротивления, измерительного прибора (автоматического моста) или нормирующего преобразователя в случае ИИС, линий связи, К (°С);

$\Delta_M$  - предел абсолютной методической погрешности от замены измерения поля температур точечной оценкой, К (°С).

При измерениях в двух точках газохода

$$\Delta_0 = \frac{\Delta_{0,j}}{\sqrt{2}}. \quad (5)$$

7.4. Погрешность  $\Delta_{т.с.}$  принимается по НТД на термопреобразователь сопротивления.

Погрешность  $\Delta_{и.п.}$  определяется по формуле

$$\Delta_{и.п.} = \pm \frac{\delta_{пр} T_N}{100}, \quad (6)$$

где  $\delta_{пр}$  - приведенная погрешность измерительного прибора (класс точности), %;

$T_N$  - нормирующее значение (диапазон измерений), К (°С).

Погрешность  $\Delta_{л.с.}$  принимается по техническим условиям на измерительный прибор с учетом сопротивления реальных линий связи.

Погрешность  $\Delta_M$  для котлов с мокрыми скрубберами определяется по результатам экспериментального определения полей скоростей и температур газов в балансовом сечении (п.5.1.2), для остальных котлов  $\Delta_M \approx \pm 1$  К (°С).

7.5. Дополнительная абсолютная погрешность измерения  $\vartheta_{yx}$  при отклонении внешних влияющих факторов от их нормальных значе-

ний определяется по формуле

$$\delta = \pm \sqrt{\delta_{Т.С.}^2 + \delta_{И.П.}^2 + \delta_{Л.С.}^2 + \delta_{М.}^2}, \quad (7)$$

где  $\delta_{Т.С.}$ ,  $\delta_{И.П.}$ ,  $\delta_{Л.С.}$  - предел дополнительной абсолютной погрешности термопреобразователя сопротивления, измерительного прибора и линий связи при заданных конкретных условиях измерений  $\vartheta_{yx}$  на данной ТЭС (при наиболее вероятных отклонениях влияющих факторов от нормальных значений), К (°С);  
 $\delta_{М.}$  - предел дополнительной абсолютной методической погрешности от отклонения поля распределения температур и скоростей газов от принятых за нормальные, К (°С).

Определение  $\delta_{Т.С.}$ ,  $\delta_{И.П.}$ ,  $\delta_{Л.С.}$  производится на основании НТД на средства измерений,  $\delta_{М.}$  - по результатам экспериментального определения полей скоростей и температур газов в балансовом сечении. Погрешности уточняются экспериментально при аттестации МВИ.

7.6. Предел суммарной абсолютной погрешности измерения находится по формуле

$$\Delta = \pm \sqrt{\Delta_0^2 + \delta^2}. \quad (8)$$

Пример определения суммарной абсолютной погрешности приведен в приложении 2.

## 8. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

8.1. Требования к лицам, проводящим измерения, лежат в пределах квалификационных требований к машинистам энергетических котлов.

8.2. Лица, осуществляющие подготовку к измерениям (п.5.1), должны иметь квалификацию слесаря по автоматике и КИП не ниже 5-го разряда.

8.3. Экспериментальное определение полей скоростей и температур газов в балансовых сечениях осуществляют лица с квалификацией не ниже инженера-теплотехника.

8.4. Лица, обслуживающие систему измерений  $\vartheta_{yx}$ , проводящие ее ремонт и поверку приборов (п.5.3), должны иметь квалификацию слесаря по автоматике и КИП не ниже 4-го разряда.



9. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. При монтаже, наладке и эксплуатации систем измерения  $\gamma_{ух}$  должны соблюдаться требования "Правил техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей" (М.: Энергоатомиздат, 1985).

9.2. Инструктаж операторов проводится в соответствии с "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей" (М.: Энергия, 1977).

Приложение I  
Рекомендуемое

НОМЕНКЛАТУРА РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Наименование	Техническая характеристика	Тип, технические условия	Завод-изготовитель
Термопреобразователь сопротивления платиновый	<p>Пределы измерения 223 - 873 К (-50 - +600 °С)</p> <p>Номинальная статическая характеристика - 100 П.</p> <p>Предел допускаемой основной абсолютной погрешности при температуре 473 К (200 °С) - ± 0,87К (°С)</p> <p>Крепление - гильза защитная 5Ц4.819.015</p>	<p>ТСП-0879 5Ц2.821. 426-78; ТУ 25-02. 792288-80</p>	Луцкий приборостроительный завод
Мост автоматический уравновешенный	<p>Пределы измерения 273 - 473 К (0 - 200 °С)</p> <p>Номинальная статическая характеристика - 100 П.</p> <p>Основная приведенная погрешность: по показаниям ± 0,5%; по регистрации ± 0,5% (1,0% для КСМ-2).</p>	<p>КСМ-4 или КСМ-2; ТУ 25.05.1290-78 или ТУ 25-05-1821-75</p>	<p>Московский приборостроительный завод "Манометр" или завод Львов-прибор</p>



О к о н ч а н и е   п р и л о ж е н и я   I

Наименование	Технические характеристики	Тип, технические условия	Завод-изготовитель
Секундомер	Быстродействие -2,5 с (или 10 с)	СОПр-2а-3	Златоустовский часовой завод
Информационно-измерительные системы (ИИС)	<p>Предел суммарной абсолютной погрешности измерения <math>\Delta_{\text{ух}}</math> для газовых, газомазутных и пылеугольных котлов с сухим золоулавливанием не более <math>\pm 4 \text{ K } (^{\circ}\text{C})</math>.</p> <p>Предел суммарной абсолютной погрешности измерения <math>\Delta_{\text{ух}}</math> для пылеугольных котлов с мокрым золоудалением, а также для котлов с <math>\Delta_{\text{ух}}</math> 473 K (<math>200^{\circ}\text{C}</math>) не более <math>\pm 6 \text{ K } (^{\circ}\text{C})</math>.</p> <p>Интервал опроса 15 с, период усреднения 1 мин</p>	Определяется схемой АСУ-ТП	Определяется при проектировании

П р и л о ж е н и е   2  
Справочное

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОЙ АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ  
ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ  
В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛАХ С СУХИМ ЗОЛОУЛАВЛИВАНИЕМ

I. Измерения температуры в одной точке  
(один канал измерения)

I.I. По показаниям вторичного прибора КСМ-2

Основная абсолютная погрешность измерения температуры уxo-

дящих газов при нормальных условиях определяется по формуле (4), где

для термопреобразователя сопротивления ТСП-0879 по ТУ 25-02.792288-80  $\Delta_{т.с} = 0,87^{\circ}\text{C}$ ;

для КСМ-2 по ТУ 25-05.1821-75 нормирующее значение (диапазон измерения) автоматического моста  $T_M = 300^{\circ}\text{C}$ ;  $\delta_{пр} = 0,5\%$  - приведенная погрешность автоматического моста, тогда

$$\Delta_{и.п} = \frac{\delta_{пр} T_M}{100} = \frac{0,5 \cdot 300}{100} = 1,5^{\circ}\text{C};$$

При трехпроводной схеме изменения температуры соединительных проводов от термопреобразователя до БШУ не вызывает погрешности, тогда  $\Delta_{лс} = 0$ ;

при измерении поля температур в одной точке  $\Delta_M$  принимаем равным значению неравномерности поля температур газов в балансовом сечении газохода  $\Delta_M = 2^{\circ}\text{C}$ , тогда

$$\Delta_0 = \pm \sqrt{0,87^2 + 1,5^2 + 2^2} = \sqrt{7,0069} = 2,65^{\circ}\text{C}.$$

Для вычисления дополнительной абсолютной погрешности измерения используется формула (7), где

значение  $\delta_{т.с}$  включает погрешность вследствие перегрева чувствительного элемента, погрешность из-за изменения отношения  $\frac{R_{100}}{R_0}$  и погрешность из-за неточности подгонки начального сопротивления чувствительного элемента.

Погрешность вследствие перегрева чувствительного элемента равняется 0,05%, или  $0,32^{\circ}\text{C}$  (см. п. 1.3.5 ТУ 25-02.792288-80). Погрешность из-за изменения отношения  $\frac{R_{100}}{R_0}$  составляет 0,1%, или  $0,65^{\circ}\text{C}$  (см. п. 1.3.2 табл. 3 ТУ 25-02.792288-80). Погрешность из-за неточности подгонки начального сопротивления равна  $0,2^{\circ}\text{C}$ , тогда

$$\delta_{т.с} = \sqrt{0,32^2 + 0,65^2 + 0,2^2} = \sqrt{0,569} = 0,75^{\circ}\text{C};$$

значение  $\delta_{и.п}$  учитывает погрешность, вызванную изменением температуры окружающего воздуха от измеренной  $t_H = 20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  до  $t_B = 30^{\circ}\text{C}$  ( $t_H = 10^{\circ}\text{C}$ ) и изменением напряжения питания силовой электрической цепи на +10 и -15 %.

Погрешность вследствие изменения температуры окружающего

воздуха равняется

$$\gamma_t = 0,01 (t_{\beta(H)} - t_{и}) = 0,01 \cdot (30 - 20) = 0,1\%, \text{ или } 0,3^{\circ}\text{C}.$$

Погрешность вследствие изменения напряжения питания силовой электрической цепи равняется  $0,75^{\circ}\text{C}$ , тогда

$$\delta_{и.п} = \sqrt{0,3^2 + 0,75^2} = 0,81^{\circ}\text{C};$$

при принятой схеме включения  $\delta_{л.с} = 0$ ;

учитывая, что поле температур характеризуется стабильностью, принимаем  $\delta_M = 0$ . Таким образом,

$$\delta = \pm \sqrt{0,75^2 + 0,81^2} = 1,11^{\circ}\text{C}.$$

Предел суммарной абсолютной погрешности одного канала измерения

$$\Delta = \pm \sqrt{\Delta_0^2 + \delta^2} = \pm \sqrt{2,65^2 + 1,11^2} = \pm \sqrt{8,255} = \\ = \pm 2,87^{\circ}\text{C}.$$

## 1.2. По регистрации вторичного прибора КСМ-2

Основная абсолютная погрешность измерения температуры уходящих газов определяется по формуле (4), где:

$$\Delta_{т.с} = 0,87^{\circ}\text{C};$$

для КСМ-2 по ТУ 25-05.1821-75

$T_M = 300^{\circ}\text{C}$ ,  $\delta_{пр} = 1$  (по регистрации), тогда

$$\Delta_{и.п} = \frac{1 \cdot 300}{100} = 3^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta_{л.с} = 0;$$

$\Delta_M = 2^{\circ}\text{C}$ , тогда

$$\Delta_0 = \pm \sqrt{0,87^2 + 3^2 + 2^2} = \pm \sqrt{13,7569} = \pm 3,71^{\circ}\text{C} - \text{основ-}$$

ная абсолютная погрешность измерения;

$\delta = 1,11^{\circ}\text{C}$  - дополнительная абсолютная погрешность измерения.

Предел суммарной абсолютной погрешности одного канала измерения

$$\Delta = \pm \sqrt{\Delta_0^2 + \delta^2} = \pm \sqrt{3,71^2 + 1,11^2} = \pm \sqrt{14,9962} = \pm 3,87^{\circ}\text{C}.$$



## 2. Измерение температуры в двух точках (два канала измерения)

Погрешность при двух каналах измерения определяется по формуле

$$\Delta = \pm \frac{\Delta_{1,2}}{\sqrt{2}}$$

где  $\Delta_1, \Delta_2$  - погрешности каналов измерения.

Принимая  $\Delta_1 = \Delta_2$ ,  $\Delta_1 = \pm \frac{3,87^2}{\sqrt{2}} = 2,74^\circ\text{C}$ .

## 3. Определение средней температуры при измерении в одной точке

При измерении температуры уходящих газов для газомазутного котла берутся показания измерительного прибора через 15 с (минутная температура). Пусть  $t_{1yx} = 170^\circ\text{C}$ ,  $t_{2yx} = 171,5^\circ\text{C}$ ,  $t_{3yx} = 169^\circ\text{C}$ ,  $t_{4yx} = 171^\circ\text{C}$ , тогда

$$t_{yx} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 t_{yxi} = \frac{170+171,5+169+171}{4} = 170,6 \approx 171^\circ\text{C}.$$

## О Г Л А В Л Е Н И Е

1. Назначение и область применения .....	3
2. Измеряемый параметр и условия измерения .....	3
3. Метод измерения параметра .....	5
4. Условия применения средств измерения .....	5
5. Алгоритм операций подготовки и выполнения измерений .....	6
6. Показатели точности измерений и форма их представления .....	7
7. Алгоритм обработки результатов измерений и оценка показателей точности .....	7
8. Требования к квалификации операторов .....	9
9. Требования техники безопасности .....	10
П р и л о ж е н и е 1. Номенклатура рекомендуемых средств измерений .....	10
П р и л о ж е н и е 2. Пример определения суммарной абсолютной погрешности измерения температуры уходящих газов в энергетических котлах с сухим золоулавливанием .....	11