

Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
ПРАВИЛА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЦЕМЕНТА И ИЗВЕСТИ

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Атмасфера
Выкіды забруджвальных рэчываў у атмасфернае паветра
ПРАВІЛЫ РАЗЛІКУ ВЫКІДАЎ ЗАБРУДЖВАЛЬНЫХ РЭЧАУ
АД ПРАДПРЫЕМСТВАУ ПА ВЫТВОРЧАСЦІ ЦЕМЕНТА І ВАПНЫ

Издание официальное



Минприроды
Минск

Ключевые слова: выбросы загрязняющих веществ, предприятия цементной промышленности, перегрузка пылящих материалов, формирование породных отвалов, транспортировка ископаемых, прием, хранение привозных компонентов сырьевой шихты, добавок, шлама, транспортирование и дозирование клинкера (извести), розжиг вращающихся печей, обжиг цементного клинкера (извести), охлаждение и дробление клинкера, приготовление, гомогенизация, хранение, транспортирование и дозирование сырьевого шлама

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 техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН Государственным предприятием «Институт НИИСМ»

ВНЕСЕН Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 19 октября 2012 г. № 17-Т.

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	2
3 Термины и определения.....	3
4 Обозначения и сокращения	5
5 Характеристика объекта как источника загрязнения атмосферного воздуха.....	5
5.1 Технологическая цепочка производства цемента и извести.....	6
5.2 Вспомогательное производство.....	13
6 Правила расчета выбросов загрязняющих веществ при добыче сырья.....	14
6.1 Расчёт выбросов загрязняющих веществ при взрывных работах	14
6.2 Формирование породных отвалов (вскрышные работы). Разработка полезной толщи ископаемых открытым способом.....	15
6.3 Расчёт выбросов загрязняющих веществ от отвалов.....	17
7 Транспортировка ископаемых из карьера на промплощадку.....	18
8 Прием, хранение сыпучих сырьевых компонентов, цемента (извести), технологического твёрдого топлива	19
9 Обжиг материала во вращающейся печи	21
10 Приведение концентрации к нормальным условиям, сухому газу и заданному содержанию кислорода	26
11 Расчет выбросов загрязняющих веществ при розжиге вращающихся печей.....	27
12 Расчет выбросов загрязняющих веществ при технологических процессах производства цемента (извести)	30
Приложение А (справочное).....	32
Приложение Б (справочное).....	37
Приложение В (обязательное) Нормы выбросов загрязняющих веществ	39
Приложение Г (справочное).....	41
Приложение Д (справочное) Примеры расчета выбросов загрязняющих веществ	43
Библиография.....	47

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
**ПРАВИЛА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ
ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЦЕМЕНТА И ИЗВЕСТИ**

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Атмасфера
**Выкіды забруджвальных рэчываў у атмасфернае паветра
ПРАВІЛЫ РАЗЛІКУ ВЫКІДАЎ ЗАБРУДЖВАЛЬНЫХ РЭЧАЎ АД
ПРАДПРЫЕМСТВАЎ ПА ВЫТВОРЧАСЦІ ЦЕМЕНТА І ВАПНЫ**

Environmental protection and nature use. Atmosphere
Emissions of harmful substances into the atmospheric air
The order of emissions calculation from cement and lime producing industry

Дата введения 2013-01-01

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает правила расчета максимальных и валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при работе специализированного оборудования при производстве цемента и извести расчетными, инструментально-расчетными методами на основе технологических нормативов выбросов загрязняющих веществ в единицу времени на единицу технологического оборудования и (или) на единицу массы расходуемых сырья и материалов.

Положения настоящего технического кодекса распространяются на стационарные организованные и неорганизованные источники выбросов от технологических процессов производства цемента и извести, а также источники выбросов от аналогичных процессов других отраслей промышленности.

Требования настоящего технического кодекса применяют при расчете величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, которые используются 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 и предоставления отчетности о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- иных мероприятиях по охране атмосферного воздуха, предусмотренных законодательством Республики Беларусь.

При осуществлении технологических процессов нормированию подлежат выбросы загрязняющих веществ, перечень которых приведен для каждого из технологических процессов в соответствии с 5.1.1–5.1.13. Наименование и коды загрязняющих веществ

даны в соответствии с СТБ 17.08.02-01.

В случаях, когда на проектируемом производстве (объекте, комплексе) применяются технологии и (или) материалы, сведения по которым в настоящем техническом кодексе отсутствуют, для оценки выбросов допускается использовать значения технологических нормативов загрязняющих веществ, полученные при помощи инструментальных методов на действующем производстве (объекте, комплексе) с аналогичными технологиями и (или) материалами.

Требования настоящего технического кодекса обязательны для применения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий по производству цемента и извести и других предприятий, эксплуатирующих объекты с аналогичными источниками выделения загрязняющих веществ и источниками выбросов.

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 расчета выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов

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 17.08-12-2008 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчёта выбросов предприятий железнодорожного транспорта

ТКП 17.08-13-2011 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчёта выбросов стойких органических загрязнителей

ТКП 17.08-14-2011 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчетов выбросов тяжёлых металлов

ТКП 17.08-15-2011 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов от объектов нефтедобычи и газопереработки

ТКП 17.08-16-2011 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов от объектов предприятий нефтехимической отрасли.

ТКП 17.11-01-2009 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Правила использования углеводородсодержащих отходов в качестве топлива

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

ГОСТ 12.3.018-79 Методы аэродинамических испытаний

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

ГОСТ 17.2.4.07-90 Методы определения давления и температуры газопылевых

потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения

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

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 ГОСТ 17.2.1.04, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 байпас: Комплекс устройств для отбора части отходящих газов вращающихся печей сухого способа производства цемента, обогащенных соединениями щелочей, сульфатов и хлоридов с целью снижения настылообразования в запечных теплообменных системах.

3.2 драглайн: Одноковшовый экскаватор с гибкой канатной связью стрелы и ковша.

3.3 известь: Вяжущее вещество, получаемое путем обжига кальциевых и магниезиальных карбонатных пород.

Примечание - По фракционному составу известь подразделяют на комовую и порошкообразную.

3.4 источники выделения загрязняющего вещества: Технологическое и иное оборудование, машины, механизмы, в которых происходит образование и от которых происходит выделение загрязняющих веществ, либо технологические процессы, при осуществлении которых происходят образование и выделение загрязняющих веществ.

3.5 корректирующие добавки: Компоненты цементной сырьевой смеси для корректирования величины кремнеземного и глиноземного модулей.

Примечание - Вид добавки определяется содержанием в них окислов: железистой с содержанием Fe_2O_3 не менее 70 %; глиноземистой с содержанием Al_2O_3 не менее 30 %, кремнеземистой с содержанием SiO_2 не менее 70 %.

3.6 коэффициент избытка воздуха: Отношение фактически затраченного на сжигание топлива воздуха к теоретически необходимому.

3.7 коэффициент крепости: Классификация пород по трудоемкости их разрушения при добыче.

3.8 коэффициент экскавации: Величина отношения коэффициента наполнения ковша к коэффициенту разрыхления породы в ковше.

3.9 крепость горной породы: Физическое свойство пород, характеризующееся степенью сопротивляемости процессам разрушения.

3.10 минеральная добавка к цементу: Материал, вводимый в цемент с целью достижения определенных показателей качества и (или) экономии топливно-энергетических ресурсов.

3.11 несвязный грунт: Рыхлые породы, у которых отсутствуют связи между частицами, которые имеют размеры от 0,05 до 200 мм.

Примечание - К несвязным грунтам относятся: галька, щебень, гравий, песок.

3.12 нормальные условия: Физические условия, характеризующие состояние газов при температуре 273 К (0 °С) и давлении 101 кПа, при которых объем 1 моля идеального газа равен 22,4 дм³.

3.13 огарки: Остатки (побочные продукты, иногда отходы), получающиеся в некоторых химических производствах от операций, протекающих при высокой температуре.

3.14 печной агрегат: Конструктивно объединенный в одно целое комплекс устройств для сушки, обжига и охлаждения цементного клинкера (извести).

3.15 помольный агрегат: Конструктивно объединенный в одно целое комплекс устройств для получения материала (цемента, извести, сырьевой муки, твердого топлива) в порошкообразном состоянии.

Примечание - При влажном состоянии исходного материала процесс измельчения может проводиться с его одновременной сушкой за счет тепла отходящих газов вращающихся печей, аспирационного воздуха холодильника или дымовых газов теплогенератора.

3.16 связный грунт: Грунт, особенность строения которого обусловлена количественным соотношением частиц, обеспечивающих его целостность.

Примечание - К связным грунтам относятся: супесь, суглинок, глина

3.17 стандартные условия: Физические условия, характеризующие состояние газов при температуре 293 К (20 °С) и давлении 101,3 кПа.

3.18 стационарный источник выброса (источник выброса): Любой (точечный, площадной и т. д.) источник с организованным или неорганизованным выбросом загрязняющих веществ в атмосферный воздух, дислоцируемый или функционирующий постоянно или временно в границах участка территории (местности) объекта предприятия юридического лица или индивидуального предпринимателя принадлежащего ему или закреплённого за ним в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

3.19 сушильный агрегат: Конструктивно объединенный в одно целое комплекс устройств для сушки минеральных добавок.

3.20 сырьевая мука: смесь сырьевых материалов и корректирующих добавок для производства цемента измельченная и высушенная до пылевидного состояния.

3.21 сырьевая шихта: Смесь сырьевых материалов и корректирующих добавок для производства цемента с естественной (карьерной) влажностью.

3.22 сырьевой шлам: Смесь сырьевых материалов и корректирующих добавок, для производства цемента, полученная в результате измельчения с водой до текучего состояния.

3.23 сырьевые материалы для цементного клинкера: В большинстве случаев – сырьевая смесь из карбонатных и глинистых пород, а также корректирующих добавок.

3.24 удельные показатели: Усредненные показатели выделения загрязняющих веществ, которые определены на основании инструментальных измерений, материальных балансов, аналитических расчетов.

3.25 цемент: Порошкообразный строительный вяжущий материал, который обладает гидравлическими свойствами, состоит из клинкера и при необходимости гипса или его производных и добавок.

3.26 цементный клинкер: Продукт, получаемый обжигом до спекания или плавления сырьевой смеси надлежащего состава и содержащий, главным образом, высокоосновные силикаты и (или) высоко - или низкоосновные алюминаты кальция.

3.27 экскавация: Процесс отделения горной породы (грунта) от массива (развала или разрыхлённого слоя) под воздействием рабочего органа экскаватора, бульдозера, скрепера и др.

Примечание - В практике земляных работ под экскавацией понимается также весь рабочий цикл, т. е. копание, перемещение и разгрузка грунта с применением экскаватора.

4 Обозначения и сокращения

4.1 валовой выброс загрязняющего вещества: Количество загрязняющего вещества, поступающего в атмосферный воздух за рассматриваемый период (месяц, квартал, год), измеряемое в тоннах за период (тонн в месяц, тонн в квартал, тонн в год).

4.2 концентрация загрязняющего вещества в сухих дымовых газах, мг/м³: Концентрация вещества, измеренная за печным агрегатом, пересчитанная на сухой дымовой газ и приведенная к условному коэффициенту избытка воздуха α и нормальным условиям (температура 273 К (0°C) и давление 101,3 кПа), 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, м³/с (тыс. м³/год): Количество сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании твердого, жидкого или газообразного топлива, приведенное к нормальным условиям, нормальный метр кубический в секунду (тысяч нормальных метров кубических в год).

4.5 потери при прокаливании; П.П.П.: Убыль в весе сырья при прокаливании и свободном доступе воздуха.

4.6 расход топлива, кг/с (т/ч) или м³/с (м³/ч): Расход твердого, жидкого или газообразного топлива; определяется при режимно-наладочных испытаниях на максимальном режиме горения топлива, килограмм в секунду (метров кубических в секунду при нормальных условиях); при расчете валовых выбросов используются значения фактического расхода топлива за рассматриваемый период для работающих котлов или планируемого на перспективу расхода топлива для существующих, проектируемых, модернизируемых, реконструируемых котлов, тонн в год (тысяч метров кубических в год при нормальных условиях).

4.7 теоретический объем воздуха, м³/кг или м³/м³: Количество воздуха теоретически необходимое для полного сгорания одного килограмма твердого или жидкого или одного нормального метра кубического газообразного топлива, нормальный метр кубический на килограмм топлива или нормальный метр кубический на нормальный метр кубический топлива.

5 Характеристика объекта как источника загрязнения атмосферного воздуха

Производство цемента может осуществляться:

- мокрым способом;
- сухим способом;
- комбинированным способом.

Производство извести может осуществляться:

- мокрым способом;
- сухим способом.

В настоящее время в Республике Беларусь действуют производства цемента и извести как по мокрому, так и по сухому технологическому процессу приготовления сырья и обжига. Строительство новых мощностей производства цемента и извести осуществляется только по сухому способу.

Для обжига цемента и извести используется газообразное, жидкое, твердое топливо (уголь, торф, шины и покрышки пневматические резиновые, бывшие в употреблении), топливо из твердых коммунальных отходов. Требования к технологическому топливу для

печных агрегатов обжига цементного клинкера и извести отражены в [1].

5.1 Технологическая цепочка производства цемента и извести

Основными (типовыми) технологическими процессами при производстве цемента являются:

- формирование породных отвалов (вскрышные работы) и разработка полезной толщи ископаемых: мело–мергелистых пород и глины открытым способом;
- транспортировка ископаемых к отделению приготовления шлама (мокрый способ) или сырьевой муки (сухой способ);
- прием, хранение привозных компонентов сырьевой шихты (глины, огарки и др.), добавок при помоле цемента (гипс, доменный гранулированный шлак, известняк и др.), твёрдого и жидкого топлива, углеводородсодержащих отходов на заводской площадке;
- сушка твёрдого (ископаемого) топлива, измельчение твёрдого (ископаемого) топлива или твердого топлива (шины и покрышки пневматические резиновые, бывшие в употреблении). Процесс сушки может осуществляться отходящими дымовыми газами вращающихся печей, аспирационным воздухом холодильников;
- приготовление, гомогенизация, хранение, транспортирование и дозирование сырьевого шлама (сырьевой муки) на обжиг. Возможно приготовление сырьевого шлама на площадке карьера с последующим его транспортированием (гидротранспорт) на завод;
- транспортирование и дозирование сырьевого шлама (сырьевой муки) на обжиг;
- розжиг вращающейся печи с последующим обжигом сырьевого шлама (сырьевой муки) во вращающейся печи с получением клинкера (извести). Как правило, печи обжига сырьевого шлама оборудуются встроенными теплообменными устройствами, а печи обжига сырьевой муки – запечными системами циклонных теплообменников с деркабонизаторами. В зависимости от технологической схемы производства цемента и извести для сушки сырьевой шихты могут использоваться в качестве вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) отходящие газы газопоршневых и газотурбинных установок. Отходящие газы печных агрегатов сухого и мокрого способа обжига выбрасываются через газоочистные устройства в атмосферный воздух. Возможен отбор (байпасирование) части отходящих газов с пылью, обогащённой хлоридами и сульфатами щелочных металлов от вращающихся печей сухого способа, с последующей очисткой газопылевой смеси в газоочистных устройствах. Байпасирование применяется с целью уменьшения зарастания воздухопроводов и газоочистных устройств отложениями;
- охлаждение и дробление клинкера в колосниковых и извести в барабанных холодильниках;
- транспортирование клинкера (цемента) и извести на складирование;
- сушка добавок для производства добавочных цементов;
- транспортирование и дозирование клинкера (извести) и добавок на помол;
- помол клинкера и минеральных добавок в мельницах с получением цемента (помол извести);
- транспортирование цемента (извести) на хранение и упаковку, отгрузка цемента (извести) навалом или в пакетированном виде в автомобильный и железнодорожный транспорт;
- вспомогательное производство;

Примечание – При инвентаризации и нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, разработке проектной документации необходимо учитывать возможность одновременной работы отдельных процессов в технологической цепочке производства цемента (извести).

5.1.1. Формирование породных отвалов (вскрышные работы) и разработка полезной толщи ископаемых: мело–мергелистых пород и глины открытым способом

Разработка месторождений мело–мергелистых пород и глины осуществляется открытым способом. Основными источниками выделения вредных веществ в атмосферу являются: экскаваторы, автосамосвалы, локомотивосоставы, бульдозеры, конвейеры, отвалообразователи, дробильные и сортировочные установки, автодороги, отвалы внутренние и внешние, взрывные работы.

Одноковшовые экскаваторы являются основным оборудованием на добычных, вскрышных и отвальных работах. С помощью одноковшовых экскаваторов осуществляются: погрузка вскрышных пород и полезного ископаемого, перегрузка навалов породы, проведение траншей, нарезка новых горизонтов, погрузка породы на складах и дробильно-перегрузочных пунктах, укладка пород во внутренние и внешние отвалы и т.д.

Для зачистки кровли пластов полезного ископаемого, планировки площадок, для послыйной разработки горных пород и перемещения их на расстояние, для работы на отвалах и т. д. используются бульдозеры.

Работа одноковшовых экскаваторов, бульдозеров, а так же взрывные работы, сопровождаются выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ:

- твердые частицы суммарно (код 2902);
- азота (IV) оксид (код 0301);
- углерода оксид (код 0337).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяются в соответствии с 6.1, 6.2, 6.3.

5.1.2 Транспортировка ископаемых

Транспортировка сырья на промплощадку сопровождается сдуванием пыли с поверхности транспортируемого материала. Если транспортировка сырья осуществляется автомобильным транспортом, то выделение пыли также происходит в результате взаимодействия автомобильных колес с поверхностью дороги. Интенсивность пылеобразования зависит от скорости движения, грузоподъемности автомашин, а также от состояния дороги, материала верхнего покрытия.

Транспортировка сырья сопровождается выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ:

- твердые частицы суммарно (код 2902).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяются в соответствии с разделом 7.

5.1.3 Прием, хранение привозных компонентов сырьевой шихты, добавок, шлама (сырьевой муки), технологического твёрдого и жидкого топлива, углеводородсодержащих отходов на заводской площадке

Погрузочно-разгрузочные работы сыпучих сырьевых компонентов сопровождаются выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ:

- твердые частицы суммарно (код 2902);

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при погрузочно-разгрузочных работах определяются в соответствии с разделом 8.

Приём и хранение жидкого топлива (для резервуаров и транспортных емкостей с жидкими нефтепродуктами с температурой начала кипения 393 К и выше) сопровождаются выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ:

- углеводороды ароматические (код 0655);
- углеводороды непредельные алифатического ряда (код 0550);
- углеводороды предельные алифатического ряда C₁-C₁₀ (код 0401);
- углеводороды предельные алифатического ряда C₁₁-C₁₉ (код 2754).

Максимальный и валовой выброс загрязняющих веществ при приёме и хранении

жидкого технологического топлива рассчитывается согласно ТКП 17.08-16.

5.1.4 Сушка твёрдого (ископаемого) топлива, измельчение твёрдого топлива

Сушка твердого технологического топлива, а также твердого топлива (уголь, торф, шины и покрышки пневматические резиновые, бывшие в употреблении) является технологической операцией процесса получения форсуночного пылевидного топлива, подаваемого в горелочные устройства печных агрегатов и сушильных барабанов.

Как правило, процессы сушки и измельчения совмещают, используя для этих целей помольные агрегаты различных типов: шаровые, молотковые или валковые мельницы. В качестве теплоносителя для сушки используют: отходящие газы печных агрегатов, аспирационный воздух колосниковых холодильников вращающихся печей или дымовые газы теплогенераторов, которыми измельченное топливо транспортируется к пылеосадительным устройствам (электрофильтрам, рукавным фильтрам). В некоторых случаях, например, при использовании торфобрикета проводится только его измельчение.

Технологический процесс сушки твёрдого топлива (уголь, торф, шины и покрышки пневматические резиновые, бывшие в употреблении) предполагает использование тепла отходящих дымовых газов от обжига клинкера (извести).

При расчёте массового выброса твердых частиц от технологического процесса измельчения твёрдого топлива (уголь, торф, шины и покрышки пневматические резиновые, бывшие в употреблении), значения полученных концентраций загрязняющих веществ и расход отходящих газов к нормативному значению кислорода не приводятся.

Для расчета массового выброса загрязняющих веществ от процесса сушки используется значения расхода сухих отходящих дымовых газов и концентраций загрязняющих веществ, приведенные к нормальным условиям и содержанию кислорода 10%.

Сушка отходящими газами при работе вращающейся печи на природном газе:

- азота (IV) оксид (код 0301);
- углерода оксид (код 0337);
- твердые частицы суммарно (код 2902);
- тяжелые металлы (код 0124, 0140, 0164, 0183, 0184, 0228, 0325, 0229);
- стойкие органические загрязнители (CO3) (код 3620, 0830, 3920, 0703);
- углеводороды предельные алифатического ряда C₁-C₁₀ (код 0401).

Сушка отходящими газами при работе вращающейся печи на твёрдом (ископаемом) и жидком топливе:

- сера диоксид (код 0330);
- азота (IV) оксид (код 0301);
- углерода оксид (код 0337);
- твердые частицы суммарно (код 2902);
- тяжелые металлы (код 0124, 0140, 0164, 0183, 0184, 0228, 0325, 0229);
- стойкие органические загрязнители (CO3) (код 3620, 0830, 3920, 0703);
- углеводороды предельные алифатического ряда C₁-C₁₀ (код 0401).

Сушка отходящими газами при работе вращающейся печи на твёрдом (шины и покрышки пневматические резиновые, бывшие в употреблении) топливе:

- сера диоксид (код 0330);
- азота (IV) оксид (код 0301);
- углерода оксид (код 0337);
- твердые частицы суммарно (код 2902);
- гидрофторид (код 0342);
- гидрохлорид (код 0316);
- тяжелые металлы (код 0124, 0140, 0164, 0183, 0184, 0228, 0325, 0229);
- стойкие органические загрязнители (CO3) (код 3620, 0830, 3920, 0703);
- углеводороды предельные алифатического ряда C₁-C₁₀ (код 0401).

Сушка аспирационным воздухом холодильников:
– твердые частицы суммарно (код 2902).

Примечание – Расчёт максимального разового выброса (г/с) и валового выброса (т/г) для тяжелых металлов (код 0124, 0140, 0164, 0183, 0184, 0228, 0325, 0229), стойких органических загрязнителей (СОЗ) (код 3620, 0830, 3920, 0703) от процесса сушки твёрдого (ископаемого) топлива осуществляется по расходу топлива идущего для обжига клинкера (извести). Если процессы сушки и обжига имеют свои источники выбросов (т.е. для процесса сушки отбирается часть дымовых газов от обжига), г/с и т/год разделяются пропорционально объёмам отходящих дымовых газов на этих источниках.

Измельчение твёрдого топлива (уголь, торф, шины и покрышки пневматические резиновые, бывшие в употреблении) сопровождается выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ:

– твердые частицы суммарно (код 2902).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при процессах сушки и измельчения определяются в соответствии с разделом 12.

5.1.5 Приготовление, гомогенизация, хранение, транспортирование и дозирование сырьевого шлама (сырьевой муки) на обжиг

Технология приготовления сырьевой смеси для обжига цементного клинкера (извести) осуществляется по мокрому или сухому способу.

При мокром способе компоненты сырьевой смеси карьерной влажности измельчаются с добавлением воды до жидкотекучего состояния и затем, после гомогенизации с целью получения заданного химического состава, такая смесь направляется на обжиг в печной агрегат.

При сухом способе компоненты сырьевой смеси с карьерной влажностью измельчаются и высушиваются до пылевидного состояния за счет тепла отходящих газов вращающихся печей и (или) других источников газообразного теплоносителя (топок, газотурбинных установок). Полученная сырьевая мука гомогенизируется и направляется на обжиг в печной агрегат.

При обжиге извести, как правило, используется однокомпонентное сырье (мел, известняк). При этом сухой способ ее приготовления возможен без организации сушки путем подачи в печной агрегат породы с карьерной влажностью.

Приготовление, гомогенизация, хранение, транспортирование и дозирование сырьевого шлама вследствие его вязкого состояния, а также движения и хранения в герметичных трубопроводах и емкостях при мокром способе производства, не сопровождается выбросами в атмосферный воздух твердых частиц.

Приготовление, гомогенизация, хранение, транспортирование и дозирование сырьевого шлама (сырьевой муки) при сухом способе производства сопровождается выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ:

– твердые частицы суммарно (код 2902).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяются в соответствии с разделом 8.

5.1.6 Розжиг вращающихся печей

Розжиг вращающейся печи – ввод печного агрегата в эксплуатацию. Периодом розжига считают время от начала воспламенения факела горелки до вывода печного агрегата на рабочий режим с плановой производительностью.

Для расчета массового выброса загрязняющих веществ от процесса розжига используется значения расхода сухих отходящих дымовых газов и концентраций загрязняющих веществ, приведенные к нормальным условиям и содержанию кислорода 10 %.

Розжиг вращающейся печи сопровождается выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ.

При работе на природном газе:

- азота (IV) оксид (код 0301);
- углерода оксид (код 0337);
- твердые частицы суммарно (код 2902) (при обжиге цементного клинкера);
- кальций оксид (код 0128) (при обжиге извести);
- углеводороды предельные алифатического ряда C_1 - C_{10} (код 0401).

При работе на твёрдом (ископаемом) и жидком топливе:

- сера диоксид (код 0330);
- азота (IV) оксид (код 0301);
- углерода оксид (код 0337);
- твердые частицы суммарно (код 2902);
- углеводороды предельные алифатического ряда C_1 - C_{10} (код 0401).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяются в соответствии с разделом 11.

5.1.7 Обжиг цементного клинкера (извести) во вращающейся печи

Обжиг цементного клинкера – процесс термообработки цементно-сырьевой смеси в результате теплообмена с продуктами сгорания топлива, в ходе чего образуются искусственные минералы, основными из которых являются трехкальциевый силикат (C_3S), двухкальциевый силикат (C_2S), алюмоферриты кальция (C_4AF) и алюминаты кальция (C_3A). Процесс обжига клинкера включает: удаление свободной и гидратной влаги из сырьевой шихты, диссоциацию карбонатов кальция магния, спекание с образованием клинкерных минералов.

В процессе обжига извести основными продуктами термообработки являются оксиды кальция (CaO) и магния (MgO).

Обжиг цементного клинкера (извести) проводится в эксплуатационном режиме работы печного агрегата, который обеспечивает выполнение плановых показателей по производительности, качеству продукции, удельным нормам расхода сырья и топлива, соблюдение утвержденных нормативов выбросов загрязняющих веществ.

Для расчета массового выброса загрязняющих веществ от процесса обжига используется значения расхода сухих отходящих дымовых газов и концентраций загрязняющих веществ, приведенные к нормальным условиям и содержанию кислорода 10%.

Обжиг во вращающейся печи цементного клинкера (извести) сопровождается выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ.

При работе на природном газе:

- азота (IV) оксид (код 0301);
- углерода оксид (код 0337);
- твердые частицы суммарно (код 2902) (при обжиге цементного клинкера);
- кальций оксид (код 0128) (при обжиге извести);
- тяжелые металлы (код 0124, 0140, 0164, 0183, 0184, 0228, 0325, 0229) (при обжиге цементного клинкера рассчитываются согласно 6.3 ТКП 17.08-14; для процесса обжига извести согласно 6.2.5, 6.2.6 ТКП 17.08-14);

– стойкие органические загрязнители (CO_3) (код 3620, 0830, 3920, 0703);

- углеводороды предельные алифатического ряда C_1 - C_{10} (код 0401).

При работе на твёрдом (ископаемом) или жидком топливе:

- сера диоксид (код 0330);
- азота (IV) оксид (код 0301);
- углерода оксид (код 0337);
- твердые частицы суммарно (код 2902);
- тяжелые металлы (код 0124, 0140, 0164, 0183, 0184, 0228, 0325, 0229);
- стойкие органические загрязнители (CO_3) (код 3620, 0830, 3920, 0703);
- углеводороды предельные алифатического ряда C_1 - C_{10} (код 0401).

При работе на твёрдом (шины и покрышки пневматические резиновые, бывшие в употреблении, отходы) топливе:

- сера диоксид (код 0330);
- азота (IV) оксид (код 0301);
- углерода оксид (код 0337);
- твердые частицы суммарно (код 2902);
- гидрофторид (код 0342);
- гидрохлорид (код 0316);
- тяжелые металлы (код 0124, 0140, 0164, 0183, 0184, 0228, 0325, 0229);
- стойкие органические загрязнители (СОЗ) (код 3620, 0830, 3920, 0703);
- углеводороды предельные алифатического ряда C_1 - C_{10} (код 0401).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяются в соответствии с разделом 12.

5.1.8 Охлаждение и дробление клинкера в колосниковых и извести в барабанных холодильниках

Охлаждение клинкера в колосниковых холодильниках протекает в результате контакта атмосферного воздуха, принудительного подаваемого под слой клинкера, на колосниковой решетке. Нагретый воздух из надслоевого пространства направляется в качестве вторичного воздуха на горение во вращающуюся печь, а в печных агрегатах с декарбонизаторами – в качестве третичного воздуха, и на горение топлива в декарбонизаторе. Клинкерная пыль, содержащаяся в потоках нагретого воздуха, направляемого на горение, присаживается к клинкеру и сырьевой смеси во вращающейся печи и декарбонизаторе. С колосниковой решетки весь клинкер попадает на дробилку, в которой его крупные куски измельчаются с целью ускорения охлаждения. Избыточное количество воздуха, подаваемого на охлаждение, отсасывается в систему пылеочистки, от которой клинкерная пыль направляется к потоку клинкера из холодильника.

При расчёте массового выброса твердых частиц от технологического процесса охлаждения клинкера (извести) в колосниковых холодильниках, значения полученных концентраций загрязняющих веществ и расход отходящих газов к нормативному значению кислорода не приводятся.

Охлаждение и дробление клинкера в колосниковых холодильниках сопровождается выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ.

- твердые частицы суммарно (код 2902).

Охлаждение извести от вращающихся печей проводят в барабанных холодильниках атмосферным воздухом, который после нагрева весь подается в качестве вторичного на горение топлива в печи. Содержащиеся в нагретом воздухе частицы извести (оксида кальция) присаживаются к материалу, обжигаемому в печи. В указанной схеме охлаждения извести выбросы кальция оксида (код 0128) в атмосферу от барабанного холодильника отсутствуют.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяются в соответствии с разделом 12.

5.1.9 Транспортирование клинкера (извести) на складирование

Транспортирование клинкера (извести) проводится устройствами открытого типа (пластинчатыми или ленточными конвейерами), обеспечивающими дополнительное охлаждение материала.

Хранение клинкера (извести) осуществляют в расходных складах открытого или силосного типа. Склады силосного типа оборудуются системами аспирации.

Транспортирование клинкера и извести на складирование сопровождается выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ.

Транспортирование и хранение клинкера:

- твердые частицы суммарно (код 2902).

Транспортирование и хранение извести:

– кальций оксид (код 0128).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяются в соответствии с разделом 8.

5.1.10 Сушка добавок для производства добавочных цементов

При помоле цемента используются различные виды добавок: регуляторы сроков схватывания (гипс, фосфогипс), активные минеральные добавки (трепел, доменный шлак и др.), наполнители (кварцевый песок, гранитный отсев, известняк). Добавки, подаваемые в цементные мельницы, должны иметь влажность не более 2%. Сушку добавок до указанной влажности осуществляют в сушильных установках, оборудованных топками, тягодутьевыми машинами и пылеулавливающими устройствами.

Сушильные установки подразделяют на сушильные барабаны и установки для сушки шлака в псевдоожиженном слое. Для получения теплоносителя в горелочных устройствах топок сушильных установок сжигают жидкое и газообразное топливо.

Для расчета массового выброса загрязняющих веществ от процесса сушки используется значения расхода сухих отходящих дымовых газов и концентраций загрязняющих веществ, приведенные к нормальным условиям и содержанию кислорода 10%.

Сушка добавок для производства добавочных цементов осуществляется в сушильных установках и сопровождается выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ.

При работе на природном газе:

- азота (IV) оксид (код 0301);
- углерода оксид (код 0337);
- твердые частицы суммарно (код 2902);
- тяжелые металлы (код 0124, 0140, 0164, 0183, 0184, 0228, 0325, 0229);
- стойкие органические загрязнители (СОЗ) (код 3620, 0830, 3920, 0703);
- углеводороды предельные алифатического ряда C_1 - C_{10} (код 0401).

При работе на жидком топливе:

- сера диоксид (код 0330);
- азота (IV) оксид (код 0301);
- углерода оксид (код 0337);
- твердые частицы суммарно (код 2902);
- тяжелые металлы (код 0124, 0140, 0164, 0183, 0184, 0228, 0325, 0229);
- стойкие органические загрязнители (СОЗ) (код 3620, 0830, 3920, 0703);
- углеводороды предельные алифатического ряда C_1 - C_{10} (код 0401).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяются в соответствии с разделом 12.

5.1.11 Транспортирование и дозирование клинкера (извести) и добавок на помол

Транспортирование и дозирование клинкера (извести) и добавок на помол осуществляется для обеспечения непрерывной подачи заданного весового соотношения компонентов на помол цемента (извести). Клинкер (известь) и каждый вид добавки транспортируются и дозируются автономно. Для транспортирования клинкера (извести) и добавок на помол используются ленточные, пластинчатые, скребковые и ковшовые конвейеры, элеваторы, автомобильный транспорт.

Для дозирования клинкера (извести) и добавок используются преимущественно весовые дозаторы, в состав которых входят:

- загрузочное устройство;
- весовое устройство, непрерывно взвешивающее транспортируемый материал;
- ленточный конвейер;
- блок управления, обеспечивающий заданную производительность дозатора.

Транспортирование и дозирование клинкера и добавок на помол сопровождается

выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ:

– твердые частицы суммарно (код 2902).

Транспортирование и дозирование извести:

– кальций оксид (0128).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяются в соответствии с разделом 8.

5.1.12 Помол клинкера и минеральных добавок в мельничных агрегатах с получением цемента, помол извести.

Помол клинкера (извести) и минеральных добавок – это процесс тонкого измельчения с одновременным перемешиванием кусковых материалов, подаваемых в мельничные агрегаты. В состав мельничного агрегата входят: мельница с приводом и системой смазки, устройства для питания ее материалом, классификаторы (сепараторы) при работе по замкнутому циклу, транспортные устройства. Тонкость помола цемента (извести) должна обеспечить получение продукта с заданными физико-химическими характеристиками.

При расчёте массового выброса твердых частиц от технологического процесса помола клинкера (извести) значения полученных концентраций загрязняющих веществ и расход отходящих газов к нормативному значению кислорода не приводятся.

Помол клинкера и минеральных добавок в мельничных агрегатах с получением цемента (помол извести) сопровождается выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ.

Помол клинкера:

– твердые частицы суммарно (код 2902);

Помол извести:

– кальций оксид (код 0128).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяются в соответствии с разделом 12.

5.1.13 Транспортирование цемента (извести) на хранение и упаковку, отгрузка цемента (извести)

Цемент (известь) от помольных агрегатов транспортируют для долговременного хранения в силоса или на упаковку. Для транспортирования используют механические или пневматические устройства. Силоса цемента (извести) сооружают из сборного или монолитного железобетона. Количество силосов определяется суточным выпуском цемента (извести), его номенклатурой и ассортиментом. Часть выпускаемого цемента (извести) отгружается в упакованном виде в многослойных бумажных мешках. Упаковка цемента (извести) производится упаковочными машинами.

Транспортирование цемента (извести) на хранение и упаковку, отгрузка цемента (извести) сопровождается выбросами в атмосферный воздух следующих загрязняющих веществ.

Транспортирование, хранение и упаковка, отгрузка цемента:

– твердые частицы суммарно (код 2902).

Транспортирование, хранение и упаковка, отгрузка извести:

– кальций оксид (код 0128).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух определяются в соответствии с разделом 8.

5.2. Вспомогательное производство

5.2.1 Механическая обработка

При ремонтных работах осуществляется механическая обработка и изготовление деталей из различных материалов: металлов, пластмасс и древесины.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при механической обработке определяются:

ТКП 17.08-17-2012

- для металлических деталей – по ТКП 17.08-02;
- для деталей из пластмассы – по ТКП 17.08-06;
- для деталей из древесины – в соответствии с [2].

5.2.2 Сварка, резка и наплавка

На сварочных участках осуществляются сварка, наплавка, резка и механическая обработка металлов.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сварке, наплавке, резке, механической обработке металлов определяются в соответствии с ТКП 17.08-02.

5.2.3 Ремонт топливной аппаратуры

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при мойке и при испытаниях топливной аппаратуры после ремонта определяются в соответствии с ТКП 17.08-12.

5.2.4 Термическая обработка

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при термической обработке металла определяются в соответствии с ТКП 17.08-12.

5.2.5 Ремонт аккумуляторных батарей

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при ремонте аккумуляторных батарей определяются в соответствии с ТКП 17.08-12.

5.2.6 Окрасочные работы

Выбросы загрязняющих веществ при окрасочных работах определяются в соответствии с [3].

5.2.7 Выработка тепла на отопление и технологические нужды

Выбросы загрязняющих веществ при выработке тепла в котельных установках мощностью до 25 МВт определяются в соответствии с ТКП 17.08-01, более 25 МВт в соответствии с ТКП 17.08-04. Для прочих тепловых установок – в соответствии с ТКП 17.08-01.

Сжигание основного топлива в смеси с углеводородсодержащими отходами допускается при разработке нормативных правовых актов на смесевое топливо при соблюдении требований ТКП 17.11-01. Выбросы загрязняющих веществ при сжигании смесового топлива и углеводородсодержащих отходов определяются в соответствии с ТКП 17.08-01.

5.2.8 АЗС и склады ГСМ

Выбросы загрязняющих веществ от АЗС и складов ГСМ определяются одним из следующих способов:

- инструментально-расчетными методами на основании ТКП 17.08-16;
- расчетными методами на основании ТКП 17.08-15;
- расчетными методами на основании [4].

6 Правила расчета выбросов загрязняющих веществ при добыче сырья

6.1 Расчёт выбросов загрязняющих веществ при взрывных работах

Порядок расчета выбросов загрязняющих веществ при взрывных работах разработан в соответствии с [5]-[7].

6.1.1 Валовой выброс оксида углерода и диоксида азота G_i^{VZ} , т/год, при взрывных работах и из взорванной горной породы, рассчитывается по формуле:

$$G_i^{VZ} = 2 \times \sum_{j=1}^n q_{ij} \times A_j, \quad (1)$$

где n – количество марок взрывчатых веществ, используемых в течение года;

q_{ij} – удельное выделение i -того загрязняющего вещества при взрыве 1 тонны j -того взрывчатого вещества, т/т, определяемое по таблице А.1 (Приложение А);

A_j – количество взорванного j -того взрывчатого вещества, т/год.

6.1.2 Валовой выброс твёрдых частиц G_{pm}^{VZ} , т/год, при взрывных работах, рассчитывается по формуле:

$$G_{pm}^{VZ} = 0,16 \times q_{pm} \times V_{gp} \times 10^{-3}, \quad (2)$$

где 0,16 – безразмерный коэффициент, учитывающий гравитационное оседание твердых частиц в пределах карьера;

q_{pm} – удельное выделение твердых частиц на 1 м³ взорванной горной породы, кг/м³, определяемое в зависимости от крепости породы по таблице 1;

V_{gp} – объем взорванной горной породы, м³/год (принимается по данным маркшейдерской службы).

Таблица 1

Наименование показателя	Крепость породы f						
	2-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	>14
Удельное выделение q_{pm} , кг/м ³	0,03	0,04	0,06	0,08	0,09	0,10	0,11
Примечание - для эмульсионных взрывчатых веществ при f=5-6, $q_{pm}=0,02$ кг/м ³							

6.2 Формирование породных отвалов (вскрышные работы). Разработка полезной толщи ископаемых открытым способом

6.2.1 Работа одноковшовых экскаваторов, бульдозеров [5]-[7].

6.2.1.1 Валовой выброс твёрдых частиц G_{pm}^T , т/год, при работе одноковшовых экскаваторов, рассчитывается по формуле:

$$G_{pm}^T = \sum_{i=1}^n q_2 \times \left(3,6 \times \gamma \times E \times \frac{K_e}{t_{ch}} \right) \times T_g \times K_1 \times K_2 \times 10^{-3}, \quad (3)$$

где n – количество экскаваторов, работающих в течении года;

q_2 – удельное выделение твердых частиц с 1 т отгружаемого (перегружаемого) материала, г/м³, при работе экскаватора в карьере или формировании отвала, определяемое по таблице А.2 (Приложение А);

γ – плотность породы, т/м³;

E – вместимость ковша экскаватора, м³, принимаемая по техническим данным экскаватора;

K_e – коэффициент экскавации, определяемый по таблице 2;

t_{ch} – время цикла экскаватора, с, принимается по техническим данным экскаватора;

T_g – чистое время работы экскаватора в год, ч;

K_1 – коэффициент, учитывающий расчётную скорость ветра, (м/с), определяется по наиболее характерному для данной местности значению скорости ветра, определяемый по таблице А.8 (Приложение А);

K_2 – коэффициент, учитывающий влажность материала, определяемый по таблице А.9 (Приложение А).

Таблица 2

Категория пород по трудности экскавации	Плотность породы в массиве, т/м ³	Коэффициент		
		разрыхления горной массы K_r	экскавации K_e	
			бульдозер и ковшовый экскаватор	драглайн
1	1,6	1,15	0,91	0,87
2	1,8	1,25	0,84	0,8
3	2,0	1,35	0,7	0,67
4	2,5	1,5	0,6	0,57

6.2.1.2 Максимальный выброс твёрдых частиц M_e , г/с, при погрузочных работах одноковшовым экскаватором, приведенный к 20-минутному интервалу осреднения, рассчитывается по формуле:

$$M_e = \sum_{i=1}^n \frac{q_2 \times \gamma \times E \times K_e \times K_1 \times K_2}{1200}, \quad (4)$$

где n – количество экскаваторов, работающих одновременно;

$q_2, \gamma, E, K_e, K_1, K_2$ – то же, что и в формуле (3).

6.2.1.3 Валовой выброс твёрдых частиц G_{pm}^B , т/год, при разработке пород или отвалообразовании бульдозером рассчитывается по формуле:

$$G_{pm}^B = \sum_{i=1}^n \frac{q_3 \times 3,6 \times \gamma \times V \times t_{cm} \times n_{cm} \times K_1 \times K_2 \times 10^{-3}}{t_{ch} \times K_r}, \quad (5)$$

где n – количество бульдозеров, работающих в течении года;

q_3 – удельное выделение твердых частиц с 1 т перемещаемого материала, г/т, определяемое по таблице 3;

γ, K_1, K_2 – то же, что и в формуле (3);

V – объем перемещаемого материала бульдозером за цикл, m^3 , определяемый в соответствии с 6.2.1.4;

t_{cm} – чистое время работы бульдозера в смену, ч;

n_{cm} – количество смен работы бульдозера в год;

t_{ch} – время цикла, с;

K_r – коэффициент разрыхления горной массы, определяемый по таблице 2.

Таблица 3

Марка бульдозера	Удельное выделение q_3 твердых частиц при коэффициенте крепости пород f , г/т			
	2	4	6	8
ДЗ-110А, 117 кВт	0,66	0,85	1,18	1,85
ДЗ-35С, 132,5 кВт	0,7	0,91	1,23	1,93
ДЗ-118, 221 кВт	0,74	0,93	1,3	2,11
менее 117 кВт	0,66	0,85	1,18	1,85
Примечание: Коэффициент крепости пород f определяется по таблице А.3 (Приложение А)				

6.2.1.4 Объем перемещаемого материала V , m^3 , бульдозером за цикл, рассчитывается по формуле

$$V = 0,5 \times K_{pv} \times L \times H^2, \quad (6)$$

где K_{pv} – коэффициент призмы волочения, определяемый по таблице 4;

L – длина лемеха бульдозера, м, в зависимости от марки бульдозера, определяемая по таблице А.4 (Приложение А);

H – высота лемеха бульдозера, м, в зависимости от марки бульдозера, определяемая по таблице А.4 (Приложение А).

Таблица 4

Наименование породы		Отношение H/L				
		0,15	0,3	0,35	0,4	0,45
Связная порода	K_{pv}	1,45	1,25	1,18	1,1	1,05
Несвязная порода		0,87	0,835	0,8	0,77	0,67

6.2.1.5 Максимальный выброс твёрдых частиц M_b , г/с, при разработке пород или отвалообразовании бульдозером рассчитывается по формуле

$$M_b = \sum_{i=1}^n \frac{q_3 \times \gamma \times V \times K_1 \times K_2}{t_{ch} \times K_r}, \quad (7)$$

где n – количество бульдозеров, работающих одновременно;
 $q_3, \gamma, V, K_1, K_2, t_{ch}, K_r$ – то же, что и в формулах (3), (5).

6.3 Расчёт выбросов загрязняющих веществ от отвалов

Порядок расчета выбросов загрязняющих веществ от отвалов разработан в соответствии с [5]-[7].

6.3.1 Валовой выброс твёрдых частиц породными отвалами G_{pm}^{OT} , т/год, определяется как сумма выбросов при выгрузке породы из транспортного средства, формировании породного отвала, сдувании с пылящей поверхности отвала, и рассчитывается по формуле:

$$G_{pm}^{OT} = G_{pm}^V + G_{pm}^T + G_{pm}^B + G_{pm}^{CD}, \quad (8)$$

где G_{pm}^V – валовой выброс твёрдых частиц при выгрузке породы из транспортного средства, т/год, определяемый в соответствии с 8.1;

G_{pm}^T – валовой выброс твёрдых частиц при работе одноковшовых экскаваторов, т/год, определяемый в соответствии с 6.2.1.1;

G_{pm}^B – валовой выброс твёрдых частиц при разработке пород и отвалообразовании бульдозером, т/год, определяемый в соответствии с 6.2.1.3;

G_{pm}^{CD} – валовой выброс твёрдых частиц при сдувании с пылящей поверхности отвала, т/год, определяемый в соответствии с 6.3.2.

6.3.2 Валовой выброс твёрдых частиц G_{pm}^{CD} , т/год, образующийся при сдувании с пылящей поверхности отвала, рассчитывается по формуле:

$$G_{pm}^{CD} = 86,4 \times 10^{-6} \times S_o \times \rho \times K_1 \times K_2 \times N \times (365 - T), \quad (9)$$

где S_o – площадь пылящей поверхности отвала, m^2 ;

ρ – коэффициент измельчения породы, принимается равный 0,1;

K_1, K_2 – тоже, что и формуле (3);

N – коэффициент учитывающий эффективность сдувания, определяемый по таблице 5;

T – количество дней с устойчивым снежным покровом и с осадками в виде дождя в зоне проведения работ, принимаемое равным 150 дней.

Таблица 5

Вид отвала	N
Действующий отвал	1
Недействующий отвал	
– в первые три года после прекращения эксплуатации	0,2
– в последующие годы до полного озеленения отвала	0,1

6.3.3 Максимальный выброс твёрдых частиц породными отвалами M_{OT} , г/с, определяется как сумма максимальных выбросов при выгрузке породы из транспортного средства, формировании породного отвала, сдувании с пылящей поверхности отвала, рассчитывается по формуле:

$$M_{OT} = M_v + M_e + M_b + M_{CD}, \quad (10)$$

где M_v – максимальный выброс твёрдых частиц при выгрузке породы из транспортного средства, г/с, определяемый в соответствии с 8.2;

M_e – максимальный выброс твёрдых частиц при работе одноковшовых экскаваторов, г/с, определяемый в соответствии с 6.2.1.2;

M_b – максимальный выброс твёрдых частиц при разработке пород или отвалообразовании бульдозером, г/с, определяемый в соответствии с 6.2.1.5;

M_{CD} – максимальный выброс твёрдых частиц при сдувании с пылящей поверхности отвала, г/с, определяемый в соответствии с 6.3.4.

6.3.4 Максимальный выброс твёрдых частиц M_{CD} , г/с, при сдувании с пылящей поверхности отвала, рассчитывается по формуле:

$$M_{CD} = 10^{-3} \times S_o \times \rho \times K_1 \times K_2 \times N, \quad (11)$$

где q_0 , S_o , ρ , K_1 , K_2 , N – то же, что и в формуле (9).

7 Транспортировка ископаемых из карьера на промплощадку

7.1 Валовой выброс твёрдых частиц G_{pm}^A , т/год, при движении автомобилей по автодорогам, рассчитывается по формуле:

$$G_{pm}^A = \sum_{i=1}^n 2 \times (q_4 \times N_1 \times L_b + q_5 \times N_1 \times L_c) \times n_i \times (365 - T) \times (1 - \eta) \times 10^{-3}, \quad (12)$$

где n – число работающих автосамосвалов;

q_4 , q_5 – удельное выделение твёрдых частиц при прохождении одним автомобилем 1 км соответственно временной и стационарной дороги, кг/км, определяемое по таблице А.5 (Приложение А). При движении по бетонным или асфальтированным автодорогам выделения твёрдых частиц не происходит;

N_1 – коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения автосамосвалов в карьере, определяемый по таблице 6;

L_b , L_c – длина временных и стационарных дорог соответственно, км;

n_i – число рейсов одного автосамосвала i – той грузоподъёмности в сутки;

T – количество дней с устойчивым снежным покровом и с осадками в виде дождя в зоне проведения работ, принимаемое равным 150 дней;

η – эффективность применяемого средства пылеподавления, определяемая по таблице А.6 (Приложение А).

Таблица 6

Наименование показателя	Средняя скорость движения автосамосвала, км/ч			
	5	10	20	30
Коэффициент N_1	0,6	1,0	2,0	3,5

7.2 Валовой выброс твёрдых частиц G_{pm}^T , т/год, при сдувании с поверхности материала, транспортируемого автомобильным (железнодорожным) транспортом, рассчитывается по формуле:

$$G_{pm}^T = \sum_{i=1}^n 3,6 \times q_6 \times S_i \times \tau_i \times n_i \times K_1 \times K_{OB} \times 10^{-3} \times (1 - \eta), \quad (13)$$

где q_6 – удельная масса твердых частиц, сдуваемых с 1 м² поверхности горной массы, принимаемая равной 0,003 г/(м²с);

S_i – площадь поверхности транспортируемого материала транспортируемым средством, м², определяемая по таблице А.7 (Приложение А);

τ_i – средняя длительность движения транспорта с грузом за один рейс, ч;

n_i – число рейсов транспортных средств i – той марки в год;

K_1 , η – то же, что и в формулах (3), (12);

K_{OB} – коэффициент, учитывающий скорость обдува материала V_{OB} , определяемый по таблице 7.

7.2.1 Скорость обдува материала V_{OB} , м/с, рассчитывается по формуле:

$$V_{OB} = \sqrt{\frac{\omega_V \times \omega_D}{3,6}}, \quad (14)$$

где ω_V - скорость ветра, наиболее характерная для данного района, м/с;

ω_D - средняя скорость движения транспортного средства, км/ч.

Таблица 7

Скорость обдува, V_{OB} , м/с	2	4	6	8	10	12	14	15
Коэффициент, K_{OB}	1	1,13	1,26	1,38	1,5	1,62	1,74	1,8

7.3 Валовой выброс твёрдых частиц G_{pm}^{KT} , т/год, при сдувании с поверхности материала, транспортируемого конвейерным транспортом, рассчитывается по формуле:

$$G_{pm}^{KT} = \sum_{i=1}^n 3,6 \times q_p \times B \times L \times T \times K_1 \times K_{OB} \times K_3 \times 10^{-3}, \quad (15)$$

где n – количество работающих конвейеров;

q_p - удельная масса твердых частиц, сдуваемых с ленточного конвейера, принимаемая равной 0,003 г/(м²с);

B - ширина ленты конвейера, м;

L - длина конвейерной ленты, м;

T - время работы, ч/год;

K_1, K_{OB} - то же, что и в формулах (3), (13);

K_3 - коэффициент, учитывающий степень защищенности объекта от внешних воздействий, определяемый по таблице А.10 (Приложение А).

7.3.1 При расчёте выбросов твёрдых частиц от конвейеров, эксплуатирующихся в помещениях, в формуле (15) следует дополнительно учитывать коэффициент осаждения твёрдых частиц, равный 0,4; значение коэффициента K_{OB} принимается равным 1.

8 Прием, хранение сыпучих сырьевых компонентов, цемента (извести), технологического твёрдого топлива

Источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при приеме, хранении сыпучих сырьевых компонентов, цемента (извести), технологического твёрдого топлива разделяются на:

- неорганизованные источники выбросов;
- организованные источники выбросов.

8.1 Расчёт выбросов загрязняющих веществ от неорганизованных источников выбросов

8.1.1 Валовой выброс загрязняющих веществ при неорганизованной погрузке (выгрузке) насыпных материалов (строительных, твердого топлива, сырья) G_{pm}^V , т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_{pm}^V = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times P, \quad (16)$$

где K_1, K_2 – то же, что и в формуле (3). При длительном хранении материала учитывают среднюю влажность за период хранения;

K_3 – то же, что и в формуле (15);

K_4 – коэффициент, учитывающий твердых частиц, переходящую в аэрозоль, определяемый по таблице А.11 (Приложение А);

K_5 – коэффициент, учитывающий крупность материала, определяемый по таблице А.12 (Приложение А);

K_6 – коэффициент, учитывающий высоту пересыпки, определяемый по таблице А.13 (Приложение А);

P – масса насыпных материалов, переработанных за год, т.

8.1.2 Максимальный выброс загрязняющих веществ при погрузке (выгрузке) насыпных материалов (строительных, твердого топлива, сырья) M_v , г/с, рассчитывается по формуле:

$$M_v = \frac{(K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times P_{20})}{1,2} \quad (17)$$

где K_1, K_2 – то же, что и в формуле (3). При длительном хранении материала учитывают среднюю влажность за период хранения;

K_3, K_4, K_5, K_6 – то же, что и в формулах (15), (16);

P_{20} – максимальная производительность технологического оборудования при погрузке (выгрузке) за 20-минутный интервал, кг.

8.1.3 Валовой выброс загрязняющих веществ при хранении насыпных материалов G_i , т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_i = 8,64 \times K_u \times K_2 \times K_3 \times K_5 \times \sigma \times F \times T \times 10^{-2}, \quad (18)$$

где K_u – коэффициент, учитывающий местные метеоусловия, определяемый в зависимости от величины скорости ветра u^* , превышение которой составляет за год менее 5 % всего времени. При u^* не более 8 м/с $K_u = 1,2$; при u^* свыше 8 м/с $K_u = 1,4$;

K_2 – то же, что и в формуле (3);

K_3 – то же, что и в формуле (15);

K_5 – то же, что и в формуле (16);

σ – удельный унос твердых частиц с фактической поверхности пыления материала, г/(м²·с), определяемый по таблице 8;

F – фактическая поверхность пыления материала с учетом рельефа его сечения, м². Учитывают, что фактическая поверхность пыления превышает площадь поверхности в плане не более чем на 60 % в зависимости от профиля поверхности и крупности материала;

T – количество дней пыления материалов за год. При круглогодичном хранении материала исключают период укрытия снегом, количество дождливых дней и дней, когда скорость ветра не превышает 2 м/с, принимаемое равным 150 дней.

Таблица 8 – Удельный унос твердых частиц с фактической поверхности пыления материала

Материал	σ , г/(м ² ·с)
Галит, гнейс, гравий, гранит, отсев, песок, соль поваренная, шлак, щебень	0,0002
Доломит, известняк, керамзит, мел, гипс, клинкер, крошка мраморная, огарки, пеностекло, цемент	0,0003
Аммофос, аммония сульфат, балласт загрязненный, калийные удобрения, калий хлористый, карбамид, кокс, мочевины, суперфосфат, торф насыпной, торфобрикеты, сухие глинистые материалы	0,0004
Жмых, зола, известь, комбикорм, кукуруза, опилки, песчаник, пшеница, тритикале, уголь, шрот, ячмень	0,0009

8.1.4 Максимальный выброс загрязняющих веществ при хранении насыпных материалов M_i , г/с, рассчитывается по формуле:

$$M_i = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_5 \times \sigma \times F, \quad (19)$$

где K_1, K_2 – то же, что и в формуле (3). При длительном хранении материала учитывают среднюю влажность за период хранения;

K_3, K_5 – то же, что и в формулах (15), (16);

σ, F – то же, что и в формуле (18).

8.2 Расчёт выбросов загрязняющих веществ от организованных источников выбросов

8.2.1 Валовой выброс загрязняющих веществ при организованной погрузке (выгрузке), хранении насыпных материалов (строительных, твердого топлива, сырья) G_i , т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_i = 10^{-9} \times C_i \times T \times V, \quad (20)$$

где C_i – концентрация загрязняющего вещества, мг/м³;

T – время выделения загрязняющего вещества из источника, ч/год;

V – объем газовой смеси отходящей от источника, м³/ч, определяемый на основании инструментальных измерений или рассчитываемый в соответствии с 8.2.2.

8.2.2 При технической невозможности проведения измерений объемный расход газовой смеси от организованных стационарных источников выбросов V , м³/с, рассчитывается по формуле:

$$V = 0,117 \times F \times \sqrt{H \times \Delta t}, \quad (21)$$

где F – площадь поперечного сечения канала, через который выбрасывается газосмесь, м²;

H – разность высот между серединой проема, через который поступает воздух в помещение, и серединой устья выброса, м;

Δt – разность между средней температурой воздуха в помещении и наружной температурой, °С. В летнее время температуру в рабочей зоне принимают на 4°С выше наружной.

8.2.3 Максимальный выброс загрязняющих веществ при организованной погрузке (выгрузке), хранении насыпных материалов (строительных, твердого топлива, сырья) M_i , г/с, рассчитывается по формуле:

$$M_i = \frac{10^3 \times G_i}{3,6 \times T}, \quad (22)$$

где G_i, T – то же, что и в формуле (20).

9 Обжиг материала во вращающейся печи

9.1 Расчёт объёма и состава отходящих газов от вращающейся печи

9.1.1 Все тепловые агрегаты в производстве цемента (извести) можно разделить на четыре группы:

1 группа - печные агрегаты по производству клинкера по «мокрому» и «сухому» способу производства без байпасирования печных газов;

2 группа - печные агрегаты по производству клинкера по «сухому» способу производства с байпасированием печных газов;

3 группа - печные агрегаты по производству извести;

4 группа - сушильные агрегаты.

9.1.2 1 группа. Объем сухих отходящих газов от печных агрегатов по производству клинкера по «мокрому» и «сухому» способу производства без байпасирования печных газов печного обжигового агрегата, приведенный к 10 % содержанию кислорода в отходящих дымовых газах V_{og}^{pr} , м³/ч, рассчитывается по формуле:

$$V_{og}^{pr} = \left(\frac{21-k}{11} \right) \times (V_{pg} + V_{CO_2}^{teh} + V_{pod}), \quad (23)$$

где k – содержание кислорода в сухих отходящих газах, % об.;

V_{pg} – объем сухих продуктов полного сгорания топлива, м³/ч, определяемый в соответствии с 9.1.3;

$V_{CO_2}^{teh}$ – объем технологического углекислого газа, м³/ч. Определяется по расходу и химическому составу сырьевых материалов и продукта (клинкера/извести), определяемый в соответствии с 9.1.8;

V_{pod} – объем сухого воздуха подсасываемого по тракту, м³/ч. Определяется по содержанию кислорода в отходящих печных газах. В данную статью входят непосредственно подсасываемый воздух по тракту и избыточный воздух, идущий на горение топлива, определяемый в соответствии с 9.1.11.

9.1.3 Объем сухих продуктов полного сгорания топлива V_{pg} , м³/ч, рассчитывается по формуле [8], [9]:

$$V_{pg} = \sum_{i=1}^n [(V_{CO_2}^i + V_{SO_2}^i + V_{N_2}^i) \times B_i], \quad (24)$$

где $V_{CO_2}^i$, $V_{SO_2}^i$, $V_{N_2}^i$ – объем углекислого газа, сернистого газа и азота, соответственно, выделившихся в результате полного сгорания 1 кг (м³) i -го топлива при $\alpha=1,0$, м³/кг (нм³/нм³), определяемые в соответствии с 9.1.4, 9.1.5, 9.1.6;

B_i – расход i -го топлива, кг/ч (м³/ч). В данную статью входят различные виды топлива (газообразного, жидкого, твердого, альтернативного и местного видов топлива), сжигаемые на различных участках печного агрегата (например, для «сухого» способа производства – на горелке печи, в декарбонизаторе, ГТУ и топке для сушки сырьевого цеха).

9.1.4 Объем углекислого газа, выделившегося в результате полного сгорания 1 кг (нм³) i -го топлива при $\alpha=1,0$, м³/кг (м³/м³), в зависимости от вида топлива, рассчитывается по формулам:

9.1.4.1 Для газообразного топлива:

$$V_{CO_2} = 0,01 \times (CO_2 + CO + \sum m \times C_m H_n); \quad (25)$$

где CO_2 , CO , $C_m H_n$ – соответственно, содержание углекислого газа, окиси углерода и углеводородов в газообразном топливе, % об..

9.1.4.2 Для твердого (каменного угля, торфа, местных видов топлива) и жидкого топлива:

$$V_{CO_2} = 0,01866 \times C^r, \quad (26)$$

где C^r – содержание углерода в твердом топливе в рабочем состоянии, %.

9.1.5 Объем сернистого газа, выделившегося в результате полного сгорания 1 кг (нм³) i -го топлива при $\alpha=1,0$, м³/кг (м³/м³), в зависимости от вида топлива, рассчитывается по формулам:

9.1.5.1 Для газообразного топлива:

$$V_{SO_2} = 0,01 \times H_2S, \quad (27)$$

где H_2S – содержание сероводорода в природном газе, % об..

9.1.5.2 Для твердого и жидкого топлива:

$$V_{SO_2} = 0,007 \times S^r, \quad (28)$$

где S^r – содержание органической и колчеданной серы в твердом топливе в рабочем состоянии, %.

9.1.6 Объем азота, выделившегося в результате полного сгорания 1 кг (нм³) i -го топлива при $\alpha=1,0$, м³/кг (м³/м³), в зависимости от вида топлива, рассчитывается по формулам:

9.1.6.1 Для газообразного топлива:

$$V_{N_2} = 0,01 \times (N_2 + 79 \times V_B^O); \quad (29)$$

где N_2 – содержание азота в природном газе, % об.;

V_B^O – теоретический расход сухого атмосферного воздуха необходимого для полного сгорания 1 кг (m^3) топлива при $\alpha=1,0$, m^3/kg (m^3/m^3), определяемый в соответствии с 9.1.7.

9.1.6.2 Для твердого и жидкого топлива:

$$V_{N_2} = 0,01 \times (0,8 \times N^r + 79 \times V_B^O), \quad (30)$$

где N^r – содержание азота в твердом топливе в рабочем состоянии, %.

79 – содержание азота в атмосферном воздухе, % об.;

V_B^O – теоретический расход сухого атмосферного воздуха необходимого для полного сгорания 1 кг (m^3) топлива при $\alpha=1$, m^3/kg (m^3/m^3), определяемый в соответствии с 9.1.7.

9.1.7 Теоретический расход сухого атмосферного воздуха необходимого для сгорания 1 кг (m^3) топлива в зависимости от вида топлива, рассчитывается по формулам:

9.1.7.1 Для газообразного топлива:

$$V_B^O = 0,0476 \times \left(0,5 \times CO + 0,5 \times H_2 + 1,5 \times H_2S + \sum \left(m + \frac{n}{4} \right) \times C_m H_n - O_2 \right), \quad (31)$$

9.1.7.2 Для твердого и жидкого топлива:

$$V_B^O = 0,0889 \times (C^r + 0,375 \cdot S^r) + 0,265 \times H^r - 0,0333 \times O^r, \quad (32)$$

где CO, H_2S , $C_m H_n$ – то же, что и в формулах (25, 27);

H_2 , O_2 – содержание водорода и кислорода, соответственно, в природном газе, % об.;

C^r , S^r – то же, что и в формулах (26, 28);

H^r , O^r – содержание водорода и кислорода, соответственно в твердом топливе в рабочем состоянии, %.

9.1.8 Объем технологического углекислого газа $V_{CO_2}^{teh}$, $m^3/ч$, рассчитывается по формуле:

$$V_{CO_2}^{teh} = G_D^C \times \frac{CO_2^C}{100 \times \rho_{CO_2}}, \quad (33)$$

где G_D^C – действительный расход сухого сырья, подаваемого на обжиг, т/ч, определяемый в соответствии с 9.1.9;

CO_2^C – содержание CO_2 в сухом сырье, %, определяемое в соответствии с 9.1.10;

ρ_{CO_2} – плотность углекислого газа, kg/m^3 .

9.1.9 Действительный расход сухого сырья, подаваемого на обжиг G_D^C , т/ч, определяется в зависимости от способа производства цемента, и рассчитывается по формулам [10]:

9.1.9.1 Для печных агрегатов «мокрого» способа производства цемента:

$$G_D^C = V_{shl} \times \rho_{shl} \times \left(\frac{100 - W}{100} \right) \times \left(\frac{100 - PPP_{kl}}{100} \right); \quad (34)$$

где V_{shl} – расход шлама, $m^3/ч$;

ρ_{shl} – плотность шлама, kg/m^3 ;

W – влажность шлама (сырьевой шихты), %;

PPP_{kl} – потери при прокаливании клинкера, %.

9.1.9.2 Для печных агрегатов «сухого» способа производства без байпасирования печных газов:

$$G_D^C = (G_{pit} - G_{voz}) \times \left(\frac{100 - W_{shl}}{100} \right) \times \left(\frac{100 - PPP_{kl}}{100} \right), \quad (35)$$

где W_{shl} – влажность шлама (сырьевой шихты), %;

PPP_{kl} – потери при прокаливании клинкера, %;

G_{pit} – расход сырьевой муки на питателе, кг/ч;

G_{voz} – расход уловленного сырья, возвращаемого в технологический процесс, кг/ч.

9.1.10 Содержание CO_2 в сухом сырье определяется по разности между потерями при прокаливании и гидратной водой каолинита и рассчитывается по формуле [10]:

$$CO_2^c = PPP_c - 0,35 \times Al_2O_3, \quad (36)$$

где PPP_c – потери при прокаливании сырьевой шихты, %;

Al_2O_3 – содержание оксида алюминия в сырьевой шихте, %.

9.1.11 Объем сухого воздуха подсасываемого по тракту V_{pod} , $m^3/ч$, рассчитывается по формуле:

$$V_{pod} = (V_{pg} + V_{CO_2}^{teh}) \times \left(\frac{k}{21 - k} \right), \quad (37)$$

где V_{pg} – объем сухих продуктов полного сгорания топлива, $m^3/ч$, определяемый в соответствии с 9.1.3;

$V_{CO_2}^{teh}$ – объем технологического углекислого газа, $m^3/ч$, определяемый в соответствии с 9.1.8;

k – содержание кислорода в сухих отходящих газах, % об.;

21 – содержание кислорода в сухих атмосферных газах, % об.

9.1.12 2 группа. В случае с байпасированием печных газов объем отходящих сухих газов разделяется на два потока: V_{og}^{pr} , определяемый в соответствии с настоящим пунктом и V_{bay}^{pr} , определяемый в соответствии с 9.1.15.

Объем сухих отходящих газов от печных агрегатов по производству клинкера по «сухому» способу производства с байпасированием печных газов, приведенный к 10 % содержанию кислорода в отходящих дымовых газах V_{og}^{pr} , $m^3/ч$, рассчитывается по формуле:

$$V_{og}^{pr} = \left(\frac{21 - k}{11} \right) \times (V_{pg} + V_{CO_2}^{teh} + V_{pod} - V_{bay}), \quad (38)$$

где V_{pg} – объем сухих продуктов полного сгорания топлива, $m^3/ч$, определяемый в соответствии с 9.1.3;

$V_{CO_2}^{teh}$ – объем технологического углекислого газа, $m^3/ч$, определяемый в соответствии с 9.1.8;

V_{pod} – объем сухого воздуха подсасываемого по тракту, $m^3/ч$, определяемый в соответствии с 9.1.13;

V_{bay} – объем сухих печных газов отбираемых на байпас без учета подсосов воздуха на охлаждение, $nm^3/ч$, определяемый в соответствии с 9.1.14.

9.1.13 Объем сухого воздуха, подсасываемого по тракту печи V_{pod} , $m^3/ч$, рассчитывается по формуле:

$$V_{pod} = (V_{pg} + V_{CO_2}^{teh} - V_{bay}) \times \left(\frac{k}{21 - k} \right), \quad (39)$$

где V_{pg} – объем сухих продуктов полного сгорания топлива, $m^3/ч$, определяемый в соответствии с 9.1.3;

$V_{CO_2}^{teh}$ – объем технологического углекислого газа, $m^3/ч$, определяемый в соответствии с 9.1.8;

V_{bay} – объем сухих печных газов отбираемых на байпас без учета подсосов воздуха, $nm^3/ч$, определяемый в соответствии с 9.1.14;

k – содержание кислорода в сухих отходящих газах, % об.

9.1.14 Объем сухих печных газов отбираемых на байпас без учета подсосов воздуха на охлаждение V_{bay} , м³/ч, рассчитывается по формуле:

$$V_{bay} = V_{ohl} \times (1 - 0,0016 \times d) \times \left(\frac{21 - k_2}{k_2 - k_1} \right) \times \left(1 - \frac{k_1}{21} \right), \quad (40)$$

где V_{ohl} – количество воздуха идущего на охлаждение по результатам инструментальных замеров, м³/ч;

d – влагосодержание воздуха, г/кг, определяемое по диаграмме Г.1 (Приложение Г);

k_1 – содержание кислорода в печных газах на обресе печи, %;

k_2 – содержание кислорода на дымососе байпасных газов, %.

9.1.15 Объем сухих печных газов отбираемых на байпас с учетом подсосов воздуха на охлаждение V_{bay}^{pr} , м³/ч, рассчитывается по формуле

$$V_{bay}^{pr} = \left(\frac{21 - k_2}{11} \right) \times \left(V_{ohl} \times (1 - 0,0016 \times d) \times \left[\left(\frac{21 - k_2}{k_2 - k_1} \right) \times \left(1 - \frac{k_1}{21} \right) + 1 \right] \right), \quad (41)$$

где, V_{ohl} , k_1 , k_2 – тоже, что и в формуле (40).

9.1.16 3 группа. Объем сухих отходящих газов от печных агрегатов по производству извести приведенный к 10 % содержанию кислорода в отходящих дымовых газах V_{og}^{pr} , м³/ч, рассчитывается по формуле:

$$V_{og}^{pr} = \left(\frac{21 - k}{11} \right) \times (V_{pg} + V_{CO_2}^{teh} + V_{pod}), \quad (42)$$

где V_{pg} – объем сухих продуктов полного сгорания топлива, м³/ч, определяемый в соответствии с 9.1.3;

$V_{CO_2}^{teh}$ – объем технологического углекислого газа, м³/ч, определяемый в соответствии с 9.1.17;

V_{pod} – объем сухого воздуха подсасываемого по тракту, м³/ч, определяемый в соответствии с 9.1.11.

9.1.17 Объем технологического углекислого газа $V_{CO_2}^{teh}$, м³/ч, рассчитывается по формуле:

$$V_{CO_2}^{teh} = \frac{1}{\rho_{CO_2}} \times \left(G_d^c \times \frac{CO_2^c - CO_2^{iz}}{100 - CO_2^{iz}} + G_{un}^c \times \frac{CO_2^c - CO_2^{un}}{100 - CO_2^{un}} + G_m^c \times \frac{CO_2^c - CO_2^m}{100 - CO_2^m} \right), \quad (43)$$

где ρ_{CO_2} – плотность углекислого газа, кг/м³;

G_d^c – количество сухого сырья, используемого на обжиг извести, кг/ч, определяемое в соответствии с 9.1.18;

G_{un}^c – количество сухого сырья, поступающего на газоочистную установку, кг/ч, определяемое в соответствии с 9.1.19;

G_m^c – количество сухого сырья выносимого в виде кормового мела, кг/ч, определяемое в печных агрегатах, где в технологический процесс производства извести привязан процесс производства кормового мела (например, при отборе кормового мела во вращающихся печах) в соответствии с 9.1.20, во всех остальных случаях G_m^c равно нулю;

CO_2^c , CO_2^{iz} , CO_2^{un} , CO_2^m – содержание углекислоты в сырье, извести, сырье, поступающем на газоочистную установку, кормовом меле, соответственно, %.

9.1.18 Количество сухого сырья, используемого на обжиг извести G_d^c , кг/ч, рассчитывается по формуле:

$$G_d^c = G_{pit} \times \left(\frac{100 - W_c}{100} \right) - (G_{un}^c + G_m^c), \quad (44)$$

где G_{pit} – количество сырья, подаваемого в печной агрегат, кг/ч;

W_c – влажность сырья, %;

G_{un}^c , G_m^c – то же, что и в формуле (43).

9.1.19 Количество сухого сырья, поступающего на газоочистную установку G_{un}^c , кг/ч, рассчитывается по формуле

$$G_{un}^c = (G_{ov} + G_{tr}) \times \left(\frac{100 - CO_2^{un}}{100 - CO_2^c} \right), \quad (45)$$

где G_{ov} , G_{tr} – количество твердых частиц, уловленных в оборудовании тонкой очистки и выбрасываемых через дымовую трубу в атмосферу, соответственно, кг/ч;

CO_2^c , CO_2^{un} – то же, что и в формуле (43).

9.1.20 Количество сухого сырья, выносимого в виде кормового мела G_m^c , кг/ч, рассчитывается по формуле:

$$G_m^c = G_m \times \left(\frac{100 - W_m}{100} \right) \times \left(\frac{100 - CO_2^m}{100 - CO_2^c} \right), \quad (46)$$

где G_m – количество получаемого кормового мела, кг/ч;

W_m – влажность кормового мела, %;

CO_2^m , CO_2^c – тоже, что и в формуле (43).

9.1.21 4 группа. Объем сухих отходящих газов от сушильных агрегатов $V_{o.g.}^c$, м³/ч, рассчитывается по формуле:

$$V_{og}^{pr} = \left(\frac{21}{11} \right) \times V_{pg}, \quad (47)$$

где V_{pg} – объем сухих продуктов полного сгорания топлива, м³/ч, определяемый в соответствии с 9.1.3;

k – содержание кислорода в сухих отходящих газах, % об.

9.2 Инструментальное определение объема отходящих газов от вращающейся печи

Инструментальный метод определения объема отходящих газов основан на измерении целого ряда физических величин и дальнейшего приведения их к нормальным условиям. Описание приведения объема отходящих газов, измерение влажности и других величин описано в [11], ГОСТ 17.2.4.08, ГОСТ 12.3.018, ГОСТ 17.2.4.07.

10 Приведение концентрации к нормальным условиям, сухому газу и заданному содержанию кислорода

10.1 При измерениях концентраций веществ в продуктах сжигания топлива имеет место конденсация водяных паров в узлах пробоподготовки прибора и изменение объема отбираемой пробы. Это связано с охлаждением дымовых газов по мере их продвижения к прибору, от температуры в газоходе, до температуры прибора [11]. Измеренные концентрации загрязняющих веществ приводятся к сопоставимым (одинаковым) условиям по температуре, давлению, влажности, степени разбавления дымовых газов.

10.2 При разработке проектной документации на строительство, реконструкцию, расширение, техническое перевооружение, модернизацию максимальные концентрации загрязняющих веществ принимаются не более норм выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, указанных в таблицах В.1 – В.3 (Приложение В).

В случаях, когда на действующем производстве (объекте, комплексе) концентрации загрязняющих веществ более норм выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, указанных в таблицах В.1 – В.3 (Приложение В), то для таких технологических процессов разрабатываются мероприятия по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух с применением наилучших доступных технических методов.

10.3 Концентрации загрязняющих веществ на действующем производстве (объекте, комплексе) могут быть приняты на основании:

- архивных данных автоматизированных систем контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, при условии, что такие измерения проводились не менее 90 % времени работы технологического оборудования;
- инструментальных измерений, проводимых в рамках производственного контроля, локального мониторинга, аналитического контроля, при условии, что такие измерения проводились не реже одного раза в месяц (одно измерение должно включать не менее 6 испытаний, охватывающих все периоды технологического процесса, с учетом того, что время одного испытания составляет не менее 1 часа).

10.4 Приведение концентраций загрязняющих веществ к нормальным условиям, и заданному содержанию кислорода проводится по следующим формулам.

10.5.1 Для твердых частиц от агрегатов обжига клинкера и извести, сушки добавок:

$$C_{10} = C_{pm}^m \times \left(\frac{11}{21 - k} \right); \quad (48)$$

где C_{pm}^m – измеренная концентрация твердых частиц, мг/м³;

k – измеренная концентрация кислорода в отходящих газах, %.

10.5.2 Для газообразных загрязняющих веществ, кроме соединений азота:

$$C_{10} = C_i \times \rho_i \times \left(\frac{11}{21 - k} \right), \quad (49)$$

где C_i – измеренная объемная концентрация i-го газа при содержании кислорода k, ppm (1 ppm = 10⁻⁴ об. доли, %);

ρ_i – плотность i-го газа при нормальных условиях, кг/м³. Значения плотности ρ для CO, CO₂, SO₂ при нормальных условиях соответственно равны 1,25; 1,96; 2,86 кг/м³.

k – измеренная концентрация кислорода в отходящих газах, %.

10.5.3 Для соединений азота:

$$C_{10} = (NO_2^m + 0,8 \times NO^m) \times \rho_{NO_2} \times \left(\frac{11}{21 - k} \right), \quad (50)$$

где NO_2^m – измеренная объемная концентрация диоксида азота при содержании кислорода k, ppm. При отсутствии прямого измерения диоксида азота, NO_2^m вычисляется как произведение измеренной объемной концентрации оксида азота на коэффициент 0,05;

NO^m – измеренная объемная концентрация оксида азота при содержании кислорода k, ppm;

0,8 – коэффициент трансформации оксидов азота в диоксид азота;

ρ_{NO_2} – плотность диоксида азота при нормальных условиях, равная 2,05 кг/м³.

k – измеренная концентрация кислорода в отходящих газах, %;

11 Расчет выбросов загрязняющих веществ при розжиге вращающихся печей

11.1 В процессе розжига нагрев печи осуществляется путем медленного увеличения расхода топлива и воздуха вплоть до достижения в зоне спекания температуры, необходимой для получения клинкера, после чего подается сырьевой материал. В

дальнейшем расходы топлива и сырья постепенно доводятся до эксплуатационных значений, и печь выводится на стационарный режим. Полнота сгорания топлива определяется условиями его смешения с воздухом. С увеличением расхода топлива процесс выгорания интенсифицируется, и при достижении в зоне спекания температуры футеровки, равной 650°C - 700°C (температуре воспламенения топливно-воздушной смеси), стабилизируется. С технологической точки зрения это соответствует переводу печи с периодических подворотов на постоянное вращение от вспомогательного привода. К моменту перевода печи на главный привод и началу ее стационарной загрузки материалом температура футеровки в зоне спекания превышает 1000°C, и условия для возникновения недожога полностью исчезают. В виду невозможности определения инструментальными методами величины объёма сухих дымовых газов, а также малое суммарное значение продолжительности процесса розжига к годовому времени работы печного агрегата, массовые выбросы загрязняющих веществ рассчитываются исходя из среднего за время розжига расхода отходящих газов и средней за время розжига концентрации загрязняющих веществ. Норматив максимально допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от процесса розжига не устанавливается.

11.2 Расчёт выброса твердых частиц

11.2.1 Включение электрофильтров непосредственно после подачи сырья исключает повышенный выброс твердых частиц. Продолжительность выброса определяется промежутком времени от начала подачи сырья до окончания розжига. Концентрация твердых частиц в отходящих газах на входе в электрофильтры остается такой же, как и в обычном эксплуатационном режиме печного агрегата данного типоразмера. Подача высокого напряжения на электрофильтры может осуществляться и после стабилизации режима работы печного агрегата. При этом за время от момента подачи сырья до включения электрофильтров происходит выброс твердых частиц с концентрацией во много раз превышающей эксплуатационные значения [12], [13].

11.2.2 Валовой выброс твердых частиц G_{pm} , т/год, выделяющейся при розжиге, рассчитывается по формуле [12], [13]:

$$G_{pm} = K_{pm} \times M_{pm} \times \tau_{pm} \times 3,6 \times 10^{-3}, \quad (51)$$

где K_{pm} - средний за время розжига расход отходящих газов, принимаемый равным 0,90;

M_{pm} - максимальный выброс твердых частиц, г/с, определяемый в соответствии с 11.2.3;

τ_{pm} - суммарная годовая продолжительность выбросов твердых частиц при розжиге, ч/год, принимается по фактическим данным для каждого предприятия индивидуально, или по таблице Б.1 (Приложение Б).

11.2.3 Максимальный выброс твердых частиц M_{pm} , г/с, выделяющейся при розжиге, рассчитывается по формуле [12], [13]:

$$M_{pm} = V_{og}^{pr} \times C_{10PM}^{max} \times (1 - \eta) / 3,6 \times 10^{-6}, \quad (52)$$

где V_{og}^{pr} - объем сухих отходящих газов, м³/ч, определяемый в зависимости от типа теплового агрегата по 9.1.2, 9.1.12, 9.1.16, 9.1.21 соответственно;

C_{10PM}^{max} - концентрация твердых частиц, мг/м³, приведённая к 10% содержанию кислорода, на входе в электрофильтр в эксплуатационных условиях, принимаемая исходя из паспортных данных для установленного электрофильтра;

η - степень очистки газов в электрофильтрах. При работе электрофильтра со снятым напряжением применяются значения 0,6 при скорости газов в сечении фильтра меньше 1 м/с или 0,5 при скорости газов в сечении фильтра больше 1 м/с.

11.3 Расчёт выброса оксидов азота

11.3.1 Валовой выброс оксидов азота в пересчете на диоксид азота G_{NO_2} , т/год, выделяющихся при розжиге, рассчитывается по формуле [12], [13]:

$$G_{NO_2} = K_{NOX} \times M_{NO_2} \times \tau_{NOX} \times 3,6 \times 10^{-3} \quad (53)$$

где K_{NOX} - средний за время розжига расход отходящих газов, принимаемый равным 0,75;

M_{NO_2} - максимальный выброс оксидов азота, г/с;

τ_{NOX} - суммарная годовая продолжительность выбросов оксидов азота при розжиге, ч/год, принимается по фактическим данным для каждого предприятия индивидуально, или по таблице Б.1 (Приложение Б).

11.3.2 Максимальный выброс оксидов азота в пересчете на диоксид азота, выделяющихся при розжиге (в конце процесса розжига) M_{NO_2} , г/с, рассчитывается по формуле [12], [13]:

$$M_{NO_2} = V_{og}^{pr} \times K_{NOX}^c \times C_{10NOX}^{max} / 3,6 \times 10^{-6}, \quad (54)$$

где V_{og}^{pr} - объем сухих отходящих газов, м³/ч, определяемый в зависимости от типа теплового агрегата по 9.1.2, 9.1.12, 9.1.16, 9.1.21 соответственно;

K_{NOX}^c - средняя за время розжига концентрация оксидов азота, принимаемая равной 0,7;

C_{10NOX}^{max} - максимальная концентрация оксидов азота, мг/м³, приведённая к 10% содержанию кислорода, принимаемая по таблице Б.2 (Приложение Б).

11.4 Расчёт выброса оксида углерода

11.4.1 Валовой выброс оксида углерода G_{CO} , т/год, выделяющийся при розжиге, рассчитывается по формуле [12], [13]:

$$G_{CO} = K_{CO} \times M_{CO} \times \tau_{CO} \times 3,6 \times 10^{-3}, \quad (55)$$

где K_{CO} - средний за время розжига расход отходящих газов, принимаемый равным 0,75;

M_{CO} - максимальный выброс оксида углерода, г/с;

τ_{CO} - суммарная годовая продолжительность выбросов оксида углерода при розжиге, ч/год, принимается по фактическим данным для каждого предприятия индивидуально или по таблице Б.1 (Приложение Б).

11.4.2 Максимальный выброс оксида углерода M_{CO} , г/с, выделяющегося при розжиге, рассчитывается по формуле [12], [13]:

$$M_{CO} = V_{og}^{pr} \times K_{CO}^c \times C_{10CO}^{max} / 3,6 \times 10^{-6}, \quad (56)$$

где V_{og}^{pr} - объем сухих отходящих газов, м³/ч, определяемый в зависимости от типа теплового агрегата по 9.1.2, 9.1.12, 9.1.16, 9.1.21 соответственно;

K_{CO}^c - средняя за время розжига концентрация оксида углерода, принимаемая равной 0,4;

C_{10CO}^{max} - максимальная концентрация оксида углерода, мг/м³, приведённая к 10% содержанию кислорода, принимаемая равной 500 мг/м³.

11.5 Расчёт выброса диоксида серы

11.5.1 Валовой выброс диоксида серы G_{SO_2} , т/год, выделяющийся при розжиге, рассчитывается по формуле [12], [13]:

$$G_{SO_2} = K_{SO_2}^v \times M_{SO_2} \times \tau_{SO_2} \times 3,6 \times 10^{-3}, \quad (57)$$

где $K_{SO_2}^v$ - средний за время розжига расход отходящих газов, принимаемый равным 0,4 для сухого и 0,55 для мокрого способа производства цемента;

M_{SO_2} - максимальный выброс диоксида серы, г/с;

τ_{SO_2} - суммарная годовая продолжительность выбросов диоксида серы при розжиге, ч/год, принимается по фактическим данным для каждого предприятия индивидуально, или по таблице Б.1 (Приложение Б).

11.5.2 Максимальный выброс диоксида серы M_{SO_2} , г/с, выделяющегося при розжиге, рассчитывается по формуле [12], [13]:

$$M_{SO_2} = 0,02 \times B \times S^r \times (1 - \eta_{SO_2}) / 3,6, \quad (58)$$

где B – расход топлива в эксплуатационном режиме, кг/ч;

S^r – содержание серы в топливе, %;

η_{SO_2} – доля диоксида серы, связываемая летучей золой топлива, определяемая по таблице Б.3 (Приложение Б).

12 Расчет выбросов загрязняющих веществ при технологических процессах производства цемента (извести)

12.1 Валовой выброс загрязняющих веществ (кроме диоксида серы) в атмосферный воздух G_i , т/год, выделяющийся при производстве цемента (извести), рассчитывается по формуле

$$G_i = 10^{-9} \times C_{10i}^a \times T \times V_{og}^{pr}, \quad (59)$$

где C_{10i}^a – средняя концентрация загрязняющего вещества, мг/м³, для процессов обжига приведённая к 10% содержанию кислорода и сухому дымовому газу, а для процессов измельчения, охлаждения, сушки, дробления, хранения и помола, определяемая по данным инструментальных измерений, приведение к 10% содержанию кислорода в этом случае не требуется;

T – время выделения вещества из источника (для печных агрегатов при работе в стационарном режиме без учета времени розжига), ч/год;

V_{og}^{pr} – объем сухих отходящих газов, нм³/ч, определяемый в зависимости от типа теплового агрегата по 9.1.2, 9.1.12, 9.1.16, 9.1.21 соответственно, а для процессов измельчения, охлаждения, сушки, дробления, хранения и помола, приведение к 10% содержанию кислорода в этом случае не требуется.

12.2 Максимальный выброс загрязняющих веществ (кроме диоксида серы) в атмосферный воздух M_i , г/с, выделяющийся при производстве цемента (извести), рассчитывается по формуле

$$M_i = C_{10i}^{\max} \times V_{og}^{pr} / 3,6 \times 10^{-6}, \quad (60)$$

где C_{10i}^{\max} – максимальная концентрация загрязняющего вещества, мг/м³, для процессов обжига приведённая к 10% содержанию кислорода и сухому дымовому газу, а для процессов измельчения, охлаждения, сушки, дробления и помола определяемая по данным инструментальных измерений, приведение к 10% содержанию кислорода в этом случае не требуется;

V_{og}^{pr} – объем сухих отходящих газов, нм³/ч, определяемый в зависимости от типа теплового агрегата по 9.1.2, 9.1.12, 9.1.16, 9.1.21 соответственно, а для процессов измельчения, охлаждения, сушки, дробления хранения и помола, приведение к 10% содержанию кислорода в этом случае не требуется.

12.3 Валовой выброс диоксида серы G_{SO_2} , т/год, выделяющийся при производстве цемента (извести), рассчитывается по формуле:

$$G_{SO_2} = M_{SO_2} \times T \times 3,6 \times 10^{-3}, \quad (61)$$

где M_{SO_2} - максимальный выброс диоксида серы, г/с;

T – время выделения вещества из источника (для печных агрегатов при работе в стационарном режиме без учета времени розжига), ч/год.

12.4 Максимальный выброс диоксида серы M_{SO_2} , г/с, выделяющийся при производстве цемента (извести), рассчитывается по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 \times B \times S^r \cdot (1 - \eta_{SO_2}) - \frac{0,01 \times \varepsilon \times C_{R_2O} \times B_{cb}}{1,5 \cdot 3,6}, \quad (62)$$

где B – расход топлива в эксплуатационном режиме, г/с;

S^r – содержание серы в топливе, %, определяемая на основании паспортов, сертификатов на топливо;

η_{SO_2} – доля диоксида серы, связываемая летучей золой топлива, определяемая по таблице Б.3 (Приложение Б);

ε - первичная летучесть щелочей, принимаемая равной 0,3;

C_{R_2O} - содержание щелочей в сырье, %, принимаемое по данным инструментальных измерений;

B_{cb} - расход сырья, поступающего на технологию, в пересчёте на сухое вещество, кг/ч, определяемое в зависимости от способа производства цемента в соответствии с 12.5.

Первый член соотношения (62) определяет количество оксида серы образующегося от сгорания горячей серы топлива (органической и колчеданной) с учетом связывания его летучей золой топлива. Второй член – учитывает наличие щелочей в сырьевых материалах, их летучесть и стехиометрию при образовании соединений с окислами серы. Если второй член в формуле (62) больше первого, то содержание оксида серы в дымовых газах равно нулю. Валовой выброс оксида серы рассчитывается в том случае, когда второй член в формуле (62) меньше первого.

12.5 Расход сырья, поступающего на технологию, в пересчёте на сухое вещество B_{cb} , кг/ч, рассчитывается по формулам:

12.5.1 При производстве цемента по мокрому способу:

$$B_{cb} = V_{shl} \times \rho_{shl} \times \left(\frac{100 - W_{shl}}{100} \right), \quad (63)$$

где V_{shl} , ρ_{shl} - тоже, что и в формуле (35);

W_{shl} - влажность шлама (сырьевой шихты), %;

12.5.2 При производстве цемента (извести) по сухому способу:

$$B_{cb} = B_c \times \frac{100 - W_c}{100}, \quad (64)$$

где B_c - расход сырья, кг/ч;

W_c – влажность сырья, %.

12.6 Расчёт выбросов тяжёлых металлов и стойких органических загрязнителей

Расчёт выбросов тяжёлых металлов производится в соответствии с ТКП 17.08-14. Расчёт выбросов стойких органических загрязнителей производится в соответствии с ТКП 17.08-13.

Массовый выброс индикаторных соединений полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) – и бенз(а)пирен, бензо(б)флуорантен, бензо(к)флуорантен, индено(1,2,3,-с,д)пирен рассчитывается суммарно с установлением нормативов допустимых выбросов по бенз(а)пирену.

Приложение А

(справочное)

Таблица А.1 – Удельное содержание газообразных загрязняющих веществ в пылегазовом облаке и взорванной горной породе, тонн/тонну

Взрывчатое вещество	Коэффициент крепости породы	Пылегазовое облако q_{ij}		Взорванная горная порода q_{ij}	
		оксид углерода (CO)	оксиды азота (NO _x)	оксид углерода (CO)	оксиды азота (NO _x)
Граммонит 79/21 Аммонит № 6ЖВ	более 14	0,014	0,0025	0,006	0,0010
	13 - 14	0,012	0,0034	0,004	0,0013
	12	0,011	0,0034	0,004	0,0015
	10 - 11	0,009	0,0067	0,004	0,0031
	8 - 9	0,008	0,0070	0,004	0,0038
	6 - 7	0,007	0,0080	0,003	0,0035
	2 - 5	0,007	0,0097	0,003	0,0041
Граммонит 50/50 Граммонит 30/70 Граммонит ТК - 10 Граммонит ТК 3-15	более 13	0,029	0,0028	0,012	0,0011
	менее 13	0,027	0,0032	0,012	0,0015
Гранулотол	более 16	0,065	0,0021	0,023	0,0007
	14 - 16	0,059	0,0029	0,023	0,0011
	12 - 13	0,051	0,0025	0,021	0,0010
	менее 12	0,045	0,0031	0,020	0,0014
Игданит* Порэммит Сибирид	8 - 10	0,011	0,0063	0,005	0,0018
Гранулит С-6М	5 - 7	0,009	0,0070	0,003	0,0031
Гранулит УП	2 - 4	0,008	0,0094	0,002	0,0036
Эмульсионные взрывчатые вещества	-	0,004	0,0011	0,002	0,0006

*Данные относятся только к игданиту на пористой селитре или с загущающими тонкодисперсными добавками

Таблица А.2 - Удельное выделение твердых частиц при экскавации горной массы г/м³

Наименование оборудования (объем ковша)	Удельное выделение q_2 , г/м ³ , в зависимости от крепости горной массы, f				
	порода				
	2	4	6	8	10
Одноковшовый экскаватор* (погрузка разгрузка породы в карьере)					
ЭКГ-5А (5,6)	2,4	3,4	4,8	7,2	10,9
ЭКГ-8И (8)	2,9	4,1	5,8	8,7	13,2
ЭКГ-10 (10)	3,1	4,4	6,3	9,4	14,3
ЭКГ-12,5 (12,5)	3,1	4,4	6,3	9,4	14,3
ЭКГ-15 (15)	3,8	5,4	7,6	11,4	17,3
ЭКГ-20 (20)	4,2	5,9	8,4	12,7	19,2
ЭКГ-30 (30)	4,8	6,8	9,6	14,4	21,8

Окончание таблицы А.2

Одноковшовый экскаватор (работа на отвале)					
ЭКГ-5А	3,1	4,4	6,2	9,4	-
ЭКГ-8И	3,8	5,3	7,5	11,3	-
ЭШ-6.5 45У	7,2	10,1	14,3	21,4	-
ЭШ-14.50	7,2	10,1	14,3	21,4	-
ЭШ-20.65	10,3	14,4	20,4	30,5	-
ЭШ-11.70	10,8	15,2	21,5	32,2	-
ЭШ-40.85	12,5	17,4	24,7	36,9	-
ЭШ-15.90	14,1	19,7	27,9	41,8	-
ЭШ-20.90	14,1	19,7	27,9	41,8	-
ЭШ-65.100	14,7	20,5	29,1	43,5	-
Отвалообразователь					
ОШС-4000/125	6,0	10,2	14,3	20,0	-

Приведены значения при погрузке экскаваторами горной массы в автосамосвалы, значения q_2 при погрузке экскаваторами горной массы в думпкары увеличиваются на 10%

Таблица А.3 – Коэффициент крепости пород

Категория	Степень крепости	Порода	f
I	В высшей степени крепкие породы	Наиболее крепкие, плотные и вязкие кварциты и базальты. Исключительные по крепости другие породы.	20
II	Очень крепкие породы	Очень крепкие гранитовые породы: кварцевый порфир, очень крепкий гранит, кремнистый сланец, менее крепкие, нежели указанные выше кварциты. Самые крепкие песчаники и известняки.	15
III	Крепкие породы	Гранит (плотный) и гранитовые породы. Очень крепкие песчаники и известняки. Кварцевые рудные жилы. Крепкий конгломерат. Очень крепкие железные руды.	10
IIIa	Крепкие породы	Известняки (крепкие). Некрепкий гранит. Крепкие песчаники. Крепкий мрамор, доломит. Колчеданы. Обыкновенный песчаник.	8
IV	Довольно крепкие породы	Железные руды. Песчанистые сланцы.	6
IV	Довольно крепкие породы	Сланцевые песчаники	5
V	Средние породы	Крепкий глинистый сланец. Некрепкий глинистый сланец и известняк, мягкий конгломерат	4
		Разнообразные сланцы(некрепкие). Плотный мергель	3
VI	Довольно мягкие породы	Мягкий сланец, очень мягкий известняк, мел, каменная соль, гипс. Мерзлый грунт: антрацит. Обыкновенный мергель. Разрушенный песчаник, сцементированная галька и хрящ, каменистый грунт	2
VIa		Крепкий каменный уголь	1,5
VII	Мягкие породы	Глина (плотная). Мягкий каменный уголь, крепкий нанос-глинистый грунт	1

Таблица А.4 – Характеристики бульдозеров

Марка бульдозера	Мощность двигателя, кВт	Длина лемеха L, м	Высота лемеха Н, м.
Д – 271	74	3,03	1,1
Д – 494	74	3,03	1,1
Д – 492	79	3,94	0,8
Д – 521	103	3,36	1,35
ДЗ – 110А; ДЗ – 110В	117	4,12	1,18
ДЗ – 109; ДЗ – 109Б	117	4,12	1,0
ДЗ – 120	117	3,22	1,3
Д – 533	121,3	3,94	0,8
Д – 535	121,3	2,56	0,8
Д – 275	132	3,35	1,38
Д – 522	132	4,43	1,2
ДЗ – 35С	132	3,64	1,48
Д – 384	220	4,5	1,2
Д – 385	220	5,5	1,4
Д – 118; ДЗ – 34Б	220	4,31	1,55
ДЗ – 121	220	4,31	1,3
Д – 59С	242	4,73	1,75

Таблица А.5 – Удельное выделение твердых частиц на автодорогах при движении автомобилей, кг/км

Тип покрытия и дороги	Грузоподъемность автосамосвала, тонн				
	30	42	80	120	180
Щебёночное	0,36	0,42	0,59	0,79	1,04
Грунто-щебёночное и грунто-гравийное	0,53	0,61	0,72	0,99	1,31
Грунтовая на отвале	0,71	0,85	1,01	1,38	1,84
Грунтовая в карьере	0,9	1,06	1,26	1,71	2,25

Таблица А.6 – Эффективность средств пылеподавления

Вид транспорта	Способ пылеподавления	Оборудование и средство пылеподавления	Эффективность пылеподавления η
Автомобильный транспорт	Гидрообеспыливание автодорог водой	Системы орошения и др. оборудование	0,65 - 0,9*
	Гидрообеспыливание автодорог вяжущими	АВР, УНП-1 и др.	0,9 - 0,98**
Железнодорожный транспорт	Орошение поверхности горной массы в вагонах растворами полиакриламида	Системы орошения и др. оборудование	0,97
	Орошение поверхности горной массы в вагонах латексами		1

*При постоянном поливе автодорог необходимо применять коэффициент 0,9; длительный интервал поливки - 0,65.

**Для грунтовых автодорог протяжённостью до 1 км. - 0,98; свыше 1 км. – 0,9.

Таблица А.7 – Значение площади поверхности железнодорожных вагонов

Тип вагона	Площадь поверхности, м ²
BC-60	33,4
BC-85	38
2BC-105	48,5
BC-145	59,3
ПС-63	34,9
ПС-94	42,9

Таблица А.8 – Зависимость величины K_1 от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	K_1	Скорость ветра, м/с	K_1
До 2 включ.	0	Св. 10 до 12 включ.	2,0
Св. 2 до 3 «	1,0	« 12 « 14 «	2,3
« 3 « 5 «	1,2	« 14 « 16 «	2,6
« 5 « 7 «	1,4	« 16 « 18 «	2,8
« 7 « 10 «	1,7	Св. 18	3,0

Таблица А.9 – Зависимость выделения твердых частиц от влажности материала

Влажность материала, %	K_2	Влажность материала, %	K_2
До 0,5 включ.	1,0	Св. 7,0 до 8,0 включ.	0,4
Св. 0,5 до 1,0 «	0,9	« 8,0 « 9,0 «	0,2
« 1,0 « 3,0 «	0,8	« 9,0 « 10,0 «	0,1
« 3,0 « 5,0 «	0,7	Св. 10,0	0,01
« 5,0 « 7,0 «	0,6		

Таблица А.10 – Зависимость величины K_3 от степени защищенности объекта

Объект	K_3
Склад (хранилище), открытый:	
а) с четырех сторон	1,0
б) с трех сторон	0,5
в) с двух сторон полностью и с двух сторон частично	0,3
г) с двух сторон	0,2
д) с одной стороны	0,1
Загрузочный рукав	0,01
Склад (хранилище), закрытый с четырех сторон	0,005

Таблица А.11 – Характеристика перерабатываемого материала

Наименование материала	Загрязняющее вещество	K ₄
Зола, крошка мраморная	Твердые частицы суммарно	0,0024
Песок		0,0015
Керамзит, огарки, цемент		0,0012
Балласт загрязненный, глина, гнейс, доломит, шлак		0,0010
Гравий, гранит		0,0008
Отсев, пеностекло, песчаник		0,0004
Щебень		0,0001
Клинкер		0,00003
Торфобрикет	Твердые частицы суммарно	0,0008
Торф насыпной		0,0010
Известняк, известь		0,0008
Кокс, уголь каменный и бурый		0,0006
Мергель		0,001
Мел		0,0035
Опилки древесные	Пыль древесная	0,0005

Таблица А.12 – Зависимость выделения твердых частиц от крупности материала

Размер куска, мм	K ₅	Размер куска, мм	K ₅
До 1,0 включ.	1,0	Св. 10 до 50 включ.	0,5
Св. 1,0 до 3,0 «	0,8	« 50 « 100 «	0,4
« 3,0 « 5,0 «	0,7	« 100 « 500 «	0,2
« 5,0 « 10 «	0,6	« 500	0,1

Таблица А.13 – Зависимость выделения твердых частиц от высоты пересыпки

Высота падения материала, м	K ₆	Высота падения материала, м	K ₆
До 0,5 включ.	0,4	Св. 2 до 4 включ.	1,0
Св. 0,5 до 1,0 «	0,5	« 4 « 6 «	1,5
« 1,0 « 1,5 «	0,6	« 6 « 8 «	2,0
« 1,5 « 2,0 «	0,7	« 8	2,5

Приложение Б
(справочное)

Таблица Б.1 – Продолжительность выбросов при розжиге вращающихся печей

Типоразмер печи, м	Среднегодовое количество розжигов	Продолжительность выброса, ч		
		азота оксидов и углерода оксида	серы диоксида	твердых частиц при отключенных электрофильтрах
Сухой способ				
Ø 4,0×60	6	72	6	8
Ø 4,5×80	6	84	10	10
Ø 5,0×100	6	96	14	12
Мокрый способ				
Ø (3-4)×(100-150)	5	56	6	10
Ø 4,0×150	5	62	8	11
Ø 4,5×170	5	68	10	12
Ø 5,0×170	5	74	12	14
Ø 5,0×185	5	80	14	16
Примечание – при наличии оборудования отличного от приведенного в таблице использовать значения для подобного, исходя из укрупнённых данных				

Таблица Б.2 – Содержание оксидов азота в пересчете на диоксид азота (NO₂) в дымовых газах в эксплуатационных режимах при нормальных условиях, мг/нм³

Тип агрегата	Способ производ- ства	Вид топлива	Концентрация кислорода, %				
			8	9	10	11	12
Вращающаяся печь Ø <4 м	мокрый	газ	354	327	300	273	245
		мазут	473	436	400	364	327
		уголь	708	654	600	546	492
Вращающаяся печь Ø ≥4 м	мокрый	газ	590	545	500	454	409
		мазут	708	654	600	545	492
		уголь	885	818	700	682	614
Вращающаяся печь с запечным циклонным теплообменником без утилизации тепла отходящих газов	сухой	газ	472	436	400	364	327
		мазут	472	436	400	364	327
		уголь	590	545	500	454	409
Вращающаяся печь с запечным циклонным теплообменником с утилизацией тепла отходящих газов	сухой	газ	354	327	300	273	245
		мазут	354	327	300	273	245
		уголь	472	436	400	364	327
Вращающаяся печь с конвейерным кальцинатором	сухой	газ	914	872	800	727	654
Вращающаяся печь с запечным циклонным теплообменником и декарбонизатором	сухой	газ	236	218	200	182	163
Сушильные барабаны, мельницы с одновременной сушкой	мокрый, сухой	газ	1,2	1,1	1	0,9	0,8
		мазут	3,5	3,2	3	2,7	2,4
		уголь	5,9	5,4	5	4,5	4,1

Таблица Б.3 – Значения доли диоксида серы, связываемой летучей золой топлива, при факельном сжигании различных видов топлива

Наименование и вид топлива	η_{SO_2}
Экибастузский уголь	0,02
Березовские угли Канско-Ачинского бассейна	0,5
Прочие угли Канско-Ачинского бассейна	0,2
Прочие угли (в т.ч. Карагандинский, Майкубенский, Тургайский и др.)	0,1
Мазут и другие жидкие топлива	0,02
Газ (все виды)	0,0
Сланцы эстонские и ленинградские	0,8
Прочие сланцы	0,5
Торф кусковой	0,15

Приложение В
(обязательное)

Нормы выбросов загрязняющих веществ

Таблица В.1 – Нормы выбросов загрязняющих веществ при использовании (сжигании) отходов для производства цемента и извести, мг/м³

Загрязняющее вещество	Нормы выбросов загрязняющих веществ
Твердые частицы (PM)	30
Гидрохлорид (водорода хлорид) (HCl)	10
Гидрофторид (HF)	1
Азота оксиды в пересчете на диоксид азота (NO ₂)	800 (для установок, введенных в эксплуатацию до 01.01.2013 г.) 500 (для установок, введенных в эксплуатацию после 01.01.2013 г.) 500 с 01.01.2030 г. (для установок, введенных в эксплуатацию до 01.01.2013 г.)
Кадмий и таллий (Cd+Tl)	0,05
Ртуть (Hg)	0,05
Сурьма и мышьяк и свинец и хром и кобальт и медь и марганец и никель и ванадий (оксиды в том числе) (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V)	0,5
Серы диоксид (SO ₂)	50
Общий органический углерод (TOC)	10
Полихлорированные дибензо-диоксины и полихлорированные дибензо-фураны (ПХДД и ПХДФ)	0,1
Примечания: 1. Значения указаны в отходящих дымовых газах при нормальных условиях (температура 273 К, давление 101,3 кПа) в пересчете на сухой газ при содержании кислорода в дымовых газах 10% (коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,91$) 2. Значения полихлорированных дибензо-диоксинов и полихлорированных дибензо-фуранов приведены в нг/м ³ 3. В случае использования в установке для производства извести и цементного клинкера отходов, датой ввода установки в эксплуатацию считается дата начала использования отходов	

Таблица В.2 – Нормы выбросов загрязняющих веществ при использовании (сжигании) газообразного топлива для производства цемента и извести, мг/м³

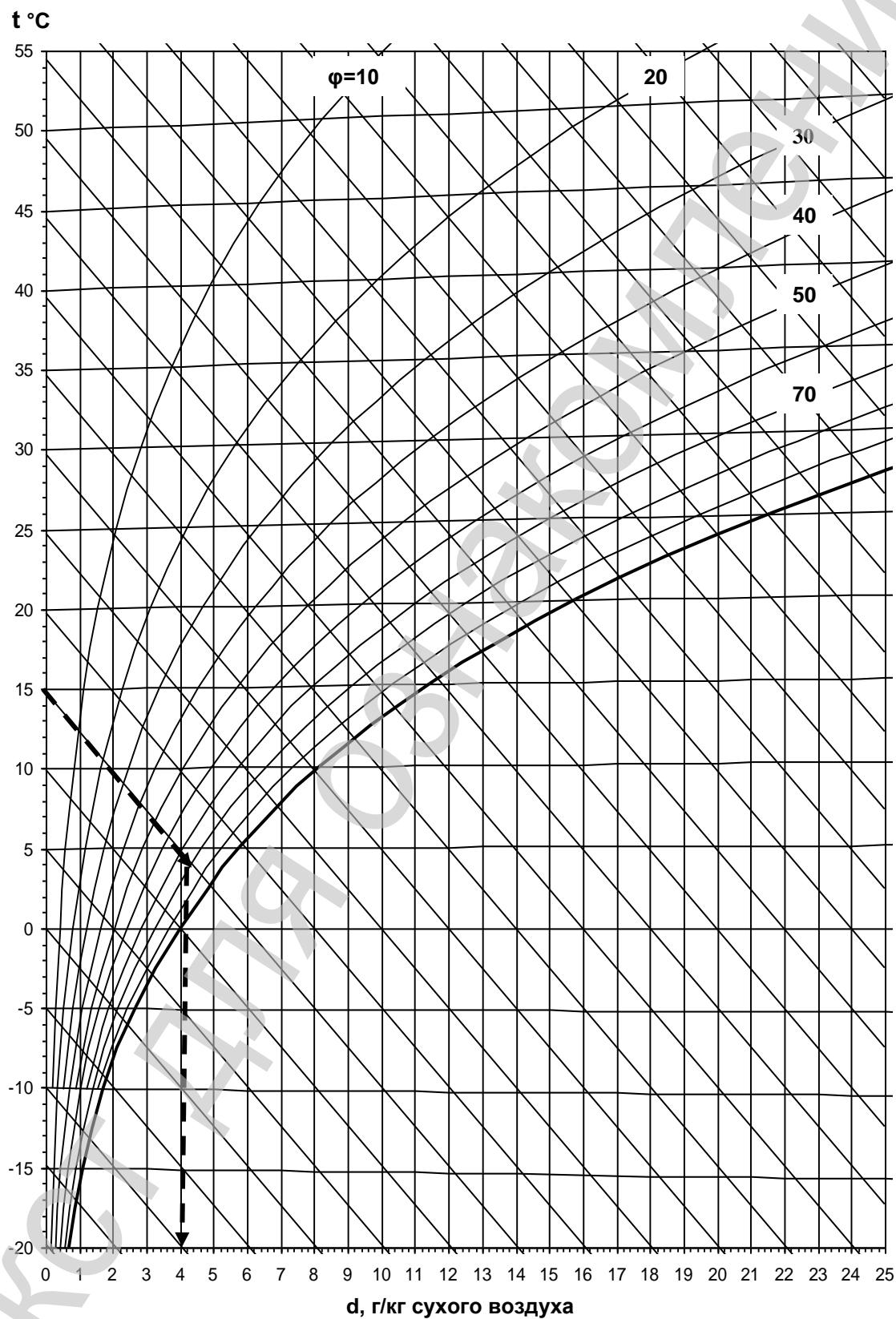
Загрязняющее вещество	Нормы выбросов загрязняющих веществ
Твердые частицы (PM)	50
Азота оксиды в пересчете на диоксид азота (NO ₂)	800 (установки для производства извести и цементного клинкера во вращающихся печах мощностью менее или равной 500 тонн/сутки или в других печах мощностью менее или равной 50 тонн/сутки) 500 (установки для производства извести и цементного клинкера во вращающихся печах мощностью более 500 тонн/сутки или в других печах мощностью более 50 тонн/сутки)
Примечания: 1. Значения указаны в отходящих дымовых газах при нормальных условиях (температура 273 К, давление 101,3 кПа) в пересчете на сухой газ при содержании кислорода в дымовых газах 10% (коэффициент избытка воздуха $\alpha=1,91$) 2. Мощность установок однозначно определяется количеством установленных печных агрегатов. В ситуации, когда выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от нескольких печных агрегатов осуществляются в общую дымовую трубу, нормы выбросов загрязняющих веществ для таких источников выбросов устанавливаются как для установки мощностью равной сумме мощностей каждого печного агрегата, подключенного к общей дымовой трубе	

Таблица В.3 – Нормы выбросов загрязняющих веществ при использовании (сжигании) твердых и жидких видов топлива для производства цемента и извести, мг/м³

Загрязняющее вещество	Нормы выбросов загрязняющих веществ
Твердые частицы (PM)	50 (установки для производства извести и цементного клинкера мощностью менее или равной 50 тонн/сутки, вращающиеся печи мощностью менее или равной 500 тонн/сутки, печи для обжига извести, используемые в целлюлозной промышленности) 30 (установки для производства извести мощностью более 50 тонн/сутки, за исключением печей для обжига извести, используемых в целлюлозной промышленности) 20 (установки для производства цементного клинкера во вращающихся печах мощностью более 500 тонн/сутки или в других печах мощностью более 50 тонн/сутки)
Азота оксиды в пересчете на диоксид азота (NO ₂)	800 (для установок, введенных в эксплуатацию до 01.01.2013 г., а также для вращающихся печей с кальцинаторной решеткой и длинных вращающихся печей, в которых не кальцинируется никаких отходов) 500 (для установок, введенных в эксплуатацию после 01.01.2013 г.) 500 с 01.01.2020 г. (для установок, введенных в эксплуатацию до 01.01.1995 г.) 500 с 01.01.2030 г. (для установок, введенных в эксплуатацию с 01.01.1995 г. по 01.01.2013 г.)
Тяжелые металлы, включая кадмий, таллий, ртуть, сурьму, мышьяк, свинец, хром, кобальт, медь, марганец, никель, ванадий и их оксиды	0,5
Серы диоксид (SO ₂)	50
<p>Примечания:</p> <p>1. Значения указаны в отходящих дымовых газах при нормальных условиях (температура 273 К, давление 101,3 кПа) в пересчете на сухой газ при содержании кислорода в дымовых газах 10% (коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,91$)</p> <p>2. В случае использования в установке для производства извести и цементного клинкера твердых или жидких видов топлива, датой ввода установки в эксплуатацию считается дата начала использования твердого или жидкого видов топлива</p> <p>2. Мощность установок однозначно определяется количеством установленных печных агрегатов. В ситуации, когда выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от нескольких печных агрегатов осуществляются в общую дымовую трубу, нормы выбросов загрязняющих веществ для таких источников выбросов устанавливаются как для установки мощностью равной сумме мощностей каждого печного агрегата, подключенного к общей дымовой трубе</p>	

Приложение Г
(справочное)

Рисунок – Г.1 - Психрометрическая диаграмма состояний влажного воздуха



Атмосферное давление: 102,3 кПа
Макс. допустимая влажность: 98 %

Пересчет твёрдого топлива в различные состояния

Различают следующие состояния топлива:

1. Рабочее (A^r) – состояние топлива с таким содержанием общей влаги и зольностью, с которой оно добывается, отгружается или используется.
2. Сухое (A^d) – состояние топлива, не содержащего общей влаги (кроме гидратной).
3. Сухое беззольное (A^{daf}) – условное состояние топлива, не содержащего общей влаги и золы.

Состав топлива можно пересчитать из одного состояния в другое с помощью пересчетных коэффициентов. Формулы для расчета наиболее часто используемых пересчетных коэффициентов приведены в таблице Б1.

Таблица Г.2 – Пересчет состава

Исходное состояние топлива	Пересчет в состояние топлива		
	рабочее (A^r)	сухое (A^d)	сухое беззольное (A^{daf})
Рабочее (A^r)	1	$\frac{100}{100 - W^r}$	$\frac{100}{100 - (W^r + A^r)}$
Сухое (A^d)	$\frac{100 - W^r}{100}$	1	$\frac{100}{100 - A^d}$
Сухое беззольное (A^{daf})	$\frac{100 - (W^r + A^r)}{100}$	$\frac{100 - A^d}{100}$	1

$$A^d = A^r \times \frac{100 - W^r}{100}$$

Приложение Д (справочное)

Примеры расчета выбросов загрязняющих веществ

Пример Д.1 Расчет объема и состава отходящих газов от вращающейся печи (сухой способ).

Исходные данные:

Количество ГТУ (газотурбинная установка) – 2 шт.;

Расход природного газа (на одну установку) ГТУ – 4300 м³/ч;

Количество топок – 2 шт.;

Расход природного газа на каждую топку – 900 м³/ч;

Производительность печного агрегата 3,6х110 м – 25 т кл/ч;

Расход угля на обжиг в печи 3,6х110 м – 4 800 кг/ч;

Производительность печного агрегата 4,5х80 м – 125 т кл/ч;

Расход угля на обжиг в печной агрегат – 16 200 кг/ч;

Расход шины и покрышки пневматических резиновых, бывших в употреблении – 1100 кг/ч;

Возвратный пылеунос – 4 000 кг/ч;

Подача сырьевой муки – 237 000 кг/ч;

Потери при прокаливании сырьевой смеси – 35,45 %;

Потери при прокаливании клинкера – 0,5 %;

Содержание Al₂O₃ в сырьевой муке – 3,22 %;

Влажность сырьевой муки – 0,7 %;

Содержание кислорода в отходящих сухих газах при н.у. – 13,5 % об.

Расчет процесса горения шин и покрышек пневматических резиновых, бывших в употреблении.

Общий элементарный состав шин, % масс.: C^r – 75,06; H^r – 6,95; S^r – 1,77; N^r – 0,85; O^r – 4,96; A^r – 10,14.

Выход углекислого газа по (26):

$$V_{CO_2} = 0,01866 \cdot 75,06 = 1,401 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Выход оксида серы (IV) по (28):

$$V_{SO_2} = 0,007 \cdot 1,77 = 0,001 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Теоретический расход воздуха необходимый для сгорания 1 кг топлива по (32):

$$V_B^O = 0,0889 \cdot (75,06 + 0,375 \cdot 1,77) + 0,265 \cdot 6,95 - 0,0333 \cdot 4,96 = 8,408 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Выход азота по (30):

$$V_{N_2} = 0,01 \cdot (0,8 \cdot 0,85 + 79 \cdot 8,408) = 6,729 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Расчет процесса горения природного газа.

Состав природного газа, % об.: CH₄ – 98,233; C₂H₆ – 0,674; C₃H₈ – 0,185; C₄H₁₀ – 0,053; C₅H₁₂ – 0,007; C₆H₁₄ – 0,001; CO₂ – 0,026; N₂ – 0,815; O₂ – 0,006.

Выход углекислого газа по (25)

$$V_{CO_2} = 0,01 \cdot (0,026 + 0 + \sum (1 \cdot 98,233 + 2 \cdot 0,674 + 3 \cdot 0,185 + 4 \cdot 0,053 + 5 \cdot 0,007 + 6 \cdot 0,001)) = 1,004 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

Выход оксида серы (IV) по (27):

$$V_{SO_2} = 0,01 \cdot 0 = 0 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Теоретический расход воздуха необходимый для сгорания 1 кг топлива по (31):

$$V_B^O = 0,0476 \cdot \left(0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 1,5 \cdot 0 + \sum \left(\left(1 + \frac{4}{4} \right) \cdot 98,233 + \left(2 + \frac{6}{4} \right) \cdot 0,674 + \left(3 + \frac{8}{4} \right) \cdot 0,185 + \left(4 + \frac{10}{4} \right) \cdot 0,053 + \left(5 + \frac{12}{4} \right) \cdot 0,007 + \left(6 + \frac{14}{4} \right) \cdot 0,001 \right) - 0,006 \right) = 9,527 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

Выход азота по (29):

$$V_{N_2} = 0,01 \cdot (0,815 + 79 \cdot 9,527) = 7,534 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

Расчет процессов горения пылеугольного топлива.

Состав пылеугольного топлива, % масс.: C^r – 71,85; H^r – 3,01; S^r – 0,37; N^r – 1,86; O^r – 6,01; A^r – 18,71; W^r – 1,00.

Расчет проводится аналогично, как и для шин и покрышек пневматических резиновых, бывших в употреблении.

$$V_{CO_2} = 0,01866 \cdot 71,85 = 1,341 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

$$V_{SO_2} = 0,007 \cdot 0,37 = 0,003 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

$$V_B^O = 0,0889 \cdot (71,85 + 0,375 \cdot 0,37) + 0,265 \cdot 3,01 - 0,0333 \cdot 6,01 = 6,997 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

$$V_{N_2} = 0,01 \cdot (0,8 \cdot 1,86 + 79 \cdot 6,997) = 5,542 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

Выход продуктов сгорания из печного агрегата определяется по формуле (24):

Исходя из исходных данных:

расход шин 1100 кг/час

расход природного газа $4300 \cdot 2 + 900 \cdot 2 = 10400 \text{ м}^3 / \text{час}$

расход угля $16200 + 4800 = 21000 \text{ кг/час}$

$$V_{og} = \sum_{i=1}^n [(1,401 + 0,001 + 6,729) \cdot 1100 + (1,004 + 0 + 7,534) \cdot 10400 + (1,341 + 0,003 + 5,542) \cdot 21000] = 242345 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

Действительный расход сухого сырья по формуле (35), кг/ч:

$$G_D^C = (237000 - 4000) \cdot \frac{100 - 0,7}{100} \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 230212 \text{ кг/ч}$$

Содержание CO₂ в сухом сырье (36):

$$CO_2^C = 35,45 - 0,35 \cdot 3,22 = 34,32 \text{ \%}$$

Количество технологического CO₂ по формуле (33):

$$V_{CO_2}^{teh} = 230212 \cdot \frac{34,32}{100 \cdot 1,964} = 40228 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Количество подсосов сухого воздуха по тракту в соответствии с (37):

$$V_{pod} = (242345 + 40228) \cdot \frac{13,5}{21 - 13,5} = 508631 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Фактический объем сухих дымовых газов, приведенный к нормальным условиям и 10 % содержанию кислорода, составит (23):

$$V_{og}^{pr} = (242345 + 40228 + 508631) \cdot \frac{21 - 13,5}{11} = 539457 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Пример Д.2 Расчет выбросов загрязняющих веществ при обжиге во вращающихся печах.

Исходные данные:

Отходящие дымовые газы, пройдя параллельно три электрофильтра, попадают в дымовую трубу. Расчеты ведутся на основании инструментальных замеров.

Время работы печного агрегата – 8000 ч/год.

Температура отходящих газов – 150 °С

Сумма $P_b \pm \Delta P$ равна 101,3 кПа

Место замера – газопроводы от электрофильтров №1, №2 и №3.

Объем отходящих сухих газов, приведенный к н.у. $\text{м}^3/\text{ч}$:

- электрофильтр №1 – 300 000;

- электрофильтр №2 – 270 000;

- электрофильтр №3 – 290 000.

Влажность отходящих газов, % об. – 14.

Средняя концентрация кислорода в сухих отходящих газах, % об.:

- электрофильтр №1 – 17;

- электрофильтр №2 – 16;

- электрофильтр №3 – 17.

Средняя концентрация оксидов азота (NO_x), ppm:

- электрофильтр №1 – 23;

- электрофильтр №2 – 26;

- электрофильтр №3 – 25.

Средняя запыленность отходящих газов, $\text{мг}/\text{м}^3$:

- электрофильтр №1 – 85;

- электрофильтр №2 – 75;

- электрофильтр №3 – 80.

Средняя концентрация CO, ppm:

- электрофильтр №1 – 114;

- электрофильтр №2 – 116;

- электрофильтр №3 – 115.

Расчет:

Концентрация твердых частиц в отходящих газах приведенная к сухим газам и 10 % содержанию кислорода определяется по формуле (48):

-электрофильтр №1

$$C_{10} = 85 \cdot \frac{11}{21-17} = 233,75 \text{ мг}/\text{м}^3,$$

-электрофильтр №2

$$C_{10} = 75 \cdot \frac{11}{21-16} = 165,00 \text{ мг}/\text{м}^3,$$

-электрофильтр №3

$$C_{10} = 80 \cdot \frac{11}{21-17} = 220,00 \text{ мг}/\text{м}^3.$$

Концентрация NO_2 в отходящих газах приведенная к сухим газам и 10 % содержанию кислорода определяется по формуле (50):

-электрофильтр №1

$$C_{10} = (23 \cdot 0,8 + 23 \cdot 0,05) \cdot 2,05 \cdot \frac{11}{21-17} = 110,2 \text{ мг}/\text{м}^3,$$

-электрофильтр №2

$$C_{10} = (26 \cdot 0,8 + 26 \cdot 0,05) \cdot 2,05 \cdot \frac{11}{21-16} = 99,7 \text{ мг}/\text{м}^3,$$

-электрофильтр №3

$$C_{10} = (25 \cdot 0,8 + 25 \cdot 0,05) \cdot 2,05 \cdot \frac{11}{21-17} = 119,8 \text{ мг/м}^3,$$

Концентрация СО в отходящих газах приведенная к сухим газам и 10 % содержанию кислорода определяется по формуле (49):

-электрофильтр №1

$$C_{10} = 114 \cdot 1,25 \cdot \frac{11}{21-17} = 391,87 \text{ мг/м}^3,$$

-электрофильтр №2

$$C_{10} = 116 \cdot 1,25 \cdot \frac{11}{21-16} = 319,00 \text{ мг/м}^3,$$

-электрофильтр №3

$$C_{10} = 115 \cdot 1,25 \cdot \frac{11}{21-17} = 395,31 \text{ мг/м}^3.$$

Объем сухих отходящих газов, приведенный к 10 % содержанию кислорода, составляет (22):

-электрофильтр №1

$$V_{og}^{pr} = 300000 \cdot \frac{21-17}{11} = 109090 \text{ м}^3/\text{ч},$$

-электрофильтр №2

$$V_{og}^{pr} = 270000 \cdot \frac{21-16}{11} = 122727 \text{ м}^3/\text{ч},$$

-электрофильтр №3

$$V_{og}^{pr} = 290000 \cdot \frac{21-17}{11} = 105454 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суммарный расход сухих отходящих газов приведенных к 10 % содержанию кислорода:

$$V_{og}^{pr} = 109090 + 122727 + 105454 = 337271 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Концентрация твердых частиц в дымовой трубе:

$$C_{10pm} = \frac{233,75 \cdot 109090 + 165,00 \cdot 122727 + 220,00 \cdot 105454}{337271} = 204,43 \text{ мг/м}^3.$$

Концентрация NO₂ в дымовой трубе:

$$C_{10NO2} = \frac{110,2 \cdot 109090 + 99,7 \cdot 122727 + 119,8 \cdot 105454}{337271} = 109,38 \text{ мг/м}^3.$$

Концентрация СО в дымовой трубе:

$$C_{10CO} = \frac{391,87 \cdot 109090 + 319,00 \cdot 122727 + 395,31 \cdot 105454}{337271} = 366,42 \text{ мг/м}^3.$$

Валовой выброс твердых частиц, СО, NO_x определяется по формуле (59):

$$G_{pm} = 10^{-9} \cdot 204,43 \cdot 8000 \cdot 337271 = 551,586 \text{ т/год},$$

$$G_{NO2} = 10^{-9} \cdot 109,38 \cdot 8000 \cdot 337271 = 295,125 \text{ т/год},$$

$$G_{CO} = 10^{-9} \cdot 366,42 \cdot 8000 \cdot 337271 = 988,663 \text{ т/год}.$$

Валовой выброс SO₂ равен нулю, так как второй член в формуле (62) больше первого.

Библиография

- [1] Ведомственные нормы технологического проектирования цементных заводов. ВНТП 06-91. Концерн "Цемент" Санкт-Петербург. 1991 г.
- [2] Временные методические указания по расчёту выбросов загрязняющих веществ предприятиями деревообрабатывающей промышленности» г. Петрозаводск, 1992 г.
- [3] Руководящий документ РД РБ 0212.5-2002. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при использовании лакокрасочных материалов Утвержден постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 28.05.2002 г. № 11
- [4] Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров 0212.1-97 Утверждены приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 03.06.1997 N 126
- [5] Отраслевая методика расчёта количества отходящих, уловленных и выбрасываемых в атмосферу вредных веществ предприятиями по добыче угля. г. Пермь, 2003
- [6] Методика расчёта вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей). Люберцы, 1999
- [7] Методика расчёта вредных выбросов (сбросов) и оценки экологического ущерба при эксплуатации различных видов карьерного транспорта. Москва, 1994
- [8] Лисиенко В.Г., Щёлоков Я. М., Ладыгичев М. Г. Вращающиеся печи: теплотехника, управление и экология; Справочное издание в 2-х книгах. Книга 2/Под ред. В. Г. Лисиенко.– М.: Теплотехник, 2004.– 592 с.
- [9] Тепловой расчёт котельных агрегатов (нормативный метод) 2-е изд. Переработанное/под ред. Кузнецова Н.В., Митора В.В., Дубовского И.Е., Карасиной Э.С.- М.: Энергия, 1973 г. – 296 с., ил.
- [10] Дуда В. Цемент/Пер. с нем. Е. Ш. Фельдмана; Под ред. Б. Э. Юдовича.–М.: Стройиздат, 1981.– 464 с., ил.
- [11] Методика выполнения измерений МВИ. МН 1003-2007 Методика выполнения измерений концентраций и выбросов загрязняющих веществ, скорости газов, температуры, влажности, давления электронными переносными приборами
- [12] Отраслевая методика учёта выбросов в атмосферу при розжиге вращающихся печей. г. Санкт-Петербург, 2003
- [13] Методика расчёта выбросов в атмосферу при розжиге цементных вращающихся печей. г. Санкт-Петербург, 1992