

Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
ПРАВИЛА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Атмасфера
Выкіды забруджвальных рэчываў у атмасфернае паветра
ПРАВІЛЫ РАЗЛІКУ ВЫКІДАЎ ЦЯЖКІХ МЕТАЛАЎ

Издание официальное



Минприроды
Минск

Ключевые слова: выбросы загрязняющих веществ, атмосферный воздух, тяжелые металлы, стационарные источники выбросов, удельные показатели выбросов

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН Государственным научным учреждением «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси» (Институт природопользования НАН Беларуси).

ВНЕСЕН управлением регулирования воздействий на атмосферный воздух и водные ресурсы Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от _____ 2011 г. № _____.

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой Методических рекомендаций по идентификации и оценке источников выбросов тяжелых металлов, утвержденных приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 12 декабря 2003 г. №503).

Настоящий технический кодекс не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Минприроды Республики Беларусь.

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	2
3 Термины и определения.....	2
4 Общие требования.....	3
5 Определение выбросов тяжелых металлов по данным инструментальных измерений.....	3
6 Определение выбросов тяжелых металлов расчетными методами.....	5
6.1 Перечень источников, для которых выполняется расчет выбросов тяжелых металлов.....	5
6.2 Расчет выбросов тяжелых металлов от установок по сжиганию топлива.....	5
6.3 Расчет выбросов тяжелых металлов от производственных процессов.....	6
6.4 Расчет выбросов тяжелых металлов при сжигании отходов и кремации.....	7
7 Требования к оформлению результатов расчета выбросов тяжелых металлов.....	8
Приложение А (обязательное) Параметры для расчета выбросов тяжелых металлов при стационарном сжигании топлива.....	10
Приложение Б (обязательное) Параметры для расчета выбросов тяжелых металлов от производственных процессов.....	12
Приложение В (обязательное) Параметры для расчета выбросов тяжелых металлов при сжигании отходов и кремации.....	14
Приложение Г (рекомендуемое) Форма представления результатов расчета выбросов.....	15
Приложение Д (справочное) Содержание тяжелых металлов в углях (по бассейнам).....	17
Библиография.....	19

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

Охрана окружающей среды и природопользование
Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
ПРАВИЛА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Атмасфера. Выкіды забруджвальных рэчываў у атмасфернае паветра
ПРАВІЛЫ РАЗЛІКУ ВЫКІДАЎ ЦЯЖКІХ МЕТАЛАЎ

Environmental protection and nature use. Atmosphere
Emissions of harmful substances into the atmospheric air
Rules of emissions calculation of heavy metals

Дата введения 2012-01-01

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает единый порядок расчета выбросов тяжелых металлов в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов при осуществлении деятельности юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, связанной с выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Требования настоящего технического кодекса применяют для оценки выбросов тяжелых металлов в атмосферный воздух при:

- инвентаризации и нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- государственном, ведомственном, производственном контроле за соблюдением установленных нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- оценке воздействия на окружающую среду и проведении государственных экспертиз;
- исчислении экологического налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- разработке проектной документации на строительство, реконструкцию, расширение, техническое перевооружение, модернизацию, изменение профиля производства, ликвидацию объектов и комплексов;
- ведении учета выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду;
- ведении отчетности о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- иных мероприятиях по охране атмосферного воздуха, предусмотренных законодательством Республики Беларусь.

Требования настоящего технического кодекса не распространяются на источники поступления тяжелых металлов в другие компоненты природной среды (воду, почву), а также в производимую продукцию и отходы.

2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 17.08-01-2006 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт

ТКП 17.08-02-2006 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчетов выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов

ТКП 17.08-03-2006 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов механическими транспортными средствами в населенных пунктах

ТКП 17.08-04-2006 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью более 25 МВт

ТКП 17.08-05-2007 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов при производстве металлопокрытий гальваническим способом

СТБ 17.08.02-01-2009 Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух. Вещества, загрязняющие атмосферный воздух. Коды и перечень

СТБ ИСО 12141-2005 Стационарные источники выбросов. Определение массовой концентрации взвешенных частиц (пыли) при низких концентрациях. Гравиметрический метод

СТБ 17.13.05-12-2010/EN 13211: 2001 Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический контроль и мониторинг. Выбросы от стационарных источников. Руководство по определению суммарного содержания ртути

СТБ 17.13.05-14-2010/EN 14385:2004 Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический контроль и мониторинг. Выбросы от стационарных источников. Определение массовой концентрации As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяют термины, установленные в [1], [2], ТКП 17.08-01, ТКП 17.08-04, СТБ 17.08.02-01, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 валовой выброс тяжелых металлов: Количество тяжелых металлов, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами за год.

3.2 максимальный выброс тяжелых металлов: Количество тяжелых металлов, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами в единицу времени, грамм в секунду.

3.3 удельный показатель выброса: Масса загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух различными источниками загрязнения, обусловленная современным уровнем развития техники и технологии в расчете на единицу мощностных, энергетических и материальных характеристик продукции, полученной при данном технологическом процессе.

4 Общие требования

4.1 Расчет выбросов тяжелых металлов осуществляется с целью разработки и своевременного принятия мер по снижению выбросов опасных загрязняющих веществ, уменьшению риска в связи с воздействием тяжелых металлов на здоровье человека и окружающую среду, а также для выполнения международных обязательств Республики Беларусь [3], [4].

4.2 Перечень тяжелых металлов, выбросы которых подлежат расчету, с указанием веществ, в составе которых они преимущественно выбрасываются и их кодов согласно СТБ 17.08.02-01:

- кадмий: кадмий и его соединения (в пересчете на кадмий), код 0124;
- медь: медь и ее соединения (в пересчете на медь), код 0140;
- никель: никеля оксид (в пересчете на никель), код 0164;
- ртуть: ртуть и ее соединения (в пересчете на ртуть), код 0183;
- свинец: свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец), код 0184;
- хром: хрома трехвалентные соединения (в пересчете на Cr^{3+}), код 0228;
- цинк: цинк и его соединения (в пересчете на цинк), код 0229;
- мышьяк: мышьяк, неорганические соединения (в пересчете на мышьяк), код 0325.

4.3 Расчет выбросов тяжелых металлов осуществляется природопользователем по данным периодических измерений их концентраций в дымовых газах в соответствии с СТБ 17.13.05-12-2010/EN 13211, СТБ 17.13.05-14-2010/EN 14385 или расчетным методом с использованием удельных показателей выбросов.

При инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух дополнительно могут быть учтены другие тяжелые металлы, если это предусмотрено действующими НПА и ТНПА.

4.4 Расчет выбросов тяжелых металлов осуществляется для каждого металла (и его соединения); выбросы выражаются в граммах в секунду (г/с) и в тоннах в год (т/год). С использованием настоящего технического кодекса выбросы тяжелых металлов могут быть также оценены за другой период времени (сутки, месяц).

5 Определение выбросов тяжелых металлов по данным инструментальных измерений

5.1 Для оценки выбросов тяжелых металлов по данным инструментальных измерений используются результаты измерения содержания тяжелых металлов в отходящих (дымовых) газах и данные об объемах отходящих газов за расчетный период.

5.2 Расчет выбросов тяжелых металлов на основании результатов инструментальных измерений выполняется в следующих случаях:

- для вращающихся печей обжига клинкера мощностью более 50 т/час при использовании пиритных огарков и пыли металлургических производств в качестве корректирующих добавок;
- для электродуговых печей по производству стали мощностью более 50 т/час;

ТКП 17.08-14-2011

- для печей по производству вторичных цветных металлов (алюминия, меди, свинца) мощностью более 1 т/час;
- для стекловаренных печей по производству свинцового хрустального стекла;
- для установок по сжиганию отходов I-III классов опасности, если объем сжигаемых отходов превышает 1 т/час;
- для установок по сжиганию медицинских отходов, если объем сжигаемых отходов превышает 1 т/час;
- для установок по сжиганию отходов жизнедеятельности населения и им подобных, если объем сжигаемых отходов превышает 3 т/час;
- для установок по сжиганию угля мощностью более 50 МВт;
- для других установок, если выбросы какого-либо тяжелого металла от одной установки по расчетному методу составляют: 10 кг/год и более – для ртути (загрязняющих веществ с кодами 0183), 100 кг/год и более – для мышьяка, кадмия и свинца (загрязняющих веществ с кодами 0124, 0184 и 0325); 500 кг/год и более - для других металлов (загрязняющих веществ с кодами 0140, 0164, 0228, 0229).

5.3 Выполнение измерений концентраций тяжелых металлов проводится с использованием метрологически аттестованных и допущенных к использованию методик выполнения измерений, при помощи средств измерения, прошедших государственный метрологический надзор и метрологический контроль в порядке, установленном законодательством.

5.4 Выполнение измерений концентраций тяжелых металлов в выбросах выполняются в соответствии с СТБ 17.13.05-14; ртути – в соответствии с СТБ 17.13.05-12.

5.5 Измерения тяжелых металлов инструментальными методами не выполняются при:

- отсутствии метрологически аттестованных в установленном порядке методик выполнения измерения данного загрязняющего вещества;
- практической невозможности обеспечить требования НПА и ТНПА по отбору проб, проведению аэродинамических испытаний или технике безопасности.

5.6 При проведении измерений соблюдается принцип единства измерений посредством приведения измеряемых величин к сопоставимым (одинаковым) условиям по температуре, давлению, влажности, скорости газового потока в соответствии с [2].

5.7 Максимальный выброс *i*-го тяжелого металла E_i (г/с), поступающего в атмосферный воздух с отходящими газами, на основании данных инструментальных методов рассчитывается по формуле:

$$E_i = C_i \cdot V_{dry} \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где C_i – концентрация *i*-го тяжелого металла в отходящих газах, определяемая как сумма твердой и парогазовой фазы, мг/м³;

V_{dry} – объем сухих дымовых газов при нормальных условиях, м³/с, определяемый в соответствии с ТКП 17.08-01.

5.8 Валовой выброс *i*-го тяжелого металла E_i^{te} (т/год), поступающего в атмосферный воздух с отходящими газами, на основании данных инструментальных методов рассчитывается по формуле:

$$E_i^{te} = C_i \cdot V_{dry}^{tv} \cdot 10^{-6}, \quad (2)$$

где C_i – средняя годовая концентрация *i*-го тяжелого металла в отходящих газах, определяемая как средневзвешенное значение не менее 6 измеренных разовых концентраций *i*-го тяжелого металла в отходящих газах, мг/м³;

V_{dry}^{tv} – объем сухих дымовых газов при нормальных условиях, тыс.м³/год, определяемый в соответствии с ТКП 17.08-01.

6 Определение выбросов тяжелых металлов расчетными методами

6.1 Перечень источников, для которых выполняется расчет выбросов тяжелых металлов

Выброс тяжелых металлов расчетным методом оценивается для следующих источников выбросов:

- топливосжигающие установки: котлы, печи, камины, стационарные дизельные двигатели и другие;
- установки по выплавке черных и цветных металлов: электродуговые, индукционные, отражательные и другие печи, вагранки;
- печи в производстве строительных материалов (вращающиеся печи по производству клинкера, стекловаренные печи, печи для обжига кирпича и керамики), включая цементные мельницы;
- установки по сжиганию отходов;
- печи кремации.

Расчет выбросов тяжелых металлов может осуществляться для других видов основного, а также вспомогательного технологического оборудования, если это предусмотрено действующими нормативными техническими актами.

6.2 Расчет выбросов тяжелых металлов от установок по сжиганию топлива

6.2.1 Выбросы тяжелых металлов при сжигании топлива зависят от вида топлива, исходного содержания тяжелых металлов в топливе, условий его сжигания (типа и мощности установки, условий горения), системы очистки отходящих газов [5]–[7], [12]. Содержание тяжелых металлов в топливе, особенно в углях и мазуте, может различаться на несколько порядков в зависимости от месторождения, глубины залегания и других условий [8]–[10].

Выбросы тяжелых металлов в атмосферный воздух при сжигании топлива осуществляются преимущественно с твердыми частицами. Выбросы ртути осуществляются с твердыми частицами и в парогазовой фазе.

6.2.2 Выброс тяжелых металлов в атмосферный воздух определяется по одному из двух методов:

- на основании содержания тяжелых металлов в топливе в соответствии с п. 6.2.3 и 6.2.4;
- на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива в соответствии с 6.2.5 и 6.2.6. Второй метод используется при отсутствии данных о характеристиках используемого топлива.

6.2.3 Максимальный выброс i -го тяжелого металла E_i (г/с) при сжигании топлива в топливосжигающей установке на основании содержания тяжелых металлов в топливе рассчитывается по формуле:

$$E_i = (A_j \cdot C_{ij} - \frac{A_j \cdot C_{ij} \cdot (1 - a_y)}{(1 - a_y) + f_{ei} \cdot a_y} \cdot R_i \cdot (1 - \eta) + A_j \cdot C_{ij} \cdot (1 - R_i)) / 3,6 \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

где A_j – расход топлива j в топливосжигающей установке, т/час (для газообразного топлива, м³/час); данные о расходе топлива принимаются фактические, проектные или прогнозируемые в зависимости от цели расчета выброса;

C_{ij} – содержание i -го тяжелого металла в топливе j , г/т (для газообразного топлива, г/м³); принимается фактическое либо, при отсутствии фактических данных, определяется по таблице А.1 (Приложение А) и таблицам Д.1–Д.5 (Приложение Д);

a_y – доля золы, уносимой дымовыми газами (доля золы в уносе), определяется в соответствии с ТКП 17.08-01 и ТКП 17.08-04;

f_{ei} – коэффициент обогащения летучей золы (золы уноса) тяжелым металлом i , определяемый по таблице А.2 (Приложение А).

ТКП 17.08-14-2011

R_i – доля i -го тяжелого металла, переходящего в золу, определяемая по таблице А.2 (Приложение А);

η – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях; принимается фактическое, проектное или прогнозируемое значение в зависимости от цели расчета выбросов тяжелых металлов.

6.2.4 Валовой выброс i -го тяжелого металла E_i^{te} (т/год) при сжигании топлива в топливосжигающей установке на основании содержания тяжелых металлов в топливе рассчитывается по формуле:

$$E_i^{te} = (A_j^{tf} \cdot C_{ij} - \frac{A_j^{tf} \cdot C_{ij} \cdot (1 - a_y)}{(1 - a_y) + f_{ei} \cdot a_y}) \cdot R_i \cdot (1 - \eta) + A_j^{tf} \cdot C_{ij} \cdot (1 - R_i) \cdot 10^{-6} \quad (4)$$

где A_j^{tf} – расход топлива j в топливосжигающей установке, т/год (для газообразного топлива, тыс.м³/год); данные о расходе топлива принимаются фактические, проектные или прогнозируемые в зависимости от цели расчета выброса;

C_{ij} , a_y , f_{ei} , R_i , η – то же, что и в формуле (3).

При сжигании в топливосжигающей установке разных видов топлива выброс i -го тяжелого металла от сжигания топлива за календарный период суммируется по всем видам топлива, сжигаемого в данной установке.

6.2.5 Максимальный выброс i -го тяжелого металла E_i (г/с) при сжигании топлива в топливосжигающей установке на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов рассчитывается по формуле:

$$E_i = A_j \cdot F_{ij} / 3,6 \cdot 10^{-3}, \quad (5)$$

где A_j – расход топлива j в топливосжигающей установке, т/час (для газообразного топлива – м³/час); данные о расходе топлива принимаются фактические, проектные или прогнозируемые в зависимости от цели расчета выброса;

F_{ij} – удельный показатель выбросов i -го тяжелого металла при сжигании топлива, г/т (для газообразного топлива, г/м³), определяемый по таблицам А.3, А.4 (приложение А).

6.2.6 Валовой выброс i -го тяжелого металла E_i^{te} (т/год) при сжигании топлива в топливосжигающей установке на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов рассчитывается по формуле:

$$E_i^{te} = A_j^{tf} \cdot F_{ij} \cdot 10^{-6}, \quad (6)$$

где A_j^{tf} – расход топлива j в топливосжигающей установке, т/год (для газообразного топлива, тыс.м³/год);

F_{ij} – то же, что и в формуле (5).

При сжигании в топливосжигающей установке разных видов топлива выброс каждого i -го тяжелого металла от сжигания топлива за календарный период суммируется по всем видам топлива, сжигаемого в данной установке.

6.3 Расчет выбросов тяжелых металлов от производственных процессов

6.3.1 Выбросы тяжелых металлов от производственных процессов зависят от типа процесса, состава и качества используемого сырья, совершенства технологий и эффективности работы газоочистных установок [6], [11], [12].

Выбросы тяжелых металлов в атмосферный воздух при производственных процессах осуществляются преимущественно с твердыми частицами. Выбросы ртути осуществляются с твердыми частицами и в парогазовой фазе.

6.3.2 Выбросы тяжелых металлов от технологического оборудования (установок по выплавке металлов, печей обжига при производстве строительных материалов, цементных мельниц, стекловаренных печей) рассчитываются одним из двух методов:

- на основании содержания тяжелых металлов в выбросах твердых веществ (пыли) в соответствии с 6.3.3 и 6.3.4;

- на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов в соответствии с 6.3.5 и 6.3.6.

Второй метод используется при отсутствии данных о содержании тяжелых металлов в выбросах твердых веществ (пыли) для оцениваемых установок.

6.3.3 Максимальный выброс i -го тяжелого металла E_i (г/с) на основании содержания тяжелого металла в выбросах твердых веществ рассчитывается по формуле:

$$E_i = \frac{L \cdot C_i}{1 - r_i} \cdot 10^{-6}, \quad (7)$$

где L – выбросы твердых веществ (пыли) от данной установки, г/с; данные о выбросах твердых веществ принимаются фактические, полученные инструментальным или расчетным методом в соответствии с действующими НПА и ТНПА, проектные или прогнозируемые в зависимости от цели расчета выбросов тяжелых металлов; учитываются выбросы твердых частиц суммарно (код 2902), пыли неорганической SiO₂ <70% (код 2908) и других загрязняющих веществ, имеющих твердое агрегатное состояние;

C_i – содержание i -го тяжелого металла в выбросах твердых веществ, г/т; принимается фактическое или определяется по таблице Б.1 (Приложение Б);

r_i – доля i -го тяжелого металла i , выбрасываемая в парогазовой форме; значения принимаются равными 0,5 для ртути, 0 – для других металлов.

6.3.4 Валовой выброс i -го тяжелого металла E_i^{te} (т/год) на основании содержания тяжелого металла в выбросах твердых веществ рассчитывается по формуле:

$$E_i^{te} = \frac{L^{te} \cdot C_i}{1 - r_i} \cdot 10^{-6}, \quad (8)$$

где L^{te} – выбросы твердых веществ от данной установки, т/год; данные о выбросах твердых веществ принимаются как и в формуле 7;

C_i и r_i – то же, что и в формуле (7).

6.3.5 Максимальный выброс i -го тяжелого металла E_i (г/с) на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов рассчитывается по формуле:

$$E_i = A \cdot k \cdot F_i / 3,6 \cdot 10^{-3}, \quad (9)$$

где A – расчетная производительность установки, т/час;

k – коэффициент загрузки установки;

F_i – удельный показатель выбросов i -го тяжелого металла на единицу продукции, г/т, определяемый по таблице Б.2 (Приложение Б).

6.3.6 Валовой выброс i -го тяжелого металла E_i^{te} (т/год) на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов рассчитывается по формуле:

$$E_i^{te} = A \cdot k \cdot T \cdot F_i \cdot 10^{-6}, \quad (10)$$

где T – фактическая продолжительность рабочего времени установки, час/год;

A , k , F_i – то же, что и в формуле (9).

6.4 Расчет выбросов тяжелых металлов при сжигании отходов и кремации

6.4.1 В данном разделе описан порядок расчета выбросов при утилизации отходов термическими методами; выбросы при сжигании отходов для получения электрической и тепловой энергии рассчитываются в соответствии с 6.2.

6.4.2 Выбросы тяжелых металлов при сжигании отходов определяются составом сжигаемых субстратов, содержанием в них тяжелых металлов, типом установки, эффективностью работы газоочистных установок.

Расчет выбросов тяжелых металлов при сжигании отходов и кремации осуществляется на основании удельных показателей выбросов тяжелых металлов.

6.4.3 Максимальный выброс i -го тяжелого металла E_i (г/с) от установок по сжиганию отходов рассчитывается по формуле:

$$E_i = A \cdot k \cdot F_{ij} / 3,6 \cdot 10^{-3}, \quad (11)$$

где A, k – то же что и в формуле (9);

F_{ij} – удельный показатель выбросов i -го тяжелого металла при сжигании отхода j , г/т, определяемый по таблице В.1 (Приложение В).

При сжигании в установке разных видов отходов выброс i -го тяжелого металла от сжигания отходов за календарный период суммируется по всем видам отходов, сжигаемых в данной установке.

6.4.4 Валовой выброс i -го тяжелого металла E_i^{te} (т/год) от установок по сжиганию отходов рассчитывается по формуле:

$$E_i^{te} = A \cdot k \cdot T \cdot F_{ij} \cdot 10^{-6}, \quad (12)$$

где A, k – то же что и в формуле (9);

T – то же что и формуле (10);

F_{ij} – то же, что и в формуле (11).

При сжигании в установке разных видов отходов выброс i -го тяжелого металла от сжигания отходов за календарный период суммируется по всем видам отходов, сжигаемых в данной установке.

6.4.5 Максимальный выброс i -го тяжелого металла E_i (г/с) от печей кремации рассчитывается по формуле:

$$E_i = A_i \cdot k \cdot F_i / 3,6 \cdot 10^{-6}, \quad (13)$$

где A – расчетная производительность печи, кремаций/час, принимается исходя из единичной загрузки печи равной среднему весу 70 кг;

k – коэффициент загрузки печи;

F_i – удельный показатель выбросов тяжелого металла i при кремации, г/кремацию, определяемый по таблице В.2 (Приложение В);

6.4.6 Валовой выброс i -го тяжелого металла E_i^{te} (т/год) от печей кремации рассчитывается по формуле:

$$E_i^{te} = A \cdot k \cdot T \cdot F_i \cdot 10^{-6}, \quad (14)$$

где T – фактическая продолжительность рабочего времени печи, час/год;

A, k, F_i – то же, что и в формуле (13).

7 Требования к оформлению результатов расчета выбросов тяжелых металлов

7.1 Результаты расчета выбросов тяжелых металлов оформляются в виде таблицы по форме, приведенной в таблице Г.1 Приложения Г. Результаты расчета выбросов тяжелых металлов сопровождаются пояснительной запиской и заполненными исходными данными для расчета по форме согласно таблицам Г.2-Г.5 приложения Г.

7.2 В пояснительной записке указывается использованный метод расчета выбросов тяжелых металлов и приводится краткая характеристика источника выбросов тяжелых металлов в соответствии с паспортными данными:

- для топливосжигающих установок: марка котла, мощность, тип шлакоудаления, тип подачи топлива, тип и эффективность пылегазоочистного оборудования;
- для установок по выплавке металлов (электродуговых печей, вагранок, индукционных печей и других): мощность (производительность), система подготовки сырья (металлолома), тип и эффективность пылегазоочистки;
- для печей обжига клинкера, стекловаренных и других печей в производстве строительных материалов: мощность, производительность, тип и эффективность пылегазоочистки; сжигаемое топливо и отходы;
- для установок по сжиганию отходов: марка печи, мощность, тип подачи отходов, тип и эффективность пылегазоочистного оборудования.

7.3 При оценке выбросов тяжелых металлов по данным инструментальных измерений дополнительно прилагаются:

- протоколы выполнения измерений содержания тяжелых металлов в выбросах;
- характеристика условий проведения измерений (режим работы установки и системы пылегазоочистки, скорость газопылевого потока, характеристики сжигаемого топлива/отходов).

7.4 При расчете выбросов тяжелых металлов с использованием удельных показателей выбросов дополнительно указываются используемые величины удельных показателей выбросов.

Приложение А
(обязательное)

Параметры для расчета выбросов тяжелых металлов при стационарном сжигании топлива

Таблица А.1 – Среднее содержание тяжелых металлов в топливе, потребляемом в Беларуси, г/т

Тип топлива	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Уголь каменный и бурый, среднее	20,0	0,25	8,3	9,3	0,2	9,2	7,1	36,2
Уголь, содержание по бассейнам								
Донецкий (Украина)	80,0	0,3	15,0	10,0	0,78	20,0	10,0	20,0
Донецкий (Россия)	4,6	0,8	– ¹⁾	50,0	0,75	44,0	35,5	67,0
Канско-Ачинский	–	1,5	–	1,6	–	1,5	1,0	15,0
Кузнецкий	1,43	–	26,0	14,6	0,1	15,3	8,0	29,5
Печорский	4,6	–	28,9	17,6	0,05	18,7	4,2	25,0
Подмосковный	–	0,87	40,5	18,4	0,24	9,6	10,9	56,9
Силезский (Польша)	–	0,7	–	58,0	–	18,0	28,0	61,0
Челябинский	–	–	25,4	31,0	0,006	14,7	5,0	73,0
Экибастузский	–	–	–	21,8	0,09	11,0	14,0	181,0
Горючие сланцы	–	–	50,0	10,0	0,05	30,0	30,0	10,0
Мазут	0,03	0,07	0,50	0,38	0,05	47,0	1,33	1,7
Природный газ	–	–	–	–	1,4 ²⁾	–	–	–
Торф фрезерный	3,8	0,14	1,7	1,6	0,08	0,7	1,1	11,0
Торфяные брикеты	5,0	0,19	2,3	2,1	0,1	0,9	1,5	14,5
Дрова топливные, древесные отходы	0,05	0,08	0,31	1,59	0,01	0,62	0,41	6,5

1) здесь и далее: “–” – нет данных; 2) – в мкг/м³

Таблица А.2 – Доля перехода тяжелых металлов в золу (R_i) и коэффициент обогащения тяжелыми металлами летучей золы (f_{ei}) при сжигании твердого топлива

Показатель	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
R_i	1	1	1	1	0,5	1	1	1
f_{ei}	2,5	2,5	1,5	1,5	1	1,5	2,5	2,5

Таблица А.3 – Удельные показатели выбросов тяжелых металлов при сжигании твердого топлива, г/т топлива

Установка	Топливо	Эффективность золоулавливания, %	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	
Котлы, камерные топки, твердое шлакоудаление	Уголь каменный и бурый	без очистки	19	0,2	7,9	8,8	0,19	8,7	6,7	34,4	
		70	5,7	0,1	2,4	2,7	0,06	2,6	2,0	10,3	
		70-90	1,9	0,02	0,8	0,9	0,02	0,9	0,7	3,4	
		≥ 90	0,48	0,006	0,12	0,13	0,004	0,13	0,17	0,86	
	Торф фрезерный	без очистки	3,61	0,1	1,6	1,5	0,08	0,7	1,0	10,5	
		70	1,1	0,0	0,5	0,5	0,02	0,2	0,3	3,1	
≥ 90		0,36	0,01	0,16	0,15	0,01	0,07	0,10	1,05		
Котлы, камерные топки, жидкое шлакоудаление	Уголь каменный и бурый	без очистки	15	0,19	6,23	6,98	0,15	6,90	5,33	27,15	
		70	4,5	0,06	1,87	2,09	0,05	2,07	1,60	8,15	
		≥ 90	1,5	0,02	0,62	0,70	0,02	0,69	0,53	2,72	
Котлы, слоевые топки	Уголь каменный и бурый	без очистки	3,0	0,04	1,2	1,4	0,03	1,4	1,1	5,4	
		70	0,9	0,01	0,37	0,42	0,01	0,41	0,32	1,63	
		≥ 90	0,3	0,004	0,12	0,14	0,003	0,14	0,11	0,54	
	Торфяные брикеты	без очистки	0,75	0,03	0,35	0,32	0,02	0,14	0,23	2,18	
		70	0,23	0,01	0,10	0,09	0,005	0,04	0,07	0,65	
		≥ 90	0,08	0,003	0,03	0,03	0,002	0,01	0,02	0,22	
	Торф фрезерный	без очистки	0,57	0,02	0,26	0,24	0,01	0,11	0,17	1,65	
		70	0,17	0,01	0,08	0,07	0,004	0,03	0,05	0,50	
		≥ 90	0,06	0,002	0,03	0,02	0,001	0,01	0,02	0,17	
	Древесное топливо, древесные отходы	без очистки	0,008	0,01	0,05	0,24	0,002	0,09	0,06	0,98	
		70	0,002	0,004	0,01	0,07	0,000	0,03	0,02	0,29	
		≥ 90	0,001	0,001	0,005	0,024	0,0002	0,009	0,006	0,098	
	Печи, бытовые котлы	Уголь каменный и бурый	без очистки	2,3	0,03	0,9	1,0	0,02	1,0	0,8	4,1
			Торфяные брикеты	без очистки	0,50	0,02	0,23	0,21	0,01	0,09	0,15
		Древесное топливо, древесные отходы	без очистки	0,01	0,01	0,03	0,16	0,00	0,06	0,04	0,65

Таблица А.4 – Удельные показатели выбросов тяжелых металлов при сжигании жидкого и газообразного топлива

Топливо	Единица измерения	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Мазут топочный	г/т	0,02	0,05	0,48	0,36	0,05	44,65	1,26	1,62
Топливо печное бытовое	г/т	–	0,01	0,05	0,3	–	0,5	1,0	0,1
Сжиженный газ	г/т	–	–	–	–	0,0019	–	–	–
Природный газ	г/тыс. м ³	–	–	–	–	0,001	–	–	–

ТКП 17.08-14-2011

						4			
Прочее жидкое топливо	г/т	0,02	0,05	0,48	0,36	0,05	44,65	1,26	1,62

Приложение Б
(обязательное)

Параметры для расчета выбросов тяжелых металлов от производственных процессов

Таблица Б.1 – Среднее содержание тяжелых металлов в выбросах твердых веществ от различных установок, г/т

Процесс	Установка	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Выплавка чугуна	Вагранки открытые	25	15	100	700	8	100	750	6500
	Индукционные печи	10	20	100	1500	10	1580	850	15000
	Вибрационные решетки	3,5	0,8	150	150	0,06	35	17,6	235
	Дробеметные камеры	20	2,0	100	1010	0,01	800	20	65,0
	Наждачные станки	30	3,5	100	2300	0,06	775	55	250
Выплавка стали	Электродуговые печи	35	930	150	2000	5,0	175	7500	125000
Выплавка вторичного алюминия	Тигельные, индукционные и другие печи	20	140	45	5025	8,0	50	4000	3000
Обжиг клинкера ¹⁾	Вращающиеся печи обжига	35	15	15	65	0,02	15	350	400
Обжиг клинкера ²⁾	Вращающиеся печи обжига	3	15	10	40	0,2	17	250	3500
Помол цемента ¹⁾	Цементные мельницы	20	1,5	5	95	0,01	15	25	250
Помол цемента ²⁾	Цементные мельницы	3	2,5	6,5	18	0,01	15	40	1500
Стекловарение	Стекловаренные печи, свинцовый хрусталь	12500	2,0	39	6,3	0,01	2,6	6280 00	3890
	Стекловаренные печи, стекловолокно	72	–	57	7,7	–	9,4	30,6	160
	Стекловаренные печи, тарное и строительное стекло	220	8,4	4545	65	–	3,3	148	192
	Стекловаренные печи, специальное стекло	75	3	7	27	0,05	80	50	130

1) – использование огарков; 2) – использование пыли металлургического производства

ТКП 17.08-14-2011

Таблица Б.2 – Удельные показатели выбросов тяжелых металлов от производственных процессов, г/т продукта

Установка, процесс	Система пылегазоочистки и эффективность, %	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Электродуговые печи по выплавке стали	Мокрый пылеуловитель, < 90	0,1	2,2	0,4	4,8	0,015	0,4	18,0	300
	Рукавный фильтр, 90-99	0,03	0,74	0,12	1,6	0,007	0,14	6	100
	Рукавный фильтр, ≥ 99	0,007	0,19	0,03	0,4	0,004	0,04	1,5	25
Вагранки для выплавки чугуна	Мокрый пылеуловитель, < 80	0,16	0,09	0,63	4,41	0,05	0,63	4,7	40,9
	Система очистки ваграночных газов, 85-90	0,08	0,05	0,30	2,10	0,02	0,30	2,25	19,5
	Система очистки ваграночных газов, ≥ 90	0,01	0,01	0,05	0,35	0,00	0,05	0,38	3,2
Индукционные печи по выплавке чугуна и стали	Без очистки	0,015	0,03	0,15	2,25	0,015	2,4	1,3	22,5
	Рукавные фильтры, 90-99	0,005	0,01	0,05	0,75	0,005	0,8	0,4	7,5
Печи по производству вторичного алюминия	Без очистки	0,04	0,30	0,10	10,8	0,02	0,11	8,6	6,5
	Циклон, < 90	0,01	0,08	0,03	3,02	0,005	0,03	2,4	1,8
	Рукавные фильтры, ≥ 90	0,004	0,03	0,01	1,01	0,002	0,01	0,8	0,6
Вращающиеся печи обжига клинкера ¹⁾	Электрофильтры, < 97	0,09	0,04	0,04	0,16	0,12	0,04	0,9	1,0
	Электрофильтры, ≥ 97	0,02	0,009	0,01	0,04	0,03	0,009	0,2	0,24
Вращающиеся печи обжига клинкера ²⁾	Электрофильтры, < 97	0,008	0,04	0,03	0,10	0,12	0,04	0,6	8,75
	Электрофильтры, ≥ 97	0,002	0,009	0,006	0,02	0,03	0,01	0,15	2,1
Стекловаренные печи, хрустальное стекло	Без очистки	78	0,01	0,28	0,05	0,01	0,02	4490	27,8
	Рукавные фильтры, ≥ 90	4,7	0,001	0,017	0,003	0,0	0,001	270	1,7
Стекловаренные печи, тарное и листовое стекло	Без очистки	0,12	0,15	2,4	0,6	0,05	1,9	12,0	11,0

1) – использование огарков; 2) – использование пыли металлургического производства

Приложение В
(обязательное)

**Параметры для расчета выбросов тяжелых металлов при сжигании
отходов и кремации**

**Таблица В.1 – Удельные показатели выбросов тяжелых металлов при сжигании
отходов, г/т отходов**

Наименование отходов	Эффективно сть пылегазоочи стки, %	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Древесные отходы, загрязненные химическими веществами (См. Примечание 1)	Без очистки	0,05	0,02	0,06	0,22	0,01	0,04	0,25	4,3
	70-90	0,01	0,004	0,012	0,044	0,002	0,008	0,05	0,86
	≥ 90	0,005	0,002	0,006	0,022	0,001	0,004	0,025	0,43
Отходы химических производств (См. Примечание 2)	Без очистки	0,05	3,0	0,3	3,0	3,0	0,1	35,0	21,0
	70-90	0,01	0,6	0,06	0,6	0,6	0,02	7	4,2
	≥ 90	0,005	0,3	0,03	0,3	0,3	0,01	3,5	2,1
Отработанные нефтепродукты (См. Примечание 3)	Без очистки	0,02	0,05	0,48	0,36	0,05	44,65	1,26	1,62
Медицинские отходы (См.Примечание 4)	Без очистки	0,05	3,0	0,3	3,0	3,0	0,1	35,0	21,0
	70-90	0,01	0,6	0,06	0,6	0,6	0,02	7	4,2
	≥ 90	0,005	0,3	0,03	0,3	0,3	0,01	3,5	2,1
Отходы жизнедеятельност и населения и подобные им отходы производства	Без очистки	0,05	1,4	0,06	1,5	0,24	0,5	9,8	12,8
	70-90	0,01	0,28	0,012	0,3	0,048	0,1	1,96	2,56
	≥ 90	0,005	0,14	0,006	0,15	0,024	0,05	0,98	1,28
<p>Примечание 1 – К древесным отходам, загрязненным химическими веществами, относятся отходы со следующими кодами в соответствии с Классификатором отходов (2007): 1710401, 1711300, 1711301, 1711302, 1711303, 1711700, 1712102, 1712103, 1712104, 1720300, 1720700, 1720800, 1720900, 1721101, 1721103, 1721110, 1721119, 1721300, 1721500</p> <p>Примечание 2 – К отходам химических производств относятся отходы блока V, групп V, VI, VII</p> <p>Примечание 3 – К отработанным нефтепродуктам относятся отходы блока V, группы IV</p> <p>Примечание 4 – К медицинским отходам относятся отходы блока VII, группы I.A за исключением отходов с кодами 7710800, 7711000, группы I.B за исключением отходов с кодом 7720800</p>									

Таблица В.2 – Удельные показатели выбросов тяжелых металлов при кремации, г/кремацию

Процесс	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb
Кремация	10,98 x10 ⁻⁶	3,11 x10 ⁻⁶	8,44 x10 ⁻⁶	7,71 x10 ⁻⁶	934 x10 ⁻⁶	10,75 x10 ⁻⁶	18,6 x10 ⁻⁶

Приложение Г
(рекомендуемое)

Форма предоставления результатов расчета выбросов

Таблица Г.1 – Форма предоставления результатов расчета валовых выбросов тяжелых металлов

Цех	№ источника выбросов	Источник выделения	Система ПГО	Эффективность ПГО (по твердым веществам), %	Выбросы, т/год								
					As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	

Таблица Г.2 – Исходные данные для расчета выбросов тяжелых металлов при сжигании топлива

Вид топлива	Мощность				Использовано на производство тепло и электроэнергии т.у.т	Использовано для производства продукции, т.у.т
	> 25 МВт	1–25 МВт	0,1–1 МВт	<0,1 МВт		
каменный уголь, кокс						
бурый уголь, торф, торфяные брикеты						
дрова топливные						
природный газ						
топочный мазут						
прочее жидкое топливо						
прочее твердое топливо						
отходы (указать какие)						

Таблица Г.3 – Исходные данные для расчета выбросов тяжелых металлов при производстве металлов

Продукция	Объем производства, тонн
Сталь	
Чугун	
Вторичный алюминий	
Вторичная медь	
Вторичный свинец	
Сплавы на основе меди	

Таблица Г.4 – Исходные данные для расчета выбросов тяжелых металлов при производстве строительных материалов

Продукция	Объем производства, тонн
клинкер	
мокрый процесс	
сухой процесс	
известь	
кирпич	
стекло строительное	
стекло хрустальное	
прочее стекло	
асфальт	

Таблица Г.5 – Исходные данные для расчета выбросов тяжелых металлов при сжигании
отходов

Код отходов	Объем сжигания, кг

Приложение Д
(справочное)

Содержание тяжелых металлов в углях (по бассейнам)

Таблица Д.1 – Среднее содержание тяжелых металлов в товарных углях угледобывающих и углеобогачительных предприятий Печорского бассейна, г/т угля

Технологическая группа (марка) угля, сорт угля	Зольность A ^d , %	As	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Жирный концентрат, коксующийся	10,7	6,5	15,7	12,7	0,04	14	2,9	7,7
Жирный рядовой, коксующийся	20,9	0,9	30	18	0,04	21	5	10
Жирный рядовой, энергетический	32,8	21	35	21	0,07	20	5	22,5
Длиннопламенный концентрат	23,8	1,1	45	20,7	0,05	21,3	5,7	63,3
Газовый жирный крупный, коксующийся	19,6	–	36	15	0,08	18	4	8
Газовый жирный орех мелкий с семечком и штыбом	18,9	–	23	20	0,07	16	4	9
Крупный, рядовой, коксующийся	29,7	0,6	50	30	0,1	30	6	15
1) – здесь и далее – нет данных								

Таблица Д.2 – Среднее содержание тяжелых металлов в товарных углях угледобывающих и углеобогачительных предприятий Восточного Донбасса, г/т угля

Технологическая группа (марка) угля, сорт угля	Зольность A ^d , %	As	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Антрацит	28,3	0,5	3,9	52,9	0,08	46,4	35,2	40,5
Антрацит крупный	10,9	20,5	18	35,3	0,03	22	10,3	22,5
Антрацит мелкий	21,2	7,4	47,8	38,2	0,03	16,5	14,2	24,4
Антрацит орех	10,7	0,5	13,9	39	0,09	24,3	18,7	36,7
Антрацит орех с крупным	7,3	28	4	27	0,002	13	8	21
Антрацит плитный	9,2	16,0	4,9	33,7	0,07	28,0	21,3	39,3
Антрацит рядовой	30,7	4,5	34,3	37,1	0,03	14,8	14,1	34,1
Антрацит семечко	21,7	1,8	31,6	41,8	0,04	18,3	17,2	34,9
Антрацит мелкий с семечком и штыбом	18,7	0,33	56	59	0,16	39	32	68
Антрацит штыб	24,6	6,3	31,1	40,2	0,20	23,3	16,9	39,4
Коксовый	35,0	1,7	2,7	91,7	0,05	33,0	23,7	66,3
Коксовый концентрат	8,9	1,08	1,29	64	0,10	34	9	2,3
Тощий рядовой	24,0	–	24	36	–	12	19	24

Таблица Д.3 – Среднее содержание тяжелых металлов в товарных углях угледобывающих и углеобогачительных предприятий Подмосковского бассейна, г/т угля

Технологическая группа (марка) угля, сорт угля	Зольность A ^d , %	Cr	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Бурый концентрат	40,5	0,6	58,0	17,3	0,2	0,97	1,0	24,9
Бурый рядовой	38,0	0,9	36,8	18,5	0,25	11,4	12,7	66,1
Бурый мелкий с семечком и штыбом	35,1	0,7	37	20	0,22	12,0	18	33

Таблица Д.4 – Среднее содержание тяжелых металлов в товарных углях угледобывающих и углеобогатительных предприятий Канско-Ачинского бассейна, г/т угля

Технологическая группа (марка) угля, сорт угля	Зольность A ^d , %	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Бурый рядовой	38,0	1,7	1,6	1,5	1,0	15

Таблица Д.5 – Среднее содержание тяжелых металлов в товарных углях угледобывающих и углеобогатительных предприятий Кузнецкого бассейна, г/т угля

Технологическая группа (марка) угля, сорт угля	Зольность A ^d , %	As	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Газовый жирный	23,5	1,3	25,7	14,3	0,20	14	9	30,3
Газовый коксующийся	28,3	–	30	21	–	14	12	28
Газовый коксующийся, газовый жирный	18,3	0,2	21	13,3	0,04	13	6	22,5
Газовый коксующийся, газовый жирный, жирный	21,8	0,2	45	15	–	10	5	23
Газовый энергетический	14,8	1,5	48,3	10,7	0,04	24	11,3	68,3
Длиннопламенный	15,1	0,8	21,3	12,1	0,06	13,7	6,6	30
Длиннопламенный газовый, газовый энергетический	16,7	3,1	19	14	0,05	11,5	6	13,5
Длиннопламенный, газовый энергетический	13,1	0,2	26,5	20	0,04	14	7	30
Длиннопламенный, газовый энергетический, слабоспекающийся	12,5	2,9	18	10	–	7	4	8
Жирный	27,9	0,9	27,6	15,6	0,06	15,1	11,4	32
Коксовый	23,8	1,5	24,5	19,8	0,01	19	10,5	34,3
Коксовый жирный, коксовый	20,0	4,2	42	19	–	24	1	22
Коксовый спекающийся	16,0	0,2	21	11	–	8	6	27
Коксовый, коксовый отощенный	22,1	0,2	50	11,7	–	14,3	7,5	16,7
Коксовый, коксовый отощенный, коксовый спекающийся	16,4	4,2	19,7	23,7	0,04	19	5,2	40
Коксовый, коксовый отощенный, коксовый спекающийся, отощенно спекающийся	21,7	0,8	28,6	13,8	0,1	14,8	11,2	16
Коксовый, коксовый отощенный, коксовый спекающийся, слабоспекающийся	22,1	–	17	14	0,02	1	1	117
Коксовый, коксовый отощенный, тощий	18,4	0,2	23	12	0,50	14	9	30
Коксовый, отощенно спекающийся	18,6	–	42	23	–	32	11	28
Коксовый, тощий спекающийся	14,6	–	24	12	–	15	5	23
Отощенно спекающийся	17,8	0,2	16	14	0,60	14	12	30
Слабоспекающийся	14,3	2,8	25,9	13,5	0,11	16,5	7	33,1
Слабоспекающийся, тощий	19,5	–	16	13	–	12	1	20

Библиография

- [1] Закон Республики Беларусь “Об охране атмосферного воздуха” от 16 декабря 2008 г. №2-3
- [2] Методика выполнения измерений концентраций и выбросов загрязняющих веществ, скорости газов, температуры, влажности, давления электронными переносными приборами
МВИ МН 1003-2004/2007
- [3] Конвенция 1979 года о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния
- [4] Протокол по тяжелым металлам к Конвенции 1979 года о трансграничном загрязнении на воздухе на большие расстояния. ООН, Европейская экономическая комиссия, Нью-Йорк, Женева. 1998
- [5] Методические рекомендации по идентификации и оценке источников выбросов тяжелых металлов: Утв. приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 12 декабря 2003 г., № 503 / Сб. нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. – Минск: БелНИЦ «Экология», 2004. – Вып. 47. – С. 63–98.
- [6] Выбросы тяжелых металлов: опыт оценки удельных показателей / Какарека С.В., Хомич В.С., Кухарчик Т.И., Логинов В.Ф. и др. Мн.: Институт геологических наук НАН Беларуси, 1998. – 156 с.
- [7] Какарека С.В. Трансграничное загрязнение атмосферного воздуха и его регулирование. – Минск: «Белорусская наука», 2009. – 320 с.
- [8] Ценные и токсичные элементы в товарных углях России. Справочник / Ю.Н. Жаров, Е.С. Мейтов, И.Г. Шарова и др. - М.: Недра, 1996. – 239 с.
- [9] Шпирт М. Я., Клер В. Р., Перциков И. З. Неорганические компоненты твердых топлив. – М., 1990. – 238 с.
- [10] Юдович Я. Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 654 с.
- [11] Atmospheric Emission Inventory Guidebook. A Joint EMEP/EEA Production / EMEP Task Force on Emission Inventories and Projections. 6th edition. EEA, Copenhagen. 2009
(Руководство по инвентаризации выбросов в атмосферу. Совместное издание ЕМЕП/ЕАОС, Целевая группа ЕМЕП по инвентаризации выбросов и охране, 6 издание, 2009)
Неофициальный перевод Институт природопользования
Перевод с английского языка (en)
- [12] Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 5th ed. Vol. 1. AP-42
Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 5th ed. Vol. 1. AP-42 / US Environmental Protection Agency. Research Triangle Park. – North Carolina, 1996. – CD-ROM.
(Сборник эмиссионных факторов атмосферных загрязнителей, 5-я ред. Часть 1. AP-42 / Агентство по охране окружающей среды США. Исследовательский парк. – Северная Каролина, 1996. – CD-ROM)
Неофициальный перевод Институт природопользования
Перевод с английского языка (en)

Директор
Государственного научного учреждения «Институт
природопользования Национальной академии
наук Беларуси», чл.-корр.

А.К. Карабанов

ИСПОЛНИТЕЛИ

Зав. лабораторией трансграничного загрязнения
и климатологии, Институт природопользования
НАН Беларуси, д-р техн. наук

С.В. Какарека

Главный научный сотрудник лаборатории
трансграничного загрязнения и климатологии,
Институт природопользования НАН Беларуси,
д-р геогр. наук

Т.И. Кухарчик

Научный сотрудник лаборатории
трансграничного загрязнения и климатологии,
Институт природопользования НАН Беларуси

А.В. Мальчихина

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления регулирования
воздействий на атмосферный воздух и
водные ресурсы Минприроды

С. В. Завьялов