

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах производительностью до 35 МВт

Выкіды забруджвальных рэчываў ў атмасфернае паветра
Парадак вызначэння выкідаў пры спальванні паліва ў катлах прадукцыйнасцю да 35 МВт

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

Ключевые слова: котлы производительностью до 35 МВт, выбросы загрязняющих веществ, выбросы при сжигании топлива в котлах

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН специализированной инспекцией государственного контроля за охраной атмосферного воздуха, озонового слоя и климата Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

ВНЕСЕН Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Минприроды Республики Беларусь от _____ 2005 г. № _____

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой методических указаний по расчету выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч. утвержденной государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 5.08.1985 г.)

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть тиражирован и распространен без разрешения Минприроды РБ

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения.....	XX
2 Нормативные ссылки.....	XX
3 Термины и определения.....	XX
4 Обозначения и сокращения.....	XX
5 Обеспечение единства измерений.....	XX
6 Порядок определения выбросов газообразных загрязняющих веществ.....	XX
6.1 Определение выбросов по данным инструментальных замеров.....	XX
6.2 Определение выбросов расчетными методами.....	XX
7 Порядок определения выбросов твердых загрязняющих веществ.....	XX
7.1 Определение выбросов по данным инструментальных замеров.....	XX
7.2 Определение выбросов расчетными методами.....	XX
8 Порядок определения выбросов бенз(а)пирена.....	XX
8.1 Определение выбросов при сжигании жидких и газообразных топлив.....	XX
8.2 Определение выбросов при слоевом сжигании твердых топлив.....	XX
Приложение А (справочное).....	XX
Приложение Б (справочное).....	XX
Приложение В (справочное).....	XX
Приложение Г (справочное).....	XX
Приложение Д (справочное).....	XX
Приложение Е (справочное).....	XX
Библиография.....	XX

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
Порядок определения выбросов при сжигании топлива в
котлах производительностью до 35 МВт****Выкіды забруджвальных рэчываў ў атмасфернае павеіра
Парадак вызначэння выкідаў пры спальванні паліва ў
катлах прадукцыйнасцю да 35 МВт****Emissions of harmful substances into the atmospheric air
The order of emissions evaluation of fuels burning in
boilers with the capacity up to 35 MW**

Дата введения 2006-04-01

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает общие правила определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сжигании топлива в паровых котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или водогрейных котлах мощностью менее 30 Гкал в час.

Технический кодекс предназначен для определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух с дымовыми газами котлоагрегатов по данным периодических измерений их концентраций в дымовых газах или расчетным путем при сжигании твердого, жидкого и газообразного топлива.

Требования настоящего технического кодекса применяют при расчете величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, которые используются при:

- учете и нормировании;
- разработке проектных решений;
- оценке воздействия на окружающую среду и проведении государственной экологической экспертизы;
- исчислении и уплате экологического налога;
- иных мероприятиях по охране атмосферного воздуха, предусмотренных законодательством Республики Беларусь.

Требования настоящего технического кодекса распространяются на следующие загрязняющие вещества: углерода оксид (CO), азота оксиды, в том числе азота оксид (NO) и азота диоксид (NO₂), серы диоксид (SO₂), твердые частицы (летучая зола и несгоревшее топливо), мазутная зола в пересчете на ванадий, бенз(а)пирен.

Твердые частицы (летучая зола и несгоревшее топливо) при использовании твердых видов топлива следует классифицировать как твердые частицы (код 2901¹).

Твердые частицы при использовании жидких видов топлива следует классифицировать следующим образом:

а) при сжигании мазута как мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий) (код 2904) и сажа (код 0328);

¹ На момент выхода первой редакции проекта ТКП код твердых частиц уточняется.

ТКП ХХ-XXXX

б) при сжигании дизельного, печного-бытового и других легких жидких топлив как сажа (код 0328).

Требования настоящего технического кодекса обязательны для применения всеми юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими свою деятельность на территории Республики Беларусь.

2 Нормативные ссылки

ТКП 1.1-2004 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила разработки технических кодексов установившейся практики

ТКП 1.5-2004 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила построения изложения, оформления и содержания технических кодексов установившейся практики и государственных стандартов

ГОСТ 17.2.1.01-76 Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу

ГОСТ 17.2.1.04-77 Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения

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

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

ГОСТ 17.2.4.08-90 Охрана природы. Атмосфера. Методы определения влажности газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения

ГОСТ 23172-78 Котлы стационарные. Термины и определения

ОНД-90 Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы в 2-х частях, утвержденное постановлением Государственного комитета по охране природы СССР от 30.10.1990 г. № 8

Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух, утвержден Министерством экологии и природных ресурсов Российской Федерации 18.11.1992 г., действует на территории Республики Беларусь согласно письму главного государственного санитарного врача Республики Беларусь №14-02-9/651 от 24.09.1991 г. и приказу председателя Государственного комитета по экологии Республики Беларусь №5 от 03.03.1993 г.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют термины, установленные в ГОСТ 17.2.1.01, ГОСТ 17.2.1.04, ГОСТ 23172, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 концентрация загрязняющего вещества в выбросе (концентрация): Количество загрязняющего вещества, содержащееся в единице объема газозоодушного потока, поступающего в атмосферный воздух.

3.2 котлоагрегат: Установка сжигания, включающая комплекс устройств для получения пара или нагрева воды за счет тепловой энергии от сжигания топлива. В котлоагрегат могут входить полностью или частично: топка, пароперегреватель, экономайзер, воздухоподогреватель, каркас, обмуровка, тепловая изоляция, обшивка.

3.3 топливо: Твердый, жидкий или газообразный горючий материал, используемый для сжигания в котлоагрегатах. Топливом не являются коммунальные отходы, горючие токсичные и другие опасные отходы, а также отходы, которые регламентируются другими специальными нормами.

4 Обозначения и сокращения

4.1 валовый выброс загрязняющего вещества, т/год: Количество загрязняющего вещества, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами за отчетный период (месяц, квартал, год), тонн в год.

4.2 концентрация загрязняющего вещества в сухих дымовых газах, мг/нм³: Определяется при стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_0=1,4$ и нормальных условиях (температура 273,15 К (0°С) и давление 101,3 кПа (760 мм рт. ст.)), миллиграмм на нормальный метр кубический.

4.3 максимальный выброс загрязняющего вещества, г/с: Максимальное количество загрязняющего вещества, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, грамм в секунду.

4.4 объем сухих дымовых газов, нм³/с: Количество сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании одного килограмма (одного нормального метра кубического) топлива, приведенное к сопоставимым и нормальным условиям, нормальный метр кубический в секунду.

4.5 расход топлива, кг/с (т/год) или нм³/с (тыс. нм³/год): Расход твердого, жидкого или газообразного топлива, максимальный за время испытаний на данном режиме горения, килограмм в секунду (тонн в год) или нормальный метр кубический в секунду (тысяч нормальных метров кубических в год).

4.6 теоретический объем воздуха, нм³/кг или нм³/нм³: Количество воздуха, необходимое для полного сгорания одного килограмма твердого или одного нормального метра кубического жидкого или газообразного топлива, нормальный метр кубический на килограмм топлива или нормальный метр кубический на нормальный метр кубический топлива.

4.7 теоретический объем трехатомных газов и азота, нм³/кг или нм³/нм³: Количество трехатомных газов и азота, полученное при полном сжигании одного килограмма твердого или одного нормального метра кубического жидкого или газообразного топлива, нормальный метр кубический на килограмм топлива или нормальный метр кубический на нормальный метр кубический топлива.

5 Обеспечение единства измерений

5.1 Инструментальные измерения выполняются аккредитованными аналитическими лабораториями по аттестованным методикам, при помощи средств измерений, прошедших государственный метрологический надзор и метрологический контроль в порядке, установленном законодательством.

5.2 При выборе измерительного сечения в газоходе должны быть соблюдены условия в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.4.06, ГОСТ 17.2.4.07 и настоящего технического кодекса. Отбор проб осуществляется:

- на котлах, сжигающих твердое топливо и оборудованных золоуловителем – из газохода после золоуловителя, не оборудованных золоуловителем – за последней поверхностью нагрева;
- на котлах, сжигающих жидкое и газообразное топливо – в сечении за дымососом, или за последней поверхностью нагрева.
- при наличии двух газоходов или дымососов на одном котле – в каждом газоходе или за каждым дымососом.

5.3 Скорость и расход газопылевых потоков измеряют по ГОСТ 17.2.4.06-90.

5.4 Давление и температуру газопылевых потоков измеряют по ГОСТ 17.2.4.07-90.

5.5 Влажность газопылевых потоков измеряют по ГОСТ 17.2.4.08-90.

5.6 Концентрацию вредных веществ в газопылевых потоках измеряют в соответствии с ОНД-90.

ТКП ХХ-XXXX

5.7 Выполненные инструментальные измерения приводятся к нормальным условиям: температура 273,15 К (0°C) и давление 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) при стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_0=1,4$ (концентрация кислорода в дымовых газах за котлоагрегатом 6%).

5.8 При проведении нескольких измерений соблюдается принцип единства измерений посредством приведения измеряемых величин к сопоставимым (одинаковым) условиям по температуре, давлению, влажности, скорости газового потока.

5.9 Приведение к сопоставимым условиям по избытку воздуха производится для измеренных концентраций дымовых газов, полученных в разное время или в различных местах газоходов.

5.10 Приведение к сопоставимым условиям по влажности (пересчет на сухой газ) производится для измеренных концентрации и расхода дымовых газов.

5.11 При определении выбросов загрязняющих веществ с использованием инструментальных измерений для расчета максимальных выбросов загрязняющих веществ выбирается максимальное значение концентрации конкретного вещества, полученное при испытаниях котлоагрегата на всех режимах горения во время проведения режимно-наладочных испытаний, инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

5.12 При определении выбросов загрязняющих веществ расчетными методами:

- для целей проектирования используются максимальные значения зольности, сернистости, влажности из ТУ, ГОСТ, СТБ на данный вид топлива;

- для целей учета и нормирования используются фактические значения зольности, сернистости, влажности из паспортов, сертификатов качества, протоколов испытаний топлива при условии раздельного учета топлива. При этом для определения максимальных выбросов принимается максимальное значение параметров, для определения валовых выбросов принимается среднее значение параметров, исходя из объемов потребления топлива и фактических значений параметров, указанных в паспортах, сертификатах качества, протоколах испытаний топлива.

Пример¹ – *За апрель месяц на котельную поступило три партии твердого топлива:*

- *первая 2500 складских м³ топлива энергетического из быстрорастущей древесины по ТУ РБ 10072526.003 с предельной зольностью 2,7%, фактической зольностью 2,1%;*

- *вторая 600 складских м³ опилок древесных по ТУ РБ 10072526.005 с предельной зольностью 1,0%, фактической зольностью 0,7%;*

- *третья 1300 складских м³ древесины дровяной по ТУ РБ 10072526.004 с предельной зольностью 1,5%, фактической зольностью 0,9%.*

Для расчета максимальных выбросов твердых частиц используется значение зольности равное 2,7%, для расчета валовых выбросов используется значение

зольности равное $\frac{2500 \cdot 2,1 + 600 \cdot 0,7 + 1300 \cdot 0,9}{4400} = 1,55 \%$.

¹ На момент выхода первой редакции проекта ТКП данные примера уточняются.

6 Порядок определения выбросов газообразных загрязняющих веществ

6.1 Определение выбросов по данным инструментальных замеров

6.1.1 Максимальный выброс j -го загрязняющего вещества M_j , $г/с$, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами рассчитывается по формуле:

$$M_j = c_j \cdot V_{dry} \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

где c_j – максимальная концентрация j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах¹, определяется в зависимости от типа средства измерения и при индикации значений в массовых единицах рассчитывается в соответствии с 6.1.2, при индикации значений в объемных единицах в соответствии с 6.1.3, $мг/нм^3$;

V_{dry} – объем сухих дымовых газов, определяемый в соответствии с 6.1.4 на нагрузке котлоагрегата при наибольшем коэффициенте избытка воздуха, $нм^3/с$.

6.1.2 Концентрация j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах c_j , $мг/нм^3$, при индикации значений в массовых единицах рассчитывается по формуле:

$$c_j = c_j^{meas} \cdot \frac{\alpha}{1,4} \quad (2)$$

где c_j^{meas} – измеренная массовая концентрация j -го загрязняющего вещества, $мг/нм^3$;

α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы, который при полном сгорании твердых топлив определяется в соответствии с 6.1.2.1, при полном сгорании жидких и газообразных топлив в соответствии с 6.1.2.2.

6.1.2.1 Коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы α , при полном сгорании твердых топлив рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{21 - 0,02 \cdot O_2}{21 - O_2} \quad (3)$$

где O_2 – измеренная концентрация кислорода в месте отбора пробы дымовых газов, %.

6.1.2.2 Коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы α , при полном сгорании жидких и газообразных топлив рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{100 - RO_2 - (1 + h) \cdot O_2}{100 - RO_2 - 4,76 \cdot O_2} \quad (4)$$

где RO_2 – содержание трехатомных газов в продуктах сгорания, определяемое в соответствии с 6.1.2.3, %;

O_2 – измеренная концентрация кислорода в месте отбора пробы дымовых газов, %;

h – коэффициент зависящий от вида топлива, который при сжигании жидких топлив равен 0,05, при сжигании газообразных топлив равен 0,1.

6.1.2.3 Содержание трехатомных газов в продуктах сгорания RO_2 рассчитывается по формуле:

$$RO_2 = \frac{21 - O_2}{1 + \beta} \quad (5)$$

где O_2 – измеренная концентрация кислорода в месте отбора пробы дымовых газов, %;

β – коэффициент, зависящий от состава топлива.

¹ При проведении режимно-наладочных испытаний котлоагрегатов необходимо производить измерение максимальной и средней концентраций углерода оксида (CO), азота оксидов (NO_x), серы диоксида (SO₂) на каждом режиме горения в соответствии с ОНД-90. Средняя концентрация загрязняющего вещества в дымовых газах котлоагрегата определяется как среднее арифметическое произведенных измерений, максимальная концентрация как максимальное значение массовой концентрации в произведенных измерениях.

ТКП ХХ-XXXX

6.1.2.4 Значения β и RO_2^{\max} (максимальное содержание трехатомных газов в продуктах сгорания при $\alpha=1$ и $O_2=0$) для основных видов топлива приведены в таблицах А.1 и А.2 (приложение А).

6.1.3 Концентрация j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах c_j , $мг/нм^3$, при индикации значений в объемных единицах рассчитывается по формуле:

$$c_j = I_j \cdot \rho_j \cdot \frac{\alpha}{1,4} \quad (7)$$

где I_j – измеренная объемная концентрация j -го загрязняющего вещества, одна миллионная доля объема (1 ppm=0,0001%об.);

ρ_j – плотность j -го загрязняющего вещества при нормальных условиях, $кг/нм^3$, величина постоянная. Значения плотности для основных газообразных загрязняющих веществ, содержащихся в выбрасываемых в атмосферный воздух дымовых газах котельных установок приведены в Б.1 (приложение Б);

α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы, определяемый в зависимости от вида топлива в соответствии с 6.1.2.1 или 6.1.2.2.

6.1.4 Расчет объема сухих дымовых газов может проводиться по одному из двух вариантов:

а) согласно 6.1.4.1 по измеренной скорости потока и площади сечения газохода;

б) согласно 6.1.4.2 по известному расходу и химическому составу сжигаемого топлива.

6.1.4.1 Объем сухих дымовых газов V_{dry} , $нм^3/с$, образующихся при полном сгорании одного килограмма (одного нормального метра кубического) топлива, рассчитывается по формуле:

$$V_{dry} = \frac{V \cdot \alpha \cdot k \cdot 273 \cdot (P_b \pm \Delta P_i)}{1,4 \cdot (273 + t_g) \cdot 101,3} \quad (8)$$

где V – объем уходящих дымовых газов, рассчитанный в соответствии с ГОСТ 17.2.4.06, $м^3/с$, приведенный к сопоставимым и нормальным условиям;

α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы, определяемый в зависимости от вида топлива в соответствии с 6.1.2.1 или 6.1.2.2;

k – отношение объема сухих и влажных продуктов сгорания, значения которого для основных видов топлива приведены в таблицах А.1 и А.2 (приложение А);

P_b – барометрическое давление воздуха в момент проведения измерений, $кПа$;

ΔP_i – избыточное давление (разрежение) в газоходе ΔP_i , $кПа$;

t_g – температура уходящих дымовых газов в момент проведения измерений, $^{\circ}C$.

6.1.4.2 Объем сухих дымовых газов V_{dry} , $нм^3/с$, образующихся при полном сгорании одного килограмма (одного нормального метра кубического) топлива, рассчитывается по формуле:

$$V_{dry} = (V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + (\alpha - 1) \cdot V^0) \cdot \frac{\alpha}{1,4} \cdot B_s \quad (9)$$

где V_{RO_2} – теоретический объем трехатомных газов, полученный при полном сжигании одного килограмма (одного нормального метра кубического) топлива, определяемый при сжигании твердых и жидких топлив в соответствии с 6.1.6.1, $нм^3/кг$, при сжигании газообразного топлива в соответствии с 6.1.6.2, $нм^3/нм^3$;

$V_{N_2}^0$ – теоретический объем азота, полученный при полном сжигании одного

килограмма (одного нормального метра кубического) топлива, определяемый при сжигании твердых и жидких топлив в соответствии с 6.1.6.3, $\text{нм}^3/\text{кг}$, при сжигании газообразного топлива в соответствии с 6.1.6.4, $\text{нм}^3/\text{нм}^3$;

V^0 – теоретический объем воздуха, необходимый для полного сгорания одного килограмма (одного нормального метра кубического) топлива, определяемый при сжигании твердых и жидких топлив в соответствии с 6.1.6.5, $\text{нм}^3/\text{кг}$, при сжигании газообразного топлива в соответствии с 6.1.6.6, $\text{нм}^3/\text{нм}^3$;

α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы, определяемый в зависимости от вида топлива в соответствии с 6.1.2.1 или 6.1.2.2;

B_s – расчетный расход топлива, максимальный за время испытаний на данной нагрузке котлоагрегата, определяемый в соответствии с 6.1.7, $\text{кг}/\text{с}$ ($\text{нм}^3/\text{с}$).

6.1.5 Значения $V_{dry}^{1,4}, V_{RO_2}, V_{N_2}^0, V^0$, рассчитанные по химическому составу сжигаемого топлива при стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_0=1,4$ для основных видов топлива приведены в таблицах А.1 и А.2 (приложение А). При использовании топлива с отличными от указанных в приложении А характеристиками, а также при использовании другого, не указанного в приложении А топлива, необходимо производить расчет значений V_{dry} в соответствии с 6.1.4.2.

6.1.6 Расчет теоретических объемов трехатомных газов, азота, полученных при полном сжигании и объема воздуха, необходимого для полного сгорания одного килограмма (одного нормального метра кубического) топлива.

6.1.6.1 Теоретический объем трехатомных газов V_{RO_2} , $\text{нм}^3/\text{кг}$, полученный при полном сжигании одного килограмма топлива, рассчитывается по формуле:

$$V_{RO_2} = 1,866 \cdot \frac{C^r + 0,375 \cdot S_{O+K}^r}{100} \quad (10)$$

где C^r, S_{O+K}^r - содержание углерода и серы (органической и колчеданной) соответственно в рабочей массе топлива, %.

6.1.6.2 Теоретический объем трехатомных газов V_{RO_2} , $\text{нм}^3/\text{нм}^3$, полученный при полном сжигании одного нормального метра кубического топлива, рассчитывается по формуле:

$$V_{RO_2} = 0,01 \cdot (CO_2 + CO + H_2S + \sum m \cdot C_m H_n) \quad (11)$$

где $CO_2, CO, H_2S, C_m H_n$ - соответственно содержание углерода диоксида, углерода оксида, сероводорода, углеводородов в исходном топливе, %.

6.1.6.3 Теоретический объем азота $V_{N_2}^0$, $\text{нм}^3/\text{кг}$, полученный при полном сжигании одного килограмма топлива, рассчитывается по формуле:

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,8 \cdot \frac{N^r}{100} \quad (12)$$

где N^r – содержание азота в рабочей массе топлива, %;

V^0 – теоретический объем воздуха, необходимый для полного сгорания одного килограмма топлива, определяемый в соответствии с 6.1.6.5, $\text{нм}^3/\text{кг}$.

6.1.6.4 Теоретический объем азота $V_{N_2}^0$, $\text{нм}^3/\text{нм}^3$, полученный при полном сжигании одного нормального метра кубического топлива, рассчитывается по формуле:

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,01 \cdot N_2 \quad (13)$$

где N_2 – содержание азота в исходном топливе, %;

ТКП ХХ-XXXX

V^0 – теоретический объем воздуха, необходимый для полного сгорания одного нормального метра кубического топлива, определяемый в соответствии с 6.1.6.6, $\text{нм}^3/\text{нм}^3$.

6.1.6.5 Теоретический объем воздуха V^0 , $\text{нм}^3/\text{кг}$, необходимый для полного сгорания одного килограмма топлива, рассчитывается по формуле:

$$V^0 = 0,0899 \cdot (C^r + 0,375 \cdot S_{O+K}^r) + 0,265 \cdot H^r - 0,0333 \cdot O^r \quad (14)$$

где C^r, S_{O+K}^r, H^r, O^r - содержание углерода, серы (органической и колчеданной), водорода и кислорода соответственно в рабочей массе топлива, %.

6.1.6.6 Теоретический объем воздуха V^0 , $\text{нм}^3/\text{нм}^3$, необходимый для полного сгорания одного нормального метра кубического топлива, рассчитывается по формуле:

$$V^0 = 0,0476 \cdot (0,5 \cdot CO + 0,5 \cdot H_2 + 1,5 \cdot H_2S + \sum (m + \frac{n}{4}) \cdot C_m H_n - O_2) \quad (15)$$

где $CO, H_2, H_2S, C_m H_n, O_2$ - содержание углерода оксида, водорода, сероводорода, углеводородов, кислорода соответственно в исходном топливе, %.

6.1.6.7 Значения $C^r, S_{O+K}^r, H^r, O^r, N^r, CO_2, N_2, C_m H_n$ для основных видов топлива приведены в таблицах А.1 и А.2 (приложение А).

6.1.7 Расчетный расход топлива B_s , кг/с ($\text{нм}^3/\text{с}$), рассчитывается по формуле:

$$B_s = \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot B \quad (16)$$

где B – фактический расход топлива на работу котлоагрегата, максимальный за время испытаний на данной нагрузке, кг/с ($\text{нм}^3/\text{с}$), определяется по показаниям прибора или по обратному тепловому балансу (при проведении режимно-наладочных испытаний котла);

q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %. При сжигании газообразного топлива и при работе котла в соответствии с режимной картой¹ с достаточной степенью точности может быть принято $q_4=0$, $B_s=B$. При сжигании твердого и жидкого топлива q_4 принимается по таблице В.1 (приложение В).

6.1.8 С учетом трансформации азота оксида в атмосферном воздухе, суммарные выбросы азота оксидов разделяются на составляющие (с учетом различия в молекулярной массе этих веществ) и вычисляются по следующим формулам:

$$M_{NO_2} = 0,8 \cdot M_{NO_x} \quad (17)$$

$$M_{NO} = (1 - 0,8) \cdot M_{NO_x} \cdot \frac{\mu_{NO}}{\mu_{NO_2}} = 0,13 \cdot M_{NO_x} \quad (18)$$

где M_{NO_2} – максимальный выброс азота диоксида, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, г/с ;

M_{NO} – максимальный выброс азота оксида, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, г/с ;

M_{NO_x} – максимальный выброс азота оксидов, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, г/с ;

¹ Считается что котлоагрегат работает по режимной карте, если при его диагностике режим горения находится на графике топливо-воздух и КПД "брутто" котлоагрегата при диагностике не отличается от КПД "брутто" котлоагрегата при режимно-наладочных испытаниях более чем на 0,5%. То есть, если значение выражения $(\eta^{\text{RNI}} - \eta^{\text{diag}}) / \eta^{\text{diag}} < \pm 0,5$ то считается что котлоагрегат работает по режимной карте.

μ_{NO} и μ_{NO_2} – молекулярные массы NO и NO_2 , равные 30 и 46 соответственно.

6.1.9 Валовый выброс j -го загрязняющего вещества M_j^{te} , $t/год$, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами¹, определяется при средних значениях массовой концентрации этого вещества за отчетный период с учетом количества топлива, израсходованного на данной нагрузке котлоагрегата, и рассчитывается по формуле:

$$M_j^{te} = \sum c_j \cdot V_{dry} \cdot 10^6 \quad (19)$$

где c_j – среднее значение концентрации j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах на данной нагрузке котлоагрегата, $мг/нм^3$;

V_{dry} – объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании одной тонны (одной тысячи нормальных метров кубических) топлива на данной нагрузке котлоагрегата, $тыс. нм^3/год$, рассчитывается согласно 6.1.4.2, где B_s , $t/год$ ($тыс. нм^3/год$), определяется по формуле (16) при B – фактическом расходе топлива на работу котлоагрегата на данной нагрузке, $t/год$ ($тыс. нм^3/год$).

6.2 Определение выбросов расчетными методами

6.2.1 Расчет выбросов азота оксидов при сжигании природного газа и мазута.

6.2.1.1 Максимальное количество азота оксидов NO_x в пересчете на NO_2 , выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами M_{NO_x} , $г/с$, рассчитывается по формуле:

$$M_{NO_x} = B_s \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2} \cdot \beta_k \cdot \beta_t \cdot \beta_a \cdot (1 - \beta_r) \cdot (1 - \beta_\delta) \quad (20)$$

где B_s – расчетный расход топлива на работу котлоагрегата при номинальной (максимальной) нагрузке, определяемый в соответствии с 6.1.7, $кг/с$ ($нм^3/с$);

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, при сжигании природного газа $МДж/нм^3$, при сжигании мазута $МДж/кг$;

K_{NO_2} – удельный выброс азота оксидов, определяемый для паровых котлов в соответствии с 6.2.1.2, для водогрейных котлов в соответствии с 6.2.1.3, грамм на мегаджоуль ($г/МДж$);

β_k – безразмерный коэффициент, учитывающий принципиальную конструкцию горелки. При работе на мазуте и для всех дутьевых горелок напорного типа (то есть при наличии дутьевого вентилятора на котле) $\beta_k=1,0$. Для горелок инжекционного типа $\beta_k=1,6$. Для горелок двухступенчатого сжигания $\beta_k=0,7$;

β_t – безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения. В случае, если на котле имеет место предварительный подогрев воздуха в воздухоподогревателе или осуществляется рециркуляция дымовых газов, безразмерный коэффициент β_t рассчитывается в соответствии с 6.2.1.4. Для всех остальных случаев $\beta_t=1$.

β_a – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на

¹ Расчет валовых выбросов в соответствии с 6.1.9 может производиться только при измерениях концентраций загрязняющих веществ на всех фактических режимах работы котельного оборудования с учетом времени работы и фактическом расходе топлива на данном режиме работы, при этом суммарный объем топлива на всех нагрузках должен быть равен фактически израсходованному топливу за отчетный период. Измерение концентраций загрязняющих веществ должно производиться ежеквартально с занесением данных в журнал учета стационарных источников загрязнения и их характеристик (типовая форма № ПОД-1). При невыполнении любого из вышеперечисленных условий расчет валовых выбросов производится для каждого загрязняющего вещества в соответствии с 6.2.1.9 или 6.2.2.4 для азота оксидов, 6.2.3.2 для серы диоксида, 6.2.4.4 для углерода оксида.

ТКП ХХ-XXXX

образование азота оксидов при сжигании топлива. При работе котла в соответствии с режимной картой $\beta_\alpha=1$, во всех остальных случаях определяется при сжигании природного газа в соответствии с 6.2.1.5 или 6.2.1.6, при сжигании мазута в соответствии с 6.2.1.8;

β_r – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование азота оксидов. Значения коэффициента β_r приведены в таблице Б.2 (приложение Б);

β_δ – безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру. Значения коэффициента β_δ приведены в таблице Б.2 (приложение Б).

6.2.1.2 Удельный выброс азота оксидов K_{NO_2} , $г/МДж$, для паровых котлов рассчитывается по формуле:

$$K_{NO_2} = 0,01 \cdot \sqrt{D_n} + 0,03 \text{ при сжигании природного газа} \quad (21)$$

$$K_{NO_2} = 0,01 \cdot \sqrt{D_n} + 0,1 \text{ при сжигании мазута} \quad (22)$$

где D_n – номинальная паропроизводительность котла, $т/ч$.

6.2.1.3 Удельный выброс азота оксидов K_{NO_2} , $г/МДж$, для водогрейных котлов рассчитывается по формуле:

$$K_{NO_2} = 0,0113 \cdot \sqrt{B_s \cdot Q_i^r} + 0,03 \text{ при сжигании природного газа} \quad (23)$$

$$K_{NO_2} = 0,0113 \cdot \sqrt{B_s \cdot Q_i^r} + 0,1 \text{ при сжигании мазута} \quad (24)$$

где B_s – расчетный расход топлива на работу котлоагрегата при номинальной (максимальной) нагрузке, определяемый в соответствии с 6.1.7, $кг/с$ ($нм^3/с$);

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, $МДж/кг$ ($МДж/нм^3$).

6.2.1.4 Безразмерный коэффициент β_t , учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения, рассчитывается по формуле:

$$\beta_t = 1 + 0,002 \cdot (t_h - 30) \quad (25)$$

где t_h – температура горячего воздуха, подаваемого для горения, $^{\circ}C$.

6.2.1.5 Безразмерный коэффициент β_α , учитывающий влияние избытка воздуха на образование азота оксидов при сжигании природного газа в котлах с напорными (дутьевыми) горелками или горелками двухступенчатого сжигания рассчитывается по формуле:

$$\beta_\alpha = 1 - 0,1 \cdot \left(O_2 - \frac{5}{Q} \right)^2 - 0,3 \cdot \left(O_2 - \frac{5}{Q} \right) \quad (26)$$

где O_2 – концентрация кислорода в дымовых газах за котлом, %;

\bar{Q} – определяемая в соответствии с 6.2.1.7 относительная тепловая нагрузка котла.

6.2.1.6 Безразмерный коэффициент β_α , учитывающий влияние избытка воздуха на образование азота оксидов при сжигании природного газа в котлах с инжекционными горелками рассчитывается по формуле:

$$\beta_\alpha = 0,577 \cdot \sqrt{S_T} \quad (27)$$

где S_T – разрежение в топке, $кПа$ ($кгс/м^2$).

6.2.1.7 Относительная тепловая нагрузка котла \bar{Q} рассчитывается по формуле:

$$\bar{Q} = \frac{Q_f}{Q_n} \text{ или } \bar{Q} = \frac{D_f}{D_n} \quad (28)$$

где Q_f , Q_n – фактическая и номинальная теплопроизводительность котла соответственно, Гкал/ч;

D_f , D_n – фактическая и номинальная паропроизводительность котла соответственно, т/ч.

6.2.1.8 Безразмерный коэффициент β_α , учитывающий влияние избытка воздуха на образование азота оксидов при сжигании мазута рассчитывается по формуле:

$$\beta_\alpha = 1 - 0,2 \left(O_2 - \frac{6}{Q} \right)^2 - 0,3 \left(O_2 - \frac{6}{Q} \right) \quad (29)$$

где \bar{Q} – относительная тепловая нагрузка котла, определяемая в соответствии с 6.2.1.7.

6.2.1.9 Валовый выброс азота оксидов NO_x в пересчете на NO_2 , поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами $M_{NO_x}^{te}$, т/год, рассчитывается по формуле (20),

где B_s – расчетный расход топлива, определяемый по формуле (16), т/год (тыс. $нм^3/год$) при B – расходе топлива на работу котлоагрегата за отчетный период на номинальной (максимальной) нагрузке т/год (тыс. $нм^3/год$);

K_{NO_2} – удельный выброс азота оксидов, килограмм на мегаджоуль (кг/МДж), определяемый при B_s т/год (тыс. $нм^3/год$);

β_κ , β_t , β_α , β_r , β_δ то же что и в формуле (20).

6.2.2 Расчет выбросов азота оксидов при слоевом сжигании твердого топлива.

6.2.2.1 Для котлов, оборудованных топками с неподвижной, цепной решеткой, с пневмомеханическим забрасывателем и для шахтных топок с наклонной решеткой максимальное количество азота оксидов NO_x в пересчете на NO_2 , выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами M_{NO_x} , г/с, рассчитывается по формуле:

$$M_{NO_x} = B_s \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2}^T \cdot \beta_r \quad (30)$$

где B_s – расчетный расход топлива на работу котлоагрегата при номинальной (максимальной) нагрузке, определяемый в соответствии с 6.1.7, кг/с;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

$K_{NO_2}^T$ – удельный выброс азота оксидов при слоевом сжигании твердого топлива, определяемый в соответствии с 6.2.2.2, г/МДж;

β_r – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование азота оксидов. Значения коэффициента β_r приведены в таблице Б.2 (приложение Б).

6.2.2.2 Удельный выброс азота оксидов при слоевом сжигании твердого топлива $K_{NO_2}^T$, г/МДж, рассчитывается по формуле:

$$K_{NO_2}^T = 10^{-3} \cdot H_T \cdot \alpha_T \cdot \sqrt[4]{\frac{B_s \cdot (Q_i^r)^2}{F}} \quad (31)$$

где H_T – характеристика топлива, при сжигании различных топлив равна:

лигнин.....	1,6
уголь или сланцы.....	1,5
опилки или отходы древесные.....	1,4
дрова или торф	1,3

α_T – коэффициент избытка воздуха в топке, при концентрации кислорода O_2 в дымовых газах за котлом, определяемый в соответствии с 6.1.2.1, %. При отсутствии информации о концентрации кислорода в дымовых газах за котлом можно принимать α_T

ТКП ХХ-XXXX

равным 2,5.

B_s – расчетный расход топлива на работу котлоагрегата при номинальной (максимальной) нагрузке, определяемый в соответствии с 6.1.7, $к\text{э}/с$;

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, $МДж/к\text{э}$;

F – зеркало горения (определяется по паспортным данным котельной установки), $м^2$.

6.2.2.3 Суммарные выбросы азота оксидов разделяются на составляющие, расчет которых проводится согласно 6.1.8.

6.2.2.4 Валовый выброс азота оксидов в пересчете на NO_2 , поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами $M_{NO_x}^{te}$, $т/год$, рассчитывается по формуле (30),

где B_s – расчетный расход топлива, определяемый по формуле (16), $т/год$, при B – расходе топлива на работу котлоагрегата за отчетный период на номинальной (максимальной) нагрузке $т/год$;

$K_{NO_2}^T$ – удельный выброс азота оксидов при слоевом сжигании твердого топлива, $к\text{э}/МДж$, определяемый при B_s $т/год$

Q_i^r , β_r – то же что и в формуле (30).

6.2.3 Расчет выбросов серы диоксида при сжигании твердого и жидкого топлива¹.

6.2.3.1 Максимальное количество серы диоксида M_{SO_2} , $г/с$, выбрасываемой в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta_{SO_2}^1) \cdot (1 - \eta_{SO_2}^2) \cdot 10^3 \quad (32)$$

где B – расход топлива на работу котлоагрегата при номинальной (максимальной) нагрузке, $к\text{э}/с$;

S^r – содержание серы в рабочей массе топлива, %;

$\eta_{SO_2}^1$ – доля серы оксидов, связываемых летучей золой в котле. Ориентировочные значения $\eta_{SO_2}^1$ при сжигании различных видов топлива приведены в Г.1 (приложение Г);

$\eta_{SO_2}^2$ – доля серы оксидов, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц. Доля серы оксидов $\eta_{SO_2}^2$, улавливаемых в сухих золоуловителях, принимается равной нулю. В мокрых золоуловителях эта доля зависит от общей щелочности орошающей воды и от приведенной сернистости топлива S^{gV} . При характерных для эксплуатации удельных расходах воды на орошение золоуловителей $0,1-0,15 \text{ м}^3/\text{нм}^3$ $\eta_{SO_2}^2$ определяется по рисунку Г.2 (приложение Г).

6.2.3.2 Валовый выброс серы диоксида, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами $M_{SO_2}^{te}$, $т/год$, рассчитывается по формуле:

$$M_{SO_2}^{te} = 0,02 \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta_{SO_2}^1) \cdot (1 - \eta_{SO_2}^2) \quad (33)$$

где B – расход топлива на работу котлоагрегата за отчетный период на номинальной (максимальной) нагрузке, $т/год$;

S^r , $\eta_{SO_2}^1$, $\eta_{SO_2}^2$ – то же что и в формуле (32).

6.2.4 Расчет выбросов углерода оксида.

6.2.4.1 Максимальное количество углерода оксида M_{CO} , $г/с$, выбрасываемого в

¹ При сжигании газообразного топлива выбросы серы диоксида для котлов мощностью до 35 МВт не превышают значений в пределах погрешности методик определения, и поэтому в настоящем техническом кодексе не рассчитываются.

атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{CO} = B \cdot C_{CO} \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \quad (34)$$

где B – расход топлива на работу котлоагрегата при номинальной (максимальной) нагрузке, $к\text{э}/с$ ($\text{нм}^3/с$);

C_{CO} – выход углерода оксида при сжигании топлива, определяемый в соответствии с 6.2.4.2, $г/кг$ ($г/\text{нм}^3$);

q_4 – потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, %. При сжигании газообразного топлива и при работе котла в соответствии с режимной картой с достаточной степенью точности может быть принято $q_4=0$, $B_p=B$. При сжигании твердого и жидкого топлива q_4 принимается по таблице В.1 (приложение В).

6.2.4.2 Выход углерода оксида C_{CO} , $г/кг$ или $г/\text{нм}^3$, рассчитывается по формуле:

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_i^r \quad (35)$$

где q_3 – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, определяемые в зависимости от вида топлива в соответствии с 6.2.4.3, %;

R – коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания углерода оксида, принимается для:

твердого топлива.....	1,0
мазута.....	0,65
газа.....	0,5

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, $\text{МДж}/кг$ ($\text{МДж}/\text{нм}^3$).

6.2.4.3 Потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива q_3 , % в зависимости от вида топлива рассчитываются по формулам:

$q_3=3,35 \cdot CO \cdot (\alpha - 0,1) \cdot 10^{-4}$ при сжигании газообразного топлива;

$q_3=3,32 \cdot CO \cdot (\alpha - 0,05) \cdot 10^{-4}$ при сжигании жидкого топлива;

$q_3=3,32 \cdot CO \cdot (\alpha - 0,02) \cdot (1+0,006 \cdot W^p) \cdot (1-0,01 \cdot q_4) \cdot 10^{-4}$ при сжигании твердого топлива;

где CO – концентрация углерода оксида в дымовых газах за котлоагрегатом, ppm ;

α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы, где O_2 концентрация кислорода в дымовых газах за котлоагрегатом, %, определяемый в зависимости от вида топлива в соответствии с 6.1.2.1 или 6.1.2.2;

W^p – приведенная влажность топлива, %, значения W^p при сжигании основных видов твердого топлива приведены в таблице А.1 (приложение А);

q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %, принимается по таблице В.1 (приложение В).

6.2.4.4 Валовой выброс углерода оксида M_{CO}^{te} , $т/год$, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{CO}^{te} = 10^{-3} \cdot B \cdot C_{CO} \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \quad (36)$$

где B – расход топлива на работу котлоагрегата за отчетный период на номинальной (максимальной) нагрузке, $т/год$ ($\text{тыс. нм}^3/год$);

C_{CO} – выход углерода оксида при сжигании топлива, определяемый в соответствии с 6.2.4.2, $кг/т$ ($кг/\text{тыс. нм}^3$);

q_4 – то же, что и в формуле (34).

6.2.5 Максимальная концентрация j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах c_j , $мг/\text{нм}^3$, рассчитывается по формуле:

$$c_j = \frac{M_j}{V_{dry}} \cdot 10^3 \quad (37)$$

где M_j – максимальное количество загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами, определяемое для азота диоксидов в соответствии с 6.2.1.1 или 6.2.2.1, для серы диоксида в соответствии с 6.2.3.1, для углерода оксида в соответствии с 6.2.4.1, г/с;

V_{dry} – объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании одного килограмма (одного нормального метра кубического) топлива, определяемый в соответствии с 6.1.4.2, $нм^3/с$.

6.2.5.1 Максимальная концентрация загрязняющего вещества, рассчитанная по формуле (37) не должна превышать предельных значений выбросов загрязняющего вещества при нормальных условиях (температура 273,15 К, давление 101,3 кПа) и стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_0=1,4$ (концентрация кислорода в дымовых газах за котлоагрегатом 6%), предусмотренных соответствующими ТУ, ГОСТ, СТБ для данного оборудования.

7 Порядок определения выбросов твердых загрязняющих веществ

7.1 Определение выбросов по данным инструментальных замеров

7.1.1 Максимальный выброс твердых частиц M_{pm} , г/с, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, определяется только при сжигании твердых и жидких топлив и рассчитывается по формуле:

$$M_{pm} = c_{pm} \cdot V_{damp} \cdot 10^{-3} \quad (38)$$

где c_{pm} – максимальная концентрация твердых частиц в дымовых газах, определяется в соответствии с 6.1.2, $мг/нм^3$;

V_{damp} – фактический объем дымовых газов, замеренный в том же сечении газохода, где замерялась концентрация твердых частиц, или рассчитанный в соответствии с 7.1.2 по химическому составу топлива при рабочих условиях и на нагрузке котлоагрегата при наибольшем коэффициенте избытка воздуха, $нм^3/с$.

7.1.2 Полный объем дымовых газов V_{damp} , $нм^3/с$, образующихся при полном сгорании одного килограмма топлива, рассчитывается по формуле:

$$V_{damp} = (V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O}^0 + (\alpha - 1) \cdot V^0) \cdot \frac{\alpha}{1,4} \cdot B_s \quad (39)$$

где V_{RO_2} , $V_{N_2}^0$ – теоретические объемы трехатомных газов и азота, определяемые в соответствии с 6.1.6.1 и 6.1.6.3;

$V_{H_2O}^0$ – теоретический объем водяных паров, полученный при полном сжигании одного килограмма топлива, определяемый в соответствии с 7.1.4, $нм^3/кг$

α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы, определяемый в зависимости от вида топлива в соответствии с 6.1.2.1 или 6.1.2.2;

V^0 – теоретический объем воздуха, необходимый для полного сгорания одного килограмма топлива, определяемый в соответствии с 6.1.6.5, $нм^3/кг$;

B_s – расчетный расход топлива, максимальный за время испытаний на данной нагрузке котлоагрегата, определяемый в соответствии с 6.1.7, $кг/с$ ($нм^3/с$).

7.1.3 Значения $V_{damp}^{1,4}, V_{RO_2}^0, V_{N_2}^0, V_{H_2O}^0, V^0$, рассчитанные по химическому составу сжигаемого топлива при стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_0=1,4$ для основных видов топлива приведены в таблице А.1 (приложение А). При использовании топлива с отличными от указанных в приложении А характеристиками, а также при использовании другого, не указанного в приложении А топлива, необходимо производить расчет значений V_{damp}^0 в соответствии с 7.1.2.

7.1.4 Теоретический объем водяных паров $V_{H_2O}^0$, $нм^3/кг$, полученный при полном сжигании одного килограмма топлива рассчитывается по формуле:

$$V_{H_2O}^0 = 0,111 \cdot H^r + 0,124 \cdot W_t^r + 0,0225 \cdot V^0 \quad (40)$$

где H^r - содержание водорода в рабочей массе топлива, %;

W_t^r – влажность рабочей массы топлива, %;

V^0 - теоретический объем воздуха, необходимый для полного сгорания одного килограмма топлива, определяемый при сжигании твердых и жидких топлив в соответствии с 6.1.6.5, $нм^3/кг$.

7.1.5 Валовые выбросы твердых частиц, поступающие в атмосферный воздух с дымовыми газами за год, определяются расчетным методом в соответствии с 7.2.5.

7.2 Определение выбросов расчетными методами

7.2.1 Максимальное количество твердых частиц выбрасываемых в атмосферный воздух с дымовыми газами, определяется только при сжигании твердых и жидких топлив:

а) при сжигании твердых топлив и мазута¹ может производиться по одному из двух вариантов;

1) согласно 7.2.2 при наличии данных инструментальных измерений содержания горючих в уносе G_{ab} , %, и доли золы, уносимой газами из котла α_{ab} ;

2) согласно 7.2.3 при отсутствии данных инструментальных измерений содержания горючих в уносе G_{ab} , %, и доли золы, уносимой газами из котла α_{ab} ;

б) согласно 7.2.4 при сжигании дизельного, печного-бытового и других легких жидких топлив.

7.2.2 Максимальное количество твердых частиц M_{pm} , $г/с$, выбрасываемых в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{pm} = B \cdot (1 - \eta_c) \cdot A^r \cdot \frac{\alpha_{ab}}{100 - G_{ab}} \cdot 10^3 \quad (41)$$

где B – расход топлива на работу котлоагрегата при номинальной (максимальной) нагрузке, $кг/с$;

η_c – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях (в расчете не учитывается влияние сероулавливающих установок);

A^r – зольность топлива на рабочую массу, %;

¹ Для определения количества сажи в составе твердых частиц при сжигании мазута необходимо из значения, полученного по формуле (41) или (42) вычесть значение, полученное по формуле (46).

ТКП ХХ-XXXX

α_{ab} – доля золы, уносимой газами из котла (доля золы топлива в уносе);

G_{ab} – содержание горючих в уносе, %.

7.2.3 Максимальное количество твердых частиц M_{pm} , г/с, выбрасываемых в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{pm} = 0,01 \cdot B \cdot (1 - \eta_c) \cdot \left(\alpha_{ab} \cdot A^r + q_4 \cdot \frac{Q_i^r}{32,68} \right) \cdot 10^3 \quad (42)$$

где B – расход топлива на работу котлоагрегата при номинальной (максимальной) нагрузке, кг/с;

η_c – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях (в расчете не учитывается влияние сероулавливающих установок);

α_{ab} – доля золы, уносимой газами из котла (доля золы топлива в уносе), принимается по таблице В.1 (Приложение В);

A^r – зольность топлива на рабочую массу, %;

q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %, принимаются по таблице В.1 (приложение В);

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

7.2.4 Максимальное количество твердых частиц M_{pm} , г/с, выбрасываемых в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{pm} = 0,01 \cdot B \cdot (1 - \eta_c) \cdot q_4 \cdot \frac{Q_i^r}{32,68} \cdot 10^3 \quad (43)$$

где B – расход топлива на работу котлоагрегата при номинальной (максимальной) нагрузке, кг/с;

η_c – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях (в расчете не учитывается влияние сероулавливающих установок);

q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %, принимаются по таблице В.1 (приложение В).

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

7.2.5 Валовый выброс твердых частиц M_{pm}^{te} , г/с, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формулам:
при сжигании твердых топлив и мазута:

$$M_{pm}^{te} = 0,01 \cdot B \cdot (1 - \eta_c) \cdot \left(\alpha_{ab} \cdot A^r + q_4 \cdot \frac{Q_i^r}{32,68} \right) \quad (44)$$

при сжигании дизельного, печного-бытового и других легких жидких топлив:

$$M_{pm}^{te} = 0,01 \cdot B \cdot (1 - \eta_c) \cdot q_4 \cdot \frac{Q_i^r}{32,68} \quad (45)$$

где B – расход топлива на работу котлоагрегата за отчетный период на номинальной (максимальной) нагрузке, т/год;

η_c , α_{ab} , A^r , q_4 , Q_i^r – то же, что и в формулах (42), (43).

7.2.6 Максимальное количество мазутной золы в пересчете на ванадий M_{bas} , г/с, выбрасываемое в атмосферный воздух с дымовыми газами при сжигании мазута, рассчитывается по формуле:

$$M_{bas} = G_v \cdot B \cdot (1 - \eta_v) \cdot \left(1 - \frac{\eta_k}{100}\right) \cdot 10^{-3} \quad (46)$$

где G_v – количество ванадия, находящегося в 1 т мазута, определяемое в соответствии с 7.2.7, $г/т$;

B – расход топлива на работу котлоагрегата на номинальной (максимальной) нагрузке, $кг/с$;

η_v – доля ванадия, оседающего с твердыми частицами на поверхности нагрева мазутных котлов, которую принимают равной: 0,07 – для котлов с промпароперегревателями, очистка поверхностей которых производится в остановленном состоянии; 0,05 – для котлов без промпароперегревателей при тех же условиях очистки.

η_k – степень очистки дымовых газов от мазутной золы в золоулавливающих установках, %, рассчитывается по приложению Д.

7.2.7 Количество ванадия, находящегося в одной тонне мазута G_v , $г/т$, можно определить одним из двух способов:

- по результатам химического анализа мазута $G_v = f_v \cdot 10^4$
где f_v – фактическое содержание элемента ванадия в мазуте, %;
- по приближенной формуле $G_v = 2222 \cdot A^r$
где A^r – содержание золы в мазуте на рабочую массу, %.

7.2.8 Валовый выброс мазутной золы в пересчете на ванадий M_{bas}^{te} , $т/год$, поступающей в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле (46),

где G_v – количество ванадия, находящегося в одной тонне мазута, определяемое в соответствии с 7.2.7, $кг/т$;

B – расход топлива на работу котлоагрегата за отчетный период на номинальной (максимальной) нагрузке, $т/год$

η_v , η_k – то же что и в формуле (46).

7.2.9 Максимальная концентрация твердых частиц и мазутной золы в пересчете на ванадий рассчитывается по формуле:

$$c_j = \frac{M_j}{V_{damp}} \cdot 10^3 \quad (47)$$

где M_j – максимальное количество загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами, определяемое для твердых частиц в соответствии с 7.2.2, 7.2.3 или 7.2.4, для мазутной золы в пересчете на ванадий в соответствии с 7.2.6, $г/с$;

V_{damp} – полный объем дымовых газов, образующихся при полном сгорании одного килограмма топлива, определяемый в соответствии с 7.1.2, $нм^3/с$.

6.2.9.1 Максимальная концентрация загрязняющего вещества, рассчитанная по формуле (47) не должна превышать предельных значений выбросов загрязняющего вещества при нормальных условиях (температура 273,15 К, давление 101,3 кПа) и стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_0=1,4$ (концентрация кислорода в дымовых газах за котлоагрегатом 6%), предусмотренных соответствующими ТУ, ГОСТ, СТБ для данного оборудования.

8 Порядок определения выбросов бенз(а)пирена

8.1 Определение выбросов при сжигании жидкого и газообразного топлива

8.1.1 Максимальное количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле (1), где концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах определяется в зависимости от типа котла, вида топлива и коэффициента избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки:

а) в соответствии с 8.1.2 при $\alpha_T \leq 1,25$;

б) в соответствии с 8.1.3 при $\alpha_T > 1,25$.

8.1.2 При коэффициенте избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки меньше либо равным 1,25 концентрация бенз(а)пирена c_{bp}^i , мг/м³, рассчитывается по формулам:

для паровых котлов при сжигании мазута:

$$c_{bp}^{sbo} = 10^{-3} \cdot \frac{R_{bo} \cdot (0,34 + 0,42 \cdot 10^{-3} \cdot q_v)}{e^{3,8(\alpha_T-1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb} \quad (48)$$

для паровых котлов при сжигании природного газа:

$$c_{bp}^{sg} = 10^{-3} \cdot \frac{0,059 + 0,079 \cdot 10^{-3} \cdot q_v}{e^{3,8(\alpha_T-1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb} \quad (49)$$

для водогрейных котлов при сжигании мазута:

$$c_{bp}^{wbo} = 10^{-6} \cdot \frac{R_{bo} \cdot (0,445 \cdot q_v - 28,0)}{e^{3,5(\alpha_T-1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb} \cdot K_o \quad (50)$$

для водогрейных котлов при сжигании природного газа:

$$c_{bp}^{wg} = 10^{-6} \cdot \frac{0,11 \cdot q_v - 7,0}{e^{3,5(\alpha_T-1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb} \quad (51)$$

где R_{bo} – коэффициент, учитывающий способ распыливания мазута, для паромеханических форсунок равен 0,75, для остальных случаев равен 1;

α_T – коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки, при концентрации кислорода O_2 в дымовых газах за котлом, %, определяемый в соответствии с 6.1.2.1 или 6.1.2.2;

q_v – теплонапряжение топочного объема, кВт/м³. При сжигании топлива, предусмотренного для использования в данном типе котельного оборудования, величина q_v берется из технической документации на котельное оборудование; при сжигании другого (непроектного) топлива величина q_v рассчитывается в соответствии с 8.1.4;

K_n – коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, определяется по рисунку Е.1 (приложение Е);

K_{cir} – коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, определяется по рисунку Е.2 (приложение Е);

K_{cb} – коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, определяется по рисунку Е.3 (Приложение Е);

K_o – коэффициент, учитывающий влияние дробевой очистки конвективных поверхностей нагрева на работающем котле, принимается:

- при периоде между очистками 12 ч 1,5
- при периоде между очистками 24 ч 2,0

- при периоде между очистками 48 ч 2,5

8.1.3 При коэффициенте избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки более 1,25 концентрация бенз(а)пирена c_{bp}^i , мг/нм³, рассчитывается по формулам:

для паровых котлов при сжигании мазута:

$$c_{bp}^{sbo} = 10^{-3} \cdot \frac{R_{bo} \cdot (0,172 + 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot q_v)}{e^{1,14(\alpha_T-1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb} \quad (52)$$

для паровых котлов при сжигании природного газа:

$$c_{bp}^{sg} = 10^{-3} \cdot \frac{0,032 + 0,043 \cdot 10^{-3} \cdot q_v}{e^{1,14(\alpha_T-1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb} \quad (53)$$

для водогрейных котлов при сжигании мазута:

$$c_{bp}^{wbo} = 10^{-6} \cdot \frac{R_{bo} \cdot (0,52 \cdot q_v - 32,5)}{1,16 \cdot e^{3,5(\alpha_T-1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb} \cdot K_o \quad (54)$$

для водогрейных котлов при сжигании природного газа:

$$c_{bp}^{wsg} = 10^{-6} \cdot \frac{0,13 \cdot q_v - 5,0}{1,3 \cdot e^{3,5(\alpha_T-1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb} \quad (55)$$

где R_{bo} , α_T , q_v , K_n , K_{cir} , K_{cb} , K_o – то же, что и в 8.1.2.

8.1.4 Теплонапряжение топочного объема при сжигании другого (непроектного) топлива q_v , кВт/м³, рассчитывается по формуле:

$$q_v = \frac{B_s \cdot Q_i^r}{V_T} \quad (56)$$

где B_s – расчетный расход топлива на работу котлоагрегата на номинальной (максимальной) нагрузке, кг/с (нм³/с), определяется в соответствии с 6.1.7 при B – расходе топлива на работу котлоагрегата на номинальной (максимальной) нагрузке, кг/с (нм³/с);

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг (кДж/нм³);

V_T – объем топочной камеры, м³, определяется из технической документации на котел.

8.1.5 Валовый выброс бенз(а)пирена M_{bp}^{te} , т/год, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{bp}^{te} = c_{bp}^i \cdot V_{dry} \cdot 10^{-6} \quad (57)$$

где c_{bp}^i – концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах, определяемая в соответствии с 8.1.2 или 8.1.3 с учетом 8.1.6, мг/нм³;

V_{dry} – объем сухих дымовых газов, рассчитанный по формуле (9), тыс. нм³/год, где B_s , т/год (тыс. нм³/год), расчетный расход топлива, определяемый по формуле (16) при B – расходе топлива на работу котлоагрегата за отчетный период на номинальной (максимальной) нагрузке, т/год (тыс. нм³/год).

8.1.6 Для расчета максимальных по формуле (1) и валовых выбросов по формуле (57), концентрации бенз(а)пирена, рассчитанные по приведенным в 8.1.2 и 8.1.3 формулам, приводятся к стандартному коэффициенту избытка воздуха $\alpha_0=1,4$ по формуле (2).

8.2 Определение выбросов при слоевом сжигании твердых топлив

8.2.1 Максимальное количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле (1) настоящей Инструкции, где концентрация бенз(а)пирена рассчитывается по формуле:

$$c_{bp} = 10^{-3} \cdot \left(\frac{L \cdot Q_i^r}{e^{2,5 \cdot \alpha_T}} + \frac{T}{t_H} \right) \cdot K_n \cdot K_d \quad (58)$$

где L – коэффициент, характеризующий тип колосниковой решетки и вид топлива, принимают равным:

- для углей и сланцев 2,5
- для древесины и торфа 1,5

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

α_T – коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки, при концентрации кислорода O_2 в дымовых газах за котлом, %, определяемый в соответствии с 6.1.2.1;

T – коэффициент, характеризующий температурный уровень экранов: для $t_H \geq 150^\circ C$ равен 350, для $t_H < 150^\circ C$ равен 290;

t_H – температура насыщения пара при давлении в барабане паровых котлов или воды на выходе из котла для водогрейных котлов;

K_n – коэффициент, учитывающий нагрузку котла, определяемый в соответствии с 8.2.2;

K_d – коэффициент, учитывающий степень улавливания бенз(а)пирена золоуловителем, определяемый в соответствии с 8.2.3.

8.2.2 Коэффициент, учитывающий нагрузку котла K_n , рассчитывается по формуле:

$$K_n = \left(\frac{D_n}{D_f} \right)^{1,2} \quad \text{или} \quad K_n = \left(\frac{Q_n}{Q_f} \right)^{1,2} \quad (59)$$

где D_n, D_f – номинальная и фактическая паропроизводительность котла соответственно, т/ч;

Q_n, Q_f – номинальная и фактическая теплопроизводительность котла соответственно, Гкал/ч.

8.2.3 Коэффициент, учитывающий степень улавливания бенз(а)пирена золоуловителем K_d , рассчитывается по формуле:

$$K_d = 1 - \frac{\eta_d \cdot Z}{100} \quad (60)$$

где η_d – степень очистки газов в золоуловителе по золе, %;

Z – коэффициент, учитывающий снижение улавливающей способности золоуловителем бенз(а)пирена:

а) при температуре газов перед золоуловителем t_d больше $185^\circ C$

- 1) Z равен 0,8 – для сухих золоуловителей;
- 2) Z равен 0,9 – для мокрых золоуловителей;

б) при температуре газов перед золоуловителем t_d меньше $185^\circ C$

- 1) Z равен 0,7 – для сухих золоуловителей;
- 2) Z равен 0,8 – для мокрых золоуловителей.

8.2.4 Валовой выброс бенз(а)пирена M_{bp}^{te} , т/год, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами определяется в соответствии с 8.1.5 с учетом 8.1.6.

Приложение А
(справочное)

Таблица А.1 – Расчетные характеристики твердых и жидких топлив

Бассейн, месторождение	Марка	Класс или продукт обогащения	Состав рабочей массы топлива, %							Низшая рабочая теплота сгорания, МДж/кг	Объемы воздуха и продуктов сгорания нм ³ /кг при α=1,4, t=0°C, P=101,3 кПа						Отношение объема сухих и влажных продуктов сгорания <i>k</i>	Приведенная влажность топлива, <i>W^p</i> , %	Характеристика, зависящая от состава топлива <i>β</i>	<i>RO₂^{max}</i>
			<i>W_t^r</i>	<i>A^r</i>	<i>S_{o+k}^r</i>	<i>C^r</i>	<i>H^r</i>	<i>N^r</i>	<i>O^r</i>		<i>Q_i^r</i>	<i>V_B⁰</i>	<i>V_{RO2}</i>	<i>V_{N2}⁰</i>	<i>V_{H2O}⁰</i>	<i>V_{dry}^{1,4}</i> ₂				
Донецкий б-н	Д	Р	13,0	27,8	2,9	44,1	3,3	0,9	8,0	17,25	4,63	0,84	3,66	0,63	6,35	6,99	0,91	3,16	0,121	18,73
Донецкий б-н	Г	Р	10,0	28,4	3,0	48,3	3,4	0,9	5,6	18,92	5,11	0,92	4,04	0,62	7,01	7,63	0,92	2,21	0,129	18,59
Донецкий б-н	Ж	Р	6,0	30,1	2,5	53,4	3,3	1,0	3,7	21,14	5,58	1,01	4,42	0,57	7,66	8,23	0,93	1,19	0,124	18,68
Донецкий б-н	Т	Р	6,0	32,0	2,2	55,2	2,5	1,0	1,1	20,60	5,61	1,05	4,44	0,48	7,73	8,20	0,94	1,22	0,101	19,08
Донецкий б-н	А	СШ	8,5	34,8	1,5	52,2	1,0	0,5	1,5	18,23	4,91	0,98	3,88	0,33	6,83	7,15	0,95	1,95	0,037	20,25
Кузнецкий б-н	Д	Р, СШ	11,5	15,9	0,4	56,4	4,0	1,9	9,9	21,90	5,76	1,06	4,56	0,72	7,92	8,64	0,92	2,20	0,117	18,79
Кузнецкий б-н	Г	Р, СШ	8,5	16,9	0,4	60,1	4,2	2,0	7,9	23,57	6,21	1,12	4,92	0,71	8,53	9,24	0,92	1,51	0,128	18,62
Кузнецкий б-н	Т	Р, СШ	7,0	14,6	0,5	70,2	3,0	1,7	3,0	25,12	6,95	1,31	5,51	0,58	9,60	10,18	0,94	1,17	0,089	19,27
Кузнецкий б-н	А	Р	10,0	16,2	0,4	68,8	1,5	0,8	2,3	24,16	6,45	1,29	5,10	0,44	8,97	9,41	0,95	1,73	0,042	20,15
Днепропетровский б-н	1Б	Р	54,0	16,6	1,9	19,5	1,7	0,2	6,1	6,38	2,04	1,38	1,62	0,90	3,82	4,72	0,81	35,41	0,109	18,93
Кизеловский б-н	Ж	Р	6,0	32,0	5,3	48,6	3,5	0,6	4,0	19,68	5,29	0,94	4,19	0,58	7,25	7,83	0,93	1,28	0,140	18,42
Кизеловский б-н	Г	Р, МСШ	7,5	37,9	4,3	41,5	3,2	0,5	5,1	16,71	4,51	0,80	3,57	0,55	6,18	6,73	0,92	1,88	0,140	18,42
Канско-Ачинский б-н, Ирша-Бородинское	2Б	Р	33,0	7,4	0,2	42,6	3,0	0,6	13,2	15,28	4,15	0,80	3,28	0,84	5,74	6,57	0,87	9,05	0,074	19,54
Канско-Ачинский б-н, Назаровское	2Б	Р	39,0	7,9	0,4	37,2	2,5	0,5	12,5	12,85	3,57	0,70	2,82	0,84	4,95	5,79	0,85	12,72	0,059	19,82
Канско-Ачинский б-н, Березовское	2Б	Р	33,0	4,7	0,2	44,2	3,1	0,4	14,4	15,66	4,28	0,83	3,38	0,85	5,92	6,77	0,87	8,83	0,069	19,64
Канско-Ачинский б-н, Боготольское	1Б	-	44,0	6,7	0,5	34,3	2,4	0,3	11,8	11,81	3,31	0,64	2,62	0,89	4,58	5,47	0,84	15,61	0,063	19,76
Канско-Ачинский б-н, Большесырское	3Б	-	24,0	6,1	0,2	51,7	3,6	0,6	13,8	19,05	5,10	0,97	4,03	0,81	7,04	7,85	0,90	5,28	0,086	19,35
Иркутский б-н, Черемховское	Д	Р, МСШ	15,0	29,8	0,9	42,5	3,1	0,6	8,1	16,41	4,36	0,80	3,45	0,63	5,99	6,62	0,91	3,83	0,115	18,83
Иркутский б-н, Азейское	3Б	Р	25,0	16,5	0,5	42,7	3,1	0,9	11,3	15,99	4,26	0,80	3,37	0,75	5,87	6,62	0,89	6,55	0,093	19,20

¹ Д – длиннопламенный, Г – газовый, Ж – жирный, Т- тощий, А – антрациты, 1Б – бурый с влагоемкостью более 50%, 2Б– бурый с влагоемкостью от 30 до 50%, 3Б– бурый с влагоемкостью до 30%

² $V_{dry}^{1,4} = V_{RO_2} + V_{N_2} + 0,4 \cdot V_B^0$ - объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании одного килограмма топлива при α=1,4.

³ $V_{damp}^{1,4} = V_{RO_2} + V_{N_2} + V_{H_2O}^0 + 0,4 \cdot V_B^0$ - объем влажных дымовых газов, образующихся при полном сгорании одного килограмма топлива при α=1,4.

ТКП ХХ-XXXX

Окончание таблицы А.1

Бассейн, месторождение	Марка	Класс или продукт обогащения	Состав рабочей массы топлива, %							Низшая рабочая теплота сгорания, МДж/кг	Объемы воздуха и продуктов сгорания нм ³ /кг при α=1,4, t=0°C, P=101,3 кПа						Отношение объема сухих и влажных продуктов сгорания k	Приведенная влажность топлива, W ^p , %	Характеристика, зависящая от состава топлива β	RO ₂ ^{max}	
			W _t ^r	A ^r	S _{o+k} ^r	C ^r	H ^r	N ^r	O ^r		Q _i ^r	V _B ⁰	V _{RO₂}	V _{N₂} ⁰	V _{H₂O} ⁰	V _{dry} ^{1,4}					V _{damp} ^{1,4}
Партизанский б-н	Г	Р, СШ	5,5	34,0	0,4	49,8	3,2	0,8	6,3	19,47	5,08	0,93	4,02	0,54	6,98	7,52	0,93	1,18	0,114	18,84	
Партизанский б-н	Ж	Р	5,5	32,1	0,4	52,7	3,2	0,7	5,4	20,52	5,37	0,99	4,25	0,54	7,38	7,92	0,93	1,12	0,113	18,86	
Партизанский б-н	Т	Р	5,0	28,5	0,5	58,8	2,7	0,7	3,8	22,19	5,83	1,10	4,61	0,49	8,05	8,54	0,94	0,94	0,089	19,27	
Печорский б-н, Интинское	Д	Р	11,5	28,8	2,5	44,2	2,9	1,5	8,6	16,87	4,49	0,84	3,56	0,57	6,20	6,77	0,92	2,86	0,097	19,13	
Печорский б-н, Воркутинское	Ж	Р	8,0	29,4	1,0	52,6	3,3	1,5	4,2	20,77	5,44	0,99	4,31	0,59	7,48	8,07	0,93	1,61	0,125	18,66	
Эстон-сланец	сланец	0-300 мм	12,0	44,4	1,4	19,9	2,6	0,1	2,9	9,00	2,41	0,38	1,90	0,49	3,25	3,74	0,87	5,59	0,258	16,70	
Ленинград-сланец	сланец	0-300 мм	11,0	48,2	1,3	17,3	2,2	0,1	2,5	7,66	2,08	0,33	1,64	0,43	2,81	3,24	0,87	6,02	0,250	16,81	
Кашпирское мес-ие	сланец	0-300 мм	14,0	58,9	2,4	10,9	1,4	0,3	3,8	4,60	1,29	0,22	1,02	0,36	1,76	2,12	0,83	12,75	0,186	17,71	
Росторф (фрезторф)	торф	-	50,0	6,3	0,1	24,7	2,6	1,1	15,2	8,12	2,38	0,46	1,89	0,96	3,30	4,27	0,77	25,80	0,069	19,64	
Мазут	40 или 100	низкосернистый	0,15	0,03	0,39	87,33	11,90		0,20	41,68	10,92	1,63	8,63	1,57	14,63	16,20	0,90	0,02	0,321	15,89	
Мазут	40 или 100	малосернистый	0,20	0,03	0,85	86,58	12,04		0,30	40,53	10,91	1,62	8,62	1,58	14,60	16,19	0,90	0,02	0,325	15,85	
Мазут	40 или 100	сернистый	0,49	0,05	1,80	85,71	11,45		0,50	39,57	10,70	1,61	8,45	1,52	14,34	15,86	0,90	0,05	0,310	16,03	
Мазут	40 или 100	высокосернистый	1,00	0,06	2,55	85,04	10,64		0,71	39,06	10,44	1,60	8,25	1,43	14,03	15,46	0,91	0,11	0,288	16,30	
Брикеты торфяные по ТУ РБ 10072526.001 ⁴																					
Отходы древесные для топливных нужд по ТУ РБ 10072526.002			40	1,5	0,2					10,18											
Топливо энергетическое из быстрорастущей древесины по ТУ РБ 10072526.003			40	2,7	0,2					9,96											
Древесина дровяная для топливных нужд по ТУ РБ 10072526.004			40	1,5	0,2					10,18											
Опилки древесные для топливных нужд по ТУ РБ 10072526.005			40	1,0	0,2					10,25											
Костра для топливных нужд по ТУ РБ 10072526.006			25	1,0	0,18					12,00											
Брикеты лигнинные по ТУ РБ 10072526.007			22	20	0,4					13,30											

⁴ На момент выхода первой редакции проекта ТКП данные состава рабочей массы топлива уточняются.

Таблица А.2 Расчетные характеристики газообразных топлив

Газопровод	Низшая рабочая теплота сгорания, МДж/кг	Состав газа по объему, %							Объемы воздуха и продуктов сгорания нм ³ /кг при $\alpha=1,4$, $t=0^\circ\text{C}$, $P=101,3$ кПа						Отношение объема сухих и влажных продуктов сгорания k	Характеристика, зависящая от состава топлива β	RO_2^{\max}
		CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	N ₂	V_B^0	V_{RO_2}	$V_{N_2}^0$	$V_{H_2O}^0$	$V_{dry}^{1,4}$	$V_{damp}^{1,4}$			
Уренгой - Новопсков	35,59	98,90	0,13	0,01	0,01	-	0,08	0,87	9,44	0,99	7,47	2,20	12,24	14,44	0,85	0,78	11,8
Рудки - Минск - Вильнюс	35,51	95,60	0,70	0,40	0,20	0,20	0,10	2,80	9,44	1,00	7,49	2,19	12,26	14,45	0,85	0,78	11,8

Приложение Б
(справочное)

Б.1 Значения плотности для основных газообразных загрязняющих веществ, содержащихся в выбрасываемых в атмосферный воздух дымовых газах:

$$\rho_{CO} = 1,25 \text{ кг/нм}^3$$

$$\rho_{CO_2} = 1,96 \text{ кг/нм}^3$$

$$\rho_{NO} = 1,34 \text{ кг/нм}^3$$

$$\rho_{NO_2} = 2,05 \text{ кг/нм}^3$$

$$\rho_{SO_2} = 2,86 \text{ кг/нм}^3$$

Таблица Б.2 – Значения коэффициентов, учитывающих влияние рециркуляции дымовых газов через горелки (β_r) и ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру (β_δ) на образование азота оксидов:

	Значение коэффициента β_r при сжигании жидкого и газообразного топлив	Значение коэффициента β_δ при сжигании жидкого и газообразного топлив	Значение коэффициента β_r при сжигании твердых топлив
Котлы не оснащены системой рециркуляции дымовых газов и (или) ступенчатым вводом воздуха	0	0	1
Котлы паровые до 10 тонн пара в час и водогрейные до 10 Гкал/час оснащены системой рециркуляции дымовых газов и (или) ступенчатым вводом воздуха	0,32	0,22	0,89
Котлы паровые от 10 до 20 тонн пара в час и водогрейные от 10 до 20 Гкал/час оснащены системой рециркуляции дымовых газов и (или) ступенчатым вводом воздуха	0,48	0,44	0,77
Котлы паровые от 20 до 30 тонн пара в час и водогрейных от 20 до 30 Гкал/час оснащены системой рециркуляции дымовых газов и (или) ступенчатым вводом воздуха	0,64	0,67	0,71

Приложение В
(справочное)

Таблица В.1 – Значения q_4 и α_{ab} для различных топок и топлив

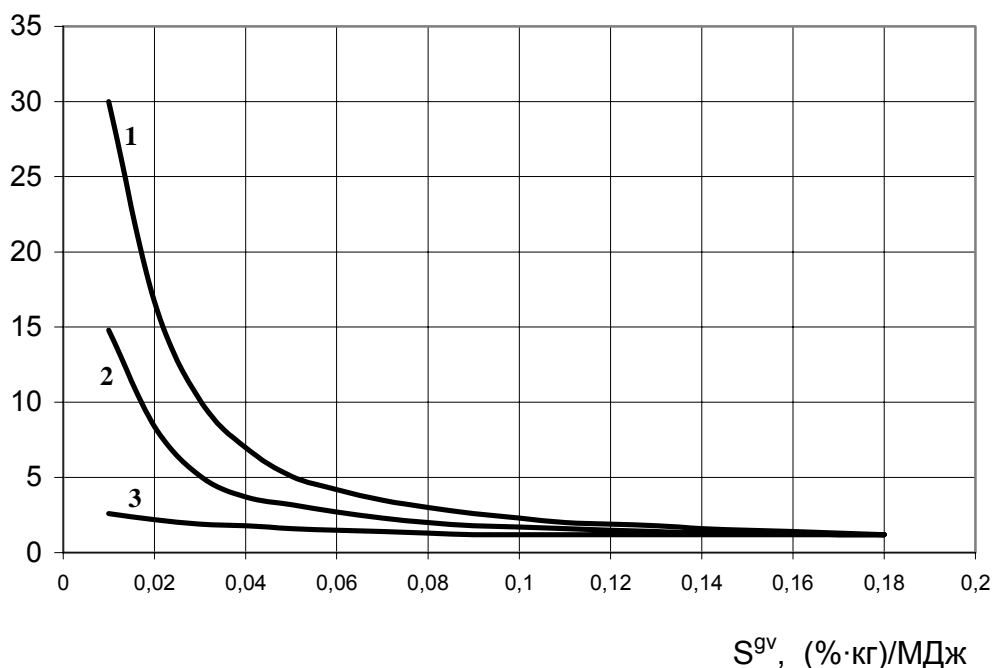
Вид топок	Топливо	q_4 , %	α_{ab}
Шахтно-цепные топки	Торф кусковой	2,0	7,0
Топки с пневмомеханическими забрасывателями и цепной решеткой прямого хода	Каменные угли типа Кузнецкого	5,5	10,0
	Каменные угли типа Донецкого	6,0	10,0
	Донецкий антрацит	10,0	10,0
Топки с пневмомеханическими забрасывателями и цепной решеткой обратного хода	Каменные угли типа Кузнецкого	6,5/4,5	15,0
	Каменные угли типа Донецкого	7,0	15,0
	Каменные угли типа Сучанского	8,0	15,0
	Бурые угли типа Ирша-Бородинского	4,5	50,0
	Бурые угли типа Назаровского	5,0	50,0
	Бурые угли типа Азейского	5,5	50,0
Топки с пневмомеханическими забрасывателями и решеткой с поворотными колосниками	Каменные угли типа Кузнецкого	6,5	20,0
	Каменные угли типа Донецкого	8,0	15,0
	Донецкий антрацит	11,0	15,0
	Бурые угли типа Ирша-Бородинского	5,0	20,0
	Бурые угли типа Азейского	6,5	20,0
Шахтные топки с наклонной решеткой	Дрова, дробленые отходы, опилки	2,0	5,0
	Торф кусковой	2,5	8,0
Топки скоростного горения	Дрова, щепа, опилки	4,0/2,0	6,0/5,0
Камерные топки с твердым шлакоудалением	Каменные угли	1,5	0,95
	Бурые угли	2,0	0,95
	Фрезерный торф	1,0	0,95
	Сланец	0,5	0,95
Камерные топки с жидким шлакоудалением	Каменные угли	0,5	0,80
	Бурые угли	0,3	0,70
Камерные топки	Мазут	0,1	0,5
	Газ (природный, попутный)	0	0
	Доменный газ	0	0
<p>Примечания</p> <p>1 Большие значения q_4 - при отсутствии средств уменьшения уноса; меньшие значения q_4 – при остром дутье и наличии возврата уноса, а также для котлов производительностью 25 - 35 т/ч.</p> <p>2 Значение α_{ab}: для дров и торфа – 0,10 (топки шахтные, шахтно-цепные, скоростного горения) и 0,25 (слоевые топки бытовых теплогенераторов); для сланцев – 0,15 (топки наклонно-переталкивающие, слоевые).</p> <p>3 Значение α_{ab}: для газогенераторов равно 0,04 (вне зависимости от вида топки), значение q_4 равно 1,2%.</p> <p>4 Значение q_4 для нефти следует принимать равным 0,1 %, для дизельного и других легких жидких топлив – 0,08 %.</p>			

Приложение Г
(справочное)

Г.1 Значения $\eta_{SO_2}^1$ (доля серы оксидов, связываемых летучей золой в котле) при сжигании различных видов топлива составляют:

торф	0,15
сланцы эстонские и ленинградские.....	0,8
бурый уголь марки 1Б.....	0,2
бурый уголь марки 2Б.....	0,5
бурый уголь марки 3Б.....	0,65
каменный уголь марки Д.....	0,1
каменный уголь марки Г.....	0,08
каменный уголь марки Ж.....	0,16
каменный уголь марки Т.....	0,14
каменный уголь марки А (антрацит).....	0,12
дрова.....	0,09
мазут.....	0,02
газ.....	0

$\eta_{SO_2}^2, \%$



$$S^{gv} = \frac{S_{o+k}^r}{Q_i^r}$$

где S_{o+k}^r - содержание серы (органической и колчеданной) в рабочей массе топлива, %;

Q_i^r - низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг (МДж/нм³).

Щелочность орошающей воды: график 1 - 10 мг-экв./дм³
 график 2 - 5 мг-экв./дм³
 график 3 - 0 мг-экв./дм³

Рисунок Г.2 – Степень улавливания серы оксидов в мокрых золоуловителях в зависимости от приведенной сернистости топлива и щелочности орошающей воды

Приложение Д
(справочное)

**Определение степени улавливания мазутной золы в пересчете на ванадий
в золоулавливающих установках**

Д.1 Степень очистки газов от мазутной золы (в пересчете на ванадий), $\eta_{зв}$, %, в специально применяемых для этого батарейных циклонах рассчитывается по формуле:

$$\eta_k = 0,076 \cdot (\eta_o)^{1,85} - 2,32 \cdot \eta_o \quad (\text{Д.1})$$

где η_o - общая степень улавливания твердых частиц, образующихся при сжигании мазута в котлах, %.

Примечание - Зависимость (Д.1) действительна при выполнении условия $65\% < \eta_o < 85\%$

Д.2 При совместном сжигании мазута и твердого топлива в пылеугольных котлах степень улавливания мазутной золы в пересчете на ванадий, в золоулавливающих установках определяется по формуле:

$$\eta_k = \eta_c \cdot C \quad (\text{Д.2})$$

где η_c - общая степень улавливания твердых частиц при сжигании угля, %;

C - коэффициент, равный:

- 0,6..... для электрофильтров;
- 0,5..... для мокрых аппаратов;
- 0,3 для батарейных циклонов.

Приложение Е
(справочное)
Коэффициенты, учитывающие влияние различных факторов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания



Рисунок Е.1 – Зависимость K_p от относительной нагрузки котла

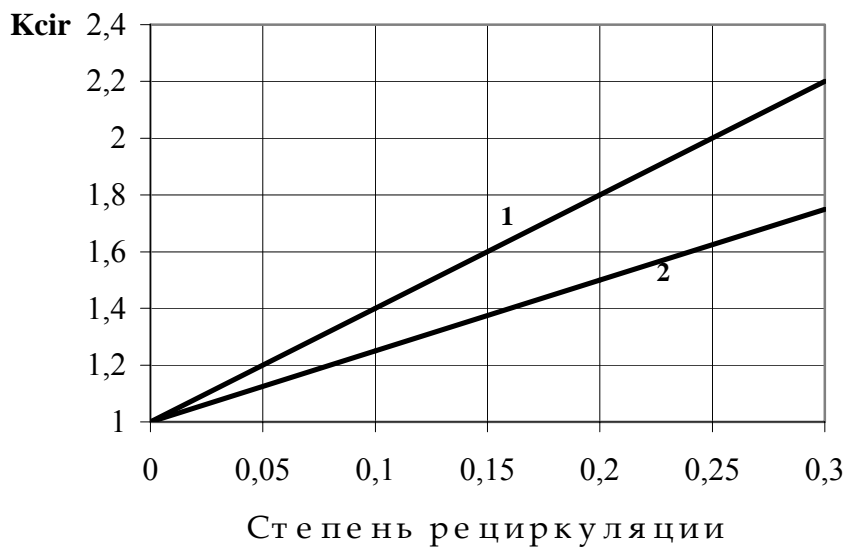


график 1 - в дутьевой воздух или кольцевой канал вокруг горелок
график 2 - в шлицы под горелками

Рисунок Е.2 – Зависимость K_{cir} от степени рециркуляции

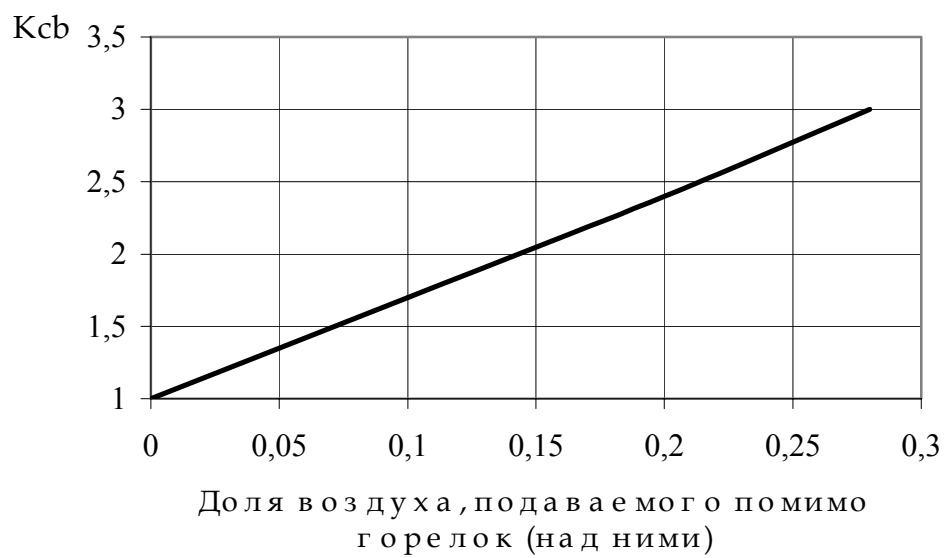


Рисунок Е.3 – Зависимость K_{cb} от доли воздуха, подаваемого помимо горелок

Библиография

- [1] Трёмбовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. «Теплотехнические испытания котельных установок», М., Энергоатомиздат, 1991.
- [2] «Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод», СПб., НПО ЦКТИ, 1998.
- [3] Ходаков Ю.С. «Оксиды азота и теплотехника: проблемы и решения», М., ООО "ЭСТ-М", 2001.
- [4] Пеккер Я.Л. «Теплотехнические расчеты по приведенным характеристикам топлива», Л., Энергия, 1977.
- [5] «Технология наладки котлов», Мн., РУП "Белнипиэнергопром", 2005.

Заместитель Министра природных
ресурсов и охраны окружающей среды
Республики Беларусь

_____ А. Н. Апацкий
подпись

Начальник специнспекции госконтроля
за охраной атмосферного воздуха
озонового слоя и климата

_____ С. В. Завьялов
подпись

Заместитель начальника специнспекции
госконтроля за охраной атмосферного
воздуха, озонового слоя и климата

_____ И. В. Комоско
подпись

Главный специалист специнспекции
госконтроля за охраной атмосферного
воздуха, озонового слоя и климата

_____ А. С. Пилипчук
подпись