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

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА В УХОДЯЩИХ ГАЗАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ

МТ 34-70-021-86

РД 34.11.306

СПО
СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1986

gost.e-ecolog.ru

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

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА В УХОДЯЩИХ ГАЗАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ

МТ 34-70-021-86

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПО "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"
Москва 1986

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 (ВТИ им.Ф.Э.Дзержинского), предприятием Средазтехэнерго Производственного объединения по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей

И С П О Л Н И Т Е Л И В.С.БАЛОВНЕВ, В.Д.МИРОНОВ (ВТИ им.Ф.Э.Дзержинского); Л.В.БОЙЧЕНКО (Средазтехэнерго)

У Т В Е Р Ж Д Е Н О Главным научно-техническим управлением энергетики и электрификации 03.03.86 г.

Заместитель начальника Д.Я.ШАМАРАКОВ

© СПО Союзтехэнерго, 1986.

Ответственный редактор Н.К.Демурова
Литературный редактор М.Г.Полоновская
Технический редактор Н.Д.Архипова
Корректор К.И. Миронова

Подписано к печати 05.12.86		Формат 60х84 1/16
Печать офсетная	Усл.печ.л. 1,16 Уч.-изд.л. 1,1	Тираж 1150 экз.
Заказ № 543/66	Издат.№ 86768	Цена 17 коп.

Производственная служба передового опыта эксплуатации *энергопредприятий Союзтехэнерго*
105023, Москва, Семеновский пер., д.15

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29,строение 6

УДК 66.012.1:662.96

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА В УХОДЯЩИХ ГАЗАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ

МТ 34-70-021-86
Вводится впервые

Срок действия установлен
с 01.01.87 г.
до 01.01.97 г.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящая Методика распространяется на выполнение измерений содержания кислорода в уходящих газах энергетических котлов тепловых электростанций.

1.2. Методика устанавливает методы и средства измерений, алгоритмы подготовки и проведения измерений, а также алгоритмы обработки результатов измерений.

Методика обеспечивает получение достоверных количественных показателей точности измерений в базисном режиме работы энергооборудования и устанавливает способы их выражения.

1.3. Требования Методики обязательны при проектировании и эксплуатации систем измерения содержания кислорода в дымовых газах энергетических котлов.

2. НОРМЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Принятые нормы точности измерений содержания кислорода в уходящих газах энергетических котлов установлены по результатам специально проведенной научно-исследовательской работы и составляют:

Диапазон измерений, % O_2об.	0-1	0-2	0-5	0-10
Суммарная погрешность измерений, % диапазона измерения.....	10	9	7	6

2.2. Нормы точности установлены для базисного режима работы энергооборудования. Для маневренного режима пуска и останова энергооборудования нормы точности не устанавливаются.

2.3. Погрешности измерений, полученные при аттестации настоящей Методики, не должны превышать значений, указанных в п.2.2.

3. ИЗМЕРЯЕМЫЙ ПАРАМЕТР И УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ

3.1. Содержание кислорода в уходящих газах является одним из важнейших технологических параметров на ТЭС.

Содержание кислорода в уходящих газах измеряется с двух сторон газохода котла перед экономайзером по ходу газов.

Результаты измерений содержания кислорода в уходящих газах используются для управления технологическим процессом и расчета технико-экономических показателей энергооборудования ТЭС.

3.2. Диапазоны изменения измеряемого параметра в зависимости от вида сжигаемого топлива составляют, % O_2об.:

- от 0,4 до 4,0 вкл. - для газа;
- от 0,4 до 4,5 вкл. - для мазута;
- от 2,9 до 9,6 вкл. - для угля.

3.3. Место отбора пробы газа выбирают так, чтобы запаздывание показаний было минимальным, проба должна быть представительной.

3.4. Представительность пробы обеспечивается при отборе из точки, расположенной примерно на I/3 диаметра поперечного сечения круглого газохода (шунтовой трубы) или на I/3 длины по диагонали от любого угла газохода прямоугольного сечения.

3.5. Шунтирующий трубопровод прокладывают параллельно с основным газовым потоком. Шунтируется хвостовая часть котла - участок экономайзеров и воздухоподогревателей.

4. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ И СТРУКТУРА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

4.1. Измерение содержания кислорода в уходящих газах энергетических котлов следует выполнять методом, основанным на использовании явления термомагнитной конвекции исследуемой газовой смеси, обусловленной магнитными свойствами присутствующего в ней кислорода, которые резко отличают его от всех остальных компонентов смеси.

4.2. Под термомагнитной конвекцией подразумевается конвекция газа, окружающего нагретое тело (чувствительный элемент), расположенное в неоднородном магнитном поле. При этом меняется тем-

пература чувствительного элемента, а следовательно, его сопротивление. Изменение сопротивления вызывает разбаланс измерительного моста, выходное напряжение которого преобразуется в перемещение движка реохорда (способом автокомпенсации).

По изменению сопротивления чувствительного элемента судят о концентрации кислорода в газовой смеси.

4.3. Возможны два варианта общей организации системы контроля содержания кислорода в уходящих газах котлов: децентрализованная и централизованная с помощью средств вычислительной техники (рис.I).

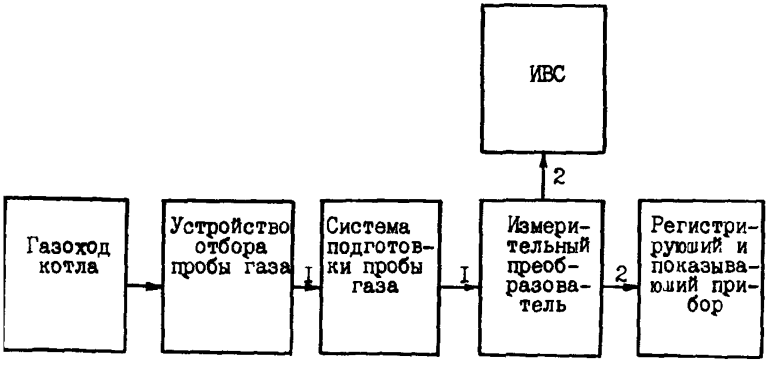

Рис.I. Структурная схема системы измерения содержания кислорода в уходящих газах котлов:
I - соединительные (импульсные) трубки; 2 - экранированный провод

4.3.I. При децентрализованной системе контроля движок реохорда кинематически связан с кареткой средства представления информации, которая обеспечивает запись значений измеряемого параметра на диаграммной бумаге и отсчитывает эти же значения по шкале.

4.3.2. При централизованной системе контроля изменение сопротивления реохорда преобразуется в унифицированный сигнал постоянного тока 0-5 мА, который передается на информационно-вычислительный комплекс для автоматической обработки результатов измерений.

5. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ

5.I. При выполнении измерений должны быть применены средства измерений и вспомогательные устройства, выпускаемые выруским заводом газоанализаторов и приведенные в таблице.

Наименование	Тип, технические условия	Диапазон измерения, % O_2об.	Основная допускаемая погрешность, %
Автоматический газоанализатор на кислород	МН-5I3QУ4 ТУ 25-02-1975-75	0-I 0-2 0-5	±5 ±5 ±5
Автоматический термомагнитный газоанализатор кислорода	МН-5I06-2 ТУ 25-05-2I5I-76	0-I 0-2 0-5 0-I0	±5 ±5 ±5 ±5
Устройство отбора пробы газа	-	-	-
Устройство подготовки пробы газа	-	-	-

Примечание. Основная допускаемая погрешность приведена для нормальных условий работы комплекта газоанализатора, включающего измерительный преобразователь и регистрирующий прибор(без системы газоподготовки).

5.2. Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих получение суммарной погрешности измерения в пределах заданных норм точности.

5.3. Параметры анализируемой пробы газа должны соответствовать следующим значениям:

Температура .....5-50°С

Относительная влажность .....Не более 95 %

Избыточное давление .....Не более 50 кПа

Расход анализируемой газовой смеси через газоанализатор .....$(I2\pm4)\cdot I0^{-6}$ м^3/с

Содержание механических примесей.....Не более 0,00I г/м^3

Содержание коррозионно-активных примесей.....Не более 0,0I г/м^3

5.4. При выполнении измерений должны быть соблюдены следующие условия:

Температура окружающего воздуха.....От 5 до 50 °С

Относительная влажность окружающего воздуха.....До 90 %

Атмосферное давление .....От 90,6 до 104,6 кПа

Вибрация:

амплитуда .....До 0,1 мм

частота .....25 Гц

Напряженность внешних магнитных полей .....Не более 400 А/м

Напряженность внешних электрических переменных однородных полей .....Не более 50 кВ/м

Параметры электрического питания:

напряжение переменного тока .....220^{+22}_{-33} В

частота.....50 ± 1 Гц

Давление питающего конденсата на входе системы газоподготовки.....300 ± 100 кПа

6. АЛГОРИТМ ОПЕРАЦИЙ ПОДГОТОВКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Требования к монтажу средств измерения

6.1.1. Проба газа отбирается из шунтовой трубы, которая должна быть выполнена из покрытой теплоизоляцией стальной трубы с внутренним диаметром 80-200 мм и в месте отбора может иметь расширение с патрубком, позволяющее разместить в нем устройство для отбора пробы газа.

6.1.2. При конструктивной невозможности прокладки шунтовой трубы проба газа отбирается непосредственно из газохода котла в режимном сечении (перед экономайзером по ходу газов).

6.1.3. Газоанализаторы должны устанавливаться в местах, не подверженных вибрации и расположенных вдали от нагретых поверх-

ностей, и защищаться от воздействия местных перегревов и сильных потоков воздуха.

6.I.4. Средство представления информации (самопишущий и показывающий прибор) должно быть установлено на расстоянии не более 300 мм от измерительного преобразователя (при использовании средств измерений по п.5.I). В случае применения средств измерения других типов это расстояние регламентируется инструкцией по их монтажу.

6.I.5. Блоки газоанализаторов должны устанавливаться вертикально на щитах и кронштейнах и проверяться по уровню.

6.I.6. Вспомогательные устройства монтируются в соответствии со схемой, приведенной в паспорте газоанализатора, и указаниями в паспортах соответствующих вспомогательных устройств.

6.I.7. Отдельные блоки газоанализатора при монтаже газовой схемы следует соединять металлическими трубками диаметром 8xI мм из нержавеющей стали или трубками ПМ-I/42 диаметром 8xI мм. Рекомендуемая газовая функциональная схема приведена на рис.2.

6.I.8. Электрическая схема должна монтироваться в соответствии с инструкцией по эксплуатации газоанализатора и действующими на объекте правилами и нормами.

6.I.9. Соединение измерительного преобразователя со средством представления информации должно быть выполнено экранированным проводом сечением не менее I $мм^2$.

6.I.I0. Для предохранения и защиты от механических повреждений и электрических помех соединительные провода следует прокладывать в гибких металлических шлангах или трубках, которые необходимо заземлять.

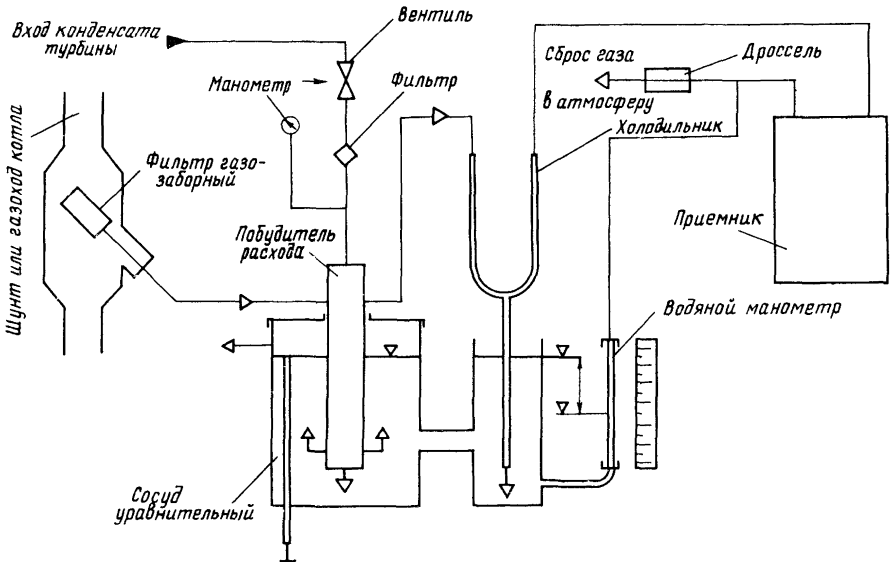

Рис.2. Газовая функциональная схема

6.2. Требования к подготовке измерений

6.2.1. Перед выполнением измерений необходимо провести проверку:

- правильности монтажа устройства отбора и подготовки пробы газа и комплекта газоанализатора;
- наличия электропитания на первичном измерительном преобразователе и средстве представления информации;
- герметичности газового тракта (от места установки устройства отбора пробы газа до измерительного преобразователя);
- отсутствия присосов воздуха в месте установки устройства отбора пробы газа;
- наличия расхода конденсата на водоструйный эжектор.

6.2.2. К измерениям допускаются средства измерения, прошедшие государственную (ведомственную) поверку, имеющие действующие поверительные клейма.

При обнаружении какого-либо несоответствия вышеизложенным требованиям измерения нельзя производить до его устранения.

6.2.3. После осмотра и устранения дефектов подается напряжение питания.

6.3. Выполнение измерений

6.3.1. Через 60 мин после включения питания проверяются контрольные точки шкалы газоанализатора ("Нуль" и "Чувствительность"), проводится соответствующая корректировка.

В процессе выполнения измерений корректировка "Нуля" и "Чувствительности" выполняется ежесуточно.

6.3.2. Измерения содержания кислорода в уходящих газах котлов выполняются с одновременной автоматической записью результатов на диаграммной бумаге.

7. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ, СПОСОБЫ И ФОРМЫ ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

7.1. В качестве показателя точности измерения содержания кислорода в уходящих газах котла по ГОСТ 8.011-72 принимается интервал, в котором с установленной вероятностью находится суммарная погрешность измерения.

7.2. Устанавливается следующая форма записи результатов измерения:

$$O_2; \quad \Delta O_2; \quad \text{от } \Delta O_{2н} \text{ до } \Delta O_{2в}; \; P,$$

где O_2 - результат измерения содержания кислорода в уходящих газах котла, % O_2об.;

ΔO_2, $\Delta O_{2н}$, $\Delta O_{2в}$ - соответственно погрешность измерения, нижняя и верхняя ее границы, % O_2об.;

P - установленная вероятность, с которой погрешность находится в этих границах ($P = 0{,}95$).

8. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ

8.I. Обрабатывать результаты измерений содержания кислорода в уходящих газах котлов следует способом определения средних значений с использованием полярного планиметра. Тогда среднее содержание кислорода в уходящих газах котла может быть определено по формуле

$$O_{2ср} = \frac{F m_{O_2} m_\tau}{\tau_0}, \qquad (I)$$

где F - площадь планиметрируемой части диаграммной бумаги, $см^2$;

m_{O_2} - масштаб содержания кислорода, % O_2 об/см;

m_τ - масштаб времени, ч/см;

τ_0 - интервал усреднений (I; 8; 24 ч).

$$m_{O_2} = \frac{O_{2max} - O_{2min}}{C} \cdot 10, \qquad (2)$$

где O_{2max}, O_{2min} - начальное и конечное значения шкалы, % O_2об.;

C - ширина диаграммной бумаги, мм.

$$m_t = \frac{1}{V} \cdot 10, \qquad (3)$$

где V - скорость продвижения диаграммной бумаги, мм/ч.

8.2. При использовании информационно-вычислительного комплекса, прошедшего метрологическую аттестацию, применяется формула

$$O_{2cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} O_{2i}, \qquad (4)$$

где n - число циклов опроса за данный интервал усреднения;

O_{2i} - значение содержания кислорода в дымовых газах котла в i-м цикле опроса, % O_2об.

8.3. Оценка показателей точности измерения содержания кислорода в уходящих газах котлов проводится при метрологической аттестации методик выполнения измерения на конкретном оборудовании ТЭС.

8.4. Доверительные границы погрешности измерения содержания кислорода в уходящих газах котлов (% O_2об.) определяется по формуле

$$\Delta_H = \Delta_B = \frac{\Delta_i}{\sqrt{K}}, \qquad (5)$$

где Δ_i - суммарная погрешность измерения содержания кислорода в i-м канале измерения, % O_2об.;

K - число каналов измерения.

Суммарная погрешность измерения определяется расчетным путем с использованием данных НТД на средства измерения по формуле

$$\Delta_i = \frac{\delta_i - P_H}{100}, \qquad (6)$$

где δ_i - суммарная относительная погрешность измерения содержания кислорода, %;

$P_н$ - нормирующее значение, % O_2об.

В качестве $P_н$ принято значение диапазона измерений.

Суммарная относительная погрешность измерения содержания кислорода выражается формулой

$$\delta_i = \pm \sqrt{\delta_{iну}^2 + \delta_{ig}^2}\ , \qquad (7)$$

где $\delta_{iну}$ - предел суммарной относительной погрешности измерительной системы при нормальных условиях, %;

δ_{ig} - суммарная дополнительная погрешность канала измерения при отклонении внешних влияющих факторов от нормальных значений, %;

$$\delta_{iну} = \pm \sqrt{\delta_г^2 + \delta_{уог}^2 + \delta_{сгп}^2 + \delta_{га}^2 + \delta_{обр}^2}\ , \qquad (8)$$

где $\delta_г$ - погрешность, вносимая в результате измерения газоходом котла, %;

$\delta_{уог}$ - погрешность устройства отбора пробы газа, %;

$\delta_{сгп}$ - погрешность системы подготовки пробы газа, %;

$\delta_{га}$ - предел допускаемой погрешности комплекта газоанализатора (измерительный преобразователь и средство представления информации), %;

$\delta_{обр}$ - погрешность обработки результатов измерения (предел допускаемой погрешности от индивидуальных особенностей планиметриста и условий работы), %; $\delta_{обр}$= I,I%;

$$\delta_{ig} = \pm \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \ldots + \delta_n^2}\ , \qquad (9)$$

где $\delta_1 - \delta_n$ - составляющие суммарной дополнительной погрешности измерения содержания кислорода за счет отклонения влияющих факторов (температуры, напряжения, частоты, расхода газовой смеси и др.) от области нормальных значений, приведенных в НТД на средства измерения, %.

Для определения составляющих (по формуле 8) следует вычислить математическое ожидание каждой влияющей величины по формуле

$$M = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^{L} \varphi_i , \qquad (10)$$

где φ_i - значение влияющей величины (i -е измерение);

L - количество измерений влияющего фактора за интервал усреднения.

По полученным значениям M определяют значения составляющих суммарной погрешности по НТД или данным, приведенным в приложении I.

Приведенный метод является упрощенным способом оценки погрешности измерений в эксплуатационных условиях.

8.5. Пример расчета погрешности измерения содержания кислорода в уходящих газах котлов с рекомендуемыми средствами измерений по приведенному методу дан в приложении 2.

8.6. Обработка результатов измерений для получения более достоверных оценок погрешности измерения содержания кислорода в уходящих газах проводится в соответствии с ГОСТ 8.207-76.

9. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

К выполнению измерений и обработке их результатов допускаются лица, прошедшие специальное обучение и имеющие квалификацию:

- для выполнения измерений - электрослесарь 3-го-4-го разрядов;
- для обработки результатов измерений - техник или инженер-метролог.

10. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

10.1. При выполнении измерений содержания кислорода в уходящих газах энергетических котлов должны соблюдаться действующие "Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей" (М.: Энергоатомиздат, 1985) и "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (М.: Энергоатомиздат, 1986), а также требования ГОСТ 12.2.007.0-75.

I0.2. К выполнению измерений по настоящей Методике допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II при работе с электрическими цепями с напряжением до I000 В.

Приложение I
Справочное

СОСТАВЛЯЮЩИЕ СУММАРНОЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ

Таблица I

Дополнительные погрешности комплекта газоанализатора (измерительный преобразователь и регистрирующий прибор) от воздействия влияющих факторов

Факторы, вызывающие дополнительные погрешности	Значения дополнительных погрешностей в долях предела основной погрешности для диапазонов, % O_2об.			
	0-I	0-2	0-5	0-I0
Изменение только напряжения питания на каждые ±I0%	0,2	0,2	0,3	0,3
Изменение только расхода газовой смеси на каждые $4 \cdot I0^{-6}$ м³/с от номинального $I2 \cdot I0^{-6}$ м³/с	0,4	0,4	0,6	0,6
Изменение только атмосферного давления на каждые 3,3 кПа (25 мм рт.ст.) от градуировочного	0,4	0,4	0,6	0,6
Изменение только температуры окружающей среды на каждые I0°С от градуировочной	0,8	0,8	I,0	I,0
Изменение только наклона в любом направлении на 5° от положения, принятого при градуировке	0,5	0,5	0,8	0,8

Окончание таблицы I

Факторы, вызывающие дополнительные погрешности	Значения дополнительных погрешностей в долях предела основной погрешности для диапазонов, % O_2об.			
	0-I	0-2	0-5	0-I0
Изменение только частоты питания на каждые 0,5 Гц от номинального 50 Гц	0,2	0,2	0,3	0,3
Изменение только концентрации водорода на I% об. по сравнению с градуировочным	I,00	I,00	I,00	0,75
Изменение концентрации двуокиси углерода на каждые 2,5% об. по сравнению с градуировочным	I,0	0,5	0,5	0,5
Изменение концентрации двуокиси углерода на I0% об. по сравнению с градуировочным	-	-	-	0,5

Таблица 2

Дополнительные погрешности, вносимые в результат измерений устройством отбора пробы газа, газоходом котла и системой подготовки пробы газа

Диапазон измерения, % O_2об.	Топливо	Точка измерения, % O_2 об.	Погрешность, % O_2 об.		
			Газоход котла	Устройство отбора пробы газа	Система подготовки пробы газа
0-I	Природный газ	0,5	0,0I0	0,0I5	0,026
		I,0	0,0I8	0,030	0,050
	Мазут	0,5	0,0I0	0,0I5	0,026
		I,0	0,020	0,030	0,050
0-2	Природный газ	0,5	0,0I0	0,0I5	0,026
		2,0	0,034	0,060	0,I0I
	Мазут	0,5	0,0I0	0,0I5	0,026
		2,0	0,039	0,060	0,I0I
0-5	Природный газ	0,5	0,0I0	0,0I5	0,026
		5,0	0,080	0,I50	0,252
	Мазут	0,5	0,0I0	0,0I5	0,026
		5,0	0,085	0,I50	0,252

Окончание таблицы 2

Диапазон измерения, % O_2об.	Топливо	Точка измерения, % O_2об.	Погрешность, % O_2 об.		
			Газоход котла	Устройство отбора пробы газа	Система подготовки пробы газа
0-I0	Каменный уголь	3,5	0,I80	0,I05	0,276
		I0,0	0,370	0,300	0,504

Примечание. Погрешности на остальных точках шкалы определяются путем линейной интерполяции.

Приложение 2
Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА В УХОДЯЩИХ ГАЗАХ КОТЛА

Исходные данные:

Сжигаемое топливо - природный газ.
Автоматический газоанализатор на кислород - МН-5I30У4.
Диапазон измерений - от 0 до 5% O_2об.
Основная допустимая погрешность записи - 2,0 % об.
Планиметр ПП-I.
Ширина диаграммной бумаги С = I60 мм.
Скорость продвижения диаграммной бумаги V = 20 мм/ч.
Интервал усреднения τ_0 = 8 ч.
Расход газовой смеси I6 · $I0^{-6}$ $м^3/с$.
Атмосферное давление I0I,325 кПа.
Частота питающего напряжения 50 Гц.
Содержание H_2 и CO_2 в пробе газа соответствует градуировочному.
Средняя температура окружающего воздуха +30°С.
Напряжение питания 220 В.
Площадь планиметрируемой части диаграммной бумаги F = 34 $см^2$.

Наименование	Способ и источник	Расчет и результат
Масштаб содержания кислорода, % O_2об /см	(2)	$m_{O2} = \frac{5 - 0}{160} \cdot 10 = 0,3$
Масштаб времени, ч/см	(3)	$m_{\tau} = \frac{1}{20} \cdot 10 = 0,3$
Результат измерения содержания кислорода в уходящих газах, % O_2об.	(1)	$O_{2\,ср} = \frac{34 \cdot 0,3 \cdot 0,5}{8} = 0,64$
Предел допускаемой погрешности комплекта кислородомера (погрешность записи), %		$\delta_{га} = 2,0$
Погрешность газохода котла, %	Табл.2	$\delta_{г} = \frac{0,01 \cdot 100}{5} = 0,2$
Погрешность устройства отбора пробы газа, %	Табл.2	$\delta_{уог} = \frac{0,015 \cdot 100}{5} = 0,3$
Погрешность системы подготовки пробы газа, %	Табл.2	$\delta_{сгп} = \frac{0,026 \cdot 100}{5} = 0,52$
Погрешность обработки (погрешность планиметрирования), %	Журнал "Измерительная техника", 1982, №8	$\delta_{обр} = 1,1$
Суммарная относительная погрешность измерительной системы в нормальных условиях, %	(8)	$\delta_{ину} = \frac{\pm\sqrt{2^2+0,2^2+0,3^2+}}{+0,52^2+1,1^2} = \pm 2,37$
Составляющие суммарной дополнительной погрешности за счет отклонения, %:	Табл.1	
температуры		$\delta_1 = 2,0$
расхода газовой смеси		$\delta_2 = 1,2$
Суммарная дополнительная погрешность при отклонении внешних влияющих факторов от градуировочных значений, %	(9)	$\delta_д = \pm\sqrt{2^2 + 1,2^2} = \pm 2,33$
Суммарная относительная погрешность измерения содержания кислорода в уходящих газах, %	(7)	$\delta = \pm\sqrt{2,37^2 + 2,33^2} = \pm 3,33$ Погрешность соответствует установленной норме точности (см.п.2.2)

Наименование	Способ и источник	Расчет и результат
Доверительные границы погрешности измерения, % O_2 об.	(5)	$\Delta_H = \Delta_B = \frac{5 \cdot 3,33}{I00} = 0,I66$
Результат измерения содержания кислорода в уходящих газах	—	0,64% O_2 об.; Δ от - 0,I66 до + 0,I66 при $P = 0,95$

О Г Л А В Л Е Н И Е

1. Назначение и область применения 3
2. Нормы на показатели точности измерений 3
3. Измеряемый параметр и условия измерения 4
4. Метод измерения и структура измерительной системы 4
5. Условия применения средств измерения 6
6. Алгоритм операций подготовки и выполнения измерений 7
7. Показатели точности измерений, способы и формы их представления 10
8. Алгоритм обработки результатов измерений и оценка показателей точности II
9. Требования к квалификации операторов I4
I0. Требования техники безопасности I4
П р и л о ж е н и е I. Составляющие суммарной дополнительной погрешности I5
П р и л о ж е н и е 2. Пример расчета погрешности измерения содержания кислорода в уходящих газах котла I7

gost.e-ecolog.ru