РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ЕЭС РОССИИ"

Утверждаю:

Первый заместитель Начальника
Департамента стратегии развития
и научно-технической политики
РАО "ЕЭС России"

_____ А.П.Берсенев

"28" октября 1998г.

МЕТОДИКА
контрольных испытаний золоулавливающих установок тепловых электростанций и котельных
РД 153-34.0-02.308-98

Москва
1998г.

gost.e-ecolog.ru

Разработана: АО "Уралтехэнерго", АО "Фирма ОРГРЭС"

Исполнители: Вейльман В.И. (Уралтехэнерго)
Орлов А.В., Поволоцкий Ю.В. (ОРГРЭС)

Согласована: АО"НИИЭЛЭП". Письмо от 26.03.98 N 109/21.

Утверждена: РАО "ЕЭС России" 28.10.98. Первый заместитель Начальника Департамента стратегии развития и научно-технической политики А.П.Берсенев.

Настоящая методика разработана по поручению Департамента стратегии развития и научно-технической политики РАО "ЕЭС России" и является собственностью РАО "ЕЭС России".

Распространение методики и применение ее в других отраслях промышленности России, а также ближайшего зарубежья допускается исключительно с разрешения собственника.

УДК 662.613.134

МЕТОДИКА КОНТРОЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩИХ УСТАНОВОК ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И КОТЕЛЬНЫХ

РД 153-34.0-02.308-98

Срок действия
с 01.11.1998г.
по 01.11.2003г.

Настоящая Методика распространяется на золоулавливающие установки котлов тепловых электрических станций и котельных* - сухие инерционные и мокрые аппараты, электрофильтры, тканевые фильтры, а также на многоступенчатые установки, состоящие из различных комбинаций аппаратов.

Методика предназначена для персонала ТЭС, работающих на твёрдом топливе, а также наладочных и других организаций, занимающегося контролем работы золоулавливающих установок и определением количества золы, выбрасываемой с дымовыми газами в атмосферу.

Методика составлена в соответствии с "Руководством по контролю источников загрязнения атмосферы ОНД-90" (С.-П., ДНТП, 1992).

С выходом настоящей Методики отменяется "Методика определения степени очистки дымовых газов в золоулавливающих установках (экспресс-метод) (М.: СПО Союзтехэнерго, 1988).

---

* Далее в тексте-ТЭС

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 5

2. Объём испытаний 6

3. Требования безопасности 9

4. Выбор мест и средств измерений 10

5. Тарировка измерительного сечения 11

6. Определение степени очистки дымовых газов в золоулавливающей установке 14

7. Определение массового расхода золы 14

8. Определение массовой концентрации золы в дымовых газах 17

9. Определение объёма дымовых газов 17

10. Определение аэродинамического сопротивления золоулавливающей установки 20

11. Определение присосов воздуха в золоулавливающую установку 21

12. Измерение других параметров 23

13. Обработка результатов измерений и оценка их погрешностей 25

Прилохения: 1. Примерный перечень средств измерений при испытаниях золоулавливающих установок 27

2. Примерный перечень приспособлений при испытаниях золоулавливающих установок 28

3. Примерный перечень материалов при испытаниях золоулавливающих установок 29

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая методика применяется для испытаний золоулавливающих установок (ЗУУ), проводимых с целью эксплуатационного контроля эффективности их работы и инструментального определения максимальных и годовых выбросов золы в соответствии с "Правилами организации контроля выбросов в атмосферу на тепловых электростанциях и в котельных. РД 34.02.306-97" (М.: СПО ОРГРЭС, 1998).

1.2. Настоящая методика разработана на основе "Методики испытаний золоулавливающих установок тепловых электростанций и котельных. РД 34.27.301-91" (М.: СПО ОРГРЭС, 1991) и "Методики определения степени очистки дымовых газов в золоулавливающих установках (экспресс-метод)" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1989).

1.3. Контрольные испытания должны проводиться на максимальной эксплуатационной нагрузке котла при неизменном газовоздушном режиме его работы, установленном режимной картой.

Колебания нагрузки котла не должны превышать ± 6% при его паропроизводительности до 200т/ч и ± 3% при паропроизводительности свыше 200т/ч согласно РД 34.11.321-88 "Нормы точности измерений технологических параметров тепловых электростанций".

1.4. При контрольных испытаниях золоулавливающих установок тепловых электростанций и котельных наряду с настоящей методикой могут быть использованы:

- "Методы определения запыленности газовых потоков. Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. ГОСТ Р 50820-95";

- "Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения. Охрана природы. Атмосфера. ГОСТ 17.2.4.06-90";

- "Методы определения давления и температуры газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения. Охрана природы. Атмосфера. ГОСТ 17.2.4.07-90".

2. ОБЪЕМ ИСПЫТАНИЯ

При контрольных испытаниях определяются не менее трёх раз следующие показатели золоулавливающей установки:

2. 1. Общая степень очистки дымовых газов от золы.

2. 2 Массовый расход золы, содержащейся в дымовых газах, до и после золоулавливающей установки.

2. 3. Массовая концентрация золы в дымовых газах до и после их очистки.

2. 4. Объёмный расход дымовых газов до и после золоулавливающей установки.

2. 5. Аэродинамическое сопротивление золоулавливающей установки.

2. 6. Присосы воздуха в золоулавливающую установку.

Продолжительность измерения массового расхода золы - не менее 1. 5 ч. Перечень, а также допустимые погрешности измерения параметров приведены в таблице.

Перечень определяемых параметров
при контрольных испытаниях золоулавливающих установок
и допустимые погрешности их измерения

Наименование физических величин и единицы их измерения	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность, %	Нормативно - технический документ
1	2	3	4
Степень очистки дымовых газов (доли единиц) на			

1	2	3	4
уровне:			
0. 90	+/-0. 025	-	
0. 95	+/-0. 013	-	
0. 98	+/-0. 005	-	
0. 99	+/-0. 003	-	
Массовый расход золы, содержащейся в дымовых газах до и после золоулавливающей установки, г/с	-	+/-23	РД 52. 04. 59-85
Массовая концентрация золы в дымовых газах, при норм. условиях г/нм3	-	+/-25	То же
Объёмный расход дымовых газов при рабочих и нормальных условиях м3/ч (нм3/ч)	-	+/-10	То же
Температура уходящих газов, гр. Ц	+/-4. 0	-	РД 34. 11. 321-88
Температура дымовых газов до и после золоулавливающей установки, гр. Ц	+/-4. 0	-	То же
Полное давление газов			

1	2	3	4
до и после золоулавливающей установки, Па	+/-40	-	
Аэродинамическое сопротивление золоулавливающей установки, Па	+/-60		
Давление воды, подаваемой на орошение мокрых эолоулавливающих установок, МПа		+/-5.0	
Температура воды, подаваемой на орошение мокрых эолоулавливающих установок и температура золовой пульпы, гр.Ц	+/-2.0	-	
Рабочая теплота сгорания топлива, Кдж/кг	+/-85	-	РД 34.11.321-88
Рабочая зольность топлива, %	+/-0.5	-	ГОСТ 11022-75
Рабочая влажность топлива, %	+/-0.3		ГОСТ 11014-81
Коэффициент избытка воздуха до и после золоулавливающей установки		+/-3.5	ИГ701.000.012-86

1	2	3	4
Сила тока короны полей электрофильтра, мА	+/-10	-	
Напряжение короны полей электрофильтра, кВ	+/-5	-	

Примечание: Допустимые погрешности измерения неуказанных в таблице физических величин принимают по РД 34.11.321-88 "Нормы точности измерения технологических параметров тепловых электростанций".

3.ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Работа проводится персоналом, прошедшим обучение и проверку знаний "Правил техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. РД 34.03.201.97 (М., 1997)" и имеющих запись в удостоверении о проверке знаний.

3.2. Эксплуатация электроприборов, используемых при измерениях, должна производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 121.019-79.

3.3. Расположение и организация рабочих мест должны соответствовать ГОСТ 122.032-78 и ГОСТ 12.2.033-78.

3.4. Леса, подмости и другие приспособления, применяемые для измерения на высоте, должны соответствовать требованиям СНиП Ш-4-80, ГОСТ 26887-86, ГОСТ 27321-87, ГОСТ 24258-88.

3.5. При измерениях за электрофильтром штанга пылезаборного зонда, пневмометрическая трубка и металлический чехол термопары должны заземляться для защиты персонала от воздействия статического электричества.

4. ВЫБОР МЕСТ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Точки для измерения массового расхода золы, содержащейся в дымовых газах, и динамического давления дымовых газов должны располагаться на прямых вертикальных или наклонных участках газоходов постоянного сечения длиной не менее 3-х эквивалентных диаметров по ходу газов до сечения в котором производятся измерения, и не менее одного эквивалентного диаметра после этого сечения (ГОСТ 17.2.4.06-90. Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения). Измерительное сечение должно быть удалено от мест присосов воздуха.

4.2. Точки для измерения температуры дымовых газов и их статического давления должны располагаться в непосредственной близости от измерительного сечения, в котором производятся измерения запылённости и динамического давления газов, но с таким расчетом, чтобы они не оказывали друг на друга влияния.

4.3. Использование для измерения расхода газов пневмометрической трубки Прандтля допускается при скорости газов в измерительном сечении не менее 4-х м/с.

4.4. В сложных компоновочних условиях, когда затруднительно выделить измерительный участок длиной 4 эквивалентных диаметра следует руководствоваться рекомендациями, приведенными в разд. 2.3.

"Методики испытаний золоулавливающих установок на тепловых электростанциях. РД 34.27.301-91 (М.: СПО ОРГРЭС. 1991.)" Измерительное сечение может быть выбрано и за дымососом золоулавливающей установкой при соблюдении вышеуказанных условий.

4.5. Все средства измерения (СИ), применяемые при испытаниях должны быть поверены и иметь действующее клеймо или документ, подтверждающий прохождение поверки или аттестации. Тип СИ выбирается исходя из допустимой погрешности измерений, приведенной в таблице.

Перечень СИ, необходимых при спытаниях золоулавливавших установок, приведён в прилохении 1.

Кроме этих СИ могут быть использованы СИ, указанные в "Методике выполнения измерений массовых выбросов с использованием автоматических, полуавтоматических и экспрессных газоанализаторов" (ВНИИМ, С.-П.:, 1994), в "Перечне средств измерений" (ВНИИМ, С.-П.:, 1994) и др.

В прилжении 2 приведён перечень нестандартизованных приспособлений, используемых при испытаниях, а в приложении 3 - перечень материалов, необходимых для этих испытаний.

5. ТАРИРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

5.1. Для выполнения пылегазовых измерений измерительное сечение в круглых газоходах разбивается на ряд равновеликих по площади концентрических площадок в соответствии с ГОСТ 17.2.4.06-90, причём при диаметре газохода до 1 м измерение производится по двум взаимно перпендикулярным диаметрам, а при диаметре свыше 1 м - по трём диаметрам под смежными углами 60 градусов. Общее число точек измерения для круглого газохода равно произведению числа точек

измерений в концентрической площадоке на число этих площадок. Значения радиусов средних окружностей равновеликих площадок (R_i) вычисляют по формуле:

$$R_i = R \times \sqrt{(2i - 1)/2N} \qquad (1)$$

где:

R - внутренний радиус газохода, мм;

N - количество равновеликих площадок;

i - порядковый номер равновеликих площадок, считая от центра газохода.

5.2. В прямоугольных газоходах измерительное сечение разбивается на ряд подобных основному сечению равновеликих по площади прямоугольных площадок, количество и размеры которых определяются в зависимости от необходимой точности выполнения измерений. Для обеспечения указанной в таблице точности измерения массовых расходов золы, количество элементарных площадок принимают с таким расчетом, чтобы площадь каждой из них не превышала 10% площади полных сечений т. е. сечение газохода площадью 2 м2 разбивается на 20 площадок, площадью 4 м2 - на 40, площадью 6 м2 - на 60 и т. д.

5.3. Для достоверного определения средней температуры газов, в измерительных сечениях площадью более 5 м2, снимают поля температур и определяют коэффициет поля температур K_t, который вводят в показания стационарных и контрольных приборов. Коэффициет поля температур определяют по формуле:

$$K_t = \bar{t} / \bar{t}_{ск}. \qquad (2)$$

где:

$\bar{t}$ - средняя температура газа в измерительном сечении, гр. Ц

$\overline{t_{ск}}$ - средняя температура газа, измеренная стационарным или контрольным прибором в точках установки их датчиков, гр. Ц.

Значение коэффициента K_t должно находиться в пределах 0.9-1.1 В противном случае переносят место расположения контрольной точки в измерительном сечении.

5.4. При длине измерительного участка не менее 4-х эквивалентных диаметров определяют коэффициет поля скоростей, для чего измерительное сечение разбивают на ряд равновеликих элементарных площадок, в центре которых измеряют динамическое давление.

Разбивку измерительного сечения выполняют в соответствии с ГОСТ 17.2.4.06-90 с учетом, однако, того, что эти же точки замеров используются в дальнейшем для измерения массового расхода золы в данном сечении. Коэффициент поля скоростей (K_d) вычисляют по формуле:

$$K_d = \frac{\frac{1}{z}\sum_{i=1}^{z}\sqrt{\overline{P_{di}}}}{\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\sqrt{P_{kj}}}, \qquad (3)$$

где:

$\overline{P_{di}}$ - среднее динамическое давление в центре i-ой элементарной площадки, Па;

P_{kj} - результат j-го наблюдения динамического давления в контрольной точке, Па;

z - количество точек измерения в измерительном сечении;

n - число результатов наблюдений в контрольной точке.

Значение коэффициента K_d должно находиться в пределах 0.9-1.1 В противном случае переносят место расположения контрольной точки в

измерительном сечении. Если такое место в измерительном сечении не обнаружено, то при испытаниях выполняют сканирование сечения газохода по динамическому давлению в каждом опыте.

5.5. Тарировку измерительных сечений золоулавливающей установки по температуре и динамическому довлению выполняют, как правило, один раз - после ввода её в эксплуатацию (если не меняется состав сжигаемого топлива, конструкция котла или ЗУУ).

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ В ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩИХ УСТАНОВКАХ

6.1. При контрольных испытаниях золоулавливающих установок степень очистки дымовых газов (η) в долях единицы определяется по формуле:

$$\eta = (M' - M'')/M', \qquad (4)$$

где:

M' - массовый расход золы, поступающей с дымовыми газами в золоулавливающую установку, кг/ч;

M'' - массовый расход золы, содержащейся в дымовых газах после их очистки в золоулавливающей установке, кг/ч.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВЫХ РАСХОДОВ ЗОЛЫ

7.1. Массовый расход золы, содержащейся в дымовых газах, после золоулавливающей установки определяют с помощью пылезаборных зондов различных типов, представленных в "Методике испытаний золоулавливающих установок тепловых электростанций и котельных. РД 34.27.301-91 М.: СПО ОРГРЭС, 1991)". Допускаются к применению другие зонды, прошедшие метрологическую аттестацию.

7. 2. Площадь измерительного сечения газохода разбивают на равновеликие элементарные площадки (см. раздел 5) и ведут изокинетический отбор золы во всех намеченных точках, расположенных в центрах элементарных площадок. Время отсоса в каждой точке должно быть одинаковым и не менее 0. 5 мин.

7. 3. До начала измерения пустой фильтр зонда перед его взвешиванием выдерживают в эксикаторе с плавленным хлористым кальцием в течение не менее 2 ч или высушивают в сушильном шкафу при температуре 100 гр. Ц. в течение 20-30 мин и после охлаждения фильтра в эксикаторе до комнатной температуры взвешивают на аналитических весах с точностью до 0. 001г.

7. 4. Масса золы, отобранной во всех точках сечения газохода в течение одного измерения (опыта), должна быть не менее 0. 1 массы чистого фильтра. После окончания отбора фильтрующий элемент вынимают из зонда, высушивают при температуре не менее 100 гр. Ц в течение часа, помещают в эксикатор и охлаждают до комнатной температуры. Взвешивание фильтра с золой выполняют с вышеуказанной точностью.

7. 5. Массовый расход золы в измерительном сечении газохода M (кг/ч) определяют по формуле:

$$M = K \times 4 \times 60 \times g \times F / (10^{-3} \times 3.14 \times d^2 \times n \times \tilde{\tau}); \qquad (5)$$

где:

K - аэродинамический коэффициент зонда;

g - масса золы отделенной фильтром пылезаборного зонда из отсасываемых проб газа, г;

F - площадь поперечного сечения газохода в измерительном сечении, м2;

d - диаметр заборного канала зонда, м2;

n - количество точек отбора проб запылённого газа;

$\tilde{\tau}$ - время отсоса газа в каждой точке, мин.

Числовое значение аэродинамического коэффициента зонда принимают по его аттестату.

7.6. Одновременно с отбором проб газа для определения его запылённости в данном сечении измеряют динамическое и статическое давление газа и его температуру.

7.7. Массовый расход золы, содержащейся в дымовых газах, до золоулавливающей установки M (кг/ч), определяют косвенными измерениями и расчитывают по формуле:

$$M' = B \times A^{P} \times a_{ун} / (100 - C_{ун}), \qquad (6)$$

где:

B - массовый расход сжигаемого во время опыта твёрдого топлива (кг/ч), определяемый по обратному балансу котла (ОСТ 108.050.132-80). КПД котла может приниматься по данным ранее проведённых его испытаний;

A^{P} - рабочая зольность топлива, определяемая по результатам его лабораторного анализа, %

$a_{ун}$ - доля золы топлива в уносе, принимаемая по данным испытаний котла, а при их отсутствии :

для котлов с твердым шлакоудалением - 0.9+/-0.05;

для котлов с жидким шлакоудалением - 0.75+/-0.05

$C_{ун}$ - содержание горючих в уносе золы перед золоулавливающей установкой, определяемое анализом отобранных проб во время испытаний,

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗОЛЫ В ДЫМОВЫХ ГАЗАХ

Массовую концентрацию золы в газах (г/м3) рассчитывают по формуле:

$$\mu = M / V_o, \qquad (7)$$

где:.

M - массовый расход золы перед или, соответственно, за золоулавливающей установкой, кг/ч:

V_o - объёмный расход газов перед или, соответственно, за золоулавливающей установкой при нормальных условиях, м3/ч.

Массовая концентрация золы в дымовых газах может быть определена также по методикам, указанным в "Перечне методик измерений концентрации загрязняющих веществ в выбросах промышленных предприятий, допущенных к применению" (ВНИИМ, С.-П.:, 1994).

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМНОГО РАСХОДА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

9.1. Объёмный расход газов V_t' м3/ч) при рабочих условиях перед золоулавливающей установкой определяют по формуле:

$$V_t' = B \times \gamma_{ro} \times \frac{1013 \times (273 + \bar{t}_r')}{273 \times (B_a + \bar{P}_{ct}')}, \qquad (8)$$

где:

B - массовый расход сжигаемого во время опыта твёрдого топлива(кг/ч), определяемый по обратному балансу котла;

$\bar{t}_r'$ - средняя температура дымовых газов перед золоулавливающей установкой, гр.Ц;

$\bar{P}_{ct}'$ - среднее статическое давление (разрежение) воздуха в газоходе перед перед золоулавливающей установкой, ГПа;

P_a - атмосферное давление воздуха в время испытания, ГПа;

$V_{гс}^{'}$ удельный объём дымовых газов при коэффициенте избытка воздуха перед золоулавливающей установкой (при нормальных условиях), м3/кг;

Значение $V_{гс}^{'}$ определяют формуле:

$$V_{гс}^{'} = V_{го} + 1.02 \times V_{о} (\alpha^{'} - 1), \qquad (9)$$

где:

$V_{го}$ - удельный объём дымовых газов при $\alpha = 1$.(м3/кг);

$V_{о}$ - теоретически необходимый расход воздуха при нормальных условиях, м3/кг;

$\alpha^{'}$ - коэффициент избытка воздуха перед золоулавливающей установкой, определяемый в ходе испытаний;

Значение $V_{го}$ определяют по формулам:

для угля и фрезторфа:

$$V_{гс} = 1.03 \times 10^{-3} \times (0.24 \times Q_{н}^{р} + 8.34 \times W^{р}) + (1 - 0.01 \times A^{р}), \qquad (10)$$

для сланцев:

$$V_{гс} = 1.18 \times 10^{-3} \times (0.24 \times Q_{н}^{р} + 18.4 \times W^{р}), \qquad (11)$$

Значение $V_{о}$ определяют по формуле:

$$V_{о} = 1.1 \times 10^{-3} \times (0.24 \times Q_{н}^{р} + 6 \times W^{р}). \qquad (12)$$

где:

$Q_{н}^{р}$ - теплота сгорания топлива рабочая низшая, кДж/кг;

$W^{р}$ - влажность топлива на рабочую массу, %

9.2. Объемный расход газов $V_{г}^{''}$ (м3/ч) при рабочих условиях за золоулавливающей установкой определяют согласно ГОСТ 17.2.4.06-90 по результатам измерения средней скорости газов в измерительном сечении

и вычисляют по формуле:

$$\overline{V_c''} = \overline{v} \times F, \qquad (13)$$

где:

$\overline{v}$ - средняя скорость газов в измерительном сечении, м/с;

F - площадь измерительного сечения газохода, м2

Среднюю скорость газов в измерительном сечении вычисляют по формуле:

$$\overline{v} = \sqrt{2 \times \overline{P_д} / \overline{\rho}} \qquad (14)$$

где:

$\overline{P_д}$ - среднее динамическое давление газов, Па;

$\overline{\rho}$ - средняя плотность дымовых газов в измерительном сечении при рабочих условиях, кг/м3.

Если измерение динамического давления производят в течение опыта в одной контрольной точке измерительного сечения, то среднюю скорость газов вычисляют по формуле:

$$\overline{v} = K_д \times \sqrt{2 \times \overline{P_{дк}} / \overline{\rho}}, \qquad (15)$$

где:

$K_д$ - коэффициент поля скоростей (см. раздел 5);

$\overline{P_{дк}}$ - среднее динамическое давление газов, Па.

Среднюю плотность газов в рабочих условиях $\overline{\rho}$ (кг/м3) в измерительном сечении вычисляют по формуле:

$$\overline{\rho} = (\rho_0 \times 273 \times (P_а +/- \overline{P_{ст}})) / (P_п \times (273 + t_г)), \qquad (16)$$

где:,

ρ_0 - плотность газов при нормальных условиях, принимают равной 1.3 кг/м3:

P_a - атмосферное давление воздуха во время исытания, ГПа;

$\overline{P_{ст}}$- среднее статическое давление (разрежение) воздуха в газоходе, ГПа;

P_n - атмосферное давление воздуха при нормальных условиях равное 1013 ГПа;

$\overline{t_г}$ - средняя температура газов в измерительном сечении, гр. Ц.

9. 3. Объёмный расход газов перед или за золоулавливающей установкой приводят к нормальным условиям с помощью уравнения:

$$V_0 = (V_t \times 273 \times (P_a +/- P_{ст}))/(1013 \times (273 + t_г)), \qquad (17)$$

где:

V_t - объёмный расход газов при рабочих условиях, перед или, соответственно, за золоулавливающей установкой, м3/ч;

$P_{ст}$- статическое давление (разрежение) дымовых газов в газоходе перед или, соответственно, за золоулавливающей установкой, ГПа;

P_a - атмосферное давление воздуха во время исытания, ГПа;

$t_г$ - температура дымовых газов перед или, соответственно, за золоулавливающей установкой, гр. Ц;

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

Аэродинамическое сопротивление золоулавливающей установки, ΔP (Па), вычисляют по формуле:

$$\Delta P = P'_n - P''_n, \qquad (18)$$

где P'_n и P''_n - полные давления газов соответственно перед и за золоулавливающей установкой, Па.

Среднее полное давление газов $\overline{P_n}$ (Па) перед или соответ-

ственно, за золоулавливающей установкой вычисляют по формуле:

$$\overline{P_п} = \overline{P_д} + /- \overline{P_{ст}}, \qquad (19)$$

где:

$\overline{P_д}$ - среднее динамическое давление газов перед или, соответственно, за золоулавливающей установкой, Па:

$\overline{P_{ст}}$ - среднее статическое давление газов перед или, соответственно, за золоулавливающей установкой, Па.

Среднее динамическое давление газов $\overline{P'}d$ (Па) перед золоулавливающей установкой определяют по формуле:

$$\overline{P'}_д = (V'_г/F)^2 \times \overline{\rho}'/2, \qquad (20)$$

где:

$V'_г$ - объёмный расход газов перед золоулавливающей установкой при рабочих условиях, м3/ч;

F - площадь измерительного сечения газохода перед золоулавливающей установкой, м2

$\overline{\rho}'$ - средняя плотность дымовых газов в измерительном сечении перед золоулавливающей установкой, кг/м3.

Для приближенных расчётов значение аэродинамического сопротивления золоулавливающей установки вычисляют по формуле:

$$\Delta P = \overline{P'}_{ст} - \overline{P''}_{ст}. \qquad (21)$$

где $\overline{P'}_{ст}$ и $\overline{P''}_{ст}$ - средние статические давления газов соответственно перед и за золоулавливающей установкой, Па

11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИСОСОВ ВОЗДУХА В ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩУЮ УСТАНОВКУ

Присосы воздуха в золоулавливающую установку определяют путём измерения до и после нее содержания в газах RO_2 и O_2, необходимых

для подсчёта соответствующих коэффициентов избытка воздуха.

Среднее значение коэффициентов избытка воздуха $\overline{\alpha}$ перед или, соответственно, за золоулавливающей установкой вычисляют по формуле:

$$\overline{\alpha} = \overline{RO_{2max}} / \overline{RO_2}, \qquad (22)$$

где:

$\overline{RO_{2max}}$ - средняя величина максимально возможного содержания в продуктах сгорания трёхатомных газов (CO_2 + SO_2) при полном сгорании топлива(%);

$\overline{RO_2}$ - среднее фактическое содержание трёхатомных газов в дымовых газах перед или, соответственно, за золоулавливающей установкой (%).

Значение $\overline{RO_{2max}}$ вычисляют по формуле:

$$\overline{RO_{2max}} = (\overline{RO_2} \times 100) / (100-4.8 \times \overline{O_2}), \qquad (23)$$

где $\overline{O_2}$ - среднее содержание кислорода в дымовых газах перед или, соответственно, за золоулавливающей установкой, определяемое химическим анализом, %

Среднее фактическое содержание трёхатомных газов вычисляют по формуле:

$$\overline{RO_2} = 1/n \sum_{i=1}^{n} RO_{2i}. \qquad (24)$$

где:

RO_{2i} - результат отдельного наблюдения, %;

n - число результатов наблюдений.

Среднее содержание кислорода в дымовых газах вычисляют по формуле:

$$\overline{O_2}, = 1/n \sum_{i=1}^{n} O_{2i}, \qquad (25)$$

где:

O_{2i} - результат отдельного наблюдения, %;

Для приближённых расчётов средних значений коэффициентов избытка воздуха перед или, соответственно, за золоулавливающей установкой допустима формула:

$$\alpha = 21 / (21 - \overline{O_2}), \qquad (26)$$

Среднее значение присосов воздуха в золоулавливающую установку вычисляют по формуле:

$$\Delta\alpha = \overline{\alpha}'' - \overline{\alpha}', \qquad (27)$$

где $\overline{\alpha}'$ и $\overline{\alpha}''$ - средее значение коэффициентов избытка соответственно перед и за золоулавливающей установкой.

12. ИЗМЕРЕНИЕ ДРУГИХ ПАРАМЕТРОВ

12. 1. При контрольных испытаниях дополнительно измеряют по штатным приборам:

- паропроизводительность котла;
- массовый расход пара промперегрева;
- давление и температуру перегретого пара до и после промперегрева;
- массовый расход, давление и температуру пара, подаваемого на хозяйственные нужды;
- массовый расход, давление и температуру питательной воды;
- температуру уходящих газов;
- температуру холодного воздуха;
- барометрическое давление;
- расход и давление воды, подаваемой на орошение труб Вентури и других аппаратов мокрых золоулавливающих

установок:

- ток короны полей электрофильтров:
- напряжение на электродах полей электрофильтров.

Показания приборов регистрируются во время пылегазовых измерений через каждые 10-15 мин.

12. 2. Низшая рабочая теплота сгорания рабочие зольность и влажность топлива определяются на основании анализа соответствующих проб, отбираемых во время пылегазовых измерений через каждые 20 мин из течек питателей или бункеров сырого топлива. Отбор и разделку проб топлива ведут в соответствии с ОСТ 108. 03. 132-80.

12. 3. Температуру дымовых газов в газоходах измеряют с помощью термоэлектрических преобразователей (термопар) типа ТХК (ГОСТ 3044-84), ТХА (ТУ 25. 02. 1133), термометров сопротивления типа ТСМ (ГОСТ 6651-84), ТСП (ТУ 25. 02. 2207 16-78) и термометров типа ТЛ-2 (ГОСТ 215-73) с соответствующим пределом измерения.

Класс точности вторичных измерительных приборов - не ниже 1. 5.

Время прогрева датчика температуры ($\tilde{\tau}$) зависит от его инерционности и вычисляется по формуле:

$$\tilde{\tau} = 4 \times i, \qquad (28)$$

где i - инерционность средств измерений.

Для жидкостных термометров время выдержки ($\tilde{\tau}$, с) в газоходе рассчитывают по формуле:

$$\tilde{\tau} = 50 \times \ln[(t_г - t_о) / \Delta t, \qquad (29)$$

где:

$t_г$ - температура газа в газоходе, гр. Ц;

$t_о$ - показания термометра до измерения, гр. Ц;

Δt - заданная погрешность измерения температуры, гр. Ц.

12. 4. Динамическое давление дымовых газов измеряют пневмометрическими трубками в комплекте с микроманометром типа ММН-240 (ГОСТ 11161-084).

Статическое давление (разрежение в газоходе измеряют с помощью U - образного мановакуумметра (ГОСТ 9933-75Е).

В целях уменьшения погрешности измерений, пределы измерений вторичных приборов выбирают так, чтобы их показания находились во второй половине шкалы прибора.

13. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

13. 1. При прямых измерениях с многократными наблюдениями обработку результатов наблюдений и оценку погрешности измерений производят согласно ГОСТ 8. 207-76 и МИ 1552-87 в следующей последовательности:

13. 1. 1. Проверяют наличие анормальных результатов наблюдения в соответствии с СТ СЭВ 545-77 и исключают их;

13. 1. 2. Оценивают среднее квадратическое абсолютное отклонение результата измерения;

13. 1. 3. Определяют доверительные границы случайной и неисключённой погрешности результата измерения при доверительной вероятности P=0. 95;

13. 1. 4. Определяют границы погрешности результата измерения.

13. 2. При косвенных измерениях с многократными наблюдениями оценкой действительного значения физической величины (Z), определяемой как функция случайной величины аргументов, служит её среднее значение (Z), полученное после вычисления средних арифметических

значений $\overline{X}_1$, $\overline{X}_2$,... $\overline{X}_N$ аргументов по результатам наблюдений, т. е.:

$$Z = f(\overline{X}_1, \overline{X}_2, \ldots, \overline{X}_N), \qquad (30)$$

В зависимости от вида функций (30) определяют по соответствующим формулам границы суммарной погрешности результатов измерения при доверительной вероятности P=0.95 (см. Методику испытаний золоулавливающих установок теплових электростанций и котельных. ОРГРЭС, М.; 1991).

Полученные значения погрешностей сравнивают со значениями допустимых погрешностей, приведенных в таблице настоящей методики.

13.3. Значения массовой концентрации золы, определенные по формуле (7) и включаемые в сводную таблицу результатов испытаний, приводятся в таблице также в пересчете на избыток воздуха $\alpha = 1.4$ ($O_2 = 6\%$).

Приложение 1

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

1. Пылезаборный зонд с сальником;
2. Пневмометрическая трубка с сальником;
3. Микроманометры жидкостные типа ММН-240;
4. Мановакуумметры U-образные;
5. Пружинные мановакуумметры;
6. Термометры типа ТЛ-2;
7. Преобразователи термоэлектрические типа ТХК или ТХА;
8. Термопреобразователи сопротивления типа ТСМ или ТСП;
9. Потенциометр постоянного тока типа ПП-1, ПП-2 и ПП-63;
10. Мост постоянного тока типа МО-62;
11. Пирометрические милливольтметры типов М-64, МВУ-6, МР-64, Ш4500, Ш4501, Щ69003 и др. по ГОСТ 13881;
12. Автоматические электронные потенциометры типов КСР, КСУ, КСМ и др. по ГОСТ 7164;
13. Газоанализаторы типа ГХМ-3М;
14. Секундомер типа СОП пр2а-3;
15. Весы аналитические типа АДВ-200М;
16. Рулетка измерительная;
17. Штангенциркуль.

Приложение 2

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

1. Баки для отбора проб топлива и шлака;
2. Совок для отбора проб топлива;
3. Эжектор паровой или воздушный;
4. Переключатели 12-ти точечные типа ПМТ;
5. Зажимы винтовые;
6. Демпферные сосуды;
7. Тройники;
8. Вентель газовый Ду 1/2 или 3/4 дюйма;
9. Газозаборные трубки;
10. Эксикатор (ГОСТ 25336-82Е);
11. Сушильный шкаф ($t \geqslant 100$гр. Ц);
12. Фонарик переносной

Приложение 3

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ЗОЛОУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

1. Термоэлектродный провод (ГОСТ 24335-80);
2. Провод электрический двужильный;
3. Резиновые трубки диаметром 10-12, 6-8 и 4мм;
4. Шланг прорезиненный диаметром 20-25 мм;
5. Бета-сукно No. 2, ТУ 16К71-016-88;
6. Калий едкий (ГОСТ 9285-78);
7. Пирогалол А, ТУ 6-09-5319-86;
8. Метилоранж;
9. Этиловый спирт (ГОСТ 172998-78);
10. Вакуумная смазка;
11. Технический вазелин (ГОСТ 5774-76);
12. Полиэтиленовые мешочки;
13. Лента ПХВ (изоляционная);
14. Вода дистиллированная (ГОСТ 6709-72.

gost.e-ecolog.ru