ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 55836— 2013

Ресурсосбережение

НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Обработка остатков, образующихся при сжигании отходов

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательским центр стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ» (ФГУП «ВНИЦСМВ») совместно с Закрытым акционерным обществом «Инновационный экологический фонд» (ЗАО «ИНЭКО»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации 349 «Обращение с отходами»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1773-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Сентябрь 2019 г.

6 В настоящем стандарте реализованы положения Справочника ЕС по наилучшим доступным технологиям «Европейская комиссия. Комплексное предупреждение и контроль загрязнений. Справочное руководство по наилучшим доступным технологиям. Сжигание отходов. Август 2006 г.» («European Commission. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Incineration. August 2006»)

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2014, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Введение

Основное назначение настоящего стандарта заключается в повышении степени соответствия производимой продукции ее назначению на последней стадии жизненного цикла (при превращении в отходы) и на этапах ее технологического цикла; устранении технических барьеров в торговле на мировом, региональных и внутреннем рынках.

Объектом стандартизации является ресурсосбережение.

Предметом стандартизации является методология применения наилучших доступных технологий при обращении с отходами. Подходы и методы, включенные в настоящий стандарт, представляют собой наилучшие доступные технологии, пригодные к практическому внедрению и обеспечивающие высокий уровень защиты окружающей среды

Аспектом стандартизации является обработка остатков, образующихся при сжигании отходов.

Настоящий стандарт устанавливает целе-экологические (целевые экологические), социально-организационные, ресурсно-логистические и производственно-технологические стратегии деятельности при экологически ориентированном управлении отходами с учетом контроля качества отходов, поступающих на мусоросжигательные установки.

В настоящее время в большинстве стран сжигание используется при уничтожении различных видов отходов и является только частью комплексной системы обращения с отходами, направленной на ликвидацию отходов, образующихся в процессе жизнедеятельности человека.

Быстрое технологическое развитие, наблюдаемое в течение последних 10—15 лет, оказало влияние и на развитие сектора сжигания отходов. Большинство изменений было связано с развитием законодательной базы для регламентации промышленной деятельности, что повлекло за собой, в частности, необходимость сокращения выбросов в атмосферу, образующихся в результате работы отдельных промышленных установок. Оптимизация технологических процессов — процесс непрерывный. Так, например, в настоящее время для сжигания отходов разрабатываются технологии с улучшенными экономическими (более низкая стоимость по сравнению с традиционными) и экологическими (более высокая экологическая результативность) характеристиками.

Основными целями сжигания отходов (как и большинства других методов обработки отходов) [1] являются:

- сокращение объема отходов;
- снижение их опасности для окружающей среды, что осуществляется с помощью улавливания (и, соответственно, концентрирования) или деструкции потенциально опасных веществ;
- получение энергии.

Несмотря на то что в подходах, используемых при сжигании отходов, имеются существенные различия, можно произвести следующее условное деление:

- сжигание смешанных и практически необработанных бытовых отходов. Иногда применяется совместное сжигание таких отходов с промышленными отходами;
- сжигание бытовых и/или других отходов, которые были предварительно подготовлены к сжиганию, то есть подверглись раздельному сбору и дополнительной предварительной обработке в целях повышения их теплотворной способности;
- сжигание опасных отходов на специализированных установках;
- сжигание осадков сточных вод на специализированных установках или совместно с другими отходами, например бытовыми;
- сжигание медицинских отходов на специализированных установках.

Методы, включенные в настоящий стандарт, представляют собой существующие наилучшие в экологическом плане, доступные экономически технологии, пригодные для практического внедрения и обеспечивающие высокий уровень защиты окружающей среды.

В настоящий стандарт могут вноситься изменения и дополнения, что связано с достижениями научно-технического прогресса и появлением новых подходов и технологий в области обращения с отходами.

Настоящий стандарт соответствует законодательству Российской Федерации. При его разработке учтены положения Федеральных законов от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», модельного закона «Об отходах производства и потребления», принятого постановлением № 29-15 Межпарламентской ассамблеи государств — участников СНГ от 30 октября 2007 г., а также нормы международных конвенций, к которым присоединилась Российская Федерация.

Настоящий стандарт подготовлен на основе применения положений Справочника ЕС [1], Директивы ЕС [2] и материалов [3].

Настоящий стандарт структурирован следующим образом: вначале (раздел 4) установлены стратегические требования по экологически состоятельному обращению с отходами (целевые экологические стратегии или целе-экологические стратегии), затем (раздел 5) установлены социально-организационные стратегии, после чего в разделе 6 установлены ресурсно-логистические стратегии деятельности, за которым в разделе 7 установлены производственно-технологические стратегии деятельности [10]. В разделе 8 рассматриваются проблемы, связанные со сжиганием первичных отходов.

Такая структура позволяет использовать «Модель «Стратегии и наилучшие доступные технологии (НДТ)» (рисунок 1), охватив в настоящем стандарте все четыре блока стратегий (производственно-технологических в техносфере, идентификационно-ресурсных в ресурсосфере, социально-экономических в социосфере и целе-экологических в экосфере). Эти четыре блока стратегий являются «рамочными» стратегическими ограничениями (ГОСТ Р 51750) любой хозяйственной деятельности, при одновременном учете способствующими обеспечению ее устойчивости.



Рисунок 1 — Модель «Стратегии и наилучшие доступные технологии (НДТ)»

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ресурсосбережение

НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Обработка остатков, образующихся при сжигании отходов

Resources saving.
Best available techniques for the solid residue treatment

Дата введения — 2015—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основные положения по стратегиям хозяйственной деятельности, направленным на безопасную ликвидацию твердых остатков, образующихся при сжигании отходов с применением наилучших доступных технологий.

Настоящий стандарт не распространяется на способы захоронения твердых опасных остатков.

Положения, установленные в настоящем стандарте, предназначены, для применения в нормативно-правовой, нормативной, технической и проектно-конструкторской документации, а также в научно-технической, учебной и справочной литературе применительно к процессам вовлечения отходов в хозяйственный оборот, обеспечивая при этом защиту окружающей среды и здоровья людей.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО 14050 Менеджмент окружающей среды. Словарь

ГОСТ Р 51750 Энергосбережение. Методика определения энергоемкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах. Общие положения

ГОСТ Р 52104 Ресурсосбережение. Термины и определения

ГОСТ Р 54097[1)] Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации

ГОСТ Р 54098 Ресурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

[1)] Действует ГОСТ 33570—2015 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методология идентификации. Зарубежный опыт».

Издание официальное

3 Термины и определения

3.1 В настоящем стандарте применены термины и определения по ГОСТ Р ИСО 14050, ГОСТ Р 52104, ГОСТ Р 54097, ГОСТ Р 54098, включая следующие термины и определения:

3.1.1 **твердые остатки (вторичные отходы):** Вещества и материалы, остающиеся в мусоросжигательных печах после сжигания первичных (исходных) отходов.

3.1.2 **первичные (исходные) отходы:** Отходы, поступающие в мусоросжигательную печь.

3.1.3

организованный промышленный выброс: Промышленный выброс, поступающий в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздуховоды и трубы.

[ГОСТ 17.2-1.04—77, статья 27]

3.1.4

неорганизованный промышленный выброс: Промышленный выброс, поступающий в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта.

[ГОСТ 17.2-1.04—77, статья 28]

Примечание — Неорганизованные выбросы означают не предусмотренные заранее и не предотвращенные выбросы в атмосферу сырья и/или продуктов промышленных процессов, не прошедших через фильтры или контрольные механизмы, предназначенные для предотвращения или сокращения этих выбросов либо для полной или частичной очистки их от опасных примесей перед сбросом в окружающую среду.

4 Целе-экологические стратегии деятельности

4.1 Потенциальные негативные воздействия на окружающую среду, которые следует учитывать при сжигании первичных отходов, можно классифицировать следующим образом:

- выбросы в атмосферу;
- сбросы в водные объекты;
- образование технологических остатков после сжигания;
- шум и вибрация;
- потребление и производство энергии;
- потребление сырья (включая воду и реагенты);
- образование летучих нестойких выбросов в местах хранения отходов;
- нештатные ситуации при хранении и погрузочно-разгрузочных работах по обработке опасных отходов.

4.2 Основные выявленные риски, подлежащие целевому учету при сжигании первичных отходов и оказывающие влияние на состав образующихся твердых остатков, включают в себя:

- высокие уровни содержания в первичных отходах: тяжелых металлов и их соединений; хлора и его соединений; серы и ее соединений; йода и его соединений; брома и его соединений, что приводит к повышению их концентраций в дымовых газах и образующихся вторичных отходах;
- значительные колебания влажности и теплоты сгорания первичных отходов, что приводит к неравномерности сгорания отходов;
- наличие крупногабаритных предметов, блокирующих систему подачи первичных отходов, что приводит к перерывам в нормальной эксплуатации системы и др.

4.3 Первичные мероприятия для улучшения качества образующихся твердых остатков включают оптимизацию управления процессом горения в целях:

- гарантирования высокого выгорания соединений углерода;
- содействия испарению из слоя топлива тяжелых металлов, например ртути и кадмия;
- фиксации литофильных элементов в золошлаковых отходах в целях снижения их выщелачиваемости.

4.4 Вторичные мероприятия для улучшения качества образующихся твердых остатков включают:

- уменьшение размера частиц для упрощения извлечения металлов из твердых остатков и повышения технической ценности твердых остатков;
- извлечение черных и цветных металлов, которые могут быть переработаны в металлургической промышленности;

- промывку твердых остатков для удаления растворимых солей;
- выдерживание в течение определенного периода времени в целях стабилизации структуры и снижения химической активности твердых остатков;
- обработку твердых остатков с гидравлическим или углеводородным связующим для повторного использования в дорожном строительстве;
- термическую обработку твердых остатков в целях остекловывания инертных металлов.

4.5 Термическая обработка твердых остатков в большинстве случаев приводит к образованию более однородного плотного продукта с меньшей выщелачиваемостью. Остекловывание также способствует физическому удержанию загрязняющих веществ в остеклованной массе.

Энергопотребление подобной обработки остатков, как правило, является очень высоким. В некоторых случаях плавление твердых остатков производится в рамках основного технологического процесса сжигания первичных отходов посредством использования более высоких температур на стадии сжигания. В таких случаях энергопотребление будет частично покрываться за счет использования тепловой энергии дымовых газов, и потребность во внешних источниках энергии может быть сокращена.

4.6 Дымовые газы, образующиеся при термической обработке твердых остатков, могут содержать высокий уровень загрязняющих веществ, например оксиды азота, органический углерод, оксиды серы, пыль, тяжелые металлы и др., что требует дополнительной очистки дымовых газов.

Высокая концентрация солей в твердых остатках, образовавшихся в системе очистки дымовых газов, может стать причиной коррозии оборудования, используемого при очистке этих дымовых газов.

Спекание не рекомендуется использовать как специальный метод обработки твердых остатков, образовавшихся в системе очистки дымовых газов, хотя некоторые комбинированные виды обработки включают и его.

5 Социально-организационные стратегии деятельности

5.1 Координация деятельности с поставщиками отходов

5.1.1 Координация деятельности с поставщиками отходов необходима для улучшения входного контроля качества отходов и снижения рисков. Данный подход применим для всех мусоросжигательных заводов, однако наиболее полезен для тех из них, которые из различных источников получают отходы, обладающие различающимися или трудноконтролируемыми характеристиками.

5.2 На всех объектах для сжигания отходов, включая опасные, в качестве важного элемента рассматривают программы обучения персонала технике безопасности в целях:

- предотвращения взрыво- и пожароопасной ситуации;
- оптимизации процессов тушения пожаров,
- снижения рисков во время транспортирования и оценки качества первичных отходов и остатков/отходов, образующихся при сжигании.

5.3 В качестве НДТ рассматриваются введение и поддержка систем экологического менеджмента.

5.4 Мероприятия, способствующие обеспечению системы НДТ:

- исследование и оценка процесса менеджмента и процедуры аудита аккредитованным органом по сертификации или внешним верификатором систем экологического менеджмента;
- подготовка и публикация (и, возможно, внешняя валидация) регулярного экологического отчета, в котором приводятся все существенные воздействия объекта на окружающую среду и проводится ежегодное сравнение с экологическими целями и задачами, а также отраслевыми индексами;
- внедрение международных систем экологического менеджмента и аудита.

6 Ресурсно-логистические стратегии деятельности

6.1 Твердые остатки, образующиеся при сжигании отходов

6.1.1 Сжигание первичных отходов приводит к образованию различных видов твердых остатков, некоторые из которых могут найти применение.

6.1.2 Образующиеся твердые остатки можно разделить на две категории:

- остатки, образующиеся непосредственно в результате процесса сжигания отходов в мусоросжигательной печи: золошлаковые отходы; топочная зола, собираемая в топках и зачастую обрабатываемая совместно с летучей золой;
- остатки, образующиеся в системе газоочистки: летучая зола, собираемая на этапе пылеудаления.

6.1.3 Остатки, образующиеся на современных мусоросжигательных установках, как правило, соответствуют экологическим и технологическим требованиям по установленным параметрам качества.

Методы дополнительной обработки твердых остатков обычно направлены на оптимизацию одного или нескольких их параметров для того, чтобы приблизить качественные характеристики отходов к характеристикам первичных строительных материалов.

6.1.4 Обработка остатков в целях дальнейшего вторичного их использования преимущественно применяется при обращении с золошлаковыми отходами, образующимися при сжигании бытовых отходов, что объясняется большим объемом образования таких отходов, их менее опасными свойствами и более низкой выщелачиваемостью по сравнению с отходами, образующимися при сжигании, например, опасных отходов.

6.1.5 Высокое содержание минеральных веществ в золошлаковых отходах может обеспечить их потенциальную пригодность для использования в дорожном строительстве и в качестве строительных материалов в случае соответствия отходов комплексу экологических и технологических критериев. Это требует оптимизации качества золошлаковых отходов посредством реализации первичных или вторичных мероприятий. К значимым параметрам качества относятся:

- выщелачивание металлов;
- содержание солей;
- размер частиц и распределение их по размерам;
- реакционная способность (химическая активность) минеральных веществ;
- степень выгорания.

6.1.6 Твердые остатки, образующиеся при сжигании опасных и медицинских отходов, принципиально не отличаются от остатков, образующихся на мусоросжигательных заводах. Могут наблюдаться следующие отличия:

- морфологический состав золошлаковых отходов. Сжигание опасных отходов в бочках обычно проводится при более высокой температуре, чем сжигание бытовых отходов, что может привести к изменениям содержания тяжелых металлов в золошлаковых отходах;

- более высокие концентрации тяжелых металлов в летучей пыли, осаждающейся на фильтрах в системе газоочистки, вследствие более высокой концентрации тяжелых металлов в опасных и медицинских отходах.

6.1.7 Химический состав золы, образующейся при сжигании шлама сточных вод, в значительной мере определяется погодными условиями, в частности количеством осадков. В случае дождливой погоды в канализацию попадает больше глины и мелкого песка, которые после прохождения пескоуловителя осаждаются в первичном отстойнике и поступают на сжигание вместе с сырым осадком. Поэтому в золе значительно возрастает содержание силикатов, а содержание других компонентов снижается.

6.1.8 Твердые остатки, образующиеся в системе газоочистки, содержат концентрированные загрязняющие вещества и, как правило, не подлежат переработке.

В системе газоочистки образуются:

- отходы сухой и полумокрой очистки дымовых газов. Эти отходы представляют собой смесь солей кальция и/или натрия, главным образом хлоридов и сульфитов/сульфатов. Присутствуют также фториды и не прореагировавшие химические реагенты (например, известь или сода). Эта смесь также включает некоторое количество пыли, которая не была удалена на предыдущих этапах пылеудаления. Пыль может включать тяжелые металлы, диоксины и фураны. Обычным способом обращения с этой смесью является ее захоронение в качестве опасных отходов. Выщелачиваемость твердых отходов является важным фактором при последующем захоронении их на полигонах, поэтому следует проводить дополнительную обработку этих отходов перед захоронением на полигонах;

- фильтр-прессная лепешка, образующаяся при физико-химической очистке сточных вод в случае мокрой очистки дымовых газов. Этот материал характеризуется очень высоким содержанием тяжелых металлов, однако может содержать соли ограниченной растворимости. Обычным способом обращения с этой смесью является ее захоронение на полигонах (в качестве опасных отходов). Эти отходы могут содержать высокие концентрации диоксинов и фуранов, поэтому целесообразно проводить их дополнительную обработку перед захоронением на полигонах;

- гипс, который в качестве отхода может быть восстановлен (с очисткой или без очистки) в зависимости от технологических параметров и требуемого качества. Восстановление гипса возможно, если в двухэтапном скруббере с водяным орошением используется известняк или гашеная известь. Восстановленный гипс может быть повторно использован;

- соли, образовавшиеся в результате поточного выпаривания сточных вод. Этот вид отходов сравним с отходами полумокрой очистки дымовых газов;

- соли, образующиеся в результате отдельного выпаривания сточных вод. Эти соли, как правило, чище, чем образовавшиеся при поточном выпаривании сточных вод;

- отходы, образовавшиеся при доочистке дымовых газов. Варианты использования этих отходов зависят от использованного адсорбента (активированный уголь, кокс, известь, бикарбонат натрия, цеолит). Отходы активированного угля из реакторов с неподвижным слоем можно сжигать на самом мусоросжигательном заводе, если соблюдаются определенные технологические требования. Отходы, образующиеся в системах с уносом шихты (например, из кипящего слоя топки котла), можно сжигать, если в качестве адсорбента применяется только активированный уголь или печной кокс. Если используется смесь других реагентов и активированного угля, то отходы, как правило, направляются на обработку на специализированные предприятия или на захоронение на полигонах вследствие высоких рисков возникновения коррозии. Если используется цеолит, то возможно восстановление ртути;

- отходы, образовавшиеся в системах очистки дымовых газов различных типов, можно использовать в качестве заполняющего материала на полигонах.

Отходы, образовавшиеся в системе очистки дымовых газов при использовании сухого бикарбоната натрия, могут быть очищены и повторно использованы в производстве, например в качестве сырья в химической промышленности. Этот метод может потребовать разделения зольной пыли и солесодержащих отходов (например, двух стадий фильтрации дымовых газов) в целях сокращения содержания инертных веществ. Транспортирование до конечного пользователя может быть решающим фактором, определяющим экономическую эффективность этого метода подхода.

6.2 Состав и выщелачиваемость золошлаковых отходов

6.2.1 На современных мусоросжигательных заводах общее содержание органического углерода в золошлаковых отходах может быть менее 1 % по массе.

6.2.2 Типичные концентрации органических соединений в различных видах твердых остатков, образующихся при сжигании бытовых отходов, приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Диапазон концентраций органических соединений в золошлаковых отходах, топочной золе и фильтровальной золе

Параметр	Золошлаковые отходы, нг/г	Топочная зола, нг/г	Фильтровальная зола, нг/г
Полихлоридный дибензопарадиоксин/полихлоридный дибензофуран (международный токсический эквивалент) — PCDD/F (I-TEQ)	От 0,001 до 0,01	0,02—0,5	0,2—10
Полихлорированный дифенил — PCB	От 5 до 50	4—50	10—250
Полихлорированные бензолы — PCBz	От 2 до 20	200—1000	100—4000
Полихлорированные фенолы — PCPh	От 2 до 50	20—500	50—10000
Полициклические ароматические углеводороды — PAH	От 5 до 10	10—300	50—2000

6.2.3 При определении общего содержания органического углерода в соответствии с [4] элементарный углерод рассматривается как часть общего содержания органического углерода, не вызывающего проблем при захоронении на полигонах. Общее содержание органического углерода в золошлаковых отходах представляет собой в основном элементарный углерод, однако присутствует и некоторое количество органических соединений, к которым относятся различные вещества, начиная от соединений с короткоцепными молекулами до слаболетучих соединений типа полициклических ароматических углеводородов, диоксинов и фуранов.

6.2.4 Уровни международного токсического эквивалента, выявленные в золошлаковых отходах, образующихся на современных мусоросжигательных заводах, того же порядка, что и уровни международного токсического эквивалента некоторых городских и промышленных земель.

6.2.5 В таблице 2 приведены данные о концентрациях полихлоридного дибензопарадиоксина/полихлоридного дибензофурана (международного токсического эквивалента) в твердых остатках, образующихся при сжигании бытовых отходов.

Таблица 2 — Диапазон концентраций полихлоридного дибензопарадиоксина/полихлоридного дибензофурана в твердых остатках, образующихся при сжигании бытовых отходов

Наименование остатков/отходов	Значение международного токсического эквивалента, нг токсического эквивалента / кг сухого твердого вещества
Золошлаковые отходы	1—68
Топочная зола	40—600
Летучая зола	140—5720

6.2.6 Соотношение веществ, содержащихся в золошлаковых отходах, в основном зависит от морфологического состава первичных отходов, поступающих на сжигание, применяемого типа печи и используемых колосниковых решеток, а также режима эксплуатации системы сжигания.

6.2.7 Происходящее при сжигании сокращение объема и массы первичных отходов приводит к росту содержания тяжелых металлов в золошлаковых отходах по сравнению с их концентрацией в первичных отходах, поступающих на сжигание. Некоторые тяжелые металлы, например As, Cd и Hg, в значительной степени улетучиваются из слоя топлива и концентрируются в основном в летучей золе.

6.2.8 Выщелачивание золошлаковых отходов может зависеть от типа поступающих на сжигание первичных отходов.

6.2.9 Технологии обработки золошлаковых отходов направлены на снижение выщелачивания следующих веществ: Cu, Zn, Sb, Mo, хлориды и сульфаты.

7 Производственно-технологические стратегии деятельности

7.1 Обработка твердых остатков, образующихся в системе газоочистки

7.1.1 Отверждение и химическая стабилизация твердых остатков, образующихся в системе газоочистки

7.1.1.1 Основной целью отверждения твердых остатков является получение материала с физико-механическими свойствами, которые способствуют снижению вымывания загрязняющих веществ из массы отходов.

7.1.1.2 Для отверждения твердых остатков обычно используют неорганические связующие: цемент, известь и другие пуццолановые материалы, такие как угольная зольная пыль, зола лещади доменной печи или цементная пыль. Можно также использовать некоторые органические связующие, например битум/асфальт или парафин и полиэтилен. Также используются комбинации связующих и различных присадок. В настоящее время наиболее распространенной технологией отверждения является стабилизация цементом, что позволяет уменьшить влажность и пористость остатков и увеличить долговечность полученного продукта, его прочность и объем. Кроме того, цемент обычно увеличивает щелочность смеси, что снижает выщелачиваемость полученного продукта, хотя растворимость амфотерных металлов, таких как свинец и цинк, может при этом вырасти.

7.1.1.3 Отвержденный продукт, как правило, сначала отливают в блоки (например, размером 1 $м^3$) или сразу направляют на полигоны для захоронения.

7.1.1.4 Основная цель химической стабилизации твердых остатков заключается в связывании тяжелых металлов в менее растворимые формы, чем они присутствуют в остатках. Эти методы стабилизации включают осаждение металлов в виде вновь образовавшихся веществ и связывание металлов посредством сорбции. Этот процесс включает повышение растворимости тяжелых металлов, содержащихся в остатках, и их последующее осаждение в виде новых веществ.

7.1.1.5 Некоторые методы стабилизации включают предварительную промывку, при которой большая часть солей и некоторая часть металлов извлекаются до химического связывания остальных металлов. Эти методы могут быть завершены обезвоживанием стабилизированного продукта и удалением органических соединений.

7.1.2 Термическая обработка твердых остатков, образующихся в системе газоочистки

7.1.2.1 Термическая обработка твердых остатков (иногда твердые остатки системы газоочистки и золошлаковые отходы смешиваются для совместной обработки) применяется для сокращения объема твердых остатков, а также для уменьшения содержания органических веществ и тяжелых металлов и снижения выщелачиваемости твердых остатков перед их захоронением на полигоне.

7.1.2.2 Варианты термической обработки твердых остатков могут быть сгруппированы в три основные категории: остекловывание, плавление и спекание. Различия между этими процессами главным образом связаны с характеристиками и свойствами конечного продукта:

- остекловывание является процессом, в котором твердые остатки подвергаются воздействию высоких температур (от 1300 °С до 1500 °С), а затем быстро охлаждаются (воздухом или водой) для получения отвержденного вещества в стеклообразном состоянии. После охлаждения расплава образуется однофазный материал. Для формирования стеклообразного продукта иногда к твердым остаткам добавляются присадки;

- плавление твердых остатков подобно их остекловыванию, но стадия охлаждения контролируется, чтобы кристаллизация расплава осуществилась в максимально возможной степени. Это приводит к образованию многофазного материала. Можно также добавлять специальные присадки для облегчения кристаллизации вещества;

- спекание твердых остатков происходит при их нагреве до температуры, при которой происходит сцепление частиц и реконфигурируются химические фазы в остатках. Это приводит к образованию более плотного продукта с меньшей пористостью и большей прочностью, чем исходный. Типичные температуры составляют около 900 °С.

7.1.3 Разделение твердых остатков, образующихся в системе газоочистки, и извлечение из них отдельных фракций

Варианты обработки с использованием разделения отходов и извлечения из них отдельных фракций аналогичны процессам извлечения отдельных компонентов из первичных отходов. При этом наибольшее внимание уделяется процессам извлечения тяжелых металлов и солей с помощью кислоты.

7.1.4 Химическая стабилизация твердых остатков, образующихся в системе газоочистки

7.1.4.1 Основная цель химической стабилизации заключается в связывании тяжелых металлов в менее растворимые формы по сравнению с теми, которые присутствуют в исходных необработанных остатках.

7.1.4.2 Процессы химической стабилизации включают осаждение металлов в новые минеральные вещества и связывание металлов минералами посредством сорбции.

7.1.4.3 Процессы химической стабилизации обеспечивают повышение растворимости тяжелых металлов, содержащихся в твердых остатках, и их последующее осаждение в виде новых веществ или сорбцию.

7.1.4.4 Некоторые процессы химической стабилизации включают предварительную промывку твердых остатков, при которой большая часть солей и некоторая часть металлов извлекаются до химического связывания остальных металлов. Эти процессы могут быть завершены обезвоживанием стабилизированного продукта.

7.1.5 Другие методы обращения с твердыми остатками, образующимися в системе газоочистки

7.1.5.1 Применительно к печам с мокрыми системами газоочистки обычно используется метод, предусматривающий связывание летучей золы со шламом, образовавшимся в скубберах, в фильтр-прессную лепешку.

7.1.5.2 Сульфиды, используемые в системах очистки сточных вод для осаждения тяжелых металлов и находящиеся в шламе, могут способствовать снижению выщелачиваемости тяжелых металлов из фильтр-прессной лепешки.

7.1.5.3 Смешивание летучей золы с кислыми водами скруббера позволяет повысить извлечение тяжелых металлов и органических компонентов.

7.2 Наилучшие доступные технологии обработки твердых остатков газоочистки

7.2.1 Цементирование твердых остатков газоочистки

7.2.1.1 Общее описание

Твердые остатки смешивают с минеральными или гидравлическими вяжущими веществами (например с цементом, угольной зольной пылью и т. д.), добавками для изменения свойств цемента (например для снижения выщелачиваемости свинца используются реагенты на основе диоксида кремния, а для снижения выщелачиваемости других металлов — реагенты на основе сульфидов) и водой, количество которой необходимо для прохождения реакции гидратации при связывании с цементом.

Твердые остатки вступают в реакцию с водой и цементом с образованием гидроксидов или карбонатов металлов, которые менее растворимы, чем исходные соединения металлов, содержащиеся в твердых остатках.

7.2.1.2 Сфера применения

Цементирование, как правило, осуществляется на специализированных заводах, расположенных поблизости от места использования получаемой продукции; таким образом, нет смысла устанавливать цементирующее оборудование на отдельных мусоросжигательных заводах.

Этот подход может быть использован применительно ко всем видам отходов, образующихся в системе газоочистки.

7.2.1.3 Комплексные воздействия на окружающую среду

Данный подход в некоторых случаях облегчает использование отходов в качестве строительного материала или материала для засыпки в горнодобывающей промышленности.

Использование этого подхода предполагает потребление цемента, присадок и воды.

7.2.1.4 Достигнутые экологические преимущества

Основное преимущество цементирования твердых остатков состоит в сокращении контакта между водой и отходами и в возможности образования менее растворимых гидроксидов или карбонатов металлов.

Со сцементированными отходами относительно просто обращаться, а риск пылеобразования очень низок.

Высокая щелочность цемента может привести к значительному выщелачиванию амфотерных металлов (свинца и цинка).

Недостатком этого метода является то, что он не препятствует вымыванию растворимых солей, что в конечном итоге приводит к физическому распаду сцементированных отходов, приводящему к дальнейшему выщелачиванию.

Добавление цемента и присадок увеличивает объем обрабатываемых отходов: как правило, около 50 % сухого остатка приходятся на цемент и присадки и на 30—00 % общего сухого остатка добавляется вода. Таким образом, выход твердого остатка из зольной пыли увеличивается с 20—30 кг/т перерабатываемых отходов до 40—60 кг/т отходов, включая добавление воды, составляющей 50 % от общего сухого остатка (по массе).

7.2.2 Остекловывание и плавление твердых остатков, образовавшихся в системе газоочистки

7.2.2.1 Общее описание

Остекловывание и плавление приводят к мобилизации металлов, таких как Hg, Pb и Zn, в процессе обработки, что в некоторых технологических процессах используется в сочетании с другими подходами для производства продукта переработки с низким содержанием тяжелых металлов.

Методы, используемые для остекловывания и плавления твердых остатков, во многом сходны. Основное различие заключается в процессе охлаждения, а также в использовании специальных добавок, улучшающих структуру получаемого продукта.

Для нагрева твердых остатков используются несколько методов: электрические системы плавки, топливные горелки и горелки с дутьем, которые различаются меду собой по способу передачи энергии и по объему образующихся отходящих газов.

7.2.2.2 Сфера применения

Термическая обработка широко используется для обработки золошлаковых отходов, а также смесей золошлаковых отходов и твердых остатков, образовавшихся в системе газоочистки. Вследствие высокого содержания солей и тяжелых металлов в твердых остатках, образовавшихся в системе газоочистки, самостоятельная обработка этих отходов может вызвать необходимость более активной очистки отходящих газов, тем самым снижая общие выгоды от термической обработки подобных отходов.

7.2.2.3 Комплексные воздействия на окружающую среду

Остекловывание и плавление приводят к мобилизации металлов, таких как Hg, Pb и Zn, в процессе обработки.

Термические технологии обработки твердых остатков потребляют значительное количество энергии. Кроме того, при использовании этих технологий в отходящих газах снова образуются твердые остатки. Дымовые газы, образующиеся при термической обработке твердых остатков, могут характеризоваться высоким уровнем оксидов азота, органического углерода, оксидов серы, пыли, тяжелых металлов и др.; для удаления этих загрязняющих веществ необходима дополнительная очистка дымовых газов.

Кроме того, может оказаться затруднен сбыт полученного продукта, который находит ограниченное применение по сравнению с гранулами, производимыми при холодной обработке золошлаковых отходов. Причиной этого являются физические свойства полученного продукта, которые не обеспечивают высокой стабильности при его применении в строительстве.

7.2.2.4 Достигнутые экологические преимущества

Расплавленные и остеклованные отходы, как правило, обладают очень низкими показателями выщелачиваемости. Спеченные отходы также имеют тенденцию достигать того же уровня стабильности в отношении выщелачивания. Остекловывание обычно дает наиболее стабильный и плотный конечный продукт.

Важным преимуществом этих технологий является разрушение органических загрязняющих веществ, таких как диоксины и фураны. Вследствие выбросов паров тяжелых металлов при использовании данного технологического процесса термическая обработка требует дополнительной системы очистки дымовых газов, которая может осуществляться с использованием системы очистки дымовых газов мусоросжигательного завода.

Основным недостатком этих методов является их энергоемкость, что сказывается на увеличении капитальных и эксплуатационных затрат. Кроме того, может оказаться затруднен сбыт полученной продукции.

7.2.3 Экстрагирование кислотой топочной золы и зольной пыли

7.2.3.1 Общее описание

Зольная пыль и топочная зола обрабатываются кислыми сточными водами, образующимися на первом (кислотном) этапе мокрой газоочистки. Обработанные отходы затем промываются и смешиваются с золошлаковыми отходами для последующего захоронения на полигонах.

Эта технология сочетает в себе экстрагирование кислотой растворимых тяжелых металлов и солей с использованием кислых стоков мокрой газоочистки. Перед использованием кислых сточных вод из них удаляется ртуть путем фильтрации (когда активированный уголь вводится в скруббер) и/или с применением специальных ионообменных смол. Таким же образом обрабатываются топочная и летучая золы. Соотношение между жидкой и твердой фракциями при экстрагировании составляет примерно 4 : 1, водородный показатель поддерживается на уровне 3,5 добавлением гашеной извести. В течение времени, равного примерно 45 мин, сульфат из SO_2-скруббера осаждается на гипс. Остаток обезвоживается, затем промывается противотоком на ленточном фильтре, после чего направляется на полигон для захоронения, как правило, в смеси с золошлаковыми отходами.

Фильтрат должен обрабатываться с целью удаления тяжелых металлов посредством нейтрализации, осаждения и ионного обмена. Обезвоженная и промытая фильтровальная корка содержит около 25 % цинка и, следовательно, подлежит переработке на металлургических предприятиях.

7.2.3.2 Сфера применения

Подход может быть использован только на мусоросжигательных заводах с мокрой системой газоочистки, оснащенной системой очистки сточных вод.

7.2.3.3 Комплексные воздействия на окружающую среду

Содержание диоксинов в золошлаковых отходах увеличивается, когда обработанная зола размещается на полигонах вместе с золошлаковыми отходами, однако по выщелачиваемости характеристики смеси даже лучше из-за более высокой плотности.

Соль и металлы из отходов, образовавшихся в системе газоочистки, переходят в сточные воды, которые могут затем потребовать дальнейшей обработки.

7.2.3.4 Достигнутые экологические преимущества

Технология позволяет удалить значительную часть тяжелых металлов из отходов: более 85 % Cd и Zn, 33 % Pb и Cu, 95 % Hg.

Выщелачиваемость отходов уменьшается в 100—1000 раз. Цинк, кадмий и ртуть подвергаются вторичной переработке.

Тесты на токсичность для окружающей среды (Microtox, Ceriodaohnia, рост водорослей, смертность червей и прорастание салата) не выявляют противопоказаний для применения метода.

7.2.4 Обработка твердых остатков, образовавшихся в системе газоочистки с применением сухого бикарбоната натрия

7.2.4.1 Общее описание

Обработка твердых остатков производится с целью их использования в производстве кальцинированной соды.

Твердые остатки, образовавшихся в системе газоочистки с использованием сухого бикарбоната натрия, накапливают в бункерах для последующей обработки. При обработке эти отходы растворяют с определенными добавками под контролем водородного показателя. Образовавшаяся суспензия проходит через фильтр-пресс, который отделяет нерастворимые частицы (гидроксиды тяжелых металлов, активированный уголь и зольную пыль), и приводит к образованию соленого раствора и фильтр-прессной лепешки.

Соленый раствор пропускают через песчаный фильтр и колонну с активированным углем, который поглощает любые органические соединения, присутствующие в растворе. Остаточные следы тяжелых металлов удаляются в двух колоннах с ионообменными смолами для достижения такой степени концентрации NaCl в растворе, чтобы его можно было использовать в производстве кальцинированной соды.

Фильтр-прессная лепешка направляется на полигоны для захоронения отходов. На этот вид отходов приходится не более 2—4 кг на тонну сжигаемых бытовых отходов.

Промывные воды и смолы, используемые в технологическом процессе, полностью перерабатываются в процессе растворения, поэтому сточные воды не образуются.

7.2.4.2 Сфера применения

Метод применим только для твердых остатков, образующихся в системах газоочистки с применением сухого бикарбоната натрия.

7.2.4.3 Экономические показатели

По сравнению с традиционным отверждением и захоронением твердых остатков, образовавшихся в системе газоочистки:

- отверждение облегчается отделением растворимой фракции;
- объем конечных остатков/отходов сокращается.

Эксплуатационные расходы низки; инвестиционные затраты на очистные сооружения являются ключевым фактором: поэтому, чтобы свести к минимуму влияние этого фактора, данную технологию следует внедрять на предприятиях, обслуживающих несколько мусоросжигательных заводов.

7.2.4.4 Комплексные воздействия на окружающую среду

Этот технологический процесс требует дополнительной энергии и сырья.

При использовании данного подхода образуется небольшое количество отходов, что способствует сокращению транспортных издержек.

7.2.4.5 Достигнутые экологические преимущества

Обработка твердых остатков сокращает объем отходов, подлежащий захоронению на полигонах.

Образующийся рассол может быть использован при производстве кальцинированной соды.

7.2.5 Выделение стадии пылеудаления из процесса обработки дымовых газов

7.2.5.1 Общее описание

Удаление пыли до этапа обработки кислых газов, диоксинов и фуранов с помощью электростатических пылеуловителей, центробежных сепараторов и рукавных фильтров, без добавления реагентов/добавок позволяет эффективно обрабатывать извлеченную пыль с последующей ее утилизацией. Раздельный сбор, транспортирование и хранение котельной пыли служат той же цели, хотя и при более низкой эффективности сбора.

Отделенная зольная пыль может быть снова возвращена в камеру сгорания в целях ее дожигания с дальнейшим уничтожением диоксинов и фуранов. При этом следует учитывать, что возвращение зольной пыли в камеру сгорания может привести к возможности образования загрязняющих веществ в печи, а иногда и к повышению концентрации загрязняющих веществ в золе.

7.2.5.2 Сфера применения

Применимо для всех новых и действующих установок при замене системы очистки дымовых газов.

7.2.5.3 Экономические показатели

Стоимость дополнительных технологических установок и эксплуатационные расходы можно компенсировать за счет снижения расходов на захоронение твердых остатков, образовавшихся в системе газоочистки.

7.2.5.4 Комплексные воздействия на окружающую среду

Предварительное обеспыливание может повысить надежность полумокрой и других систем очистки дымовых газов.

Предварительное удаление пыли с помощью рукавного фильтра приводит к увеличению перепадов давления и, следовательно, к большему потреблению энергии по сравнению с электростатическими пылеуловителями.

7.2.5.5 Достигнутые экологические преимущества

Отделение пыли позволяет осуществить ее дальнейшую эффективную переработку и приводит к сокращению количества твердых остатков, подлежащих захоронению на полигонах.

Отделение пыли позволяет сократить общее содержание диоксинов и фуранов в твердых остатках за счет ее возвращения в камеру сгорания. Нетермическая обработка зольной пыли (отдельно или в сочетании с другими отходами), как правило, не оказывает влияния на изменение общей массы диоксинов и фуранов, содержащихся в отходах, однако позволяет сконцентрировать диоксины и фураны в меньшем количестве отходов.

7.3 Наилучшие доступные технологии обработки золошлаковых отходов

7.3.1 Извлечение металлов из золошлаковых отходов

7.3.1.1 Общее описание

Из золошлаковых отходов могут быть извлечены черные и цветные металлы.

Извлечение черных металлов осуществляется с помощью магнитного сепаратора: золошлаковые отходы помещаются на ленту конвейера или вибрационного конвейера, и все магнитные частицы притягиваются к подвешенному магниту. Извлечение черных металлов может производиться при выходе необработанных золошлаковых отходов из сбрасывателя золы (котла для сжигания твердых отходов). Эффективное извлечение черных металлов требует многоступенчатой обработки с промежуточным измельчением и отсевом.

Извлечение цветных металлов осуществляется с помощью вихретокового сепаратора. Быстро вращающаяся катушка индуцирует магнитное поле в частицах цветных металлов, что приводит к их выбрасыванию из общего потока частиц. Методика эффективна для частиц размером от 4—30 мм и требует равномерного распределения отходов на ленте конвейера. Извлечение цветных металлов производится после извлечения черных металлов, измельчения частиц и отсева.

7.3.1.2 Сфера применения

Магнитная сепарация черных металлов применяется на всех новых и действующих установках.

Извлечение цветных металлов требует свободного пространства и достаточной пропускной способности и может производиться на удаленном (централизованном) предприятии по переработке золошлаковых отходов.

Применимость подхода тесно связана с содержанием металлов в поступающих на сжигание отходах. Это, в свою очередь, зависит от режима сбора и предварительной обработки отходов, которой они подвергаются перед подачей в печь. Например, в районах с развитой и успешно действующей системой раздельного сбора бытовых отходов может обнаружиться достаточно малое количество металлов в отходах, предназначенных к сжиганию. Предварительная обработка бытовых отходов с целью производства топлива из отходов приводит к такому же результату.

7.3.1.3 Экономические показатели

Извлеченные металлы могут быть проданы в качестве металлолома соответствующим организациям. Цены зависят от чистоты (черные металлы) и состава (цветные металлы) поставляемого лома.

Смешанный лом цветных металлов нуждается в дальнейшем разделении на отдельные металлы. Цены на лом цветных металлов зависят от количества примесей (то есть от необходимости дальнейшей обработки) и состава (цены на готовую продукцию). Основными определяющими факторами являются содержание алюминия и рыночная стоимость вторичного алюминия.

7.3.1.4 Комплексные воздействия на окружающую среду

При извлечении черных металлов используется небольшое количество энергии.

7.3.1.5 Извлечение цветных металлов требует сортировки по размерам, измельчения и равномерного распределения отходов на ленте конвейера. Это предполагает дополнительное использование электрической энергии.

7.3.1.6 Достигнутые экологические преимущества

Извлечение металлов является необходимым шагом при последующей переработке золошлаковых отходов.

Как правило, извлеченные черные металлы могут после отделения примесей (например, пыли) перерабатываться в доменных печах.

Цветные металлы разделяются по виду металла и затем переплавляются. В результате золошлаковые отходы содержат меньше металла и могут быть переработаны для получения инертного вторичного строительного материала.

7.3.2 Просеивание и измельчение золошлаковых отходов

7.3.2.1 Общее описание

Различные механические операции обработки золошлаковых отходов предназначены для подготовки к использованию в дорожном строительстве в качестве материалов с удовлетворительными геотехническими характеристиками. В процессе такой подготовки могут использоваться следующие операции:

- гранулометрическая сепарация посредством просеивания;
- уменьшение размера частицы путем дробления крупных частиц или иного способа их разрушения;
- сортировка в воздушном потоке для устранения легких несгоревших фракций.

Используются три вида грохотов (сит):

- вращающийся или барабанный грохот;
- плоские грохоты (вибрационные и не вибрационные);

- дисковые грохоты со звездообразными дисками: отсев достигается путем движения по ряду роликов, оснащенных звездообразными дисками на каждой оси.

Грохоты первой ступени используются для подготовки золошлаковых отходов и в большинстве случаев оснащены ситами с размером ячейки в 40 мм. При этом образуются гранулы размером в 0—20 мм.

После грохотов первой ступени, как правило, устанавливается дробилка, позволяющая разбивать крупные куски.

Разрушение больших кусков позволяет:

- сократить количество отходов, не подлежащих переработке вследствие размера;
- увеличить долю грубых фракций, которые создают основу для получения гранулята;
- улучшить геотехническую ценность получаемого продукта.

Извлечение легких несгоревших фракций или сепарация воздушным потоком достигается путем продувки или с помощью вытяжных устройств.

7.3.2.2 Сфера применения

Данный подход применим ко всем предприятиям по сжиганию отходов, на которых образуются золошлаковые отходы, требующие обработки для дальнейшего использования, и там, где такая обработка может расширить использование золошлаковых отходов.

7.3.2.3 Экономические показатели

Экономическая эффективность установки системы дробления крупных частиц должна оцениваться, исходя из прогнозируемого количества отходов и расходов на их утилизацию.

7.3.2.4 Комплексные воздействия на окружающую среду

Потребление энергии, а также возможность шумовых и пылевых загрязнений являются наиболее заметными комплексными воздействиями на окружающую среду.

7.3.2.5 Достигнутые экологические преимущества

Основными экологическими выгодами от механической обработки золошлаковых отходов являются: уменьшение количества отходов, не подлежащих переработке, и, следовательно, более высокий общий уровень переработки отходов.

7.3.3 Обработка золошлаковых отходов посредством выдерживания

7.3.3.1 Общее описание

После извлечения металлов золошлаковые отходы следует выдерживать на открытом воздухе или в специальных крытых сооружениях в течение нескольких недель. Хранение, как правило, осуществляется штабелями на бетонном полу. Дренажные и сточные воды собирают для последующей обработки.

Обычно срок выдерживания обычно составляет от 6 до 20 недель применительно к обработанным золошлаковым отходам до их использования в качестве строительного материала или, в некоторых случаях, до захоронения на полигонах.

Складированные золошлаковые отходы можно увлажнять с помощью оросительной или поливальной системы в целях предотвращения образования пыли и выбросов, а также для вымывания солей и карбонизации, если золошлаковые отходы имеют недостаточную влажность.

Складированные золошлаковые отходы следует регулярно перемешивать для обеспечения однородности процессов, происходящих при выдерживании (поглощения CO_2 из атмосферного воздуха за счет влаги, осушения излишков воды, окисления и т. д.), и сокращения времени пребывания каждой партии золошлаковых отходов в специально оборудованных местах.

В некоторых случаях весь процесс осуществляется в закрытых помещениях, что помогает держать под контролем образование пыли, запахов, шума (от оборудования и транспортных средств) и выщелачивание золошлаковых отходов.

В других случаях весь процесс полностью или частично осуществляется на открытом воздухе. Как правило, такой подход предоставляет больше пространства для упрощения обработки золошлаковых отходов и способствует циркуляции воздуха, способствующего созреванию золошлаковых отходов, а также может способствовать предотвращению взрывов в процессе выдерживания в случае высвобождения водорода в сочетании с алюминием.

7.3.3.2 Сфера применения

Этот подход может быть применен к любому новому и действующему оборудованию, при эксплуатации которого образуются золошлаковые отходы.

При обработке некоторых видов золошлаковых отходов зольность может не измениться в мере, достаточной для их эффективного использования; в этом случае стимулом для использования этого подхода может быть улучшение характеристик отходов, предназначенных к захоронению.

7.3.3.3 Экономические показатели

Стоимость выдерживания более низкая по сравнению с остальным оборудованием, предназначенным для обработки отходов.

7.3.3.4 Комплексные воздействия на окружающую среду

Сточные воды, образовавшиеся вследствие дождевых осадков или полива, могут содержать соли или металлы и нуждаются в очистке. Вода может использоваться повторно в том же процессе или в качестве технической воды (при сжигании отходов).

Следует уделить внимание образующимся запахам и пыли.

В случае выдерживания в помещениях может появиться необходимость в оснащении противовзрывным оборудованием.

7.3.3.5 Достигнутые экологические преимущества

Свежеобразовавшиеся золошлаковые отходы не всегда химически инертны. Выдерживание производится для сокращения остаточной химической активности и выщелачиваемости металлов. Основной сутью процесса является поступление в золошлаковые отходы CO_2 из воздуха и атмосферной влаги, дождевых осадков, а также в результате распыления.

Алюминий, содержащийся в золошлаковых отходах, реагирует с $Ca(OH)_2$ и водой с образованием гидроксида алюминия и водорода. Основной проблемой, связанной с формированием гидроксида алюминия, является увеличение объема, так как оно приводит к разбуханию материала. Образование газа может привести к возникновению технических проблем, если свежие золошлаковые отходы используются непосредственно в строительстве. Таким образом, выдерживание необходимо перед дальнейшим использованием золошлаковых отходов.

Влияние выдерживания золошлаковых отходов на их выщелачивание:

- снижение водородного показателя за счет поглощения CO_2 из воздуха или вследствие биологической активности;
- создание протекающих в отсутствие кислорода условий в связи с биохимическим разложением остаточных органических веществ;
- создание местных условий для восстановления (раскисления) вследствие выделения водорода;
- гидратация и другие изменения твердых фаз, вызывающие слипание частиц.

Все эти процессы снижают выщелачиваемость металлов и приводят к стабилизации золошлаковых отходов, что делает золошлаковые отходы более пригодными для последующей переработки.

7.3.4 Обработка золошлаковых отходов с использованием систем сухой обработки

7.3.4.1 Общее описание

Установки сухой обработки золошлаковых отходов сочетают в себе технологии отделения черных металлов, их измельчения и грохочения, а также технологии отделения цветных металлов и выдерживания золошлаковых отходов. Получаемая при этом товарная продукция представляет собой сухую зернистую массу с контролируемым размером зерен (например, 0—4 мм, 0—10 мм, 4—10 мм), которая может быть использована в качестве вторичного строительного материала.

Технологический процесс состоит из следующих последовательных шагов:

- охлаждение золошлаковых отходов на открытом воздухе;
- отделение черных металлов;
- просеивание (грохочение);
- измельчение грубых фракций;
- просеивание (грохочение);
- отделение черных металлов;
- отделение цветных металлов;
- выдерживание.

7.3.4.2 Сфера применения

Данный вид обработки золошлаковых отходов применяется на новых и действующих предприятиях. При этом следует обеспечить минимально допустимую пропускную способность. Для малых предприятий можно использовать внешнюю централизованную обработку золошлаковых отходов.

7.3.4.3 Экономические показатели

Использование данного подхода позволяет производить материал, который может быть использован в качестве вторичной товарной продукции.

Основное преимущество — возможность предотвращения расходов на захоронение на полигонах; кроме того, экономические аспекты обработки золошлаковых отходов определяются рыночными ценами на извлекаемые фракции.

Обработанные золошлаковые отходы, как правило, продаются по нулевой стоимости (с учетом транспортных расходов). Доход создается за счет продажи фракций цветных и черных металлов.

Алюминий является продуктом с самой высокой рыночной стоимостью. Количество и чистота извлекаемого алюминия являются важными факторами, определяющими экономические аспекты технологии.

7.3.4.4 Комплексные воздействия на окружающую среду

Установка потребляет электрическую энергию и может являться источником пылевых и шумовых загрязнений.

7.3.4.5 Достигнутые экологические преимущества

Использование данного подхода приводит к сокращению объема отходов, подлежащих захоронению.

7.3.5 Обработка золошлаковых отходов с использованием систем мокрой обработки

7.3.5.1 Общее описание

Использование систем мокрой обработки золошлаковых отходов позволяет получать материалы с минимальной выщелачиваемостью металлов и анионов (например, солей).

Образующиеся при сжигании золошлаковые отходы измельчают, просеивают, промывают, извлекают металлы.

Главной особенностью данного вида обработки является мокрое отделение фракции размером 0—2 мм. Поскольку большинство выщелачиваемых компонентов и органических соединений остаются в мелкой фракции, использование этой технологии приводит к пониженной выщелачиваемости оставшихся фракций (более 2 мм).

7.3.5.2 Сфера применения

Подход применяется на новых и действующих предприятиях.

Для малых предприятий можно использовать внешнюю централизованную обработку золошлаковых отходов.

7.3.5.3 Экономические показатели

Использование данного подхода позволяет производить материал, который может быть использован в хозяйственных целях.

Экономические аспекты обработки золошлаковых отходов определяются рыночными ценами производимых фракций.

Обработанные золошлаковые отходы, как правило, продаются по нулевой стоимости (с учетом транспортных расходов). Доход создается за счет продажи фракций цветных, в том числе алюминия, и черных металлов.

Алюминий является продуктом с самой высокой рыночной стоимостью. Количество и чистота извлекаемого алюминия являются важными факторами, определяющими экономические аспекты технологии.

7.3.5.4 Комплексные воздействия на окружающую среду

Мокрая обработка приводит к образованию мелкой фракции (0—2 мм), предназначенной для удаления или переработки.

Выщелачивание металлов из этой фракции может превышать установленные предельно допустимые значения.

Кроме того, при использовании данного подхода образуются сточные воды, которые можно подавать обратно в печь в качестве технической воды, если их качество соответствует технологическим требованиям.

7.3.5.5 Достигнутые экологические преимущества

Использование данного подхода позволяет сократить объем отходов, подлежащих захоронению.

Мокрая обработка золошлаковых отходов направлена на удаление металлов как в целях сокращения их содержания в отходах, так и в целях снижения их выщелачивания.

Другими проблемными компонентами золошлаковых отходов являются растворимые соли, главным образом хлориды и сульфаты щелочных и щелочноземельных металлов. Приблизительно 50 % содержания хлоридов может быть удалено путем промывания золы: при этом самым простым способом является промывка в баке охлаждения золы.

Растворимость сульфатов определяется равновесием растворимости преобладающих сульфатов щелочноземельных металлов. Их дальнейшая стабилизация или удаление сложны и практически редко применяются.

7.3.6 Термическая обработка золошлаковых отходов

7.3.6.1 Общее описание

Различные подходы к термической обработке золошлаковых отходов были позаимствованы из стекольной промышленности и из промышленности по переработке отходов атомной промышленности.

Применяемые температуры варьируются в диапазоне от 1100 °С до 2000 °С. В плазменных системах иногда используются значительно более высокие температуры. Плазменные системы используются для остекловывания и плавления различных неорганических отходов, включая шлаки и зольную пыль. Температуры, используемые при остекловывании дуговой плазмой, как правило, находятся в диапазоне от 1400 °С до 1500 °С и достигаются за счет высокого расхода электроэнергии.

Расплавленные материалы (например, шлаки и металлы) следует удалять по мере необходимости, непрерывно или периодически.

7.3.6.2 Сфера применения

Остекловывание дуговой плазмой применяется для обработки смеси шлаков и зольной пыли.

Если добавляется химический остаток, образующийся в системе газоочистки, требуется система доочистки дымовых газов.

7.3.6.3 Экономические показатели

Высокими являются расходы на тепловую обработку.

7.3.6.4 Комплексные воздействия на окружающую среду

При термической обработке золошлаковых отходов отмечается очень высокое энергопотребление.

Дымовые газы, образующиеся при термической обработке золошлаковых отходов, могут содержать высокий уровень оксидов азота, органического углерода, оксидов серы, пыли, тяжелых металлов и др. Поэтому очистка дымовых газов необходима также для удаления загрязняющих веществ из золы, образовавшейся на этапе обработки дымовых газов.

7.3.6.5 Достигнутые экологические преимущества

Этот подход приводит к сокращению (на 33 % — 50 %) объема золошлаковых отходов, обеспечению очень низкого выщелачивания и образованию очень стабильного остатка, который может быть легко переработан как единое целое.

Уровни содержания диоксинов и фуранов в обработанных золошлаковых отходах сокращаются.

7.3.7 Отделение золошлаковых отходов от отходов газоочистки

7.3.7.1 Общее описание

Зоошлаковые отходы используются для замены природных строительных материалов, например песка и гравия. Смешивание отходов газоочистки с золошлаковыми отходами приводит к загрязнению золошлаковых отходов.

Разделение золошлаковых отходов и отходов газоочистки заключается в раздельном сборе, хранении и транспортировании обоих потоков отходов. Это предполагает, например, наличие специальных бункеров и контейнеров, а также систем обработки для мелкодисперсных и пылевидных фракций твердых остатков, образовавшихся в системе газоочистки дымовых газов.

7.3.7.2 Сфера применения

Этот подход применяется как для новых, так и для существующих предприятий. Отходы газоочистки, смешанные с золошлаковыми отходами, не подлежат переработке с получением вторичного сырья и могут быть направлены только на полигон для их захоронения.

7.3.7.3 Экономические показатели

Сокращение издержек может наблюдаться там, где существует рынок для вторичного сырья из золошлаковых отходов. В этом случае доля захоронения твердых остатков, образовавшихся в системе газоочистки, может вырасти, но общие объемы захоронения твердых остатков значительно уменьшатся (масса твердых остатков, образовавшихся в системе газоочистки, составляет, как правило, 2 % — 3 % общей массы поступающих отходов, а в сочетании с золошлаковыми отходами эта доля достигает около 15 %).

7.3.7.4 Комплексные воздействия на окружающую среду

Вследствие более высокого содержания металлов, выщелачиваемости металлов и содержания органических веществ в твердых остатках, образовавшихся в системе газоочистки, снижаются экологические характеристики золошлаковых отходов, что ограничивает возможности их последующего использования.

7.3.7.5 Достигнутые экологические преимущества

Отделение отходов газоочистки от золошлаковых отходов позволяет осуществлять дальнейшую обработку золошлаковых отходов (например, посредством сухой обработки или вымывания водорастворимых солей тяжелых металлов) в целях получения товарной продукции.

Библиография

[1] Справочник ЕС по наилучшим доступным технологиям «Европейская комиссия. Комплексное предупреждение и контроль загрязнений. Справочное руководство по наилучшим доступным технологиям. Сжигание отходов. Август 2006 г.» («European Commission. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Incineration. August 2006»)

[2] Директива Европейского Парламента и Совета ЕС 96/61/ЕС от 24 сентября 1996 г. «О комплексном предупреждении и контроле загрязнений» (Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control)

[3] Директива Европейского Парламента и Совета ЕС 2000/76/ЕС «О сжигании отходов» (Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on the incineration of waste)

[4] EN 13137:2001 Отходы. Характеристики. Определение содержания общего органического углерода (TOC) в отходах, шламе и отложениях (EN 13137:2001 Characterization of waste — Determination of total organic carbon (TOC) in waste, sludges and sediments)

УДК 504.064.47:006.354 ОКС 13.030.01

Ключевые слова: наилучшие доступные технологии, обработка остатков, отходы, сжигание, ресурсосбережение

Редактор *Е.И. Мосур*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.И. Рычкова*
Компьютерная верстка *Д.В. Кардановской*

Сдано в набор 30.09.2019. Подписано в печать 04.10.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,15.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru stinfo.ru

gost.e-ecolog.ru