



Об утверждении справочника по наилучшим доступным техникам "Уничтожение и утилизация отходов термическим способом"

Постановление Правительства Республики Казахстан от 6 апреля 2026 года № 232

В соответствии с пунктом 6 статьи 113 Экологического кодекса Республики Казахстан Правительство Республики Казахстан **ПОСТАНОВЛЯЕТ:**

1. Утвердить прилагаемый справочник по наилучшим доступным техникам "Уничтожение и утилизация отходов термическим способом".

2. Настоящее постановление вводится в действие со дня его подписания.

*Премьер-Министр
Республики Казахстан О. Бектенов*

Утвержден
постановлением
Правительства
Республики Казахстан
от 6 апреля 2026 года № 232

Справочник

по наилучшим доступным техникам

"Уничтожение и утилизация отходов термическим способом"

Оглавление

Список схем/рисунков

Список таблиц

Глоссарий

Предисловие

Область применения

Принципы применения

1. Общая информация

1.1. Обзор отрасли по уничтожению и утилизации отходов термическим способом

1.2. Виды отходов и их образование

1.3. Методы и установки для термической обработки отходов

1.4. Потребление энергоресурсов

1.5. Основные экологические проблемы

1.5.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

1.5.2. Сбросы загрязняющих веществ

1.5.3. Образование остатков от продуктов сгорания

1.5.4. Факторы физического воздействия

2. Методология определения наилучших доступных техник

2.1. Детерминация, принципы подбора НДТ

2.2. Критерии отнесения техник к НДТ

2.3. Экономические аспекты внедрения НДТ

2.3.1. Подходы к экономической оценке НДТ

2.3.2. Способы экономической оценки НДТ

2.3.3. Инвестиционная обоснованность затрат

2.3.4. Анализ затрат и выгод

2.3.5. Соотношение затрат и ключевых экономических показателей

2.3.6. Прирост себестоимости

2.3.7. Соотношение затрат и экологического результата

2.3.8. Платежи и штрафы за негативное воздействие на окружающую среду

2.3.9. Расчет "на установке"

3. Применяемые процессы: технологические, технические решения, используемые в настоящее время

3.1. Вспомогательные операции при управлении отходами

3.1.1. Прием и подготовка отходов к термической обработке

3.2. Уничтожение отходов

3.3. Энергетическая утилизация отходов

3.4. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду

3.5. Энергоэффективность

4. Общие наилучшие доступные техники для предотвращения и/или сокращения эмиссий и потребления ресурсов

4.1. Система экологического менеджмента

4.2. Система энергетического менеджмента

4.3. Мониторинг эмиссий

4.4.1. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

4.4.2. Мониторинг сбросов в водные объекты

4.4. Вспомогательные операции при управлении отходами

4.4.1. Прием и контроль поступающих отходов

4.4.2. Предварительная подготовка отходов

4.5. Управление водопользованием

4.6. Снижение уровней физического воздействия

4.7. Запах

5. Техники, которые рассматриваются при выборе наилучших доступных техник

5.1. НДТ, направленные на внедрение систем автоматизированного контроля и управления в технологическом процессе

5.1.1. Внедрение автоматизированных систем при обнаружении и предотвращении пожара

- 5.1.2. Применение систем автоматизированного управления процессами
- 5.2. НДТ, в области энерго-и ресурсосбережения
 - 5.2.1. Применение регулируемых приводов на вентиляторах и насосах
 - 5.2.2. Применение современных топочных камер с высокоэффективной теплоизоляцией
 - 5.2.3. Применение котлов-утилизаторов
 - 5.2.4. Применение высокоэффективных котлов
 - 5.2.5. Применение рециркуляции дымовых газов
 - 5.2.6. Применение рекуперации тепла от зол и шлаков
 - 5.2.7. Применение высокоэффективных теплообменников
 - 5.2.8. Когенерация
 - 5.2.9. Пиролиз отходов
 - 5.3 НДТ, направленные на предотвращение и снижение неорганизованных выбросов
 - 5.3.1. Использование герметичных систем при хранении и подаче отходов в котел
 - 5.3.2. Применение систем пылеулавливания (вытяжные системы) на технологическом оборудовании
 - 5.3.3. Методы снижения выбросов в атмосферу при переработке шлаков и золы от сжигания отходов
 - 5.4. НДТ, направленные на предотвращение и снижение организованных выбросов
 - 5.4.1. Рукавные фильтры
 - 5.4.2. Фильтры с импульсной очисткой
 - 5.4.3. Керамические и металлические фильтры
 - 5.4.4. Циклоны
 - 5.4.5. Электрофильтры
 - 5.4.6. Мокрый скруббер
 - 5.4.7. Скрубберы сухой и полусухой очистки
 - 5.4.8. Оптимизация процесса сжигания
 - 5.4.9. Селективное каталитическое восстановление и селективное некаталитическое восстановление
 - 5.4.9. Использование горелок с низким образованием NOx
 - 5.4.10 Охлаждение дымовых газов для снижения выбросов ПХДД и ПХДФ.
 - 5.4.11. Впрыск щелочных реагентов в котел (высокотемпературный впрыск)
 - 5.4.12. Каталитическая очистка газов
 - 5.4.13. Применение методов для снижения выбросов ртути
 - 5.4.13.1. Мокрая очистка с низким рН и впрыскиванием добавок
 - 5.4.13.2. Впрыск активированного угля для адсорбции ртути
 - 5.4.13.3. Добавление перекиси водорода в мокрые скрубберы
 - 5.4.13.4. Добавление бромидов в котел

5.5. НДТ, направленные на предотвращение и снижение сбросов загрязняющих веществ

5.5.1. Отстаивание

5.5.2. Химическое осаждение

5.5.3. Адсорбция с применением активированного угля

5.5.4. Нейтрализация

5.5.5. Окисление

5.5.6. Коагуляция, флокуляция

5.5.7. Ионный обмен

5.6. НДТ, направленные на управление и сокращение воздействия отходов на окружающую среду

5.6.1. Разделение зольного остатка от остатков очистки дымовых газов

5.6.2. Извлечение металлов из зольного остатка

6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам

6.1. Общие НДТ

6.1.1. Система экологического менеджмента

6.1.2. Управление энергопотреблением, энергоэффективность

6.1.3. Управление технологическими процессами

6.1.4. Мониторинг выбросов

6.1.5. Мониторинг сбросов

6.1.6. Шум, вибрация, запах

6.2. Выбросы загрязняющих веществ от неорганизованных источников

6.3. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников

6.3.1. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников при энергетической утилизации отходов

6.3.2. Выбросы загрязняющих веществ при уничтожении отходов от инсинераторных установок

6.3.3. Выбросы загрязняющих веществ от пиролизных установок

6.4. Управление водопользованием, удаление и очистка сточных вод

6.5. Управление отходами

6.6. Требования по ремедиации

7. Перспективные техники

7.1. Использование плазменных источников энергии

7.2. Сверхкритическое окисление

7.3. Комбинированные системы когенерации и улавливания CO

7.4. Технология сжигания иловых осадков коммунальных очистных сооружений в кипящем слое катализатора

7.5. Беспламенное кислородное сжигание под давлением

8. Дополнительные комментарии и рекомендации

Библиография

Список схем/рисунков

Рисунок 1.1.	Мусоросжигательный завод "TERMIZO", г. Либерец .
Рисунок 3.1.	Инсинератор для утилизации медицинских, бытовых и биоорганических отходов.
Рисунок 3.2.	Крематор для биологических отходов.
Рисунок 3.3.	Роторный инсинератор.
Рисунок 3.4.	Общий вид модуля пиролизной установки.
Рисунок 3.5.	Структура предприятия по термической переработке с получением энергии.
Рисунок 3.6.	Схемы наклонных колосниковых решеток.
Рисунок 3.7.	Слоевое сжигание отходов во вращающейся барабанной печи.
Рисунок 3.8.	Топка со стационарным (пузырьковым) кипящим слоем.
Рисунок 3.9.	Котел с ЦКС для сжигания отходов.
Рисунок 5.1.	Автоматизированная система управления.
Рисунок 5.2	Бункер для отходов на мусоросжигательном заводе.
Рисунок 5.3.	Конструкция рукавного фильтра.
Рисунок 5.4.	Базовая схема устройства циклона.
Рисунок 50.5.	Схема устройства электрофильтра (показаны только две зоны).
Рисунок 5.6.	Радиальный мокрый скруббер.
Рисунок 5.7.	Схематичное изображение системы СКВ.
Рисунок 5.8.	Некаталитическое дожигание СО.
Рисунок 5.9.	Каталитическое дожигание СО.
Рисунок 5.10.	Горизонтальный отстойник.

Список таблиц

Таблица 1.1.	Основные предприятия Республики Казахстан по утилизации отходов термическим способом
Таблица 1.2.	Образование ТБО в мире и РК на 1 жителя в кг/сутки

Таблица 1.3.	Движение опасных отходов в Республике Казахстан за 2022 – 2023 годы
Таблица 1.4.	Движение неопасных отходов в Республике Казахстан за 2022 – 2023 годы
Таблица 1.5.	Общий объем утилизированных и захороненных отходов за 2024 год в тоннах
Таблица 1.6.	Химический состав зольного остатка от сжигания ТБО
Таблица 2.1.	Ориентировочные справочные значения осуществимости инвестиций в охрану окружающей среды
Таблица 3.1.	Сведения по эмиссиям и очистному оборудованию объектов
Таблица 3.2.	Показатели энергоэффективности при подготовке отходов
Таблица 3.3.	Основные показатели энергоэффективности при термической утилизации отходов
Таблица 5.1.	Сравнение различных систем тканевых фильтров
Таблица 5.2.	Эффективность очистки и уровни выбросов, связанных с использованием электрофильтров
Таблица 5.3.	Методы осаждения металлов и их соединений
Таблица 5.4.	Сравнительная характеристика аэробной и анаэробной очистки
Таблица 6.1.	Периоды усреднения уровней выбросов/сбросов, связанные с НДТ
Таблица 6.2.	Технологические показатели выбросов пыли и металлов при энергетической утилизации отходов
Таблица 6.3.	Технологические показатели выбросов HCl, HF и SO при энергетической утилизации отходов
Таблица 6.4.	Технологические показатели выбросов NOx, CO, NH ₃ при энергетической утилизации отходов
Таблица 6.5.	Технологические показатели выбросов диоксинов, ПХДФ и углеводородов, предельных при энергетической утилизации отходов
Таблица 6.6.	Технологические показатели выбросов ртути (Hg) при энергетической утилизации отходов
Таблица 6.7.	Технологические показатели выбросов пыли и металлов от инсинераторных установок
Таблица 6.8.	Технологические показатели выбросов HCl, HF и SO от инсинераторных установок
Таблица 6.9.	Технологические показатели выбросов NOx, CO, NH ₃ от инсинераторных установок
Таблица 6.10.	Технологические показатели выбросов диоксинов, ПХДФ и углеводородов предельных от инсинераторных установок

Таблица 6.11.	Технологические показатели выбросов ртути (Hg) при уничтожении отходов от инсинераторных установок
Таблица 6.12.	Технологические показатели выбросов пыли от пиролизных установок
Таблица 6.13	Технологические показатели выбросов NOx, CO, SO от пиролизных установок
Таблица 6.14.	Технологические показатели сбросов сточных вод при уничтожении и утилизации отходов термическим способом, поступающих в поверхностные водные объекты

Глоссарий

Настоящий глоссарий предназначен для облегчения понимания информации, содержащейся в настоящем справочнике по наилучшим доступным техникам "Уничтожение и утилизация отходов термическим способом" (далее – справочник по НДТ). Определения терминов в этом глоссарии не являются юридическими определениями (даже если некоторые из них могут совпадать с определениями, приведенными в нормативных правовых актах Республики Казахстан).

Глоссарий представлен следующими разделами:

- термины и определения;
- сокращения и обозначения;
- химические формулы;
- единицы измерения.

Термины и определения

В настоящем справочнике по НДТ используются следующие термины:

альтернативное топливо RDF (refuse derived fuel)	–	вид топлива, который получают из бытовых и промышленных отходов. Используется, преимущественно, в качестве источника энергии на цементных заводах в печах, где требуется поддержание температур около 2 000 °С. Может также применяться в качестве дополнения к основному источнику энергии в других сферах промышленности, например, на металлургических заводах или на теплостанциях;
инсинератор	–	установка для термического уничтожения жидких, твердых и газообразных отходов;
		стационарный источник эмиссий, расположенный на действующем

действующая установка	—	объекте (предприятии) и введенный в эксплуатацию до введения в действие настоящего справочника по НДТ;
наилучшие доступные техники	—	наиболее эффективная и передовая стадия развития видов деятельности и методов их осуществления, которая свидетельствует об их практической пригодности для того, чтобы служить основой установления технологических нормативов и иных экологических условий, направленных на предотвращение или, если это практически неосуществимо, минимизацию негативного антропогенного воздействия на окружающую среду;
вращающаяся печь	—	трубчатая или барабанная печь цилиндрической формы с вращательным движением корпуса вокруг продольной оси, предназначенная для термической обработки помещенных в печь отходов с целью осуществления различных физико-химических процессов;
загрязняющее вещество	—	любые вещества в твердом, жидком, газообразном или парообразном состоянии, которые при их поступлении в окружающую среду в силу своих качественных или количественных характеристик нарушают естественное равновесие природной среды, ухудшают качество компонентов природной среды, способны причинить экологический ущерб либо вред жизни и (или) здоровью человека;
мусоросжигательный завод	—	предприятие, использующее технологию утилизации промышленных и твердых бытовых/коммунальных отходов посредством термического разложения (сжигания) в котлах или печах. Побочной функцией мусоросжигательных заводов является выработка тепловой и электроэнергии за счет использования теплоты сгорания;

маркерные загрязняющие вещества	–	наиболее значимые для эмиссий конкретного вида производства или технологического процесса загрязняющие вещества, которые выбираются из группы характерных для такого производства или технологического процесса загрязняющих веществ и с помощью которых возможно оценить значения эмиссий всех загрязняющих веществ, входящих в группу.
---------------------------------	---	--

Сокращения и обозначения

АО	–	акционерное общество
АСМ	–	автоматизированная система мониторинга
НДТ	–	наилучшая доступная техника
ЕС	–	Европейский Союз
ЕЭС	–	Европейское экономическое сообщество
ВИЭ	–	возобновляемые источники энергии
ТОО	–	товарищество с ограниченной ответственностью
КТА	–	комплексный технологический аудит
НПА	–	нормативно-правовые акты
КПД	–	коэффициент полезного действия
МВИ	–	методика выполнения измерений
ТРГ	–	техническая рабочая группа
ПДК	–	предельно-допустимая концентрация
СЭМ	–	система экологического менеджмента
СЭнМ	–	система энергетического менеджмента
ОЭСР	–	Организации экономического сотрудничества и развития
ТБО	–	твердые бытовые отходы
ЦКС	–	циркулирующий кипящий слой
ТЭЦ	–	теплоэлектроцентраль
АСУТП	–	автоматизированная система управления технологическими процессами

ПХДД	—	полихлорированные дибензодиоксины
ПХДФ	—	полихлорированные дибензофураны
ПАУ	—	полициклические ароматические углеводороды
ПХБ	—	полихлорированные бифенилы
СКВ	—	селективное каталитическое восстановление оксидов азота
СНКВ	—	селективное некаталитическое восстановление оксидов азотов

Химические элементы

Символ	Название	Символ	Название
Ag	серебро	Mg	магний
Al	алюминий	Mn	марганец
As	мышьяк	Mo	молибден
Au	золото	N	азот
B	бор	Na	натрий
Ba	барий	Nb	ниобий
Be	бериллий	Ni	никель
Bi	висмут	O	кислород
C	углерод	Os	осмий
Ca	кальций	P	фосфор
Cd	кадмий	Pb	свинец
Cl	хлор	Pd	палладий
Co	кобальт	Pt	платина
Cr	хром	Re	рений
Cs	цезий	Rh	родий
Cu	медь	Ru	рутений
F	фтор	S	сера
Fe	железо	Sb	сурьма
Ga	галлий	Se	селен
Ge	германий	Si	кремний
H	водород	Sn	олово
He	гелий	Ta	тантал
Hg	ртуть	Te	теллур
I	йод	Ti	титан
In	индий	Tl	таллий
Ir	иридий	V	ванадий
K	калий	W	вольфрам

Li	литий	Zn	цинк
----	-------	----	------

Химические формулы

Химическая формула	Название (описание)
Al_2O_3	оксид алюминия
CH_4	метан
C_6H_6	бензол
$C_6H_5CH_3$	толуол
CO	оксид углерода
CO_2	диоксид углерода
CS_2	сероуглерод
$CaBr_2$	бромид кальция
CaO	оксид кальция, гидроокись кальция
FeO	оксид железа
Fe_2O_3	оксид железа трехвалентный
H_2O_2	перекись водорода
H_2S	сероводород
H_2SO_4	серная кислота
HCl	хлороводородная кислота
HF	фтороводородная кислота
HNO_3	азотная кислота
K_2O	оксид калия
MgO	оксид магния, магнезия
MnO	оксид марганца
$NaOH$	гидроокись натрия
$NaCl$	хлорид натрия
CaC_2	карбид кальция
$CaCl_2$	хлорид калия
Na_2CO_3	карбонат натрия
Na_2SO_4	сульфат натрия
NO_2	двуокись азота
NO_x	смесь оксида азота (NO) и диоксида азота (NO_2), выраженная в виде NO_2 , окислы азота
SiO_2	двуокись кремния, оксид кремния
SO_2	двуокись серы
SO_3	трехокись серы

SO _x	оксиды серы – диоксид серы (SO ₂) и SO ₃
ZnO	оксид цинка

Единицы измерения

Символ единицы измерения	Название единицы измерения	Наименование измерения (символ измерения)	Преобразование и комментарии
°C	градус Цельсия	Температура (Т) Разница температур (PT)	
г	грамм	Масса	
Гц	Герц	Частота	
га	гектары	Площадь	
дм ³	кубический дециметр	Объем	
ч	час	Время	
К	Кельвин	Температура (Т) Разница температур (AT)	0 °C = 273.15 К
кг	килограмм	Масса	
кПа	килопаскаль	Давление	
кВт ч	киловатт-час	Энергия	1 кВт ч = 3 600 кДж
л	литр	Объем	
м	метр	Длина	
м ²	квадратный метр	Площадь	
м ³	кубический метр	Объем	
мг	миллиграмм	Масса	1 мг = 10 ⁻³ г
мм	миллиметр		1 мм = 10 ⁻³ м
МВт	мегаватт тепловой мощности	Тепловая мощность Теплоэнергия	
Нм ³	нормальный кубический метр	Объем	при 101.325 кПа, 273.15 К
Па	паскаль		1 Па = 1 Н/м ²
об/мин	число оборотов в минуту	Скорость вращения, частота	
т	метрическая тонна	Масса	1 т = 1 000 кг или 10 ⁶ г
т/сут.	тонн в сутки	Массовый расход Расход материала	
т/год	тонн в год	Массовый расход Расход материала	

Предисловие

Краткое описание содержания справочника по наилучшим доступным техникам: взаимосвязь с международными аналогами

Справочник по НДТ "Уничтожение и утилизация отходов термическим способом" разработан технической рабочей группой в целях реализации Экологического кодекса Республики Казахстан.

Разработка справочника по НДТ проводилась в соответствии с Правилами разработки, применения, мониторинга и пересмотра справочников по наилучшим доступным техникам, утвержденными постановлением Правительства Республики Казахстан от 28 октября 2021 года № 775 (далее – Правила) [2].

Перечень областей применения НДТ утвержден приложением 3 к Экологическому кодексу Республики Казахстан (далее – Экологический кодекс) [1].

Справочник по НДТ состоит из вводной части, восьми разделов и библиографии.

В главе "Общая информация" представлены данные о структуре отрасли, полученные в ходе проведения КТА предприятий по уничтожению и утилизации отходов термическим способом, а также на основе отчетов предприятий, имеющих в открытом доступе, данные по видам отходов и их образованию, виды оборудования по уничтожению и утилизацию отходов термическим способом и т.д.

В главе "Методология отнесения к НДТ" представлены принципы подбора техник в качестве НДТ. Представлена методология определения техники в качестве наилучшей доступной, которая основывается на подборе и сравнении альтернативных техник, принятых в качестве техник-кандидатов в наилучшие доступные, обеспечивающих достижение целей предприятия и государственных уполномоченных органов в области охраны окружающей среды.

В главе "Применяемые процессы: технологические, технические решения, используемые в настоящее время" представлены и описаны технологические процессы при уничтожении и утилизации отходов термическим способом, такие, как вспомогательные операции при управлении отходами (прием и подготовка отходов к термической обработке), уничтожение отходов (термические, химические и биологические процессы) и энергетическая утилизация.

Глава "Общие НДТ для предотвращения и/или сокращения эмиссий и потребления ресурсов" посвящена рассмотрению техник по экологическому и энергетическому менеджменту, мониторингу эмиссий, вспомогательным операциям при управлении отходами (прием и подготовка отходов к термической обработке), по управлению водопользованием, а также представлены методы снижения уровней физического воздействия и запаха.

В главе "Техники, которые рассматриваются при выборе НДТ" дано описание существующих техник, которые предлагаются для рассмотрения в целях определения НДТ. Особое внимание в главе уделено характеристикам систем очистки, направленных на сокращение выбросов и сбросов загрязняющих веществ.

В главе "Заключения, содержащие выводы по НДТ" представлены заключения по общим НДТ, связанным с системой экологического менеджмента, мониторинга и контроля, и НДТ при уничтожении и утилизации отходов термическим способом.

В главе "Перспективные техники" представлены сведения о новейших техниках, в отношении которых проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы или осуществляется их опытно-промышленное внедрение.

Завершает справочник глава "Заключительные положения и рекомендации".

При разработке справочника был учтен международный опыт в данной сфере, в том числе использовались аналогичные и сопоставимые справочники, официально применяемые в государствах, являющихся членами ОЭСР, ЕС, в Российской Федерации, других странах и организациях с учетом специфики, сложившейся структуры экономики и необходимости обоснованной адаптации к климатическим, а также экологическим условиям Республики Казахстан, обуславливающим техническую и экономическую доступность НДТ в конкретных областях их применения:

1) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration/ Справочный документ по наилучшим доступным технологиям (НДТ) для сжигания отходов [3];

2) Исполнительное решение Комиссии (ЕС) 2019/2010 от 12 ноября 2016 года, в соответствии с Директивой 2010/75/EU по промышленным выбросам устанавливающее заключения по НДТ для сжигания отходов [4];

3) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector/Общие системы очистки/управления сточными водами и отработанными газами в химическом секторе [5];

4) Исполнительное решение Комиссии (ЕС) 2016/902 от 30 мая 2016 года, устанавливающее выводы о наилучших доступных методах в соответствии с Директивой 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета для общих систем очистки/управления сточными водами и отработанными газами в химическом секторе (уведомление согласно документу С (2016) [6];

5) Reference Document On Best Available Techniques For Energy Efficiency, EC 09/2021[7];

6) ИТС 9-2020 "Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами" [8];

7) ИТС 48-2017 "Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности" [9];

8) Директива (ЕС) 2024/1785 Европейского парламента и Совета от 24 апреля 2024 года о внесении изменений в Директиву 2010/75/EU Европейского парламента и Совета о промышленных выбросах (комплексное предотвращение загрязнения и контроль за ним) и Директиву Совета 1999/31/ЕС о захоронении отходов [10].

Внедрение НДТ предусматривает индивидуальный подход к выбору НДТ с учетом экономики конкретного предприятия и готовности предприятия к переходу на принципы НДТ.

Модернизация производственных мощностей с применением современных и эффективных техник будет способствовать ресурсосбережению и предотвращению загрязнения, позволит достигнуть уровней выбросов, соответствующих уровням эмиссий стран ОЭСР.

Информация о сборе данных

В целях разработки справочника по НДТ информация об уровнях выбросов, сбросов, образовании отходов, технологических процессах, оборудовании, технических способах, методах, применяемых при уничтожении и утилизации отходов термическим способом в Республике Казахстан, была собрана в процессе проведения КТА, правила проведения которого регламентированы действующим законодательством Республики Казахстан. Перечень объектов для прохождения КТА утвержден ТРГ по разработке справочника по НДТ "Уничтожение и утилизация отходов термическим способом".

Взаимосвязь с другими справочниками по НДТ

Справочник по НДТ является одним из серии разрабатываемых в соответствии с требованием Экологического кодекса национальных справочников по НДТ.

Справочник по НДТ имеет взаимосвязь с:

№ п/п	Наименование справочника по НДТ	Связанные процессы
1	Сжигание топлива на крупных установках с целью производства энергии	Сжигание отходов в печах с целью производства энергии
2	Энергетическая эффективность при осуществлении хозяйственной и иной деятельности	Процессы потребления тепловой и электрической энергии
3	Очистка сточных вод централизованных систем водоотведения населенных пунктов	Процессы очистки сточных вод

Область применения

В соответствии с нормами Экологического кодекса настоящий справочник по НДТ распространяется на следующий вид деятельности:

уничтожение и утилизация отходов термическим способом.

Область применения настоящего межотраслевого справочника по НДТ распространяется на технологические процессы при уничтожении и утилизации отходов термическим способом, в том числе:

- 1) уничтожение отходов;
- 2) энергетическая утилизация.

Справочник по НДТ не распространяется на:

процессы при восстановлении отходов;

сжигание или совместное сжигание исключительно газообразных эмиссий, кроме тех, которые образуются в результате термической обработки отходов;

захоронение отходов;

радиоактивные отходы;

вопросы, касающиеся исключительно обеспечения промышленной безопасности или охраны труда;

внештатные режимы эксплуатации, связанные с планово-предупредительными и ремонтными работами.

Область применения настоящего справочника по НДТ, а также технологические процессы, оборудование, технические способы и методы в качестве НДТ для области применения настоящего справочника по НДТ определены ТРГ по разработке справочника по НДТ "Уничтожение и утилизация отходов термическим способом".

Принципы применения

Статус документа

Справочник по НДТ предназначен для информирования операторов объекта/объектов установок, уполномоченных государственных органов, и общественности об НДТ и перспективных техниках, относящихся к области применения справочника по НДТ, с целью стимулирования перехода операторов объекта/объектов на принципы "зеленой" экономики и НДТ.

Справочник по НДТ содержит систематизированную информацию о состоянии отрасли по уничтожению и утилизации отходов термическим способом в Республике Казахстан, а также о наиболее распространенных и новых, перспективных техниках, о потреблении ресурсов и об эмиссиях, о системах экологического и энергетического менеджмента.

Определение НДТ осуществляется для отраслей (областей применения НДТ) на основе ряда международных принятых критериев:

применение малоотходных технологических процессов;

высокая ресурсная и энергетическая эффективность производства;

рациональное использование воды, создание водооборотных циклов;

предотвращение загрязнения, отказ от использования (или минимизация применения) особо опасных веществ;

организация повторного использования веществ и энергии (там, где это возможно);

экономическая целесообразность (с учетом инвестиционных циклов, характерных для отрасли применения НДТ).

Положения, обязательные к применению

Положения раздела "6. Заключение, содержащие выводы по наилучшим доступным техникам" справочника по НДТ являются обязательными к применению при разработке заключений по НДТ.

Необходимость применения одного или совокупности нескольких положений заключения по НДТ определяется операторами объектов самостоятельно, исходя из целей управления экологическими аспектами на предприятии при условии соблюдения технологических показателей. Количество и перечень НДТ, приведенных в настоящем справочнике по НДТ, не являются обязательными к внедрению.

На основании заключения по НДТ операторами объектов разрабатывается программа повышения экологической эффективности, направленная на достижение уровня технологических показателей, утвержденных в заключениях по НДТ.

Рекомендательные положения

Рекомендательные положения имеют описательный характер и рекомендованы к анализу процесса установления технологических показателей, связанных с применением НДТ, и к анализу при пересмотре справочников по НДТ:

Раздел 1: представлена общая информация отрасли по уничтожению и утилизации отходов термическими способами в мире и в Республике Казахстан, структуре отрасли, используемым промышленным процессам и техникам;

Раздел 2: описана методология отнесения к НДТ, подходы идентификации НДТ;

Раздел 3: описаны основные этапы производственного процесса, представлены данные и информация об экологических характеристиках установок с точки зрения текущих эмиссий, потребления и характера сырья, потребления воды, использования энергии и образования отходов;

Раздел 4: описаны методы, применяемые при осуществлении технологических процессов для снижения их негативного воздействия на окружающую среду и не требующие реконструкции объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду;

Раздел 5: представлено описание существующих техник, которые предлагаются для рассмотрения в целях определения НДТ;

Раздел 7: представлена информация о новых и перспективных техниках;

Раздел 8: приведены заключительные положения и рекомендации для будущей работы в рамках пересмотра справочника по НДТ.

1. Общая информация

Настоящий раздел справочника по НДТ содержит общую информацию о конкретной области применения, включая описание отрасли по уничтожению и утилизации отходов термическим способом в мире и Республике Казахстан, а также описание основных экологических проблем, характерных для области применения настоящего справочника по НДТ.

Обзор отрасли по уничтожению и утилизации отходов термическим способом

Во многих европейских странах термический метод уничтожения отходов – один из основных способов утилизации отходов, ввиду действующих законодательных ограничений на размещение отходов на полигонах.

В последние годы в странах Европейского Союза, США и Японии прослеживается общая тенденция к расширению строительства новых и реконструкции существующих мусоросжигательных заводов с выработкой тепловой и (или) электрической энергии.

Вклад сжигания в обезвреживание бытовых отходов в разных государствах различен. Так, доля сжигаемых твердых бытовых отходов в Австрии, Италии, Франции, Германии колеблется от 20 до 40 %; в Бельгии, Швеции составляет 48 – 50 %; в Японии – 70 %; в Дании, Швейцарии – 80 %; в Великобритании и США – 10 %. В Казахстане сжиганию подвергается только около 2 % бытовых и прочих отходов, а в России – около 10 %.

Например, в Швеции около 50 % бытовых и прочих отходов превращают в энергию и биогаз, также здесь перерабатывают 51 % отходов, а сжигают лишь то, что уже совсем непригодно к переработке.

Мировыми лидерами в мусоросжигании являются Дания и Швейцария, где сжиганию подвергается около 80 % твердых бытовых отходов (в Швейцарии по состоянию на начало 2010-х годов функционировало 37 мусоросжигательных заводов, то есть в среднем по одному заводу на каждые 200 тыс. жителей).

Сжигание является основным видом переработки опасных и промышленных отходов в Китае. Китайские мусоросжигательные заводы следуют модели "отходы-в-энергию", в которой полученное тепло используется для выработки электроэнергии.

Во многих европейских странах такие предприятия располагают прямо в черте города, как, например, в Париже. Они есть также в Вене, Копенгагене, Амстердаме, Лондоне и других городах. Порядка 200 из европейских заводов построены по технологиям швейцарско-японской компании Hitachi Zosen Inova – мирового лидера в области термической переработки отходов. По всему миру эта компания построила под ключ более 600 таких объектов.

Также одним из примеров является Чешская Республика, где мусоросжигательный завод расположен в городе Либерце, в нескольких десятках метров от жилых кварталов, что лишний раз демонстрирует надежность и экологическую безопасность данной технологии утилизации мусора.



Рисунок 1.1. Мусоросжигательный завод "TERMIZO" (г. Либерец).

Мощность предприятия позволяет сжигать 100 тыс. тонн отходов в год, что обеспечивает потребность в утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) населения численностью 300 тыс. человек. Предприятие работает в непрерывном режиме в течение 8 тыс. часов в год, порядка 30 суток необходимо на осуществление плановых технологических перерывов, ремонтов. Обслуживающий персонал – 36 человек. Стоимость строительства завода в 2000 году составляла 2,2 млрд. чешских крон или 90 млн. евро. Эксплуатационные расходы деятельности предприятия составляют 140 – 150 млн. чешских крон в год.

Выпускаемая продукция – теплоэнергия, которая затем поступает на ТЭЦ и жилые дома. Такие отходы, как шлак и зола, используются для дальнейшей переработки.

Некоторые развитые страны, которые в силу своего географического положения обделены полезными ископаемыми, начали открыто зарабатывать на мусоре. Таким образом поступает даже такая страна, как Германия, в которой ежегодно перерабатывается и сжигается около 2 млн. тонн мусора, ввезенного из-за границы.

Уничтожение и утилизация отходов термическим способом в Казахстане — это важный, но сложный процесс, связанный с управлением отходами и экологической безопасностью. В стране не хватает современных заводов по сжиганию отходов, что приводит к тому, что многие отходы просто подвергаются захоронению на полигонах твердых бытовых отходов.

Анализ показал, что для утилизации отходов в Республике Казахстан используются в основном установки термического сжигания – инсинераторы (передвижные и стационарные).

Передвижные утилизационные комплексы имеют такой же функционал и эффективность работы, что и стационарные модели.

Таблица .1. Основные предприятия Республики Казахстан по уничтожению отходов термическим способом

№ п/п	Наименование предприятия	Местонахождение	Вид утилизируемых отходов
1	2	3	4
1.	ТОО "Шаруа"	" Костанайская область	Опасные отходы, в том числе жидкие отходы.
2.	ТОО EcoProm"	" Костанайская область	Медицинские, бытовые, биоорганические, промышленные отходы, нефтяные шламы и др.
3.	ТОО "Kuzylou Eco Profile"	Актюбинская область	Замазученные грунты, буровой шлам, нефтесодержащие отходы и др.
			Пищевые отходы, промасленная ветошь, фильтры, медицинские отходы, бытовой мусор, нефтесодержащие отходы, шламы, химические реагенты и др.
		5.	ТОО "EkoLabRecycling" Актюбинская область
			Медицинские отходы, ртутные лампы, отработанные

4.	ТОО "ЭКО Пром KZ"	Актюбинская область	В этой строчке необходимо убрать лишние пустоты сверху и снизу			ые масла и др.
6.	ТОО "Аламан Береке"	г. Шымкент	Медицинские отходы и др.			
7.	ТОО "Казметрао"	Южно-Казахстанская область	Медицинские, промышленные отходы и бытовые, жидкие отходы и др.			
8.	ТОО "Sara M Servis"	Акмолинская область	Биологические, твердые бытовые и промышленные отходы и др.			
9.	ТОО "Металлострой база"	Акмолинская область	Кремация и термообработка различных видов отходов в соответствии с спецификацией в том числе пестицидов.			
			Отходы птицефабрик,			

10.	ТОО "ЭкопромБурбай"	Акмолинская область	промышленная ветеринарная, медицинские отходы, бытовой мусор и др.				
11.	ТОО "ЭкоБизнес"	Акмолинская область	Медицинские, биологические, бытовые и промышленные отходы и др.	12.	ТОО "West Dala"	Атырауская область	Медицинские, биологические, бытовые и промышленные отходы и др.
				13.	ТОО "GREEN ECO TECHNOLOGY"	Западно-Казахстанская область	Медицинские, биологические, бытовые и промышленные отходы и др.
14.	ТОО "ADAL Waste Service"	Западно-Казахстанская область	Твердые бытовые и промышленные отходы, нефтесодержащие отходы				
15.	ТОО "V-Recycling.kz"	Алматинская область	Медицинские отходы, трупы животных, промышленные отходы и др.				
16.	ТОО "МВАРНА"	Алматинская область	Медицинские и биологические отходы, твердые бытовые и промышленные отходы и др.	17.	ТОО "Центр Утилизации Отходов "ЭкоЛидер"	Карагандинская область	Медицинские и промышленные отходы и др.
18.	ТОО "Биовторполимер"	Абайская область	Биологические отходы, органические отходы.				

Примечание: Данные с портала электронного лицензирования Республики Казахстан (www.e-license.kz).

В настоящее время в Казахстане отсутствуют мусоросжигательные заводы, которые бы генерировали электроэнергию из отходов. Однако в стране активно обсуждаются проекты и инициативы по развитию таких технологий.

В последние годы Казахстан предпринимает шаги по улучшению системы управления отходами и переходу к более устойчивым методам утилизации, что может включать в себя строительство в будущем современных мусоросжигательных заводов.

Казахстан может извлечь уроки из опыта других стран, где сжигание отходов успешно интегрировано в систему управления отходами, с акцентом на экологическую безопасность и устойчивое развитие.

Виды отходов и их образование

Во всем мире количество отходов, образующихся на человека в сутки, составляет в среднем 0,74 кг, но колеблется в широких пределах — от 0,11 до 4,54 кг. Страны с высоким уровнем доходов, на которые приходится лишь 16 % населения мира, производят около 34 % или 683 млрд. тонн мировых отходов [11].

В перспективе ожидается, что к 2050 году объем отходов в мире вырастет до 3,4 млрд. тонн, что более чем вдвое превышает рост населения за тот же период.

В отчете Global Waste Management Outlook [17] указано, что в 2020 году прямые мировые затраты на управление отходами составили 252 млрд. долларов США. Однако, с учетом скрытых затрат, связанных с загрязнением, изменением климата из-за ненадлежащих методов обращения с отходами, эта сумма возрастает до 361 млрд. долларов США. Прогнозы показывают, что без срочных реформ к 2050 году ежегодные затраты могут достигнуть 640,3 млрд. долларов США. Главными факторами роста затрат являются увеличение отходов и неустойчивые модели потребления.

Таблица 1.2. Образование ТБО в мире и в Республике Казахстан на 1 жителя в кг/сутки [12]

№ п/п	Страны	Среднее значение	Минимальное	Максимальное
1	Северная Америка	2,21	1,94	4,54
2	Европа и Центральная Азия	1,18	0,27	4,45
3	Латинская Америка и Карибские острова	0,99	0,41	4,46
4	Ближний Восток и Северная Африка	0,81	0,44	1,83
5	Казахстан	0,67	0,2	2,38
6	Восточная Азия и Тихий океан	0,56	0,14	3,72
7	Южная Азия	0,52	0,17	1,44
8	Южная Африка	0,46	0,11	1,57

В Казахстане образование отходов является важной экологической проблемой, с которой сталкиваются многие регионы.

Согласно данным статистики, ежегодный объем образованных отходов остается на уровне 4 – 4,7 млн. тонн [18].

Проблема отходов охватывает различные сферы: бытовые, промышленные, сельскохозяйственные и строительные.

Количество отходов продолжает расти из-за увеличения численности населения, развития промышленности, а также низкой эффективности в переработке и утилизации отходов.

Основные факторы образования отходов в Казахстане.

Промышленность. Казахстан – страна с развитой горнодобывающей, нефтехимической и металлургической отраслями. Эти отрасли генерируют большие объемы отходов, включая токсичные и радиоактивные вещества, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Негативное воздействие промышленности выражается в воздействии на конкретные компоненты природы и на биосферу в целом от отходов от процессов добычи и переработки природных ресурсов.

Бытовые отходы. С увеличением численности населения растет количество бытовых отходов. Многие города, особенно крупные, сталкиваются с проблемами на этапах сбора, транспортировки и переработки отходов.

Сельское хозяйство. Сельхозпродукция, а также химические вещества, используемые в агропромышленном комплексе, также способствуют образованию отходов, включая пестициды и гербициды.

Строительство. Рост строительной активности приводит к образованию строительных отходов, таких как кирпичи, бетон, металл и пластик.

В соответствии со статьей 338 Экологического кодекса и классификатором отходов [13] все отходы по принадлежности подразделяются на опасные или неопасные.

Виды отходов определяются на основании классификатора отходов, утвержденного уполномоченным органом в области охраны окружающей среды. Классификатор отходов разрабатывается с учетом происхождения и состава каждого вида отходов и в необходимых случаях определяет лимитирующие показатели концентрации опасных веществ в целях их отнесения к опасным или неопасным.

Отдельные виды отходов в классификаторе отходов могут быть определены одновременно как опасные и неопасные, с присвоением различных кодов ("зеркальные" виды отходов), в зависимости от уровней концентрации содержащихся в них опасных веществ или степени влияния опасных характеристик вида отходов на жизнь и (или) здоровье людей и окружающую среду.

Отнесение отходов к опасным или неопасным и к определенному коду классификатора отходов производится владельцем отходов самостоятельно.

Опасные отходы

Согласно статье 342 Экологического кодекса к опасным отходам относятся отходы, содержащие одно из следующих веществ: взрывоопасные, огнеопасные, окислительные свойства, острые токсичные и другие вещества.

В таблице 1.3. представлена информация о движении опасных отходов за 2022 – 2023 годы [12].

Таблица 1.3. Движение опасных отходов в Республике Казахстан за 2022 – 2023 годы

№ п/п	Вид операции	2022 год (тыс. тонн)	2023 год (тыс. тонн)
1	Наличие на начало года	804 433,9	535 988,8
2	Образовалось	46 487,8	43 867, 9
3	Поступило от других лиц	1569,17	616510,26
4	Переработано, повторно использовано, утилизировано	3388,7	2796,7
5	Обезврежено	212,26	491,7
6	Захоронено	4310,88	4871,2
7	Передано сторонним организациям, предприятиям	21019,28	1570,64
8	Наличие на конец года	881 415,4	908 869,2

Анализируя данные в таблице 1.3. можно сделать вывод о том, что на конец 2023 года объем образованных опасных отходов по сравнению с 2022 годом увеличился.

Неопасные отходы

Неопасными отходами признаются отходы, которые не обладают опасными свойствами и не представляют непосредственной или потенциальной опасности для окружающей среды, жизни и (или) здоровья людей самостоятельно или в контакте с другими веществами.

Таблица 1.4. Движение неопасных отходов в Республике Казахстан за 2022 – 2023 годы [12]

№ п/п	Вид операции	2022 год (тыс. тонн)	2023 год (тыс. тонн)
1	Наличие на начало года	10 269 037,6	10 247 178,1
2	Образовалось	1 005 254,5	912 379,6
3	Поступило от других лиц	3 702,9	4 306,0
4	Переработано, повторно использовано, утилизировано	149 420,1	104 476,5
5	Захоронено	381046.3	272593,4

6	Передано сторонним организациям, предприятиям	6 293,8	7 240,3
7	Наличие на конец года	10 693 745,1	10 641 255,5

Как видно из таблицы 1.4., объем неопасных отходов на конец 2023 года остался практически на том же уровне, что и в начале года.

Мировой опыт показывает, что самыми доступными и одними из наиболее экономически целесообразных ВИЭ являются ТБО, сжигаемые на тепловых электростанциях. ТБО – это топливо, сопоставимое по теплоте сгорания с торфом и некоторыми марками бурых углей. Оно образуется там, где тепловая и электрическая энергия наиболее востребована, т.е. в крупных городах.

Энергетической утилизации не подвергаются отходы по перечню, утверждаемому уполномоченным органом в области охраны окружающей среды [16].

Таблица 1.5. Перечень отходов, не подлежащих энергетической утилизации

№ п/п	Наименование отходов, не подлежащих энергетической утилизации
1	Жидкие отходы
2	Опасные отходы, которые являются взрывчатыми, коррозионными, окисляемыми, высокоогнеопасными или огнеопасными
3	Отходы от медицинских или ветеринарных учреждений, которые являются инфицированными
4	Отходы, содержащие стойкие органические загрязнители
5	Пестициды
6	Ртутьсодержащие лампы и приборы
7	Электронное и электрическое оборудование
8	Лом цветных и черных металлов
9	Батареи литиевые, свинцово-кислотные
10	Отходы строительных материалов

В Казахстане накоплено около 31,6 млрд. тонн промышленных отходов и ежегодно добавляется еще около 1 млрд. тонн. Большая часть (70 %) – это техногенно-минеральные образования, такие, как вскрышная порода и золошлаковые отходы. Еще 10 % приходится на отходы обрабатывающей промышленности, а оставшиеся 20 % – на другие виды деятельности. В настоящее время ведется работа по переработке этих отходов [21].

Общий объем утилизированных отходов в Республике Казахстан за 2024 год составил 199 371 тонну [22]:

объем отходов, направленных на строительные мероприятия полигона –62 023 тонны;

объем отходов, направленных на инсинерацию (сжигание) с извлечением энергии – 11 585 тонн;

объем отходов, направленных на прочие виды утилизации – 125 763 тонны;

наличие отходов, находящихся в местах временного складирования неопасных отходов (площадках, в контейнерах, на перевалочных и сортировочных станциях) – 53 840 тонн.

Таблица .5. Общий объем утилизированных и захороненных отходов за 2024 год в тоннах

№ п/п	Наименование	Объем утилизированных отходов, тонн	В том числе:			Наличие отходов, находящихся в местах временного складирования неопасных отходов (площадках, в контейнерах, на перевалочных и сортировочных станциях), в тоннах
			объем отходов, направленных на строительные мероприятия полигона	объем отходов, направленных на инсинерацию (сжигание) с извлечением энергии	объем отходов, направленных на прочие виды утилизации	
1	Республика Казахстан	199 371	62023	11585	125763	53840
2	Абай	2 598	-	-	2598	3391
3	Акмолинская	4385	3166	-	1219	22883
4	Актюбинская	251	-	-	251	157
5	Алматинская	48182	20611	186	27385	287
6	Атырауская	13410	-	-	13410	3444
7	Восточно-Казахстанская	-	-	-	-	19541
8	Жетісу	128	-	-	128	48
9	Карагандинская	24890	20317	4529	-	32
10	Костанайская	4107	3186	-	921	669
11	Кызылординская	69744	8000	58	61687	-
12	Мангистауская	8108	-	-	8108	-
13	Павлодарская	13542	6670	6812	60	98
14	Северо-Казахстанская	931	73	-	858	1527
15	Ұлытау	6014	-	-	6014	-
16	г. Алматы	2041	-	-	2041	85

Примечание: Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (<https://stat.gov.kz/ru/>)[22].

Методы и установки для термической обработки отходов

Термическая обработка отходов — это процесс, в ходе которого отходы подвергаются высоким температурам с целью их уничтожения или преобразования в менее вредные вещества.

В настоящее время для утилизации отходов термическим способом чаще других используются сжигание, пиролиз, газификация и комбинированные технологии.

Метод сжигания (огневой метод)

Это наиболее распространенный метод, при котором отходы сжигаются в печах или котлах с высокой температурой. Процесс включает предварительную подготовку отходов, такую, как дробление, сортировка и сушка.

Основная цель сжигания отходов заключается в:

обезвреживании отходов, направленном на уменьшение их массы, изменение состава, физических и химических свойств в целях снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду;

утилизации отходов, направленной на получение энергии, выделяемой при горении отходов или их компонентов.

Мусоросжигательные установки

Специализированные установки (передвижные и стационарные), предназначенные для сжигания отходов. Эти установки оснащены системами очистки выбросов для минимизации воздействия на окружающую среду.

Наиболее распространенные виды оборудования для термической обработки отходов – это печи (установки):

- слоевые печи;
- печи с псевдооживленным слоем;
- вращающиеся печи;
- циклонные печи;
- шахтные печи;
- печи с жидкой ванной расплава;
- подовые печи.

Одним из важнейших преимуществ мусоросжигательных печей является их способность уничтожать практически все виды отходов, более 1 500 наименований, за исключением радиоактивных и ртутьсодержащих.

Энергетические установки

Установки, которые используют сжигание отходов для производства электроэнергии и тепла. Эти установки могут быть интегрированы с системами теплоснабжения.

Во всем мире используют преимущественно две технологии:

Метод слоевого сжигания на колосниковой решетке. Горячие воздушные потоки подаются на слой отходов на колосниковой решетке. Температура горения достигает 1 000 °С. Утилизировать таким способом можно несортированные отходы. Сегодня в мире функционирует более 1 500 установок на базе этой технологии мощностью 250 млн. тонн, которые характеризуются очень высокой энергоэффективностью.

Сжигание в кипящем слое. Технологический процесс практически такой же, как и в печах с колосниковой решеткой. Основным отличием является непосредственно способ мусоросжигания: отходы сжигаются в печи с постоянной подачей воздуха в слое инертного материала, вследствие чего образуется кипящий или псевдооживленный слой.

Предпочтительными технологиями для сжигания осадков сточных вод являются многоподовые печи и печи с псевдооживленным слоем, хотя в небольших установках применяются и вращающиеся печи.

Сжигание осадков энергетически, как правило, эффективнее сушки, так как при определенной исходной влажности сжигаемого осадка может достигаться автотермичность процесса, т.е. сжигание без дополнительного потребления топлива за счет тепла сгорания органической части самого осадка. Для осадков городских сточных вод эта влажность составляет 63 – 65 %; такая величина влажности может быть обеспечена при обезвоживании осадков на фильтр-прессах.

Технология слоевого сжигания на колосниковой решетке доминирует в странах ЕС. В Швейцарии, Швеции, Австрии, Голландии, Японии на нее приходится около 91 %. Сжигание в кипящем слое практикуют в 6 % случаев. Еще 3 % составляют альтернативные проекты, например, пиролиз.

Метод пиролиза и газификации

Процесс термического разложения органических материалов в отсутствие кислорода. Пиролиз приводит к образованию газов, жидких углеводородов и углерода (кокса), которые могут быть использованы в качестве топлива.

В зависимости от температурных режимов выделяют три вида пиролиза:

Низкотемпературный пиролиз (полукоксование). Температура протекания процесса – 450 – 550 °С. Выход пиролизного газа при этом минимален, а выход жидких продуктов и твердого остатка (полукокса) максимальный. Пирогаз при низкотемпературном пиролизе обладает максимальной теплотворной способностью. Жидкая фракция образуется в количестве около 29 % от исходной загрузочной массы, теплота сгорания которой составляет 9 000 ккал/кг.

Среднетемпературный пиролиз (среднетемпературное коксование). Реакция среднетемпературного пиролиза протекает при температуре до 800 °С. При этом наблюдается увеличение выхода пиролизного газа по сравнению с низкотемпературным пиролизом. Одновременно с этим происходит снижение выхода

жидкой и твердой фракции. Удельная теплота сгорания получаемого газа имеет более низкие показатели.

Высокотемпературный пиролиз (коксование). Температурный диапазон протекания процесса составляет 900 – 1050 °С. При высокотемпературном пиролизе выход газообразной фракции является максимальным. Выход жидкой и твердой фракций является минимальным. Получаемый газ имеет низкую теплоту сгорания.

Пиролизные установки

Установки, предназначенные для пиролиза отходов. Они могут перерабатывать различные виды органических отходов и превращать их в полезные продукты (печное топливо, котельное топливо, пиролизные масла и газ).

Газификация

Похожий на пиролиз процесс, но с наличием ограниченного количества кислорода. Отходы превращаются в синтетический газ (синтез-газ), который можно использовать для производства электроэнергии или в химической промышленности.

Газификаторы

Установки, используемые для газификации отходов. Эти системы часто применяются для переработки биомассы и других органических материалов.

Комбинированные технологии

Использование нескольких методов в одном процессе, например, сочетание пиролиза и газификации для максимального извлечения энергии и уменьшения остаточных отходов.

Методы, основанные на применении плазменных источников энергии

Основными вариантами использования плазменных источников энергии в технологиях высокотемпературной переработки и обезвреживания твердых бытовых, промышленных и медицинских отходов являются:

плазмохимическая ликвидация супертоксикантов непосредственно в плазменной дуге;

воздействие на слой токсичных отходов ударной плазменной струей;

термическое обезвреживание отходов в плотном фильтруемом слое с использованием плазменных источников энергии;

дожигание отходящих из печей газов с помощью плазменных источников энергии.

Разработки этой технологии проводились в России, Израиле, Японии.

К недостаткам можно отнести необходимость наличия футеровки в области горения плазмы, которая должна выдерживать высокие температуры. Кроме того, требуются большие капиталовложения.

Потребление энергоресурсов

Процессы термического уничтожения и энергетической утилизации отходов требуют значительного потребления ресурсов, обусловленного видом отходов, технологической схемой и параметрами работы оборудования.

В данном разделе рассмотрены основные аспекты потребления энергетических ресурсов.

Для потребления энергии при термической утилизации отходов используется топливо в виде природного газа, угля, жидкого топлива и альтернативного топлива (RDF) для разогрева печей, поддержания температуры в реакторе.

Природный газ – наиболее распространенный и экологически чистый вид топлива, обеспечивающий стабильное горение, высокую теплотворную способность и низкий уровень загрязнения загрязняющими веществами.

Уголь применяется в установках, где предусмотрены технологии сжигания твердого топлива. Его применение требует дополнительных систем очистки дымовых газов от золы и вредных веществ.

Жидкое топливо включает в себя мазут и дизельное топливо, которые могут использоваться в качестве резервного или основного топлива, что обеспечивает гибкость в выборе энергетического ресурса. В основном применяется в случаях, когда нет доступа к газовой сети или угольному топливу. Обладает высокой теплотворной способностью, но при сгорании образует больше количество загрязняющих веществ в окружающую среду.

При термической утилизации отходы с высокой теплотворностью представляют собой материалы, которые при сжигании образуют тепловую энергию. Образованную тепловую энергию необходимо направлять на нагрев рабочей зоны печи, поддержание требуемого температурного режима в камере сгорания и обеспечение эффективного разложения отходов. Это особенно актуально для процессов термической утилизации, где тепловая энергия поддерживает высокую температуру, необходимую для эффективного сжигания и уменьшения объема остаточных материалов.

Использование отходов в качестве топлива способствует снижению затрат на источники энергии и уменьшению нагрузки за счет снижения потребления энергии. В зависимости от их химического состава и физических свойств такие продукты могут эффективно использоваться в качестве альтернативного топлива.

Альтернативное топливо RDF (refuse derived fuel) или твердое вторичное топливо, представляет собой изделие, получаемое путем дробления и сушки отходов, образующихся в результате бытовой, промышленной или коммерческой деятельности. В состав RDF входят высококалорийные компоненты, такие, как пластик, бумага, картон, текстиль, резина, кожа, дерево и другие материалы. При производстве данного топлива строго контролируется содержание опасных компонентов, чтобы оно не превышало допустимых норм, что позволяет использовать RDF в качестве более экологически чистой альтернативы традиционным видам топлива.

Популярно RDF-топливо в странах Евросоюза. Высокий уровень культуры сбора отходов и хорошо отрегулированные процессы сортировки мусора в этих государствах

позволяют получать наиболее чистое и эффективное топливо такого формата. Ведущие страны по разработке RDF – Бельгия, Нидерланды и Финляндия.

Использование таких отходов в качестве топлива позволяет снизить потребление традиционных энергоносителей, уменьшить объем захоронения на полигонах и сократить выбросы парниковых газов. Это обеспечивает не только повышение энергоэффективности, но и снижение экологического воздействия на окружающую среду.

Потребление энергии при утилизации отходов термическим способом зависит от каждого метода обработки.

Основные технологии включают сжигание, пиролиз, газификацию и метод, основанный на использовании плазменных источников. Каждый из них имеет свои требования к температурному режиму и энергетическим затратам.

Сжигание отходов происходит при температуре 850 – 1200 °С, что требует значительных затрат энергии как на первоначальный разогрев установки, так и на поддержание стабильного процесса горения.

На начальной фазе требуется внешнее топливо (газ, уголь, дизель, мазут) для достижения необходимой температуры. В процессе работы возможно частичное самоподдержание горения за счет теплотворной способности собственных отходов. Однако низкокалорийные затраты (например, с повышенным содержанием влаги) требуют дополнительного энергопотребления. Дополнительные затраты энергии связаны с очисткой дымовых газов, обеспечением циркуляции воздуха и работой вспомогательных систем.

Пиролизные процессы протекают в температурном диапазоне 400 – 900 °С и могут частично обеспечить свою работу за счет выделенного пиролизного газа. На первом этапе требуется дополнительная энергия для разогрева реактора до рабочей температуры.

В процессе разложения отходов выделяются горючие газы (метан, водород, углеводороды), которые могут использоваться для подогрева систем, снижая внешние энергетические затраты. При наличии достаточного количества предлагаемого пиролизного газа технология может работать в полуавтономном режиме, значительно снижая потребление внешних источников энергии.

Газификация происходит при температуре 800 – 1300 °С, уровень энергопотребления зависит от режима работы установки. В случае автономной газификации часть полученного синтез-газа (CO, H₂) используется для подогрева реактора, что снижает потребление внешнего топлива. Если процесс требует поддержания высокой температуры, используется дополнительное топливо (природный газ, уголь, электроэнергия). Энергетические затраты также способствуют подаче окислителя (воздух, кислород), так как каждый из них требует последовательного уровня энергии для компрессии и подачи.

Плазменные технологии позволяют разлагать отходы при температуре 3 000 – 10000 °С, что обеспечивает их полное разрушение на молекулярном уровне. Однако такие технологии требуют значительных затрат электроэнергии. Основным источником энергии является электрическая дуга или индуктивная плазма, которые требуют высокой мощности (от 200 кВт до нескольких МВт в зависимости от производительности установки).

В отличие от традиционных методов, плазменные технологии не отличаются теплотворной способностью отходов и могут работать с любыми материалами, включая неорганические отходы. Выделяющиеся в процессе газификации синтез-газы (СО, Н) могут частично компенсировать энергозатраты, если они используются в рабочих установках. Эффективность процесса зависит от типа плазменного источника, используемого рабочего газа (аргон, азот, кислород) и конструкции реактора.

Общий уровень энергопотребления зависит от технологии утилизации отходов, их состава, теплотворной способности и необходимости использования вспомогательных источников энергии. Плазменные технологии требуют больше энергии не только для работы, но и для производства самих установок, так как они изготавливаются из материалов, способных выдерживать экстремально высокие температуры. Это сравнительно новая и перспективная технология обезвреживания и утилизации отходов.

Главным преимуществом плазменных технологий является минимизация вредных выбросов и сокращение объема остаточных отходов.

Метод сжигания имеет высокую энергоемкость, но достаточно эффективен для уничтожения отходов с высокой теплотворной способностью, таких как бытовые и медицинские отходы.

Метод пиролиза более энергоэффективен, чем метод сжигания, и процесс менее зависим от кислорода, что позволяет перерабатывать различные виды отходов, но не подходит для всех типов отходов, например, для тех, которые имеют высокое содержание влаги.

Метод газификации является перспективной технологией с надежной предпосылкой бесперебойной генерации энергии.

Процесс газификации позволяет перерабатывать различные виды отходов, включая углеродные и органические материалы, получая электроэнергию, но требует строго контролируемых условий.

Кроме топлива для стабильной и эффективной работы системы утилизации отходов используется электрическая энергия.

Электропотребление в процессах термической переработки отходов связано с работой различных систем и оборудования, обеспечивающих эффективное функционирование установок. Можно выделить следующие основные ключевые этапы потребления электрической энергии при утилизации отходов, такие как: системы

подготовки и подачи отходов включают в себя конвейеры, питатели и дробилки, которые обеспечивают транспортировку, дозирование и измельчение отходов перед их термической обработкой. Нагнетательные вентиляторы и дымососы, обеспечивающие подачу воздуха в зону горения и удаление дымовых газов из системы. Системы очистки газа включают электрофильтры, рукавные фильтры и мокрые скрубберы, предназначенные для удаления загрязняющих веществ из отходящих газов. Для обеспечения качественных условий организации процессов используются автоматизированные системы управления.

Автоматизированные системы управления состоят из датчиков, контроллеров и электроприводов, обеспечивающих мониторинг и управление процессами в реальном времени.

В разных странах потребление энергии при утилизации отходов зависит от технологий, их применения в переработке, утилизации и уровня развития промышленности. Страны с развитыми технологиями переработки отходов, такие как Германия, Япония и Франция, активно используют энергию, полученную в результате сжигания отходов, для покрытий, связанных с электричеством и тепловой энергией.

Германия активно использует технологию Waste-to-Energy (WTE) для утилизации отходов. Технология WTE понимается как переработка отходов в энергию посредством их сжигания. Однако этот процесс занимает около 5 % от всего производства электроэнергии в Германии. На сегодняшний день успешно реализованы проекты с высокоэффективными теплообменниками и когенерацией, что позволяет частично компенсировать энергозатраты от сжигания.

Япония является лидером по переработке отходов. В стране установлены заводы по сжиганию отходов, где энергия, получаемая при сжигании, используется для отопления жилых помещений, а также в промышленности. При переработке отходов в тепло и электроэнергию потребление энергии достаточно высокое, но за счет эффективности японских технологий, таких как сжигание в специально оборудованных печах с высокой степенью очистки, они минимизируют выбросы загрязняющих веществ.

Технологии преобразования отходов в энергию активно используются во Франции. В стране работает большое количество установок, которые сжигают отходы и одновременно производят электроэнергию и тепло. Франция активно использует вторичные источники энергии, такие как использование тепла от сжигания для отопления зданий и промышленности.

Казахстан, несмотря на наличие проблем с переработкой и утилизацией отходов, активно изучает возможности развития технологий утилизации отходов с производством энергии. На данный момент такие проекты в Казахстане только начинаются, а конкретные данные по потреблению энергии при сжигании отходов еще не доступны на уровне государственной статистики.

С целью отражения уровня потребления энергетических ресурсов, в том числе с учетом проведенных КТА выведена усредненная доля энергии по данным предприятиям, которая представлена ниже.

Термическая утилизация отходов путем сжигания и пиролиза потребляет порядка 49 % от общего потребления энергии на предприятиях Казахстана. Сюда входит энергия, необходимая для поддержания высокой температуры в печах и котлах, а также для процессов очистки дымовых газов.

Механическая обработка отходов потребляет порядка 21 %. Этот процесс включает работу дробильных установок, прессов и сортировочных систем.

Процессы биологической (химической) переработки и компостирования охватывают порядка 17 % от общего объема.

Вспомогательное оборудование и работы потребляют 13 % энергии, которая включает в себя расходы на освещение, вентиляцию, работу насосов, автоматизацию, автотранспорт и другое вспомогательное оборудование.

Термическая утилизация отходов является одним из наиболее энергоемких процессов на предприятиях, занимающихся утилизацией отходов. В этом процессе, который включает сжигание, пиролиз и другие методы термической обработки, расходуется значительная доля общей энергии, используемой на предприятиях.

Основная часть энергии тратится на поддержание высоких температур, необходимых для сжигания или разложения отходов. Кроме того, термическая утилизация включает в себя работу котлов, печей и других установок, а также системы для очистки дымовых газов и контроля выбросов, что дополнительно увеличивает энергозатраты. Даже в случае, когда полученная в процессе энергия используется для генерации тепла или электроэнергии, значительная часть энергии все равно расходуется на поддержание самой термической реакции и функционирование оборудования.

Таким образом, развитие технологий утилизации отходов, в том числе в энергию, в Казахстане представляется не только перспективным для эффективного решения проблем с отходами, но и перспективным направлением производства дополнительных источников энергии. В этом важном аспекте следует рассмотреть процессы термического уничтожения отходов, которые, хотя и требуют значительных затрат, могут снизить экологическую нагрузку и обеспечить эффективное использование ресурсов.

1.5. Основные экологические проблемы

В условиях быстрого роста населения и увеличения количества отходов вопрос их утилизации становится одной из ключевых экологических проблем современности.

Отходы – это одна из основных современных экологических проблем, которая несет в себе потенциальную опасность для здоровья людей, а также опасность для окружающей природной среды. Во многих странах до сих пор существует проблема

недопонимания всей серьезности потребности управления твердыми бытовыми отходами. Поэтому нет строгого регламента, а также необходимых нормативно-правовых актов, регулирующих вопросы, связанные с отходами.

Нынешняя экологическая ситуация, стихийное загрязнение больших территорий разнообразными промышленными и бытовыми, твердыми и жидкими отходами достигли во многих странах угрожающих масштабов.

Все отходы попадают в окружающую среду и оказывают на нее неблагоприятное воздействие.

Осознание того, насколько неблагоприятно влияют отходы на состояние окружающей среды, пришло сравнительно недавно. Вот почему совершенствование системы обращения с отходами во всем мире признается одной из главных проблем в области охраны окружающей среды.

Сжигание позволяет уменьшить объем мусора до 90 %. Это значит, что крупные объемы отходов, которые могли бы годами лежать на свалках, в итоге превращаются в небольшое количество пепла и золы. Это особенно важно для стран и городов с ограниченной территорией, где не хватает места для новых полигонов ТБО.

Сокращение количества отходов на полигонах ТБО помогает уменьшить загрязнение почвы и воды вредными веществами, образующимися при разложении отходов.

1.5.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Один из методов, активно применяемых во многих странах – это сжигание отходов на специализированных мусоросжигательных установках и заводах.

Основные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу – это продукты сгорания, твердые вещества (пыль), включающие тяжелые металлы в форме солей и окислов (висмут, серебро, олово, свинец, кадмий, сурьма, медь, цинк, хром, ртуть), диоксины и углеводороды, возникающие во время сжигания отходов в печах.

Современные мусоросжигательные заводы используют отходы как источник топлива. Сжигая мусор, они генерируют тепло, которое можно преобразовать в электроэнергию. Такой подход позволяет снизить потребление ископаемых видов топлива и частично перейти на альтернативные источники энергии.

Мусоросжигательные установки и заводы при соблюдении действующих национальных стандартов и соответствии им [28] способны путем сжигания отходов обезвредить такие опасные отходы, как медицинские материалы, зараженные вирусами и бактериями, химикаты и токсичные вещества. Это снижает риск распространения инфекций и загрязнения окружающей среды.

Несмотря на то, что сжигание позволяет значительно сократить объем отходов, вокруг этого метода ведется немало споров.

Наряду со стойкими органическими загрязнителями (например, диоксинами) и некоторыми тяжелыми металлами (например, Pb, Cu, Cd, Cr, Ni, Hg), в составе

выбросов содержатся оксиды серы (SO_x), оксиды азота (NO_x), летучие органические соединения (ЛОС и метановые (CH_4), оксид углерода (CO), углекислый газ (CO_2), закись азота (N_2O), хлороводород (HCl), аммиак (NH_3) и фтор (F).

Выбросы оксида углерода происходят в тех случаях, когда углерод, содержащийся в сжигаемых отходах, не проходит окисления в диоксид углерода (CO_2). Высокие уровни CO указывают на то, что газообразные продукты сгорания не находились при достаточно высокой температуре в присутствии кислорода (O_2) в течение периода, достаточного для протекания реакции перехода CO в CO_2 .

Так как уровни O_2 , а также системы воздухораспределения отличаются у разных типов камер сгорания, уровни CO также различаются. Концентрация оксида углерода служит наглядным доказательством эффективности сгорания и является важным показателем неустойчивости и неравномерности протекания процесса сжигания отходов.

Оксиды азота образуются как конечный продукт любого процесса сгорания топлива /воздуха. Оксид азота (NO) является главным компонентом NO_x ; однако, образуются, хотя и в меньших количествах, двуокись азота (NO_2) и закись азота (N_2O).

В процессе горения отходов происходит окисление азота и образование оксидов азота, окисление атмосферного азота. Процесс химического превращения азота в отходах протекает при сравнительно низких температурах (менее 1090°C), в то время как процесс окисления атмосферного азота протекает при более высоких температурах.

При выборе системы газоочистки при сжигании отходов необходимо учитывать следующие факторы:

- тип отходов, их состав и возможные изменения состава отходов;
- состав дымовых газов, объем и скорость изменений в составе;
- целевые показатели предельных значений выбросов;
- наличие накопленных/переработанных остатков, образующихся после газоочистки;
- совместимость со всеми элементами процесса сжигания отходов (для действующих предприятий);

- снижение выбросов;

размещение различных устройств газоочистки по возможности таким образом, чтобы температура дымовых газов снижалась по мере их продвижения от котла к дымовой трубе.

Современные мусоросжигательные заводы позволяют сократить объемы отходов и производить энергию, но при этом важно учитывать риски для экологии и здоровья. Комплексный подход к утилизации отходов, включающий переработку, повторное использование и отдельный сбор, в сочетании с безопасным сжиганием остатков,

может стать оптимальным решением для минимизации негативного воздействия отходов на окружающую среду.

1.5.2. Сбросы загрязняющих веществ

Рациональное водопотребление и водоотведение также являются немаловажным аспектом формирования экологической политики каждого предприятия по уничтожению и утилизации отходов термическим способом.

Качество сточных вод широко варьируется в зависимости от типа используемого топлива и состава отходов, применяемых методов борьбы с загрязнением, техники охлаждения и, следовательно, количества используемой воды, а также реагентов химической и биологической очистки, добавленных для целей очистки и технического обслуживания.

Основные источники загрязняющих веществ при сбросе сточных вод

Продукты сжигания

Неорганические вещества. При сжигании отходов могут образовываться неорганические загрязнители, такие как соли, кислоты и металлы. Например, при сжигании отходов, содержащих хлор, могут образовываться хлориды, а при сжигании органических материалов – диоксины и фураны.

Токсичные органические вещества. В процессе сжигания могут образовываться органические загрязнители, такие как углеводороды и различные кислородсодержащие соединения.

Фильтрационные системы

Для очистки газов и сточных вод инсинераторы могут использовать различные фильтрационные системы, такие как осадочные фильтры, угольные фильтры, системы для нейтрализации кислот и другие. Однако, если системы очистки работают неэффективно, загрязняющие вещества, такие как тяжелые металлы, диоксины и другие токсины, могут попасть в сточные воды.

Коррозия и износ оборудования

Прочные металлы и конструктивные элементы инсинератора могут подвергаться коррозии и износу, что приводит к попаданию в сточные воды различных химических соединений, таких как соли металлов, продукты коррозии, которые также могут быть загрязнителями.

Неполное сгорание

Если температура в камере сжигания недостаточна или происходит неполное сгорание, это приводит к образованию углеродных остатков (сажи) и других токсичных продуктов, которые могут попасть в сточные воды.

Использование химических веществ

При очистке дымовых газов от загрязнителей могут использоваться различные химические вещества, такие как щелочи или кислоты. Остаточные химические вещества могут попадать в сточные воды при недостаточной нейтрализации.

Отходы от очистных сооружений

При фильтрации и очистке сточных вод от инсинераторов могут образовываться осадки, содержащие токсичные вещества (например, тяжелые металлы, диоксины).

Вода, используемая для охлаждения

В процессе работы инсинераторов также используется вода для охлаждения оборудования, которая загрязняется различными веществами и попадает в сточные воды.

В случае сброса загрязненных сточных вод от инсинераторов в водоеме повышается количество взвешенных частиц, значительная часть которых осаждается вблизи места спуска, повышается температура воды, ухудшается кислородный режим, на поверхности воды образуется маслянистая пленка. Если в поступающих стоках содержатся кислоты, то повышается и кислотность воды, нарушается ход биологических процессов. Все это может привести к гибели водных организмов и нарушению естественных процессов самоочищения водоемов.

Поэтому, если оборотные системы не используются, то сточные воды перед попаданием в водные объекты должны быть очищены до нормативов, установленных законодательством Республики Казахстан.

1.5.3. Образование остатков от продуктов сгорания

Образование остатков от продуктов сгорания включает несколько категорий, каждая из которых требует особого внимания и обработки.

Основные остатки

Зольный остаток: твердые остатки, оставшиеся после сжигания органических компонентов отходов. Зола может быть как летучей (поднимается в воздух вместе с дымом), так и неподвижной (оседает на дне печи). В золе содержатся минералы, тяжелые металлы и другие соединения.

Таблица 1.6. Химический состав зольного остатка от сжигания ТБО

№ п/п	Наименование веществ	Значения в % по массе		
		миним.	средн.	максим.
1	2	3	4	5
1	SiO ₂	42.91	49.2	64.84
2	Fe ₂ O ₃ *	9.74	12	13.71
3	CaO*	10.45	15.3	21.77
4	K ₂ O*	0.83	1.05	1.36
5	TiO ₂ *	0.65	1.03	1.33
6	MnO*	0.06	0.14	0.22
7	Al ₂ O ₃ *	6.58	8.5	10.79
8	P ₂ O ₅ *	0.55	0.91	1.49

9	MgO*	1.79	2.69	3.4
10	Na ₂ O*	1.86	4.3	5.81
11	CO ₂	2.56	5.91	10.96
12	сульфаты	2.5	15.3	28.3
13	хлориды	1.3	3.01	7
14	Cr	174	648	1035
15	Ni	55	215	316
16	Cu	935	2 151	640
17	Zn	1 200	2 383	4001
18	Pb	497	1 655	3245

Примечание: * Значения рассчитаны на основе рентгенофлуоресцентного анализа [3].

Шлаки – это остатки, которые могут образовываться в результате сжигания, особенно при сжигании отходов с высоким содержанием тяжелых металлов. Шлаки могут быть использованы в строительстве, они требуют специальной утилизации.

Зольная пыль представляет собой часть негорючего материала, который поступает из котла вместе с дымовым газом. Зольная пыль собирается из золоулавливающего оборудования, например, из электрофильтра или рукавного фильтра, а также из разных частей котла, например, экономайзера и воздухоподогревателя.

Осадок после очистки сточных вод – это осадок, возникающий после очистки различных сточных вод из мусоросжигательных установок.

Остаточные продукты очистки котла – это остатки, образующиеся при обслуживании газовых и водяных сторон котла, включая воздухоподогреватель, экономайзер, пароперегреватель, дымовую трубу, конденсатор и вспомогательное оборудование. На газовой стороне остатки сжигания, такие как сажа и зольная пыль, накапливаются на поверхности оборудования и должны периодически удаляться. На водяной стороне в котле накапливаются продукты из накипи и коррозии, которые необходимо время от времени удалять, используя кислотные или щелочные растворы.

Прочие остатки включают те, которые образуются после очистки оборудования установки во время технического обслуживания от использованного масла и очистки оборудования, содержащего масло или нефтепродукты.

Многолетний опыт стран Европейского Союза позволяет отнести слоевое сжигание к наилучшим доступным технологиям обращения с отходами. Однако существует проблема утилизации образующегося шлака и летучей золы.

Углеродный шлак – то, что образуется при сжигании твердых коммунальных отходов. Из образующихся при сжигании остатков 80 – 90 % составляют твердый зольный шлак, остальные 10 – 20 % – это летучая зола.

В 28 странах ЕС ежегодно образуется приблизительно 16 млн. тонн. таких отходов. В основном их отправляют на полигоны для захоронения.

Однако в некоторых странах, где недостаточно земли для организации полигонов, эти отходы нашли применение в качестве различных строительных материалов. Например, в Дании и Нидерландах таким образом используется 98 % и 80 % таких остатков, образующихся после сжигания отходов.

1.5.4. Факторы физического воздействия

Шум и вибрация являются общераспространенными проблемами, а их источники встречаются практически на всех стадиях технологического процесса. Производственный шум, излучаемый установкой в окружающую среду, является фактором негативного воздействия, имеющим медицинские, социальные и экономические аспекты.

Шум – это совокупность звуков разной интенсивности и частоты, беспорядочно изменяющихся во времени, возникающих в производственных условиях и вызывающих у работников неприятные ощущения и объективные изменения в организме человека.

Оценивают шум в диапазоне частот от 45 до 11 000 Гц. При акустических измерениях определяют уровни звукового давления в пределах частотных полос, равных октаве (полоса частот, у которой отношение верхней граничной частоты к нижней равно 2), полуоктаве или 1/3 октавы.

Для характеристики интенсивности шума принята измерительная система, учитывающая приближенную логарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием – шкала бел (или децибел – дБ). По этой шкале каждая последующая ступень интенсивности звука больше предыдущей в 10 раз.

Шум и вибрация могут быть измерены несколькими способами, но, как правило, они являются специфическими для каждого технологического процесса, при этом необходимо учитывать частоту звука и местоположение населенных пунктов от производственной площадки.

Длительное воздействие шума и вибрации негативно сказывается на здоровье работников, вызывая стресс, усталость и другие проблемы.

Поэтому на предприятиях по уничтожению и утилизации отходов термическим способом должны принимать меры и осуществлять мероприятия по снижению уровня воздействия шума на рабочих местах (производственный шум) до минимума, а также шума на границах завода (шум окружающей среды), который влияет на соседние виды деятельности (жилые районы, общественные, промышленные, коммерческие и другие здания и т.д.) до минимальной величины.

Основные аспекты шума и вибрации на инсинераторах (мусоросжигательных установках), которые следуют учитывать:

двигатели и насосы;

конвейеры;

процесс сжигания (физические процессы);

вентиляция.

Надлежащее техническое обслуживание на мусоросжигательных установках способствует предотвращению разбалансировки оборудования, например вентиляторов и насосов. Соединения между оборудованием могут быть сконструированы специальным образом для предотвращения или минимизации передачи шума.

К общим методам снижения шума можно отнести:

надлежащее (увеличение расстояния) размещение оборудования и зданий;

использование корпусов из звукопоглощающих конструкций для установок или компонентов, издающих шум;

использование антивибрационных опор и соединителей для оборудования;

тщательная настройка установок, издающих шум;

оборудование с низким уровнем шума.

2. Методология определения наилучших доступных техник

Процедура определения НДТ для области применения настоящего справочника по НДТ организована НАО "Международный центр зеленых технологий и инвестиционных проектов" в лице Бюро НДТ (далее – Центр) и ТРГ по вопросам разработки справочника по НДТ "Уничтожение и утилизация отходов термическим способом" в соответствии с положениями Правил.

В рамках данной процедуры учтена международная практика и подходы к определению НДТ, в том числе основанные на справочных документах ЕС по НДТ Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration/Справочный документ по наилучшим доступным технологиям (НДТ) для сжигания отходов, справочном документе ЕС по экономическим аспектам и вопросам воздействия на различные компоненты окружающей среды "EU Reference Document on Economics and Cross-Media Effects", а также на Руководстве по определению НДТ и установлению уровней экологической эффективности для выполнения условий получения экологических разрешений на основе НДТ "Best Available Techniques for Preventing and Controlling Industrial Pollution, Activity 4: Guidance Document on Determining BAT, BAT-associated Environmental Performance Levels and BAT-based Permit Conditions".

2.1. Детерминация, принципы подбора НДТ

Определение НДТ основывается на принципах и критериях в соответствии с требованиями Экологического кодекса, а также на соблюдении последовательности действий ТРГ:

1) определение ключевых экологических проблем для отрасли с учетом маркерных загрязняющих веществ эмиссий.

Для технологического процесса определен перечень маркерных веществ (более детальная информация приведена в разделе 6 настоящего справочника по НДТ).

Метод определения перечня маркерных загрязняющих веществ основывался преимущественно на изучении проектной, технологической документации и сведений,

полученных в ходе проведенного КТА предприятий по области применения настоящего справочника по НДТ.

По результатам анализа с учетом требований классификатора отходов Республики Казахстан были сгруппированы и определены 8 групп отходов, согласованные членами ТРГ. Перечень групп и наименования отходов, определенных как маркерные загрязняющие вещества в настоящем справочнике по НДТ, не носят нормативный характер и не являются исчерпывающими. Кроме того, перечень может быть расширен и дополнен по мере необходимости согласно классификатору отходов Республики Казахстан.

Из перечня загрязняющих веществ, присутствующих в эмиссиях основных источников загрязнения, для каждого технологического процесса в отдельности был определен перечень маркерных веществ при условии их соответствия следующим характеристикам:

вещество характерно для рассматриваемого технологического процесса (вещества, обоснованные в проектной и технологической документации);

вещество оказывает значительное воздействие на окружающую среду и (или) здоровье населения, в том числе обладающее высокой токсичностью, доказанными канцерогенными, мутагенными, тератогенными свойствами, кумулятивным эффектом, а также вещества, относящиеся к стойким органическим загрязняющим веществам;

2) определение и описание техник-кандидатов, направленных на комплексное решение экологических проблем отрасли.

При формировании перечня техник-кандидатов рассматривались технологии, способы, методы, процессы, практики, подходы и решения, которые направлены на комплексное решение экологических проблем области применения настоящего справочника по НДТ, из числа имеющихся в Республике Казахстан (выявленных в результате КТА) и в международных документах в области НДТ, в результате чего был определен перечень (количество) из техник-кандидатов, представленный в разделе 5.

Для каждой техники-кандидата приведено технологическое описание и соображения касательно технической применимости техник-кандидатов; экологические показатели и потенциальные выгоды от внедрения техники-кандидата; экономические показатели, потенциальные кросс-медиа эффекты и необходимые условия;

3) анализ и сравнение техник-кандидатов в соответствии с показателями технической применимости, экологической результативности и экономической эффективности.

В отношении рассматриваемых в качестве НДТ техник-кандидатов была проведена оценка в следующей последовательности:

оценка техники-кандидата по параметрам технологической применимости;

оценка техники-кандидата по параметрам экологической результативности.

Был проведен анализ экологического эффекта от внедрения техник-кандидатов, выраженный в количественном значении (единица измерения или процент сокращения/увеличения), в отношении следующих показателей:

атмосферный воздух: предотвращение и (или) сокращение выбросов;

водопотребление: сокращение общего водопотребления;

сточные воды: предотвращение и (или) сокращение сбросов;

почва, недра, подземные воды: предотвращение и (или) сокращение влияния на компоненты природной среды;

отходы: предотвращение и (или) сокращение образования/накопления производственных отходов, уничтожение и энергетическая утилизация отходов;

потребление сырья: сокращение уровня потребления, замещение альтернативными материалами и (или) отходами производства и потребления;

энергопотребление: сокращение уровня потребления энергетических и топливных ресурсов; использование альтернативных источников энергии; возможность регенерации и рециклинга веществ и рекуперации тепла; сокращение потребления электро- и теплоэнергии на собственные нужды;

шум, вибрация, электромагнитные и тепловые воздействия: снижение уровня физического воздействия.

Также учитывалось отсутствие или наличие кросс-медиа эффектов.

Соответствие или несоответствие техники-кандидата каждому из вышеперечисленных показателей основывались на сведениях, полученных в ходе КТА:

а) Оценка техники-кандидата по параметрам экономической эффективности.

Оценка экономической эффективности техники-кандидата не является обязательной, однако по решению большинства членов ТРГ экономическая оценка НДТ проводилась членами ТРГ – представителями промышленных предприятий в отношении некоторых техник, внедренных и эксплуатируемых на хорошо функционирующих промышленных установках/заводах.

Факт промышленного внедрения устанавливался в результате анализа сведений, выявленных в результате КТА;

б) Определение технологических показателей, связанных с применением НДТ.

Определение уровней эмиссий и иных технологических показателей, связанных с применением НДТ, в большинстве случаев использовано в отношении техник, обеспечивающих снижение негативного антропогенного воздействия и контроль загрязнения на конечной стадии производственного процесса.

Так, технологические показатели, связанные с применением НДТ, определялись в том числе и с учетом уровней национальных показателей, что подтверждено отчетами проведенных КТА.

2.2. Критерии отнесения техник к НДТ

В соответствии с пунктом 3 статьи 113 Экологического кодекса критериями определения НДТ являются:

- 1) использование малоотходной технологии;
- 2) использование менее опасных веществ;
- 3) способствование восстановлению и рециклингу веществ, образующихся и используемых в технологическом процессе, а также отходов, насколько это применимо ;
- 4) сопоставимость процессов, устройств и операционных методов, успешно испытанных на промышленном уровне;
- 5) технологические прорывы и изменения в научных знаниях;
- 6) природа, влияние и объемы соответствующих эмиссий в окружающую среду;
- 7) даты ввода в эксплуатацию для новых и действующих объектов;
- 8) продолжительность сроков, необходимых для внедрения НДТ;
- 9) уровень потребления и свойства сырья и ресурсов (включая воду), используемых в процессах, и энергоэффективность;
- 10) необходимость предотвращения или сокращения до минимума общего уровня негативного воздействия эмиссий на окружающую среду и рисков для окружающей среды;
- 11) необходимость предотвращения аварий и сведения до минимума негативных последствий для окружающей среды;
- 12) информация, опубликованная международными организациями;
- 13) промышленное внедрение на двух и более объектах в Республике Казахстан или за ее пределами.

2.3. Экономические аспекты внедрения НДТ

2.3.1. Подходы к экономической оценке НДТ

НДТ, порядок их применения, преимущества и недостатки, как правило, широко известны в отрасли уничтожения и утилизации отходов термическим способом.

НДТ считается приемлемой, если есть однозначные свидетельства/примеры результатов ее успешной эксплуатации. Так, странами ЕС при определении НДТ учитываются только технологии, уже вышедшие на промышленную эксплуатацию, и природоохранная эффективность которых подтверждена практически.

Детальный экономический анализ использования НДТ является дополнительным критерием для принятия решения о возможности или отказе от внедрения НДТ, когда существуют достаточные основания полагать, что НДТ является чрезмерно затратной.

По результатам общей эколого-экономической оценки НДТ могут быть ранжированы как:

экономически эффективные – когда техника сокращает расходы, дает экономию денежных средств и/или незначительно влияет на себестоимость услуг и приносит ощутимую экологическую результативность;

экономически эффективные при определенных условиях – когда техника приводит к увеличению затрат, но дополнительные расходы считаются приемлемыми для экономических условий предприятия и находятся в разумной пропорции к полученным экологическим выгодам;

экономически неэффективные – когда техника приводит к увеличению затрат и дополнительные расходы не считаются приемлемыми для экономических условий предприятия или несоразмерны полученным экологическим выгодам.

При выборе между несколькими альтернативными НДТ проводится сравнение удельных показателей эколого-экономической эффективности НДТ для определения наименее затратных.

В целом, переход на принципы НДТ должен осуществляться на экономически приемлемых для предприятия условиях, а именно: не снижать его экономической эффективности и критически не ухудшать финансового состояния в прогнозируемом периоде. Общая экономическая эффективность и возможность реализации НДТ определяется финансово-экономическими условиями конкретного предприятия.

При экономической оценке НДТ должны быть также приняты во внимание вопросы возможности реализации проектов НДТ в целом по отрасли с учетом сохранения текущего уровня эффективности и рентабельности деятельности в долго-, средне- и краткосрочной перспективе. НДТ может быть признана применимой на отраслевом уровне, если возможность ее реализации, с учетом общих финансовых затрат и экологических выгод, существует в масштабе, достаточном для широкого внедрения в данной отрасли.

Для НДТ, требующих значительных инвестиционных капитальных вложений, определяется разумный баланс между запросом гражданского общества на реализацию природоохранных мероприятий в целях снижения негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека и инвестиционными возможностями оператора объекта. При этом ответственность за доказательство условий, по которым к процессу внедрения НДТ должен быть применен особый режим, несет оператор объекта.

2.3.2. Способы экономической оценки НДТ

Экономическая оценка эффективности внедрения НДТ осуществляется различными способами:

по инвестиционной обоснованности затрат;

по анализу затрат и выгод;

по отношению затрат к ряду ключевых показателей деятельности: оборот, операционная прибыль, добавленная стоимость и другое (при доступности соответствующих данных);

по соотношению затрат и достигаемого экологического эффекта.

Каждый из способов экономической оценки отражает результат реализации мероприятий по охране окружающей среды на различные аспекты производственно-экономической и природоохранной деятельности предприятия и будет дополнительным источником принятия решения по НДТ. Оператор объекта применяет наиболее приемлемый, с учетом отраслевой и производственной специфики, способ экономической оценки НДТ или их сочетание.

2.3.3. Инвестиционная обоснованность затрат

Следует понимать, что НДТ (особенно средозащитные) не всегда являются предметом коммерческой деятельности с целью извлечения прибыли и в ходе инвестиционного анализа проекта внедрения НДТ дисконтированные денежные потоки могут иметь отрицательные значения.

Применимость НДТ определяется в том числе инвестиционной обоснованностью затрат на технологии и оборудование, стоимостью капитала, периодом окупаемости, ценами на сырье и материалы и другими факторами.

С точки зрения доходности инвестиций НДТ могут оцениваться как:

прибыльные – в случае получения дополнительных доходов от их реализации или экономии финансовых средств;

неприбыльные в доходной части, но допустимые с точки зрения текущего или будущего финансового состояния;

неприбыльные и чрезмерные по своим финансовым затратам;

достигающие требуемой экологической результативности по сравнению с затратами;

имеющие необоснованно высокие затраты по сравнению с достигнутым экологическим эффектом.

2.3.4. Анализ затрат и выгод

Помимо достигаемого экологического эффекта, применение НДТ во многих случаях дает снижение потребления физических природных ресурсов – сырья, топлива, электроэнергии, тепла, воды и т.д., представленных в денежном выражении. В этом случае НДТ может быть оценена с точки зрения полученных от ее применения выгод по сравнению с понесенными издержками.

Кроме того, результатом внедрения НДТ могут стать дополнительные источники доходов: продажа очищенных стоков воды для нужд ирригации и орошения, иловых отложений накопителей сельскому хозяйству, уловленные компоненты выбросов, рециклинг вторичных ресурсов и/или их использование для нового производства, термическая утилизация и т.д.

Общие экономические выгоды использования НДТ могут превысить затраты и стать стимулирующим фактором для ее реализации.

2.3.5. Соотношение затрат и ключевых экономических показателей

Для определения целесообразности инвестиций в мероприятия по охране окружающей среды может быть проанализировано соотношение расходов на НДТ и ряда ключевых производственно-экономических параметров деятельности: валовый доход, оборот, операционная прибыль, себестоимость и другое.

Для оценки затрат рекомендуется (или можно) применять шкалу справочных значений, полученных по данным анкетирования предприятий ЕС (Голландия) [24], ранжирующих затраты на три категории:

приемлемые затраты – если инвестиционные расходы незначительно влияют на ключевые показатели доходности и эти затраты можно считать приемлемыми без дальнейшего обсуждения;

обсуждаемые – средние затраты, когда представляется затруднительным или невозможным дать четкую оценку целесообразности инвестиций и результат требует рассмотрения с учетом дополнительных факторов;

неприемлемые затраты – если инвестиции чрезмерны по отношению к ключевым показателям деятельности.

Таблица .. Ориентировочные справочные значения осуществимости инвестиций в охрану окружающей среды [24]

№ п/п	Соотношение годовых затрат и инвестиций на НДТ к ключевым показателям деятельности	Приемлемые	Обсуждаемые	Неприемлемые
1	Затраты/оборот (выручка)	< 0,5 %	0,5 – 5 %	> 5 %
2	Затраты/годовой доход операционная прибыль)	< 10 %	10 – 100 %	> 100 %
3	Затраты/добавленная стоимость	< 2 %	2 – 50 %	> 50 %
4	Начальные инвестиции/ общий объем инвестиций	< 10 %	10 – 100 %	> 100 %

Шкала справочных значений позволяет быстро исключить технологии с явно высокими затратами или определить техники, затраты на внедрение которых можно считать осуществимыми без какого-либо дополнительного анализа.

Вместе с тем, ввиду большого интервала значений внутри категории "обсуждаемые" значительная часть природоохранных инвестиций может попасть в этот диапазон, что делает их достаточно неопределенными для однозначного вывода об обоснованности вложений. В этом случае, помимо условий, складывающихся на конкретном

предприятию, целесообразность инвестиций должна оцениваться с учетом дополнительных отраслевых аспектов, таких как период реализации проекта по внедрению НДТ, общий уровень инвестиций в охрану окружающей среды, текущая рыночная и финансовая ситуация и другое.

В целом, шкала справочных значений рассматривается как оценочный ориентир, применимый в большинстве случаев оценки НДТ, и также может использоваться для построения диапазонов применения НДТ с учетом финансово-экономического состояния конкретного предприятия.

2.3.6. Прирост себестоимости

Существенным фактором для определения применимости НДТ являются также дополнительные затраты, которые могут быть понесены при внедрении техники в текущий производственный процесс, так как внедрение НДТ увеличивает себестоимость услуг и снижает потенциал НДТ с точки зрения экономической эффективности.

Процентное соотношение годовых затрат на внедрение НДТ и общей производственной себестоимости услуг выражает прирост себестоимости с учетом дополнительных расходов предприятия на НДТ. Определение прироста себестоимости позволяет сравнить затраты на внедрение НДТ с производственной себестоимостью услуг, а также определить, какое влияние оказывает НДТ на операционную маржинальность.

2.3.7. Соотношение затрат и экологического результата

Одним из основных способов экономической оценки НДТ является анализ расходования денежных средств на внедрение НДТ и достигаемый экологический результат от ее внедрения в виде снижения/предотвращения эмиссии загрязняющих веществ и/или сокращения/предотвращения отходов. Относительное соотношение данных значений определяет эффективность затрат на НДТ на единицу массы/объема сокращаемого загрязняющего вещества и/или отходов в годовом исчислении.

Эффективность затрат =	Общие годовые затраты
	Годовое сокращение эмиссий

Под годовыми затратами понимается сумма капитальных (инвестиционных) затрат, распределенных по всему сроку службы НДТ в годовом исчислении, и операционных (эксплуатационных) расходов. Пересчет капитальных затрат в годовом исчислении производится коэффициентом годового пересчета (как функции срока службы НДТ и ставки дисконтирования), который в экономическом смысле представляет собой норму линейной амортизации основных средств.

Дисконтированные годовые затраты отражают объем инвестиций на проект внедрения НДТ с учетом временной стоимости капитала и сроком службы соответствующего оборудования.

Для правильного определения годовых затрат на НДТ должна быть обеспечена достаточная детализация инвестиционных капитальных вложений и распределение операционных расходов по соответствующим статьям затрат.

При расчете годовых затрат применяется формула:

$$\text{Годовые затраты} = I_0 r + r n + r n - 1 + \text{ОС},$$

где:

I_0 – общие инвестиционные расходы в год приобретения;

ОС – годовые чистые операционные расходы;

r – ставка дисконтирования;

n – ожидаемый срок службы.

Результат соотношения годовых затрат к достигнутому экологическому результату выражает объем денежных средств, расходуемых на уменьшение эмиссии загрязняющего вещества на единицу массы/объема. Сравнение результатов расчетов по различным НДТ позволяет оператору НДТ определить, какая из них экономически более эффективна и позволяет потратить меньше средств на одинаковое снижение эмиссии.

2.3.8. Платежи и штрафы за негативное воздействие на окружающую среду

Кроме непосредственно анализа показателей экономической эффективности НДТ, может оказаться полезным расчет платежей и штрафов, подлежащих к уплате за негативное воздействие на окружающую среду при наличии НДТ и при ее отсутствии. Общий порядок, ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду и экологические штрафы регулируются налоговым и административным законодательством Республики Казахстан.

За осуществление эмиссий, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в том числе без экологического разрешения на действующий объект, налагается штраф в размере десяти тысяч процентов от соответствующей ставки платы в отношении превышенного количества загрязняющих веществ.

Вместе с тем, в целях стимулирования внедрения и применения НДТ на законодательном уровне приняты определенные регулирующие меры. В частности, для предприятий, получивших комплексное экологическое разрешение, устанавливается нулевой коэффициент к ставкам платежей в бюджет, подлежащих к уплате за негативное воздействие на окружающую среду.

Применение НДТ с получением соответствующих экологических разрешений позволяет предприятиям достичь существенной экономии денежных средств по экологическим платежам и штрафам за негативное воздействие на окружающую среду.

2.3.9. Расчет "на установке"

Процесс реализации мероприятий по НДТ, особенно на крупных промышленных предприятиях, часто является составной частью общего процесса реконструкции или

модернизации производства. Для исключения влияния инвестиционных и операционных расходов, которые оператор объекта несет в ходе данных процессов или реализации других инвестиционных проектов, сведения о затратах по сокращению негативного воздействия на окружающую среду должны представлять только ту часть затрат, которые расходуются исключительно на рассматриваемую НДТ.

В таких условиях объективными данными являются данные о расходах на НДТ "на установке", то есть направленные непосредственно на НДТ, сокращающие/предотвращающие эмиссии загрязняющих веществ и/или отходы в окружающую среду, или НДТ, реализующие технологии по их утилизации с помощью данной НДТ. При расчете "на установке" в общую сумму затрат включаются расходы на:

- основные технологии и оборудование;

- дополнительные/вспомогательные технологии и оборудование, являющиеся неотъемлемой частью НДТ;

- пред/после очистные сооружения, расходные материалы, сырье и реагенты, без которых применение НДТ невозможно технологически.

Расчет "на установке" позволяет исключить фактор неопределенности при классификации капитальных и операционных расходов оператора объекта и сравнивать затраты предприятия на альтернативные НДТ по сопоставимым показателям.

3. Применяемые процессы: технологические, технические решения, используемые в настоящее время

Настоящий раздел справочника по НДТ содержит описание основных технологических процессов и методов, а также их комбинаций, применяемых при уничтожении и утилизации отходов термическим способом.

Выбор методов по уничтожению и утилизации отходов термическим способом и определение перечня сооружений представляют собой сложную технико-экономическую задачу и зависят от многих факторов: таких как анализ затрат, эффективность сжигания, влияние на окружающую среду, а также экономические выгоды от энергетического использования отходов.

Применение технологических процессов при уничтожении и утилизации отходов термическим способом включает несколько основных методов и технологий:

- вспомогательные операции при управлении отходами (прием и подготовка отходов к термической обработке);

- уничтожение отходов (термические, химические и биологические процессы);

- энергетическая утилизация.

В последующих разделах более подробно описываются методы и технологии по уничтожению и утилизации отходов термическим способом.

3.1. Вспомогательные операции при управлении отходами

3.1.1. Прием и подготовка отходов к термической обработке

Предварительная подготовка при сжигании отходов включает несколько ключевых этапов, которые помогают обеспечить эффективное и безопасное сжигание.

Основные технологические процессы

Контроль и прием отходов. По прибытию грузенного спецавтотранспорта на площадки ответственными лицами проводится визуальный и дозиметрический контроль твердых и жидких отходов.

Далее при соответствии сопровождающих документов и правомочности принятия на автомобильных или иных весах проводится взвешивание транспорта и регистрация в журнале приема. Предварительно запрашивается информация о наличии паспорта опасного отхода. Количественные и качественные характеристики отходов отражаются в сопроводительном документе и/или паспорте опасных отходов.

Складирование (временное хранение). Складирование (временное хранение) отходов производится в специальных контейнерах и герметичных емкостях или на специализированных оборудованных площадках.

Сортировка отходов. Сортировка отходов перед сжиганием на мусоросжигающих установках является ключевым этапом в управлении отходами. Она позволяет оптимизировать процесс сжигания, улучшить экологическую безопасность и максимизировать получение энергии.

Отходы должны быть отсортированы по типам (органические, неорганические, опасные и т.д.), чтобы исключить материалы, которые не подлежат сжиганию или могут вызвать вредные выбросы, а также определить, какие материалы могут быть переработаны.

Удаление опасных отходов, таких как батареи, электроника и химикаты, помогает избежать загрязнения и ухудшения работы инсинераторов.

На этапе предварительной подготовки отходы могут подвергаться механической сортировке, в ходе которой крупные предметы удаляются и отходы подготавливаются к дальнейшей обработке.

Отходы разделяются на разные фракции: органические, неорганические, пластиковые, металлические и т.д. Это происходит как вручную, так и с помощью автоматизированных систем (конвейеры, магнитные сепараторы).

Отсортированные отходы часто измельчаются для уменьшения их объема и увеличения площади поверхности, что способствует более эффективному сжиганию.

Используются различные механические устройства, такие как дробилки и измельчители, которые разрушают отходы на более мелкие части. В зависимости от конструкции дробилки могут иметь ротационные ножи, молоты или другие механизмы.

Существуют разные типы дробилок, включая:

ротационные дробилки, которые используют вращающиеся элементы для измельчения отходов;

молотковые дробилки, они применяют ударные нагрузки для разрушения материалов;

шнековые дробилки, используют вращающиеся шнеки для измельчения и транспортировки отходов.

Сушка. Удаление влаги из отходов может значительно повысить эффективность сжигания. Влажные отходы требуют больше энергии для сжигания и могут привести к образованию дыма и других загрязняющих веществ.

Смешивание. Не допускается смешивание неопасных и опасных отходов, а также опасных отходов между собой в процессе их транспортировки, в некоторых случаях отходы могут быть смешаны с другими материалами для улучшения характеристик сжигания.

3.2. Уничтожение отходов

Уничтожение отходов – способ удаления отходов путем термических, химических или биологических процессов, в результате применения которого существенно снижаются объем и (или) масса и изменяются физическое состояние и химический состав отходов, но который не имеет в качестве своей главной цели производство продукции или извлечение энергии.

Термический процесс

Наиболее рациональным способом уничтожения отходов является их термическая утилизация в специализированных печах – инсинераторах или крематорах.

Инсинераторами или крематорами называют специальное оборудование, выполняющее функции термической утилизации твердых и жидких отходов как минерального, так и органического происхождения.

Инсинераторные установки подразделяются на стационарные и передвижные, маленькой производительности (до 50 кг/ч), изготовленные в рамках транспортного габарита, сочетающие в себе автономность и простоту конструкции.

В целом, в инсинераторных установках – если позволяют конструкция и система очистки выбросов – допустимо сжигать любые виды отходов кроме радиоактивных, ртутьсодержащих, взрывоопасных и некоторых других материалов, описанных в национальном стандарте [14].

Сжигание является одним из приемлемых вариантов, если отходы:

являются опасными для окружающей среды;

характеризуются устойчивостью к биохимическому разложению и стойкостью в окружающей среде, летучестью, низкой температурой вспышки;

не могут быть безопасно захоронены на соответствующем полигоне или обработаны каким-либо иным проверенным методом, особенно в тех случаях, когда они содержат органически связанные галогены, тяжелые металлы, азот, фосфор и серу.

К некоторым опасным отходам, которые могут подвергаться сжиганию, относят:

фармацевтическую продукцию с истекшим сроком годности;

отходы производства, получения и применения органических растворителей;
отработанные минеральные масла, непригодные для первоначально запланированного применения;

отходы веществ и изделий, содержащих или загрязненных полихлорированными дифенилами, полихлортерфенилами и полиброминированными дифенилами;
смолистые отходы перегонки, дистилляции или пиролизной обработки.

После процесса сортировки отходы в специальных контейнерах, с помощью вилочного погрузчика или рохли загружаются в инсинераторные установки для дальнейшей термической обработки.

Печь-инсинератор предназначена для высокотемпературного обезвреживания и сжигания отходов, образующихся в результате производственной и хозяйственной деятельности предприятий.

Установка состоит из следующих основных частей: камеры сгорания, первичной и вторичной камер дожига, централизованной системы нагнетания воздуха.

Печь выполнена в форме L-образной конструкции, состоящей из трех камер (камеры сгорания и двух камер дожига), выложенных из огнеупорного кирпича. В камере сгорания непосредственно происходит сам процесс сжигания отходов. Дымовые газы из инсинератора поступают в камеру дожига, в которой для поддержания требуемой температуры смонтирована дополнительная горелка.

На выходе камеры дожига, перед поступлением в очистную систему дымовые газы проходят через систему из трех параллельных сит в размере $50*50 \text{ см}^2$, вставленных перпендикулярно к оси трубы.

Печь позволяет полностью обезвредить и утилизировать отходы, благодаря воздействию на них высоких температур в процессе уничтожения и дальнейшей обработки в камере дожига. После процесса сжигания остается минимальное количество пепла, что не требует дальнейшего дожига отходов.

Ячейка сит $1*1 \text{ см}^2$, диаметр проволоки от 6 до 10 мм (в разных модификациях). Минуя систему сит, газы поступаю из первичной во вторичную камеру дожига, проходят слои керамических трубок $50*60*200 \text{ мм}$. Здесь происходит каталитический процесс (газификация сажи и восстановление азота), в том числе слои керамических трубок исполняют функцию удержания дымовых газов в камере дожига на 1–2 секунды, необходимых для стабильного прохождения процесса дожига.

Система стальных сит и слои керамических трубок действуют как катализатор, ускоряющий процесс превращения сажи и угольной пыли в оксиды углерода с кислородом избыточного воздуха, поступающего в камеру дожига. Процесс газификации сажи и угольной пыли продолжается на раскаленных поверхностях керамических трубок, после чего они поступают на очистную систему.

Каталитические свойства оксидов металлов и оксида кремния и алюминия в процессе газификации углерода.

Температура на выходе камеры дожигания в зависимости от количества вторичного воздуха и состава сжигаемого сырья меняется в интервале 700 – 1 200 °С. Основным механизмом каталитических превращений на металло-оксидных катализаторах заключается в адсорбировании молекул газа в порах катализатора и их временном закреплении на активных центрах катализатора, в роли которых выступают атомы металлов.

Второй составной частью процесса дожига несгоревших частиц является воздушный канал. Воздушный канал служит для подачи воздуха в дожигатель. В то время, когда в дожигателе несгоревшие частицы ускоряются за счет завихрителя, воздушный канал обеспечивает приток воздуха, вследствие чего значительно повышается температура и происходит дожигание несгоревших частиц. Кроме того благодаря установленным компонентам увеличивается период нахождения газов в камере дожита, что способствует значительному снижению выбросов в атмосферу.

Период загрузки отходов для последующего сжигания начинается с загрузочного окна. Через загрузочное окно отходы помещаются в топочную камеру непосредственно на колосниковую решетку.

Колосниковая решетка состоит из колосников, изготовленных из жаропрочного чугуна. Образующиеся продукты сгорания перемещаются в заднюю часть топочного пространства, где происходит дожигание несгоревших частиц и благодаря наличию разрежения покидают ее через вертикально расположенный газоход.

Для удаления золы служит камера сбора золы (далее – зольник). Зольник расположен под топочной камерой и служит для подачи воздуха через колосниковую решетку в камеру сгорания, а также для сбора золы, которая удаляется из него ручным способом.

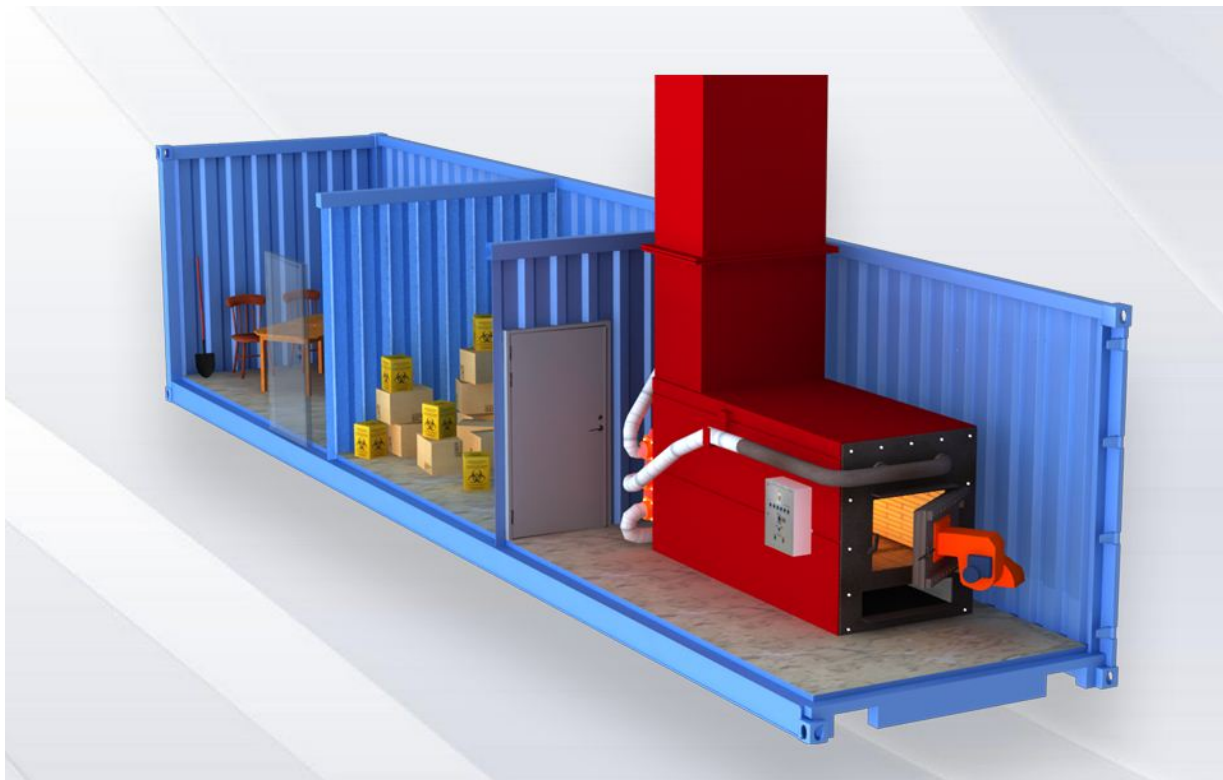


Рисунок 3.1. Печь-инсинератор для утилизации медицинских, бытовых и биоорганических отходов.

Для повышения производительности и увеличения срока службы печи предлагается использовать дополнительные опции, такие как:

- шамотная вставка;
- газоотводящая труба;
- горелка.

Печь-инсинератор оборудована комплексной системой газоочистки мокрым способом. Эффективность очистки установки для твердых веществ составляет 98 %, для газообразных – 75 %.

Крематоры представляют собой емкость, оснащенную с внутренней стороны слоем термоизоляционной огнеупорной прокладки. Печи для сжигания имеют следующие показатели объема разовой загрузки: 1 000, 500, 300, 200, 100 и 50 кг. Типы печей – колосниковые (для твердых отходов, останков, туш, шкур), подовые (для жидких и пастообразных продуктов).

Данные механизмы также отличаются друг от друга типом используемого топлива: они могут работать на дизельном топливе, магистральном или сжиженном газе. В крематор встраивается специальная высокопроизводительная горелка, обеспечивающая необходимую для полного сжигания температуру, которая составляет 760 – 870 °С.

Следующей составной частью печи для сжигания биологических отходов является термоизоляционная прокладка, защищающая корпус от нагревания и препятствующая потере тепла. В свою очередь, использование системы вытяжки способствует

спиралеобразному и равномерному распространению пламени по всей длине горизонтальной емкости камеры горения.



Рисунок 3.2. Крематор для биологических отходов.

Роторные инсинераторы (вращающаяся камера сжигания) используются для утилизации различных форм твердых или жидких отходов, включая переработку опасных отходов с низкой температурой плавления. Вращающаяся камера принимает одновременно твердые и жидкие материалы. Имеет возможность принимать объемные или крупные виды твердых отходов.

Производительность роторного инсинератора по твердым отходам – 1 000 кг/ч, по жидким отходам – 250 кг/ч. Время работы инсинератора 8 640 ч/год, расход природного газа: передняя горелка KGB-90 (900 кВт)-90 м³/ч, горелка камеры дожига – KGB-30 (300 кВт) 30 м³/ч.

На инсинераторе сжигаются такие отходы как: горючие и негорючие химические и солесодержащие жидкие отходы, нефтешламы, бытовые отходы и другие. Твердые и пастообразные отходы с помощью шнекового транспортера подаются во вращающуюся камеру сжигания, где проходит их переработка. В камере происходит окисление органических составляющих, удаление запаха, влаги и т.д.

Жидкие отходы распыляются с помощью насоса через специальные форсунки непосредственно в камеру сжигания и могут также применяться в качестве вспомогательного топлива. Твердые/пастообразные и жидкие отходы могут подаваться в камеру сжигания как одновременно, так и по отдельности.

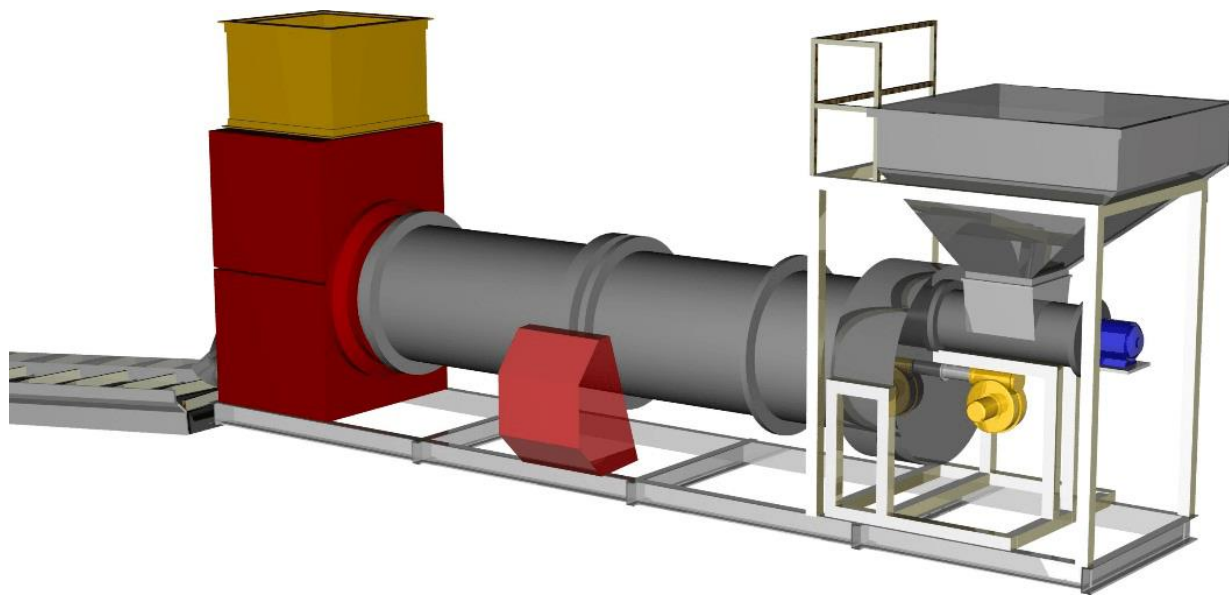


Рисунок 3.3. Роторный инсинератор (вращающаяся камера сжигания).

Пиролизная установка

Принцип работы пиролизной установки основывается на процессе низкотемпературного пиролиза отходов.

В реторту загружаются отходы, затем реторта, исключая доступ кислорода, помещается в установку. Для поддержания горения используется твердое топливо (древесные отходы) или печное топливо, подающееся из емкости. Реторта разогревается до температуры $100 - 120$ °С, после чего отходы начинают выделять пиролизный газ и установка переходит на газовое топливо с помощью газовой горелки. Рабочая температура в реторте составляет $400 - 450$ °С.

При достижении этой температуры отходы выделяют пиролизное топливо, которое проходит процесс охлаждения и сепарации и собирается в специальной емкости.

По мере заполнения полученное топливо переливается в резервуары для дальнейшего временного хранения с целью реализации или использования для собственных нужд. Процесс пиролиза завершается, когда давление газов становится недостаточным для работы горелки. После гашения пламени горелки включается вентилятор для ускоренного охлаждения реторты. Длительность процесса пиролиза составляет $5 - 8$ часов в зависимости от типа отходов и степени загрузки реторты. В комплект установки входят две реторты, что позволяет производить $2 - 3$ цикла в сутки.

После завершения пиролиза в реторте остаются углерод (сажа) и металл (в случае переработки отходов с металлическими элементами). Пиролизное топливо перекачивается насосом в два резервуара объемом 10 м³ каждый и по мере накопления реализуется сторонним организациям на основании договора. Один из резервуаров используется для временного хранения отработанных масел, охлаждающих жидкостей или других жидких отходов, поступающих на утилизацию.



Рисунок 3.4. Общий вид модуля пиролизной установки.

Деструкторы предназначены для утилизации отходов методом термохимической конверсии, уменьшая объем сырья на 96 %. Деструкторы зарекомендовали себя как эффективные и экономичные установки для утилизации промышленных отходов, отличаясь высокой производительностью и мобильностью при относительно невысокой цене. Принцип работы: сырье загружается в реактор, где происходят выпаривание и газификация, а затем вступает в зону реакции с подачей газифицирующего агента для автотермической реакции. Процесс завершается дожиганием газов и фильтрацией в циклонной системе, обеспечивая минимальные выбросы.

Химический процесс

Химическое уничтожение отходов — это процесс, который включает использование химических реакций для разложения или нейтрализации опасных отходов. Этот метод может быть эффективным для различных типов отходов, включая токсичные химикаты, биологические материалы и другие опасные вещества.

Основные методы.

Нейтрализация. Метод включает реакцию кислотных или щелочных отходов с веществами, которые могут нейтрализовать их, превращая в менее опасные продукты.

Процесс нейтрализации включает реакцию кислоты с основанием, в результате которой образуются соль и вода. Этот метод часто применяется для обработки кислотных или щелочных отходов, чтобы привести их к нейтральному рН, что делает их менее опасными для окружающей среды.

Окисление. Использование окислителей (например, перманганата калия, хлора или озона) для разложения органических загрязнителей на менее токсичные вещества.

Биологический процесс

Биологическое уничтожение отходов – это процесс, при котором органические отходы разлагаются с помощью живых организмов, таких как бактерии, грибы и другие микроорганизмы. Этот метод используется для уменьшения объема отходов и их токсичности, а также для получения полезных продуктов, таких как компост или биогаз.

Основные методы.

Микробное разложение: применение специфических микроорганизмов для разложения определенных типов отходов, таких как нефтяные загрязнения.

Анаэробное сбраживание: метод, при котором органические отходы разлагаются без доступа кислорода, что приводит к образованию биогаза (метан и углекислый газ) и остатков, которые могут быть использованы как удобрение.

Биоремедиация: использование микроорганизмов для удаления или нейтрализации загрязняющих веществ в почве и воде.

Компостирование: процесс, при котором органические отходы (например, пищевые отходы, листья, трава) разлагаются в контролируемых условиях, превращаясь в компост, который можно использовать как удобрение.

3.3. Энергетическая утилизация отходов

Создание новой электрической системы является одним из важнейших шагов для обеспечения энергетической безопасности и перехода к чистой энергии. С увеличением объема отходов и ускорением изменения способов их утилизации сжигание отходов для выработки электроэнергии вносит новый импульс в развитие новых электрических систем.

С одной стороны, сжигание отходов для выработки электроэнергии обеспечивает безопасное развитие новых электрических систем. Этот метод обеспечивает стабильное и непрерывное электроснабжение для новой электрической системы. В отличие от других методов генерации возобновляемой энергии сжигание отходов не зависит от природных факторов, что позволяет обеспечить стабильную работу электрической системы. Эффективная утилизация отходов и преобразование энергии помогают ускорить замену традиционных источников энергии чистыми, снижая зависимость от традиционных энергетических ресурсов.

С другой стороны, сжигание отходов способствует низкоуглеродному развитию новых электрических систем. Эта технология обеспечивает не только энергоснабжение,

но и снижение выбросов углерода. Высокотемпературное сжигание позволяет уничтожить вредные вещества в отходах, снижая загрязнение окружающей среды.

Отходы как таковые являются идеальным сырьем для повторного получения энергии.

Извлечение энергии из отходов играет важную роль в безотходной экономике при ее использовании для утилизации безвозвратных и опасных фракций отходов при условии соблюдения экологических стандартов и рассмотрения социальных аспектов с должным вниманием.

В развитых европейских странах отходы рассматривают в качестве сырья, которое должно использоваться для замещения органического топлива при выработке тепловой и электрической энергии или для получения вторичного продукта, например, с помощью отдельного сбора отходов и последующей сортировки или путем их переработки на механико-биологических заводах. Фактически все существующие в настоящее время в Европе предприятия по термической переработке отходов оснащены котлом и системой преобразования энергии (рисунок 3.5).

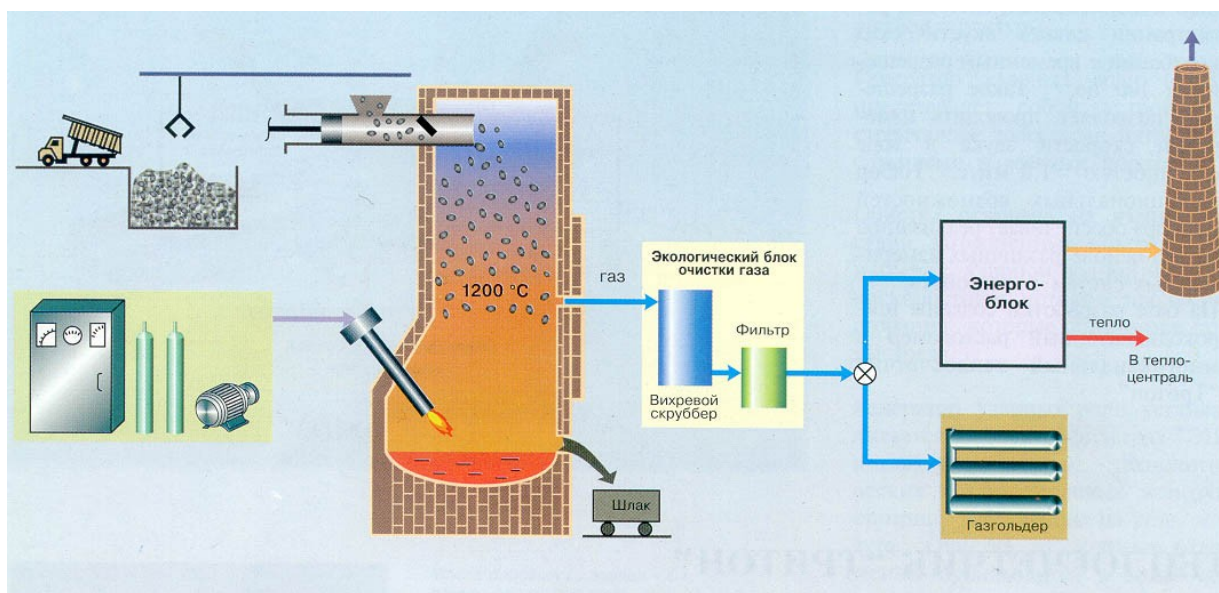


Рисунок 3.5. Структура предприятия по термической переработке отходов с получением энергии.

За счет утилизации отходов только в Европе уже сейчас ежегодно вырабатывается более 28 млрд. кВтч электроэнергии и примерно 69 млрд. кВтч тепловой энергии.

В настоящее время существует широкий выбор термических методов получения энергии из отходов. Классическое сжигание отходов и его современные вариации по-прежнему остаются самыми распространенными и проверенными методами конечного обращения с отходами.

Термическая переработка отходов высвобождает энергию, содержащуюся в них, для обеспечения возможности передачи которой необходимо использовать паровые

котлы. Чаще всего используют котлы с подвижной (колосниковой) решеткой и псевдооживленным слоем (ПКС, ЦКС), реже применяют роторные печи (вращающиеся, циклонные).

Котлы с движущейся решеткой составляют подавляющее большинство на заводах в Европе.

Техника прямого сжигания на колосниковой решетке

Сжигание отходов в слоевой топке на стационарных установках является наиболее часто применяемым методом сжигания отходов с возможностью производства энергии. В отличие от иных способов сжигания отходы подаются на колосниковую решетку в камере сгорания.

В общем случае данная технология выглядит следующим образом: отходы сгорают на движущейся решетке в присутствии воздуха, подаваемого из нижней части печи; зола и негорючие отходы сбрасываются с конца этой решетки и выгружаются из печи после сжигания; часть золы (летучая фракция) уходит с дымовыми газами и собирается в дальнейшем на фильтрах.

Подача отходов на колосниковую решетку системами загрузки, а также их сжигание осуществляются непрерывно в течение суток, в том время как доставка отходов к установке осуществляется периодически (в большинстве случаев в дневное время). Поэтому перед слоевой топкой всегда устанавливается подземный бункер. Кроме постоянного хранения необходимого запаса отходов он также обеспечивает их перемешивание, обеспечивающее гомогенизацию отходов перед сжиганием (установление примерно стабильных показателей теплотворной способности).

Топки со слоевым сжиганием отходов различаются по типу и принципу работы колосниковых решеток, которые транспортируют отходы так, что обеспечивается хорошее перемешивание и прохождение через различные температурные зоны.

Имеются три различные системы топок со слоевым сжиганием:

при системе с переталкивающей колосниковой решеткой отходы транспортируются колосниками. Наклонная поверхность решетки не является необходимой, хотя и предлагается некоторыми изготовителями. Это предоставляет возможность контроля времени пребывания в печи и адаптации к колебаниям при загрузке отходов на решетку. Переталкивающая решетка является в настоящее время наиболее важной системой колосниковых решеток на новых установках;

при системе с обратно-переталкивающей решеткой отходы транспортируются под действием силы тяжести. Наклонная поверхность является необходимой, потому что отходы и решетка движутся в противоположных направлениях.

обратно-переталкивающие решетки пригодны, например, для влажных отходов;

при системе с валковой решеткой материал транспортируется за счет комбинации силы тяжести в результате наклона поверхности решетки и движения валков для транспортировки отходов. Движущиеся валки транспортируют отходы вниз. Более

быстрое вращение валков приводит к ускорению транспортировки, но не к улучшению перемешивания. Эффективное сжигание на колосниковой решетке происходит при температуре 850 – 950 °С. В конце медленной движущейся решетки остатки после сгорания падают в заполненное водой устройство шлакоудаления.

Дымовые газы возникают большей частью в зоне дожигательной камеры, где они выгорают при температуре от 850 °С до более 1000 °С.

В расположенном дальше паровом котле дымовые газы охлаждаются до 200–400 °С. При этом (в большинстве случаев) образуется перегретый пар (не более 40 бар, 400 °С).

Пар можно использовать для производства электроэнергии, в качестве технологического пара или для отопления.

В настоящее время на рынке предлагаются различные системы топок с колосниковыми решетками.

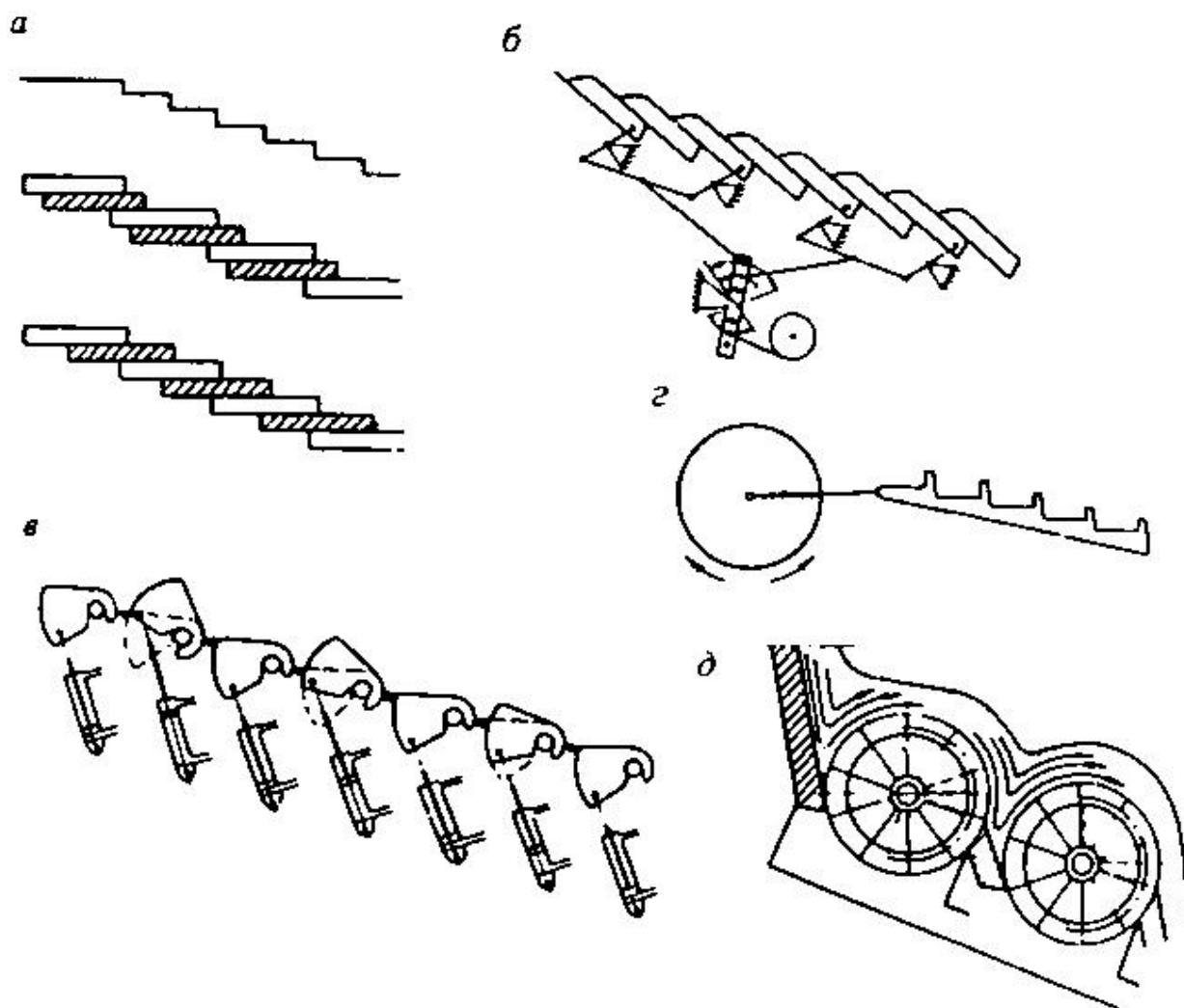


Рисунок 3.6. Схемы наклонных колосниковых решеток.

а — наклонно-переталкивающая; б — обратно-переталкивающая;

в — опрокидывающая; г — желобовая; д — валковая.

Системы колосниковых решеток с водяным охлаждением позволяют сжигать высококалорийные смеси отходов с теплотворной способностью до 16 МДж/кг. До настоящего времени теплотворная способность удерживалась на уровне ниже 12 МДж/кг, поскольку в противном случае тепловая нагрузка на решетчатые системы становилась слишком высокой и возникала опасность расплавления или значительного сокращения срока службы решетки.

Топки с колосниковыми решетками могут в принципе применяться в комбинации со всеми предшествующими сжиганию мерами и процессами обработки отходов, они выполняют при этом задачу минерализации всех горючих веществ, которые уже не могут использоваться или обрабатываться другим способом. Преимуществом является к тому же синергетический эффект при взаимоувязке с процессами, имеющими большую потребность в тепловой энергии.

К недостаткам метода обычно относят, прежде всего, отходящие газы, которые могут содержать в своем составе целый спектр высокотоксичных соединений. В связи с чем, температура газа, полученного в результате этого процесса, должна поддерживаться на уровне 850 °С при обработке отходов, содержащих хлорсодержащие материалы менее 1 % и повыситься до температуры 1100 °С при увеличении доли таких ТБО, что обеспечит стабильное уничтожение нежелательных галогенированных органических побочных продуктов.

Необходимо отметить, что технический прогресс, произошедший в этой области за последние годы, позволил достигнуть значительных результатов, а введение более строгих показателей ускорило процесс их внедрения по всему миру, в результате отходящие газы действующих в мире установок, работающих по принципу прямого сжигания отходов, имеют в настоящее время экологически допустимое качество.

Вращающиеся печи

Барабанные вращающиеся печи (рисунок 3.7.) широко используют за рубежом для сжигания твердых и пастообразных промышленных, бытовых и медицинских отходов, а также обезвоженных осадков сточных вод. Обычно барабанная вращающаяся печь представляет собой стальной барабан, имеющий футеровку из огнеупорного кирпича, бетона или водоохлаждаемую, который вращается со скоростью 0,05 – 2 об/мин.

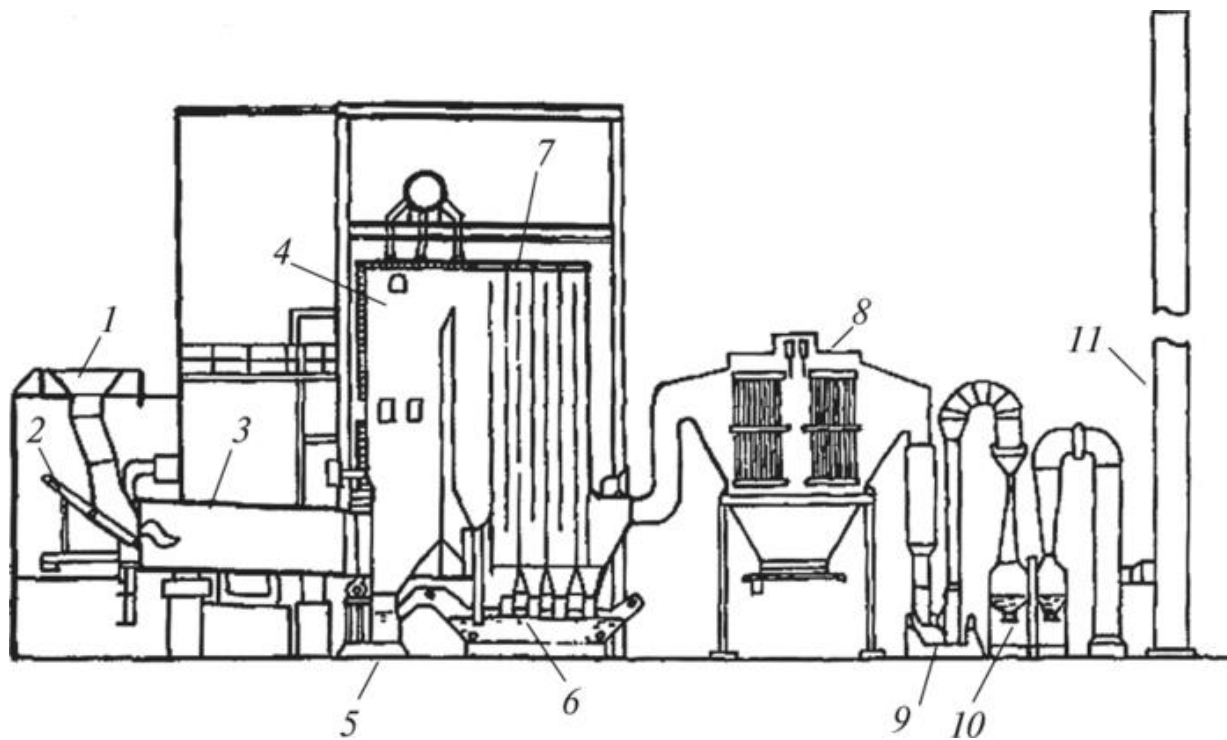


Рисунок 3.7. Слоеое сжигание отходов во вращающейся барабанной печи.

- 1 – загрузочная воронка; 2 – толкатель; 3 – вращающаяся барабанная печь;
 4 – дожигательная камера; 5 – система золоудаления; 6 – конвейер летучей золы;
 7 – котел-утилизатор отходящего тепла; 8 – электрофильтр; 9 – дымосос;
 10 – система газоочистки; 11 – труба.

Барабанные печи устанавливаются с небольшим наклоном в направлении движения отходов. Температуру в барабанной печи в зависимости от вида сжигаемых отходов поддерживают в пределах 900 – 1200 °С. В случае необходимости дополнительное топливо или жидкие горючие отходы подаются через горелочное устройство, повышая температуру внутри печи. Поступившие отходы, перемешиваясь при вращении печи, подсушиваются, частично газифицируются и перемещаются в зону горения. Излучение от пламени в этой зоне раскаляет футеровку печи и способствует выгоранию органической части отходов и подсушки вновь поступивших. Отходы и топливо, а также окислитель (воздух) подаются со стороны загрузки, шлак выгружается с противоположного торца печи в твердом виде или в виде расплава.

Сжигание отходов с помощью барабанных вращающихся печей - наиболее распространенный метод. Их использование позволяет изменять режимы работы без существенного технического перевооружения и смены технологии, следовательно, использование этой конструкции дает возможность переработки более широкого спектра отходов. В их число входят твердые коммунальные и промышленные отходы, нефтяные шламы, обезвоженные осадки очистных сооружений, медицинские отходы, биологические отходы, СОЗ-содержащие отходы и т.п. Многоцелевое назначение определяет более серьезные требования к обеспечению экологической безопасности. Для этих целей используется многоступенчатая газоочистка, в составе которой

рационально использование адсорбционных реакторов, наиболее часто исполненных в виде рукавных фильтров (однако имеются и другие конструкции).

В Германии, США, Швейцарии, Финляндии и других странах накоплен большой опыт разработки централизованных станций термической деструкции отходов с барабанными вращающимися печами. В настоящее время за рубежом успешно эксплуатируются барабанные вращающиеся печи для совместного сжигания твердых, пастообразных и жидких отходов с агрегатной нагрузкой от 2 до 6 т/ч.

В городе Брунсбюттель (Германия) введена в эксплуатацию одна из самых больших в мире барабанных вращающихся печей с нагрузкой по твердым и пастообразным отходам – 40 000 т/год. Диаметр печи – 4,8 м, длина – 12 м. Температура отходящих газов (на входе в камеру дожигания) – 1200 °С.

Необходимо подчеркнуть, что в технологическом отношении барабанные вращающиеся печи являются наиболее универсальными термическими реакторами для переработки крупнокусковых отходов переменного состава.

Сжигание в псевдоожиженном слое

Печи кипящего (псевдоожиженного) слоя относятся к числу наиболее эффективных агрегатов для сжигания отходов. Они широко используются в Японии, Франции, Германии, США и других странах в ряде отраслей промышленности (химической, строительных материалов, обогащении, металлургии и т.д.).

Вторым по популярности методом является сжигание в кипящем (псевдоожиженном) слое. В данном случае отходы загружаются в бункер краном и предварительно измельчаются устройством подачи отходов до частиц размером менее 150 мм. Измельченные отходы загружаются в реактор с кипящим слоем. Принцип работы реакторов с кипящим слоем состоит в подаче газов (воздуха) через слой инертного материала (песок с размером частиц 1–5 мм), поддерживаемого колосниковой решеткой. При критической скорости потока газа инертный слой переходит во взвешенное состояние, напоминающее кипящую жидкость. Поступивший в реактор отход интенсивно перемешивается с инертным слоем, при этом существенно интенсифицируется теплообмен.

Воздухораспределительная решетка обеспечивает равномерность прохождения потока воздуха через слой для обеспечения хорошего псевдоожижения. Применяются три типа обычных решеток: перфорированная решетка, решетка с насадками и трубчатая решетка. Для установок, в которых разогрев слоя осуществляется с помощью газовых горелок или мазутных форсунок, конструкция решетки должна быть рассчитана на прохождение горячих газов. Обычно в таких случаях применяются водоохлаждаемые решетки либо решетки из жаропрочных, легированных сталей.

В зависимости от характера псевдоожижения применяют в основном две модификации кипящего слоя стационарный (пузырьковый) и циркулирующий.

Реакторы для сжигания твердых отходов, шламов со стационарным кипящим слоем обычно состоят из цилиндрической или прямоугольной топочной камеры (рисунок 3.8), ограниченной газораспределительной решеткой, конструкция которой предусматривает возможность удаления шлака. Реакторы со стационарным кипящим слоем широко используют для сжигания отходов в США, Германии, Японии и многих других странах.

Рисунок 3.8. Топка со стационарным (пузырьковым) кипящим слоем.

1 – подвод дутьевого воздуха; 2 – выгрузка из топки золы и отработанного песка; 3 – кипящий (псевдооживленный) слой; 4 – растопочная горелка; 5 – загрузка топлива и свежего песка; 6 – каналы в газораспределительной решетке; 7 – подвод воздуха через колокольчики на газораспределительной решетке.

Циркулирующий кипящий слой (ЦКС) отличается от стационарного кипящего слоя наличием по тракту дымовых газов циклонных золоуловителей. Некоторое количество инертного материала при увеличении скорости газов сверх скорости витания начинает выноситься из слоя настолько интенсивно, что необходим его возврат. Уловленный в циклонах материал возвращается в слой, где продолжается обработка отходов.

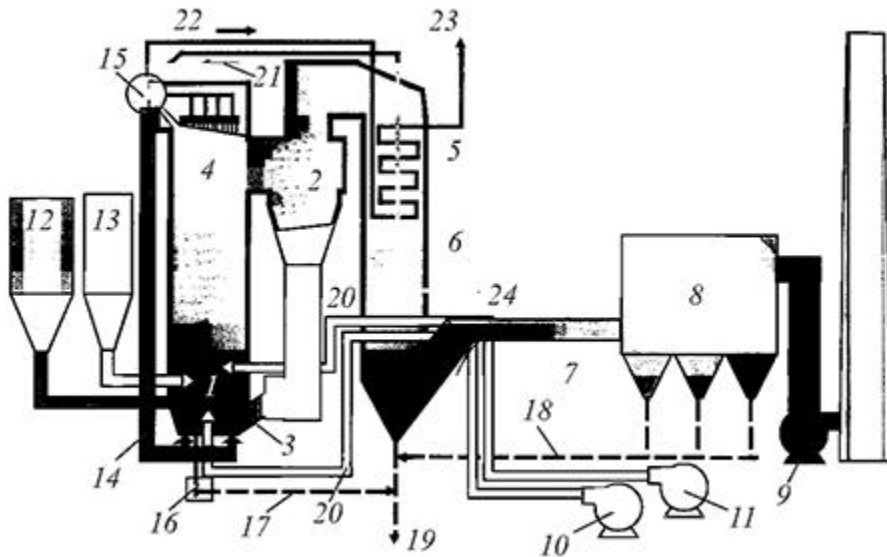


Рисунок 3.9. Котел с ЦКС для сжигания отходов.

1 – топка с кипящим слоем; 2 – горячий циклон; 3 – затвор; 4 – водоохлаждаемые экраны; 5 – перегреватель; 6 – экономайзер; 7 – выходной газоход; 8 – электрофильтр; 9 – дымосос; 10 – вентилятор первичного воздуха; 11 – вентилятор вторичного воздуха; 12 – топливо; 13 – известняк; 14 – опускная труба; 15 – барабан; 16 – охладитель золы; 17 – донная зола; 18 – летучая зола; 19 – вывод золы; 20 – воздух; 21 – вода; 22 – пар; 23 – выход пара; 24 – питательная вода.

Технология сжигания твердых отходов с использованием ЦКС была впервые опробована в Нидерландах и Великобритании. Внедрена установка с ЦКС для

сжигания ТБО на заводе Робинз в Чикаго (США) производительностью 500 000 т/год. Нагрузка каждого из двух реакторов ЦКС 25 т/ч. Крупность загружаемого материала 100 мм, минимальная теплота сгорания – около 2450 ккал/кг. На мировом рынке представлены технологии уничтожения отходов в циркулирующем кипящем слое (Германия, США).

Целесообразность сжигания отходов методом псевдоожижения должна определяться с учетом как достоинств, так и недостатков этого метода.

К основным достоинствам последнего относятся: интенсивное перемешивание твердой фазы, приводящее практически к полному выравниванию температур, концентраций и других параметров по объему псевдоожиженного слоя; незначительное гидравлическое сопротивление слоя; возможность использования достаточно крупных отходов; сравнительно простое устройство аппаратов и возможность их автоматизации; отсутствие подвижных частей и механизмов в горячей зоне реактора; возможность связывания кислотных соединений галогенов, серы и фосфора путем добавки в слой нейтрализующих соединений кальция.

К недостаткам метода псевдоожижения (как для стационарного, так и для циркулирующего слоя) относятся: неравномерность времени пребывания в псевдоожиженном слое обрабатываемых частиц твердой фазы; возможность спекания и слипания твердых частиц (для исключения возможности шлакования слоя, его температура должна быть ниже температуры плавления золы отходов); необходимость установки мощных золоулавливающих устройств на выходе газов из псевдоожиженного слоя, особенно при разном гранулометрическом составе отходов.

Газификация, пиролиз, плазменные технологии, считаются технически и финансово жизнеспособной альтернативой сжиганию отходов и позиционируются, как технологии, не загрязняющие окружающую среду, по сравнению со сжиганием. Особенность технологических процессов и эксплуатационные требования, специфические требования к составу и форме отходов, а также высокие капитальные затраты делают эти технологии трудными для применения в крупных масштабах.

3.4. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду

Процесс уничтожения и утилизации отходов термическим способом сопровождается эмиссиями в окружающую среду различных веществ и физическими явлениями, оказывающими негативное воздействие на окружающую среду: пыль, вредные и токсичные газы, соединения металлов, органические вещества.

Наибольший объем загрязняющих веществ в атмосферу выбрасывается при сжигании отходов на инсинераторных установках.

При сжигании отходов образуется ряд вредных веществ: пыль, оксиды азота, оксиды серы, оксиды углерода, хлориды и фториды водорода, тяжелые металлы, диоксины и фураны и т.д.

Поэтому в состав технологического оборудования мусоросжигательных установок должны быть включены системы пылегазоулавливания, обеспечивающие снижение содержания вредных веществ в дымовых газах до требуемых норм соответствующим требованиям европейских стандартов.

Таблица 3.1. Сведения по эмиссиям и очистному оборудованию объектов

№ п/п	Наименование источника	Наименование загрязняющих веществ	Наименование и тип пылегазоочистного оборудования	Фактический КПД очистки, %
1	2	3	4	5
Площадка № 1				
1	Инсинератор ИН-50.5М	Взвешенные частицы	Циклон ПРП-8,5, скруббер сухой очистки	87,5
		Фтористые газообразные соединения		70
		Углерод оксид		70
		Сера диоксид		70
		Азот (II) оксид		70
		Цинк оксид		70
		Х р о м шестивалентный		70
		Свинец и его неорг. соединения		87
		Ртуть (р т у т ь металлическая)		87,5
		Никель оксид		87,5
		Кадмий оксид		87,5
		Железа оксид		87,5
Алюминий оксид	87,5			
2	Роторный инсинератор	Взвешенные частицы	Циклоны, мультициклоны, рукавный фильтры.	90
Площадка № 2				
3	Установка по утилизации отходов К 3–1,0 УГ PBS	Взвешенные частицы	Газоочистное оборудование	99
		Углерод оксид		99
		Сера диоксид		99
		Азот (II) оксид		99
Площадка № 3				
		Взвешенные частицы	Высокотемпературная камера (дожига)	99
		Сера диоксид		91

4	Установка УЗГ-1М (6т/час)	Азот (II) оксид	и блок очистки (блок циклонов и скруббер)	91
5	Инсинератор КЗ-2.6	Взвешенные частицы	Газоочистное оборудование	99
		Углерод оксид		99
		Сера диоксид		99
		Азот (II) оксид		99

Источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, подлежат контролю в соответствии с программой производственного экологического контроля.

Исходя из проведенного анализа, предприятия по уничтожению и утилизации отходов термическим способом не осуществляют сброс сточных вод в поверхностные водные объекты.

Сброс сточных вод отдельным предприятием производится на технологические карты. Технологические карты для временного хранения сточных вод являются накопителями замкнутого типа, из которых не осуществляется сброс сточных вод в природные водные объекты, рельеф местности, но очищенные сточные воды непосредственно из накопителей могут использоваться на хозяйственные или производственные нужды.

Сточные воды перед выпуском в технологические карты поступают на технологическую линию комплексно-очистных сооружений предназначенных для очистки хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу сточных вод.

Очищенная сточная вода после биологической очистки поступает в бак очищенной воды и далее насосами подается на блок ультрафиолетового обеззараживания. Обеззараживающий эффект обеспечивается бактерицидным действием УФ-излучения. Далее очищенная, обеззараженная вода под остаточным давлением отводится на сброс на технологические карты.

Сточный ил, в зависимости от состава, перерабатывается следующими способами: компостирование (биотермический процесс); обезвреживание (применение реагентов и дезинфицирующих средств).

3.5. Энергоэффективность

Термическое уничтожение и утилизация отходов представляют собой сложный энергетически затратный процесс, включающий несколько этапов с различными технологическими решениями. Энергоэффективность каждого из этих этапов определяется балансом входных и выходных энергетических потоков. В данном разделе рассмотрены основные процессы, применяемые технические решения и их использование в настоящее время с учетом энергоэффективности.

Ниже представлены этапы производственного процесса и их энергетические потоки с удельными расходами энергии.

Подготовка отходов к термическому уничтожению является важным этапом процесса их утилизации, направленным на повышение эффективности

сжигания, снижение выбросов вредных веществ и оптимизацию энергопотребления. Данный этап включает несколько технологических процессов, технических решений и управление энергетическими потоками.

Селективно выбранные для термической деструкции отходы подвергаются сортировке согласно технологическим требованиям. Перед подачей отходов осуществляют механическую обработку, включающую дробление и измельчение. Это необходимо для уменьшения их размеров, повышения эффективности и улучшения характеристик горения. Дробление позволяет снизить объем отходов и подготовить их к последующему измельчению. Обработка увеличивает контакт поверхности материала с кислородом при горении, что способствует более полному горению. Сушка необходима для удаления избыточной влаги, так как влажные отходы имеют низкую теплотворную способность и требуют дополнительной энергии для удаления воды.

Некоторые виды отходов требуют предварительной обработки для удаления нежелательных компонентов, улучшения их характеристик или приведения к стандартному составу. Химическая обработка включает нейтральную кислотность или щелочные отходы, стабилизацию твердых металлов или предварительное окисление методами обработки. Механическая обработка направлена на удаление крупных неорганических включений (металлов, камней) или разделение фракций с различными горючими способами.

Для повышения энергетической ценности отходов их можно использовать с другими горючими материалами, образующими так называемое альтернативное топливо. Это позволяет стабилизировать состав отходов, повысить их теплотворную способность, сохранить лучшие характеристики сгорания.

Подготовка отходов к утилизации связана с потреблением и распределением различных форм входящих и выходящих энергий. Для входящих потоков используется электрическая энергия для привода дробильного и измельчительного оборудования, систем транспортировки и дозирования. Тепловая энергия направлена для процессов сушки, особенно при переработке влажных отходов.

Для выходящих потоков характерна тепловая энергия выходящего газа, которая утилизируется в процессе рекуперации. Кроме того, образуется механическая энергия, возникающая в процессе измельчения, часть которой может быть использована повторно.

Ниже представлена сводная таблица с усредненными показателями энергоэффективности для этапа подготовки отходов к термическому уничтожению [15]

Таблица 3.2. Показатели энергоэффективности при подготовке отходов

№ п/п	Процесс	Энергопотребление
-------	---------	-------------------

1	Дробление и измельчение	5–20 кВт·ч/т отходов
2	Сушка отходов	800–1 500 МДж/т (тепло)
		20–50 кВт·ч/т (электроэнергия)
3	Предварительная обработка	10–30 кВт·ч/т
4	Подготовка топливных смесей	5–15 кВт·ч/т
5	Общее усредненное потребление на подготовку отходов	40-100 кВт·ч/т отходов

Эти значения являются усредненными и могут учитываться в зависимости от условий и типа применяемого оборудования.

После подготовки отходов применяется основной термический процесс, который направлен на преобразование отходов в энергию в виде тепла и/или газа. Термический процесс может определяться, как сжигание; пиролиз; газификация. Каждый из процессов обладает своими особенностями и применяется в зависимости от типа отходов и требований к продукту.

Сжигание отходов при высоких температурах (обычно от 850 до 1 200 °С) приводит к их термическому разложению с выделением тепла, которое может быть использовано для производства энергии либо в процессе утилизации. Это процесс полного окисления веществ с образованием углекислого газа (СО₂), водяного пара (Н₂О) и тепла. Это основной метод утилизации твердых и жидких отходов, таких как бытовые и промышленные отходы, с использованием энергии.

Процесс пиролиза осуществляется при термическом разложении материалов при высоких температурах (обычно 400 – 900 °С) без доступа кислорода. В результате пиролиза отходы превращаются в газообразные, жидкие и твердые продукты. Основным продуктом является пиролизный газ, который можно использовать в качестве топлива. Данный процесс эффективен для переработки таких отходов, как пластик, биомасса, отходы сельского хозяйства (солома и початки кукурузы, жмых, кора, древесные отходы и т. д.).

Газификация – это процесс преобразования углеродсодержащих отходов в синтетический газ (синтез-газ) при высоких температурах (от 800 до 1 300 °С) в ограниченном количестве кислорода или пара. Синтез-газ состоит из угарного газа (СО), водорода (Н₂) и углекислого газа (СО₂) и может использоваться в качестве топлива для производства электричества или тепловой энергии. Газификация используется для переработки углеводородных отходов, таких как уголь, биомасса и пластик, в газообразное топливо с высокой теплотворной способностью.

В данном процессе термической утилизации отходов энергетические потоки являются основополагающими.

В качестве входных потоков энергии рассматривается химическая энергия отходов. При сжигании или газификации которого энергия преобразуется в теплоту и

газообразное топливо. На входных потоках для сжигания или газификации используется кислород, который может быть подан в топку из внешнего источника или быть частью процесса (например, сжигание в кислородной атмосфере для ускорения состояния). Для выходных энергетических потоков характерны высокотемпературные газы, газообразные продукты, такие как углекислый газ (CO₂), водяной пар (H₂O) или синтез-газ, которые могут использоваться для производства энергии или утилизации процесса отходов. Кроме того, выделяется тепло, которое может быть использовано для отопления или производства электроэнергии через теплообменники.

Также, на выходе образуется зола в виде твердых остатков после сжигания отходов, которые могут быть утилизированы или переработаны в полезные материалы, например, в строительные материалы.

Процесс утилизации тепла — это важная часть измерения общей энергетической эффективности в средней термической обработке отходов. Он позволяет использовать тепло, которое было бы потеряно, для производства энергии, отопления или предварительного нагрева отходов. Использование тепловых энергозатрат, повышает экономическую эффективность процессов и снижает воздействие на окружающую среду.

Ниже представлены основные процессы утилизации тепла:

а). Производство пара и электроэнергии. При сжигании отходов или других термических процессах (например, газификации или пиролиза) выделяется большое количество тепла, которое можно использовать для производства пара. Пар, в свою очередь, может быть использован для генерации электроэнергии с помощью турбины. Этот процесс часто называют когенерацией, и он значительно повышает эффективность технологических установок. Совместное производство тепла и электроэнергии позволяет более эффективно использовать тепловую энергию и снизить общие энергетические расходы;

б). Отопление и технологическое теплоснабжение. Утилизация тепла также может использоваться для систем отопления или подачи теплой воды. Тепло, получаемое от выходящего газа или других процессов, может быть направлено в систему отопления для обеспечения нужд жилых или производственных объектов. Принцип работы следующий. Тепловой поток проходит через теплообменники в системах отопления или технологического теплоснабжения, где он используется для нагрева воды или воздуха для обогрева помещений или питания технологических процессов;

с). Использование тепла для предварительного подогрева отходов. Применение исходящего газа или другого тепла для предварительного подогрева отходов перед их помещением в печь или газификатор помогает снизить затраты энергии на разогрев отходов до рабочей температуры. Это особенно важно для отходов с высокой влажностью, которое требует большого количества энергии для разогрева.

Энергетические потоки в данном процессе следующие. В качестве входящего энергетического потока используется выходящий газ (от сжигания, пиролиза, газификация) или тепло от других технологических процессов, которые используются для подогрева воды, отопления или в качестве источника тепла для когенерации.

На выходе образуется генерируемая электроэнергия, получаемая путем преобразования тепла в электрическую энергию. Горячая вода или пар, которые могут использоваться для отопления, технологического теплоснабжения или в других процессах.

Процесс утилизации тепла существенно улучшает энергетическую эффективность технологических процессов. Эффективность термического уничтожения отходов во многом определяется правильным выбором технических решений на каждом этапе. Внедрение энергоэффективных технологий позволяет снизить удельные затраты электроэнергии и топлива, увеличить утилизацию тепла и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Современные подходы к оптимизации энергопотоков обеспечивают более устойчивую работу предприятий по термическому уничтожению отходов.

В настоящее время в Казахстане технологии термического уничтожения отходов все еще находятся на стадии развития, но уже используются решения, направленные на повышение энергоэффективности этих процессов. Применение таких технологий в Казахстане связано с необходимостью эффективного управления отходами, ввиду увеличения потоков образования отходов и потребности улучшения производственной деятельности специализированных организаций по отходам.

Для оценки энергоэффективности различных технологий термического уничтожения отходов рассмотрены все четыре метода термической утилизации отходов путем сжигания, пиролиза, газификации и плазменной технологии. В таблице ниже приведены усредненные основные показатели их энергоэффективности. Сводная таблица составлена на основе обобщенных данных различных исследований, стандартов по термической переработке отходов и инженерных расчетов, докладов Международного энергетического агентства и исследований Всемирного банка по переработке отходов в энергию, информации исследовательской компании Mordor intelligence, от производителей оборудования для утилизации отходов (Hitachi Zosen Innova, Babcock & Wilcox).

Таблица 3.3. Основные показатели энергоэффективности при термической утилизации отходов

№ п/п	Параметр	Сжигание	Пиролиз	Газификация	Плазменная переработка
1	2	3	4	5	6

1	Температурный диапазон, °С	850 – 1 200	400 – 900	800 – 1 300	3 000 – 10 000
2	Среднее потребление энергии, кВт*ч/т отходов	50 – 150	30 – 90	40 – 120	80 – 200
3	Тепловая энергия, выходящая с исходящими газами, МДж/т	3 000 – 7 000	2 000 – 5 000	2 500 – 6 000	3 500 – 7 500
4	Выход полезной энергии (электричество, тепло), %	15 – 35	25 – 50	40 – 60	60 – 80
5	Коэффициент полезного действия (КПД), %	20 – 35	30 – 55	40 – 65	60 – 80
6	Образование зол и шлаков, % от массы отходов	15 – 25	10 – 20	5 – 15	<1 (образуется стеклообразный шлак)
7	Выделение загрязняющих веществ (NO _x , SO, CO, мг/нм ³)	Высокое	Среднее	Низкое	Минимальное (почти полное отсутствие диоксинов и NO _x)
8	Возможность утилизации энергии	Высокая	Средняя	Очень высокая	Очень высокая

Необходимо отметить, что объем тепловой энергии, теряемой с отходящими газами, представляет собой потери, не вовлеченные в технологический процесс, и отражает уровень неэффективного использования тепловой энергии.

С точки зрения энергоэффективности газификация и плазменная переработка являются наиболее перспективными технологиями благодаря высокому выходу энергии и низкому выбросу загрязняющих веществ. Однако газификация лучше подходит для уничтожения отходов из-за более низких энергозатрат, плазменная технология остается более эффективной для уничтожения особо твердых и трудно разлагаемых отходов. Пиролиз может быть выгоден для получения жидкого топлива, сжигание остается наиболее доступным, но при этом менее энергоэффективным процессом.

Выбор технологии зависит от состава отходов, требуемой энергоэффективности, финансирования и экологических норм.

4. Общие наилучшие доступные техники для предотвращения и/или сокращения эмиссий и потребления ресурсов

В данном разделе описываются общие методы, применяемые при осуществлении технологических процессов для снижения их негативного воздействия на окружающую среду и не требующие технического переоснащения, реконструкции объекта, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Основополагающими этапами определения методов, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду, рассматриваемых в данном разделе, являются:

- определение ключевых экологических проблем;
- изучение методов, наиболее подходящих для решения этих ключевых проблем;
- выбор наилучших доступных имеющихся методов.

При определении НДТ необходимо применять общий подход к пониманию производственного процесса. Следует отметить, что многие методы прямо или косвенно затрагивают несколько экологических аспектов (выбросы, сбросы, образование отходов, загрязнение земель, энергоэффективность).

Методы могут быть представлены по отдельности или в комбинации для достижения высокого уровня охраны окружающей среды в отраслях, входящих в сферу действия данного документа.

Многие из техник и отдельных этапов производственных процессов являются общими, поэтому они описываются вместе. Общие этапы:

- системы управления;
- управление энергией;
- мониторинг;
- вспомогательные операции при управлении отходами.

Уничтожение и утилизация отходов термическим способом может осуществляться различными способами, различающимися потреблением тепла (топлива), энергии и природных материальных ресурсов. Сам процесс производства сопровождается эмиссией в окружающую среду различных веществ, оказывающих негативное влияние на окружающую среду.

4.1. Система экологического менеджмента

Описание

СЭМ является методом, позволяющим операторам установок решать экологические проблемы на систематической и очевидной основе. СЭМ является наиболее действенной и эффективной, когда образует неотъемлемую часть общей системы менеджмента и операционного управления производством.

Техническое описание

СЭМ фокусирует внимание оператора на экологических характеристиках установки. В частности, путем применения четких рабочих процедур как для нормальных, так и для нестандартных условий эксплуатации, а также путем определения соответствующих линий ответственности.

Все действующие СЭМ включают концепцию непрерывного совершенствования управления охраной окружающей среды. Существуют различные схемы процессов, но большинство СЭМ основаны на цикле "PDCA" (планируй – делай – проверяй – исполняй), который широко используется в других контекстах менеджмента организаций. Цикл представляет собой итеративную динамическую модель, где завершение одного цикла происходит в начале следующего.

СЭМ может принимать форму стандартизированной или нестандартной ("настраиваемой") системы. Внедрение и соблюдение международно-признанной стандартизированной системы может повысить доверие к СЭМ, особенно при условии надлежащей внешней проверки. Нестандартизированные системы могут в принципе быть одинаково эффективными при условии того, что они должным образом разработаны, внедрены и проверены аудитом.

СЭМ может содержать следующие компоненты:

заинтересованность руководства, включая высшее руководство на уровне компании и предприятия (например, руководитель предприятия);

анализ, включающий определение контекста организации, выявление потребностей и ожиданий заинтересованных сторон, определение характеристик предприятия, связанных с возможными рисками для окружающей среды (и здоровья человека), а также применимых правовых требований, касающихся окружающей среды;

экологическую политику, которая включает в себя постоянное совершенствование установки посредством менеджмента;

планирование и установление необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями;

выполнение процедур, требующих особого внимания:

структуру и ответственность;

набор, обучение, информированность и компетентность персонала, чья работа может повлиять на экологические показатели;

внутренние и внешние коммуникации;

вовлечение сотрудников на всех уровнях организации;

документацию (создание и ведение письменных процедур для контроля деятельности со значительным воздействием на окружающую среду, а также соответствующих записей);

эффективное оперативное планирование и контроль процессов;

программу технического обслуживания;

готовность к чрезвычайным ситуациям и реагированию, включая предотвращение и /или снижение воздействия неблагоприятных (экологических) последствий чрезвычайных ситуаций;

обеспечение соответствия экологическому законодательству;

обеспечение соблюдения экологического законодательства Республики Казахстан;

проверку работоспособности и принятие корректирующих мер с уделением особого внимания следующим действиям:

мониторингу и измерению;

корректирующим и превентивным действиям;

ведению записей;

независимый внутренний и внешний аудит для определения соответствия СЭМ запланированным мероприятиям и проверки того, надлежащим ли образом она внедряется и поддерживается;

обзор СЭМ и ее постоянную пригодность, адекватность и эффективность со стороны высшего руководства;

подготовку регулярной отчетности, предусмотренной экологическим законодательством;

валидацию органом по сертификации или внешним верификатором СЭМ;

следование за развитием более чистых технологий;

рассмотрение воздействия на окружающую среду на этапе проектирования нового завода и на протяжении всего срока его службы, до вывода из эксплуатации;

применение отраслевого бенчмаркинга на регулярной основе (сравнение показателей своей компании с лучшими предприятиями отрасли;

систему управления отходами;

на установках/объектах с несколькими операторами создание объединений, в которых определяются роли, обязанности и координация операционных процедур каждого оператора установки в целях расширения сотрудничества между различными операторами;

инвентаризацию сточных вод и выбросов в атмосферу.

Достигнутые экологические выгоды

Поддержание и выполнение четких процедур в штатных и нештатных ситуациях и соответствующее распределение обязанностей дает гарантию того, что на предприятии всегда соблюдаются условия экологического разрешения, достигаются поставленные цели и решаются задачи. СЭМ обеспечивает постоянное улучшение экологической результативности.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Все значительные входные потоки (включая потребление энергии) и выходные потоки (выбросы, сбросы, отходы) взаимосвязано управляются оператором в краткосредне- и долгосрочном аспектах, с учетом особенностей финансового планирования и инвестиционных циклов. Это означает, например, что применение краткосрочных решений по очистке выбросов и сбросов ("на конце трубы") может привести к долгосрочному повышению потребления энергии и отсрочить инвестиции в потенциально более выгодные решения по защите окружающей среды.

При существующем положении предприятие имеет эффективную систему управления природоохранной деятельностью, которая направлена на разрешение экологических проблем, в процессе которых принимают участие все сотрудники: от управляющего до рабочего. Налаженная система управления позволяет снизить эмиссии в атмосферу, в природные водоемы и предотвращает загрязнения почв за счет повышения:

- дисциплины технологии;
- использование современных технологий;
- внедрения технического перевооружения.

Кросс-медиа эффекты

Методы экологического менеджмента проектируются таким образом, чтобы минимизировать воздействие установки на окружающую среду в целом.

Технические соображения, касающиеся применимости

Компоненты СЭМ могут быть применены ко всем установкам.

Охват (например, уровень детализации) и формы СЭМ (как стандартизированной, так и не стандартизированной) должны соответствовать эксплуатационным характеристикам применяемого технологического оборудования и уровню ее воздействия на окружающую среду.

Экономика

Определение стоимости и экономической эффективности внедрения и поддержания действующей СЭМ на должном уровне является индивидуальным в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

СЭМ может обеспечить ряд преимуществ:

- улучшение экологических показателей предприятия;
- улучшение основы для принятия решений;
- улучшение понимания экологических аспектов компании;
- улучшение мотивации персонала;

дополнительные возможности снижения эксплуатационных затрат и улучшение качества продукции;

улучшение экологической результативности;

снижение затрат, связанных с экологическими нарушениями, невыполнением установленных требований и т.д.

4.2. Система энергетического менеджмента

Описание

НДТ состоит во внедрении и поддержании функционирования СЭНМ. Реализация и функционирование СЭНМ могут быть обеспечены в составе существующей системы менеджмента (например, СЭМ) или создания отдельной системы энергоменеджмента.

Данная техника основана на комплексе административных действий, направленных на обеспечение рационального потребления энергетических ресурсов и повышение энергоэффективности объекта управления, включающем разработку и реализацию политики энергосбережения и повышения энергоэффективности, планов мероприятий, процедур и методик мониторинга, оценки энергопотребления и других действий, направленных на повышение энергоэффективности.

Техническое описание

В состав СЭнМ входят в той мере, в какой это применимо к конкретным условиям, следующие элементы: приверженность высшего руководства к системе менеджмента энергоэффективности на уровне предприятия; политика в области энергоэффективности, утвержденная высшим руководством предприятия; планирование, а также определение целей и задач; разработка и соблюдение процедур, определяющих функционирование системы энергоменеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 50001.

Руководством и процедурами системы должно уделяться особое внимание следующим вопросам:

- организационной структуре системы; ответственности персонала, его обучению, повышению компетентности в области энергоэффективности;

- обеспечению внутреннего информационного обмена (собрания, совещания, электронная почта, информационные стенды, производственная газета и т.д.);

- вовлечению персонала в мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности;

- ведению документации и обеспечению эффективного контроля производственных процессов;

- обеспечению соответствия законодательным требованиям в области энергоэффективности и соответствующим соглашениям (если таковые существуют);

- определению внутренних показателей энергоэффективности и их периодической оценке, а также систематическому и регулярному сопоставлению их с отраслевыми и другими подтвержденными данными.

При оценке результативности ранее выполненных и внедрении корректирующих мероприятий необходимо уделять особое внимание следующим вопросам:

- мониторингу и измерениям;

- корректирующим и профилактическим действиям;

- ведению документации;

- внутреннему (или внешнему) аудиту с целью оценки соответствия системы установленным требованиям, результативности ее внедрения и поддержания ее на соответствующем уровне;

- регулярному анализу СЭнМ со стороны высшего руководства на соответствие целям, адекватности и результативности;

учету при проектировании новых установок и систем возможного воздействия на окружающую среду, связанных с последующим выводом их из эксплуатации;

разработке собственных энергоэффективных технологий и отслеживанию достижений в области методов обеспечения энергоэффективности за пределами предприятия.

Достигнутые экологические выгоды

Внедрение системы энергоменеджмента способствует снижению потребления энергии и ресурсов в среднем на 3 – 5 %, улучшению экологических показателей и соблюдению законодательных норм и требований.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Оценка опыта внедрения системы энергоменеджмента на предприятиях как в Казахстане, так и за рубежом показывает, что организация и внедрение системы позволяет снизить потребление энергии и ресурсов на 3 – 5 %, что соответственно приводит к снижению выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов. Применение системы энергетического менеджмента на предприятиях играет огромную роль для сокращения выбросов парниковых газов.

Кросс-медиа эффекты

Кросс-медийные эффекты от внедрения системы энергоменеджмента при уничтожении и утилизации отходов термическим способом охватывают множество аспектов, включая экономические, энергетические, экологические и социальные выгоды.

СЭНМ способствует снижению энергоемкости, удельного расхода энергоресурсов и сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Технические соображения, касающиеся применимости

Описанные выше компоненты, как правило, могут быть применены ко всем объектам, входящим в область действия настоящего документа. Объем (например, уровень детализации) и характер СЭНМ (например, стандартизированная или нестандартизированная) будут связаны (объем и характер) с характером, масштабом и сложностью установки, а также с диапазоном воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

Данная техника успешно применяется в Германии на предприятии BASF SE в Людвигсхафене внедрение ISO 50001 позволило сократить удельное энергопотребление на 25 % и повысить КПД оборудования на 8 %. В Канаде на заводе Covanta в Британской Колумбии была реализована система энергоменеджмента, что дало снижение потребления энергии на 20 % за счет контроля утечек и оптимизации загрузки. В Китае на объекте Shanghai Laogang Renewable Energy внедрение СЭНМ повысило использование вторичной энергии на 15 % и позволило оптимизировать тепловые потоки.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Движущими силами для внедрения мероприятий по энергоэффективности являются

:

повышение энергоэффективности;

улучшение экологических показателей;

повышение уровня мотивации и вовлечения персонала;

дополнительные возможности для снижения эксплуатационных затрат и улучшения качества продукции.

4.3. Мониторинг эмиссий

Описание

Мониторинг представляет собой систематические наблюдения за изменениями химических или физических параметров в различных средах, основанный на повторяющихся измерениях или наблюдениях с определенной частотой, в соответствии с задокументированными и согласованными процедурами. Мониторинг проводится для получения достоверной (точной) информации о содержании загрязняющих веществ в отходящих потоках (выбросы, сбросы) для контроля и прогнозирования возможных воздействий на окружающую среду.

Техническое описание

Частота проведения мониторинга зависит от вида загрязняющего вещества (токсичность, воздействие на ОС и человека), характеристик используемого материала, мощности предприятия, а также применяемых методов сокращения выбросов, при этом она должна быть достаточной, чтобы получить репрезентативные данные для контролируемого параметра.

При выполнении мониторинга атмосферного воздуха основное внимание должно уделяться состоянию окружающей среды в зоне активного загрязнения (для источников загрязнения атмосферы), а также в зоне воздействия в тех случаях, когда это необходимо для отслеживания соблюдения экологического законодательства Республики Казахстан и нормативов качества окружающей среды.

Используемые для мониторинга методы, средства измерений, применяемое оборудование, процедуры и инструменты, должны соответствовать стандартам, действующим на территории Республики Казахстан.

Перед проведением замеров необходимо составление плана мониторинга, в котором должны быть учтены такие показатели как: режим эксплуатации установки (непрерывный, прерывистый, операции пуска и останова, изменение нагрузки), эксплуатационное состояние установок по очистке газа или стоков, факторы возможного термодинамического воздействия.

При определении методов измерений, определении точек отбора проб, количества проб и продолжительности их отбора необходимо учитывать такие факторы, как:

режим работы установки и возможные причины его изменения;
потенциальную опасность выбросов;

время, необходимое для отбора проб с целью получения наиболее полной информации об определяемом загрязняющем веществе в составе газа.

Обычно при выборе эксплуатационного режима для проведения измерения выбирается режим, при котором могут быть отмечены максимальные выбросы (максимальная нагрузка).

При этом для определения концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, может быть использована случайная проба или объединенные суточные пробы (24 часа), основанные на отборе проб пропорционально расходу или усредненные по времени.

При отборе проб неприемлемо разбавление газов или сточных вод, так как полученные при этом показатели нельзя будет считать объективными.

Мониторинг эмиссий может проводиться как при помощи инструментальных замеров, так и расчетным методом.

Результаты измерений должны быть репрезентативными, взаимно сопоставимыми и четко описывать соответствующее рабочее состояние установки.

Точки отбора проб

Точки отбора проб должны соответствовать требованиям законодательства Республики Казахстан в области измерений. Точки отбора проб должны:

быть четко обозначенными;

если возможно, иметь постоянный поток газа в точке отбора;

иметь необходимые источники энергии;

иметь доступ и место для размещения приборов и специалиста;

обеспечивать соблюдение требований безопасности на рабочем месте.

Компоненты и параметры

Компонентами производственного мониторинга являются контролируемые загрязняющие вещества, присутствующие в эмиссиях в окружающую среду (выбросы, сбросы), измеряемые или рассчитываемые на основе утвержденных методических документов.

Стандартные условия

При исследованиях состояния атмосферного воздуха необходимо учитывать:

температуру окружающей среды;

относительную влажность;

скорость и направление ветра;

атмосферное давление;

общее погодное состояние (облачность, наличие осадков);

температуру отходящего газа (для расчета концентрации и массового расхода);

содержание водяных паров;

статическое давление, скорость потока в канале отходящего газа.

Данные параметры могут использоваться при определении наличия определенных компонентов в отходящем потоке газа, например, температура.

Помимо наблюдений за качественными и количественными показателями отходящих потоков, мониторингу подлежат параметры основных технологических процессов, к которым относятся:

количество загружаемого сырья;

производительность;

температура горения (или скорость потока);

количество подсоединенных аспирационных установок;

скорость потока, напряжение и количество удаляемой пыли из электрофильтра вместо концентрации пыли;

датчики утечки для применяемого очистного оборудования (например, возможные превышения концентрации при разрыве фильтровальной ткани рукавных фильтров).

В дополнение к вышперечисленным параметрам для эффективной работы установки и системы очистки дымовых газов могут быть необходимы дополнительные измерения определенных параметров (таких как напряжение и электричество (электрофильтры), перепад давления (рукавные фильтры) и концентрации загрязняющих веществ на различных установках в газоходах (например, до и после пылегазоочистки).

Непрерывное и периодическое измерение выбросов

Непрерывный мониторинг предполагает постоянное измерение и проводится посредством АСМ на организованных источниках согласно требованиям действующего законодательства.

Возможно непрерывное измерение нескольких компонентов в газах или в сточных водах, и в некоторых случаях точные концентрации могут определяться непрерывно или в виде средних значений в течение согласованных периодов времени (почасово, посуточно и т. д.). В этих случаях анализ средних значений и использование процентилей могут обеспечить гибкий метод демонстрации соответствия условиям разрешения, а средние значения можно легко и автоматически оценить.

Для источников и компонентов выбросов, которые могут оказывать значительное воздействие на окружающую среду, следует установить непрерывный мониторинг. Пыль может оказывать значительное воздействие на окружающую среду и здоровье, содержать токсичные компоненты. Постоянный мониторинг пыли позволяет также определить состояние рукавных фильтров, например, в случае разрывов рукавных фильтров.

Измерения позволяют контролировать технологический процесс и предотвратить возможные незапланированные выбросы в окружающую среду.

Периодические измерения включают определение измеряемой величины с заданными временными интервалами с использованием ручных или

автоматизированных методов. Указанные промежутки времени обычно являются регулярными (например, один раз в месяц или один раз/два раза в год). Длительность отбора определяется, как период времени, в течение которого образец отбирается. На практике иногда выражение "точечный отбор" используется аналогично "периодическому измерению". Количество отбираемых проб может быть различным, в зависимости от определяемого вещества, условий отбора проб, однако для получения достоверных показателей стабильного выброса наилучшей рекомендуемой практикой является получение, как минимум трех выборок последовательно в одной серии измерений.

Продолжительность и время измерений, точки отбора проб, измеряемые вещества (т. е. загрязнители и косвенные параметры) также устанавливаются на начальном этапе, при определении целей мониторинга. В большинстве случаев продолжительность отбора проб составляет 30 минут, но также может быть и 60 минут, в зависимости от загрязняющего вещества, интенсивности выброса, а также схемы расположения мест отбора проб (места установки датчиков – в случае использования автоматизированных систем). Так, например, в случаях низких концентраций пыли или необходимости определения ПХДД/Ф, может потребоваться больше времени для отбора проб.

Оценку воздействия выбросов и их сокращение с течением времени следует сопоставлять с относительной долей неорганизованных и организованных источников выбросов на конкретном участке. Сравнение этих результатов со стандартами качества окружающей среды, пределом воздействия на рабочем месте или расчетными значениями концентраций.

Воздействие предприятия на водные ресурсы определяется оценкой рационального использования воды, степенью загрязнения сточных вод, возможностями их очистки на локальных очистных сооружениях, решением вопросов регулирования, очищенного сброса в поверхностный сток.

4.4.1. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух

Мониторинг выбросов в атмосферный воздух является составной частью производственного экологического контроля, который проводится для получения объективных данных с установленной периодичностью о воздействии производственной деятельности предприятия на окружающую среду.

Мониторинг выбросов осуществляется для определения концентрации (количества) загрязняющих веществ в отходящих газах технологического оборудования с целью:

соблюдения показателей выбросов предельным допустимым концентрациям, установленными и согласованным государственными органами;

контроля протекания технологических процессов производства (сбор, хранение и подготовка сырьевых материалов, процессов, связанных с термической обработкой (обжиг/плавка), сопутствующие процессы для получения готовой продукции, в соответствии с установленными стандартами;

контроля эффективности эксплуатации пылегазоочистного оборудования;
принятия оперативных решений в области природопользования, и прогнозирования
– для принятия долговременных решений.

Все методы и инструменты, используемые для мониторинга эмиссий в атмосферный воздух, устанавливаются и определяются соответствующими национальными нормативно-правовыми актами.

Мониторинг выбросов может осуществляться методом прямых измерений, из которых можно выделить:

инструментальный метод, основанный на использовании автоматических газоанализаторов, непрерывно измеряющих концентрации загрязняющих веществ в выбросах контролируемых источников (непрерывные измерения);

инструментально-лабораторный, основанный на отборе проб отходящих газов из контролируемых источников с последующим их анализом в химических лабораториях (периодические измерения), а также с использованием расчетных методов, основанных на использовании методологических данных, в случаях, когда измерение выбросов технически невыполнимо или экономически нецелесообразно.

Мониторинг выбросов в атмосферном воздухе может проводиться как для организованных источников выбросов, так и для неорганизованных источников.

Мониторинг концентраций загрязняющих веществ в дымовых газах осуществляется в форме периодических или непрерывных измерений. Периодические замеры проводятся специализированным персоналом путем краткосрочного отбора проб дымовых газов в трубе. Для измерений образец дымового газа извлекается из газохода, и загрязняющее вещество анализируется мгновенно с помощью переносных измерительных систем (например, газоанализаторов) или впоследствии в лаборатории.

Мониторинг эмиссий путем непрерывных измерений осуществляется измерительным оборудованием, установленным непосредственно в дымовой трубе, а также в газоходе с соблюдением действующих в Казахстане стандартов отбора проб.

В список контролируемых веществ должны включаться загрязняющие вещества (в том числе маркерные), которые присутствуют в выбросах стационарных источников и в отношении которых установлены технологические нормативы, предельно допустимые выбросы, с указанием используемых методов контроля (инструментальные).

Ниже рассмотрены некоторые методы количественного определения неорганизованных выбросов:

метод аналогии с организованными выбросами, основанный на определении "эквивалентной поверхности", через которую измеряется поток вещества;

оценка утечек из оборудования;

использование расчетных методов с помощью коэффициентов для определения выбросов из емкостей для хранения, во время погрузочно-разгрузочных операций, а

также выбросов, возникающих в результате деятельности вспомогательных участков (очистных сооружений и пр.);

использование устройств для оптического мониторинга (обнаружение и определение концентраций загрязняющих веществ в результате утечки с подветренной от предприятия стороны с использованием электромагнитного излучения, которое поглощается и/или рассеивается загрязняющими веществами);

метод материального баланса (учет входного потока вещества, его накопление, выходной поток этого вещества, а также его разложение в ходе технологического процесса, после чего остаток считается поступившим в окружающую среду в виде выбросов);

выпуск газа-трассера в различные выбранные точки или зоны на территории предприятия, а также в точки, расположенные на разной высоте на этих участках;

метод оценки по принципу подобия (количественная оценка выбросов исходя из результатов измерения качества воздуха с подветренной стороны, с учетом метеорологических данных);

оценка мокрых и сухих осадений загрязняющих веществ с подветренной от предприятия стороны, что позволит впоследствии оценить динамику этих выбросов (за месяц или за год).

Нет методов измерений, которые применимы для общего использования на всех участках, и методологии измерений отличаются от участка к участку. Имеются значительные воздействия от других источников поблизости от промплощадки, такие как вспомогательные производства, транспорт и иные источники, которые сильно затрудняют экстраполяцию. Следовательно, полученные результаты относительно или являются ориентирами, которые могут указывать на снижение, достигнутое при помощи принятых мер по снижению неконтролируемых выбросов.

Точки отбора проб должны отвечать стандартам производственной гигиены и техники безопасности, быть легко и быстро достижимы и иметь должные размеры.

Измерение неорганизованных выбросов от площадных источников является более сложным и требует более тщательно разработанных методов, так как:

характеристики выбросов регулируются метеорологическими условиями и подвержены большим колебаниям;

источник выбросов может иметь большую площадь и может быть определен с неточностью;

погрешности относительно измеренных данных могут быть значительны.

Описанные методы для мониторинга неорганизованных выбросов были разработаны с учетом международного опыта, и находятся на той стадии, когда они не могут выдать точные и надежные фактические показатели, однако они позволяют показывать ориентировочные уровни выбросов или тенденции возможного увеличения выбросов за определенный период времени. В случае применения одного или

нескольких предлагаемых методов необходимо учитывать местный опыт использования, знания местных условий, особой конфигурации установки и т. п.

Методы и инструменты, используемые для мониторинга эмиссий в атмосферный воздух, проводятся согласно утвержденной программе производственного экологического контроля.

4.4.2. Мониторинг сбросов в водные объекты

Производственный мониторинг водных ресурсов представляет единую систему наблюдений и контроля деятельности предприятия для своевременного выявления и оценки происходящих изменений, прогнозирования мероприятий, направленных на рациональное использование водных ресурсов и смягчение воздействия на окружающую среду.

В рамках производственного мониторинга состояния водных ресурсов предусматривается контроль систем водопотребления и водоотведения и осуществление наблюдений за источниками воздействия на водные ресурсы рассматриваемого района, а также их рационального использования.

Результаты мониторинга позволяют своевременно выявить и провести оценку происходящих изменений окружающей среды при осуществлении производственной деятельности.

Метод непрерывных измерений наряду с оценкой выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух широко применяется также для определения параметров сточных вод промышленных предприятий. Измерения проводятся непосредственно в потоке сточных вод.

Основным параметром, который практически всегда устанавливается в ходе непрерывных измерений, является объемный расход сточных вод. Дополнительно в процессе непрерывного мониторинга в потоке сточных вод могут определяться следующие параметры:

- рН и электропроводимость;
- температура;
- мутность.

Выбор в пользу использования непрерывного мониторинга для сбросов, зависит от: ожидаемого воздействия сбросов сточных вод на окружающую среду с учетом особенностей местных условий;

необходимости мониторинга и контроля производительности установки по очистке сточных вод для возможности быстрого реагирования на изменения параметров очищенной воды (при этом, минимальная частота проведения замеров может зависеть от конструкции очистных сооружений и объемов сбросов сточных вод);

наличия и надежности измерительного оборудования и характера сброса сточных вод;

затрат на непрерывные измерения (экономической целесообразности).

В список контролируемых веществ должны включаться маркерные загрязняющие вещества с указанием используемых методов контроля (инструментальные).

Для мониторинга сброса сточных вод существует множество стандартных процедур отбора проб и анализа воды и сточных вод, в том числе:

случайная проба – одна проба, взятая из потока сточных вод;

составная проба – проба, отбираемая непрерывно в течение определенного периода, или проба, состоящая из нескольких проб, отбираемых непрерывно или периодически в течение определенного периода и затем смешанных;

квалифицированная случайная проба – составная проба из не менее чем пяти случайных проб, отобранных в течение максимум двух часов с интервалом не менее двух минут и затем смешанных.

Мониторинг подземных вод.

Мониторинг подземных вод при сжигании отходов – это важный аспект управления экологическими рисками, связанными с этой технологией утилизации.

Установки по сжиганию отходов и технологические линии влияют на состояние подземных вод, например, через фильтрацию загрязненного поверхностного стока с территорий складирования промышленных, опасных химических и нефтесодержащих отходов и других отходов, через утечки из трубопроводов и емкостей воды, мазута, химических реагентов.

Данный метод опирается на создание системы регулярного наблюдения за состоянием подземных вод, позволяющей выявлять отклонения от фоновых значений на ранних этапах. Это позволяет принимать предупредительные управленческие решения, минимизируя вероятность масштабного загрязнения и обеспечивая своевременную локализацию источников воздействия. При этом упор делается на организационные и регламентные меры: установление программы мониторинга, корректный выбор местоположения наблюдательных скважин с учетом направления движения грунтовых вод, соблюдение требований по периодичности и полноте контроля, проведение лабораторных анализов по утвержденным методикам.

В соответствии с экологическим законодательством Республики Казахстан, в частности Экологическим кодексом, данный метод включается в состав программ производственного экологического контроля и является элементом системы обеспечения НДТ в сфере обращения с отходами. Его внедрение соответствует принципам устойчивого природопользования, а также способствует достижению высоких стандартов охраны окружающей среды без необходимости капитальных затрат или вмешательства в технологическую инфраструктуру объекта.

4.4. Вспомогательные операции при управлении отходами

Согласно Экологическому кодексу и другим нормативным правовым актам, принятым в Республике Казахстан, все отходы производства и потребления должны

собираются, хранятся, обезвреживаются, транспортируются и захораниваются с учетом их воздействия на окружающую среду.

В целях предотвращения загрязнения компонентов природной среды накопление и удаление отходов производится в соответствии с международными стандартами и действующим законодательством Республики Казахстан.

Вспомогательные операции являются неотъемлемой частью системы управления отходами, эти операции включают сортировку и обработку отходов, а также использование соответствующих средств и технологий для обеспечения безопасности, минимизации воздействия на окружающую среду и повышения эффективности при уничтожении и утилизации отходов термическим способом.

4.4.1. Прием и контроль поступающих отходов

Описание

Прием и контроль поступающих отходов являются важнейшими этапами в процессе управления отходами, обеспечивающими безопасность, эффективность переработки и соблюдение экологических норм. Этот процесс направлен на то, чтобы гарантировать, что отходы, поступающие на установку, соответствуют установленным стандартам и не содержат опасных или запрещенных компонентов, которые могут повлиять на безопасность и экологичность работы предприятия.

Техническое описание

На первом этапе осуществляется прием отходов от поставщиков или из других источников. Этот процесс начинается с идентификации документов, которые должны сопровождать отходы, таких как накладные и паспорта опасных отходов, подтверждающие их состав и происхождение. Взвешивание отходов. Это позволяет заранее оценить, какие отходы поступают на переработку или подготовиться к их дальнейшей утилизации термическим способом. При приеме отходов в специализированных точках сбора производится визуальная проверка содержимого контейнеров и упаковок.

Отбор отходов представляет собой процесс их классификации на основе различных критериев, таких как химический состав, физические характеристики и опасность для здоровья человека и окружающей среды.

Наличие радиоактивных источников или веществ в отходах может привести к эксплуатационным проблемам. Радиационный контроль поступающих отходов проводится с помощью специальных дозиметров.

Дозиметр — это прибор, предназначенный для измерения уровня радиоактивного излучения.

Достигнутые экологические выгоды

Расширенная идентификация неприемлемых отходов, веществ или свойств может снизить эксплуатационные нагрузки и, следовательно, избежать дополнительных выбросов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

НДТ применяется на предприятии, где различные по составу и происхождению отходы поступают от самых разных поставщиков, а также риск поступления радиоактивных материалов.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

4.4.2. Предварительная подготовка отходов

Описание

Предварительная подготовка отходов – это ключевой этап в процессе управления отходами, который включает операции, направленные на преобразование отходов в форму, удобную для дальнейшей переработки, утилизации или безопасного удаления. Этот процесс может включать в себя различные этапы, такие как измельчение, сортировка, сушка, прессование, сортировка по типам и характеристикам, а также другие виды механической, химической или термической обработки отходов.

Техническое описание

Предварительная подготовка отходов начинается с их поступления на площадку, где отходы сортируются по типу и степени загрязненности. Сортировка может быть выполнена вручную или с использованием автоматизированных систем, таких как конвейерные ленты с магнитами для выделения металлических элементов, сепараторы для разделения органических и неорганических материалов и т.д.

Затем отходы проходят через измельчители или прессы, которые уменьшают их объем и делают их более удобными для последующей переработки или утилизации. В случае органических отходов может применяться процесс сушки, а в случае токсичных или опасных веществ – химическая нейтрализация.

Этапы предварительной подготовки зависят от типа отходов и технологий, используемых на предприятии.

Например, для отходов, содержащих металлы, может быть использована магнитная сепарация, для пластиков – оптическая сортировка, а для биологических отходов — измельчение и компостирование. Важно, чтобы весь процесс подготовки отходов был точно откалиброван, чтобы максимизировать извлечение ценных материалов и минимизировать загрязнение окружающей среды.

Достигнутые экологические выгоды

Предварительная подготовка отходов способствует значительному снижению объема отходов, направляемых на захоронение, что помогает уменьшить нагрузку на полигоны ТБО. Процесс сортировки и переработки позволяет извлекать ценные материалы, которые могут быть использованы повторно, снижая потребность в новых ресурсах. Это также помогает минимизировать выбросы вредных веществ в окружающую среду, повышая устойчивость экосистем и снижая загрязнение воздуха, воды и почвы.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Экологические показатели содержат количество переработанных материалов, снижение объема отходов, направленных на захоронение, а также снижение загрязнения окружающей среды.

Кросс-медиа эффекты

Процесс предварительной подготовки отходов это положительные, так и отрицательные кросс-медиа эффекты. Например, измельчение и прессование отходов приводит к повышенному потреблению энергии, но в то же время позволяет снизить объем отходов, требующих транспортировки или захоронения. Сортировка материалов может привести к образованию пыли или выбросам в атмосферу, однако, это также способствует улучшению качества переработанных материалов, что может снизить нагрузку на другие компоненты экосистемы.

Технические соображения, связанные с применимостью

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Предварительная подготовка отходов является важной частью на всех установках по переработке отходов, от мелких до крупных объектов. Для ее успешной реализации требуется высококачественное оборудование, точное соблюдение технологических процессов и квалифицированный персонал для управления оборудованием и технологическими параметрами.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Затраты на предварительную подготовку отходов включают расходы на оборудование (например, измельчители, сортировочные системы, прессовое оборудование), энергопотребление, трудозатраты, а также стоимость материалов, используемых для улучшения процесса (например, химикаты для нейтрализации токсичных веществ).

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

4.5. Управление водопользованием

Описание

Организация системы водопользования, является неотъемлемым этапом, необходимым для формирования экологической политики предприятия, при этом необходимо учитывать имеющиеся на предприятии процессы, качество и доступность исходной потребляемой воды, объемы потребления, климатические условия, доступность и целесообразность применения тех или иных технологий, требования законодательства в области охраны окружающей среды и промышленной безопасности, а также другие релевантные аспекты.

Снижение потребление воды, забираемой из внешних источников, является основной целью системы водопользования, показателями эффективности которой являются данные удельного и валового потребления воды на предприятии.

Техническое описание

НДТ для управления водными ресурсами заключается в снижении потребления воды, предотвращении, сборе и разделении типов сточных вод, максимизируя внутреннюю рециркуляцию и используя адекватную очистку для каждого конечного потока.

К основным используемым методам относятся:

внедрение системы оборотного водоснабжения и повторного использования воды в технологическом процессе;

отказ от использования питьевой воды для производственных линий;

увеличение количества и/или мощности систем оборотного водоснабжения при строительстве новых заводов или модернизации/реконструкции существующих заводов;

централизованное распределение поступающей пресной воды;

повторное использование воды до тех пор, пока отдельные параметры не достигнут определенных пределов;

использование воды в других установках, если затрагиваются только отдельные параметры воды и возможно дальнейшее использование;

разделение очищенных и неочищенных сточных вод, по возможности использование ливневых сточных вод;

по возможности заблаговременное принятие мер по ведению мониторинга качества воды, сбрасываемой из зон хранения и смешивания, если такие стоки находятся вблизи селитебной территории;

использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение потребления водных ресурсов, повышение показателей экологической эффективности.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Использование технологий, направленных на предотвращение загрязнения водного бассейна и минимизацию водопотребления: учет водопотребления и водоотведения, применение локальных оборотных циклов, применение оборотного водоснабжения, применение замкнутых водооборотных систем.

Кросс-медиа эффекты

Сокращение потребления первичных водных ресурсов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

На существующих предприятиях по оказанию услуг по уничтожению отходов существующая конфигурация системы водопользования может ограничивать применимость.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Снижение потребления водных ресурсов, повышение показателей экологической эффективности.

4.6. Снижение уровней физического воздействия

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, оказывает влияние не только на слуховой анализатор, но действует на структуры головного мозга, вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма. Среди многочисленных проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм человека выделяются: снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда, появление шумовой патологии.

В настоящее время имеется некоторая информация о причинах и подходах для предотвращения и сведения к минимуму шума и вибрации. Влияние шума на операторов внутри установки не рассматривается в рамках данного документа.

Новые установки могут характеризоваться низким уровнем шума и вибрации. Надлежащее техническое обслуживание способствует предотвращению разбалансировки оборудования (вентиляторы, насосы). Соединения между оборудованием могут быть сконструированы специальным образом для предотвращения или минимизации передачи шума.

Чтобы снизить уровень шума и предотвратить его распространение на ближайшую территорию, могут быть применены различные технические решения по снижению шума:

- реализация стратегии снижения шума;
- ограждение шумных операций/агрегатов;
- виброизоляция операций/агрегатов;

внутренняя и внешняя обшивка из ударопоглощающего материала;
звукоизоляция зданий для защиты от любых шумных операций, связанных с оборудованием для преобразования материалов;
строительство стен для защиты от шума, например, строительство зданий или естественных барьеров, таких как растущие деревья и кустарники между охраняемой территорией и "деятельностью, издающей шум";
обшивка воздуховодов и воздуходувок, расположенных в звуконепроходимых зданиях;
закрывание дверей и окон крытых помещений;
малозумное оборудование, сюда входят малозумные компрессоры, насосы.

Перечисленные меры доступны к применению на действующих, модернизируемых и новых объектах. Если вышеупомянутые технические решения не могут быть применены и если установки, выделяющие шум, невозможно перевести в отдельные здания, применяются вторичные технические решения, такие, как например, строительство зданий или природных барьеров, таких как растущие деревья и кустарники между жилой зоной и источником активного шума. Двери и окна защищаемого пространства должны быть плотно закрыты в период эксплуатации шумовыделяющих установок.

Вибрация – это механическое колебательное движение системы с упругими связями . Вибрацию по способу передачи на человека (в зависимости от характера контакта с источниками вибрации) условно подразделяют на местную (локальную), передающуюся на руки работающего, и общую, передающуюся через опорные поверхности на тело человека, в положении сидя или стоя.

Общая вибрация в практике гигиенического нормирования обозначается как вибрация рабочих мест. В производственных условиях нередко имеет место совместное воздействие местной и общей вибрации.

Наиболее действенным средством защиты человека от вибрации является устранение непосредственно его контакта с вибрирующим оборудованием. Осуществляется это путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации и замены технологических операций.

Снижение неблагоприятного действия вибрации ручных механизированных инструментов на оператора достигается путем следующих технических решений:

уменьшением интенсивности вибрации непосредственно в источнике (за счет конструктивных усовершенствований);

средствами внешней виброзащиты, которые представляют собой упругодемпфирующие материалы и устройства, размещенные между источником вибрации и руками человека-оператора;

виброизоляцией производств/агрегатов.

4.7. Запах

Важно решать задачу в комплексе и проводить мероприятия по удалению дурно пахнущих веществ не только на самих мусоросжигательных заводах, но и по минимизации их при образовании, сборе и транспортировке.

Мероприятия, направленные на предотвращение образования и распространения запахов, заключаются в следующем:

- надлежащее размещение и обращение с отходами;

- тщательное проектирование, эксплуатация и техническое обслуживание любого оборудования, при эксплуатации которого могут выделяться запахи;

- надлежащий отвод воздуха на очистку;

- установка герметичных контейнеров для хранения отходов до их сжигания, способствующих предотвращению выделения запахов в окружающую среду;

- использование биофильтров для надежного устранения запахов.

Сокращения образования запахов при сборе и обработке сточных вод и осадков сточных вод можно достичь путем:

- использования химических веществ для уничтожения или сокращения образования пахучих веществ (например, окисление или осаждение сероводорода);

- покрытия или ограждения объектов сбора и обработки сточных вод и осадков сточных вод с целью сбора пахучих отходящих газов для дальнейшей обработки;

- обработки выбросов/сбросов за пределами основного производства ("на конце трубы") (может включать биохимическую обработку; окисление при повышенной температуре, фильтрацию через биофильтр).

Вышеперечисленные мероприятия позволят улучшить условия жизни населения города и оказывают благотворное влияние на здоровье людей, а также на окружающую среду.

5. Техники, которые рассматриваются при выборе наилучших доступных техник

В данном разделе справочника по НДТ приводится описание существующих техник для конкретной области применения, которые предлагаются для рассмотрения в целях определения НДТ.

При описании техник учитывается оценка преимуществ внедрения НДТ для окружающей среды, приводятся данные об ограничениях в применении НДТ, экономические показатели, характеризующие НДТ, а также иные сведения, имеющие значение для практического применения НДТ.

Основной задачей описываемых в данном разделе методов является достижение минимальных показателей выбросов, сбросов, образование отходов с применением одной или нескольких техник, в целях комплексного предотвращения загрязнения окружающей среды.

5.1. НДТ, направленные на внедрение систем автоматизированного контроля и управления в технологическом процессе

5.1.1. Внедрение автоматизированных систем при обнаружении и предотвращении пожара

Описание

Внедрение автоматизированных систем управления при пожаре на установках термического уничтожения отходов представляет собой ключевую меру повышения промышленной и экологической безопасности. Такие системы обеспечивают раннее обнаружение возгорания, автоматическую локализацию очага пожара, защиту критически важных узлов оборудования и минимизацию воздействия аварий на окружающую среду и персонал.

Техническое описание

Автоматизированная система управления при пожаре включает в себя комплекс датчиков температуры, задымления, пламени, а также автоматические системы оповещения, тушения и вентиляции. Системы могут быть интегрированы в общую архитектуру автоматизации технологического процесса. В качестве средств тушения применяются установки газового, порошкового, водяного и аэрозольного пожаротушения в зависимости от категории помещения и специфики обрабатываемых материалов. Автоматическое отключение подачи топлива, вентиляции и запуск резервных систем происходит по заданному алгоритму, минимизируя распространение огня.

Достигнутые экологические выгоды

Своевременное реагирование на пожароопасные ситуации предотвращает неконтролируемый выброс продуктов горения и сжигания отходов, включая диоксины, фураны и тяжелые металлы. Также предотвращается разрушение оборудования, что может привести к утечкам опасных веществ. Таким образом, автоматизированные системы позволяют существенно снизить риски аварийных выбросов в атмосферу и загрязнения почвы и вод.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение автоматизированных систем позволяет:

снизить риск пожаров и взрывов на 80 – 90 %;

минимизировать объем несанкционированных выбросов загрязняющих веществ;

обеспечить бесперебойную работу оборудования при возникновении инцидентов;

сократить аварийные простои и объем работ по ликвидации последствий пожаров;

повысить общий уровень экологической безопасности объекта.

Кросс-медиа эффекты

Система предотвращает возможность попадания загрязняющих веществ в почву, водные источники и атмосферу вследствие пожаров, особенно при повреждении емкостей с жидкими или сыпучими отходами. Дополнительно в автоматических

системах используются оптимизированные методы тушения (например, газовые и аэрозольные), которые снижают водопотребление и образование загрязненных сточных вод. Кросс-медиа эффект техники оценивается как положительный.

Технические соображения, касающиеся применимости

Техника применима на всех объектах термической обработки отходов, особенно там, где возможны возгорания легковоспламеняющихся материалов, пластика, резины и горючих газов. Эффективность работы зависит от регулярного технического обслуживания и корректной настройки чувствительности системы.

Внедрение автоматизированных систем при пожаре применяется на London Waste and Recycling Centre (Великобритания), где используются системы оповещения и тушения для оперативной реакции на возгорания, а также на Zhengzhou Waste-to-Energy Plant (Китай) и Baltimore Waste-to-Energy Plant (США), где они контролируют и локализуют пожары.

Экономика

Капитальные затраты составляют от 30 до 150 млн. тенге в зависимости от масштаба объекта и выбранного уровня автоматизации. При этом потенциальный экономический эффект от предотвращения крупных аварий и сокращения простоя оборудования значительно превышает затраты. Страховые и регуляторные преференции также способствуют снижению общих затрат.

Движущая сила внедрения

Ключевыми факторами являются требования законодательства в области промышленной безопасности и стремление предприятий к снижению рисков простоев, ущерба оборудованию и загрязнения окружающей среды.

В Казахстане актуальность техники повышается в условиях ужесточения требований по охране труда и технике безопасности, а также в рамках перехода к "умному" производству и цифровизации.

5.1.2. Применение систем автоматизированного управления процессами

Описание

Применение систем АСУТП в установках термического уничтожения и утилизации отходов направлено на повышение точности и стабильности параметров сжигания, снижение удельного потребления энергии, оптимизацию работы оборудования и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду. Современные системы управления позволяют реализовывать адаптивные и предиктивные алгоритмы регулирования в реальном времени, минимизируя вмешательство оператора и человеческий фактор.

Техническое описание

АСУТП включает в себя программно-аппаратный комплекс с контрольно-измерительными приборами, контроллерами, интерфейсами визуализации (HMI/SCADA), модулями связи и специализированным программным обеспечением.

Система осуществляет автоматическое регулирование температуры в камере сжигания, подачи топлива, притока воздуха, времени пребывания отходов, а также параметров вторичной очистки дымовых газов.

Алгоритмы могут включать PID-регуляторы, логические схемы, нейросетевые предикторы и адаптивную самонастройку. Кроме того, осуществляется сбор и архивирование технологических данных, анализ аварий и мониторинг показателей энергоэффективности.

Достигнутые экологические выгоды

Благодаря точному управлению процессом сжигания достигается стабильное сжигание отходов без превышения допустимых уровней температуры, избытка воздуха или образования зоны неполного сгорания, что снижает выбросы CO, NO_x, диоксинов, фуранов и твердых частиц. Автоматизация процессов очистки дымовых газов и утилизации тепла способствует снижению объема вторичных загрязнений. Таким образом, достигается общее повышение экологической безопасности предприятия.



Рисунок 5.1 Система автоматизированного управления технологическими процессами.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение АСУТП позволяет:

стабилизировать температуру сжигания в пределах нормативов (например, 850 – 1100 °С);

снизить удельный расход топлива на 5 – 12 %;

уменьшить выбросы CO и NO_x на 10 – 20 %;

достичь более полного сгорания отходов (остаточное органическое содержание в золе <3 %);

повысить коэффициент использования вторичного тепла.

Кросс-медиа эффекты

Положительное воздействие наблюдается в снижении общего потребления энергии, уменьшении образования твердых отходов (например, недожженной золы) и сокращении объемов сточных вод, содержащих продукты неполного сгорания. Также за счет предотвращения аварийных режимов уменьшается вероятность выбросов и загрязнений в различных средах. Таким образом, кросс-медиа эффект оценивается как положительный.

Технические соображения, касающиеся применимости

В Великобритании на заводе Runcorn Energy-from-Waste Plant (Veolia) внедрение SCADA и адаптивных алгоритмов управления привело к снижению выбросов NO_x на 15 % и повышению КПД на 10 %. В Японии на объекте Musashino Clean Center (Токио) автоматизация процессов позволила снизить выбросы CO на 25 % и обеспечить более стабильные режимы сжигания. В Корее, на мусоросжигательном заводе в Сеуле (Seoul Incineration Plant), интеграция АСУТП с системой газоочистки позволила уменьшить выбросы пыли и CO на 20 %, а энергоэффективность повысилась на 12 %.

АСУТП может быть реализована на большинстве установок, включая как новые, так и действующие при модернизации. Наиболее эффективна в сочетании с системами энергетического менеджмента и цифрового мониторинга.

Экономика

Инвестиции в внедрение АСУТП могут составлять от 40 до 200 млн. тенге в зависимости от масштаба объекта и уровня автоматизации. Срок окупаемости варьируется от 2 до 5 лет за счет экономии топлива, снижения затрат на обслуживание и штрафов за превышение ПДК, а также повышения надежности и снижения простоев.

Движущая сила внедрения

Внедрение АСУТП обусловлено необходимостью соблюдения требований по выбросам, экономии ресурсов, увеличения операционной эффективности и цифровизации производственных процессов. В условиях Казахстана дополнительными драйверами являются рост тарифов на энергоресурсы, развитие концепции "Зеленой экономики", цифровизация промышленности и поддержка модернизации предприятий в рамках государственной индустриально-инновационной политики.

5.2. НДТ, в области энерго-и ресурсосбережения

5.2.1. Применение регулируемых приводов на вентиляторах и насосах

Описание

Применение регулируемых приводов на вентиляторах и насосах является эффективной НДТ, направленной на снижение удельного энергопотребления технологических систем, участвующих в термическом уничтожении и утилизации отходов.

Эта техника предусматривает установку преобразователей частоты (инверторов) на электроприводы вентиляторов и насосов с целью автоматического регулирования скорости вращения и мощности в зависимости от текущих параметров технологического процесса.

Техническое описание

В установках по сжиганию отходов вентиляторы и насосы выполняют ключевые функции: обеспечение подачи воздуха на горение, удаление дымовых газов, транспортировка теплоносителя, циркуляция воды и других жидкостей в системах охлаждения и утилизации тепла. Как правило, эти агрегаты изначально оснащаются асинхронными двигателями, работающими на фиксированной скорости, в результате чего значительная часть энергии расходуется неэффективно, особенно в условиях переменной нагрузки.

Установка регулируемых приводов позволяет оптимизировать режимы работы оборудования в зависимости от фактической потребности, снизить энергозатраты за счет уменьшения оборотов в периоды пониженной нагрузки, исключить потери энергии, возникающие при дросселировании, и продлить срок службы оборудования за счет плавного пуска и остановки. Инверторное управление особенно эффективно в системах, работающих с переменными расходами, например, в зависимости от загрузки печи, температуры, давления или других параметров технологического процесса.

Достигнутые экологические выгоды

Экологические выгоды от применения данной техники выражаются в снижении общего потребления электроэнергии, а, следовательно, и косвенного снижения выбросов CO и других загрязняющих веществ, связанных с производством энергии. На практике достигается экономия электроэнергии в диапазоне от 10 до 30 % по сравнению с традиционными системами без регулирования частоты. Также отмечается снижение уровня шума и вибрации от оборудования, повышение точности поддержания технологических параметров, уменьшение перегрузок и аварийных ситуаций.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение регулируемых приводов на вентиляторах и насосах в установках термического уничтожения и утилизации отходов позволяет достичь значительных улучшений в области энергоэффективности и экологической безопасности. Внедрение данной техники сопровождается снижением удельного энергопотребления оборудования на 10 – 30 % в зависимости от характера технологического процесса,

времени работы и профиля нагрузки. Это приводит к уменьшению косвенных выбросов парниковых газов (в первую очередь диоксида углерода, CO) от производства и потребления электроэнергии.

Также отмечается повышение точности регулирования технологических параметров (давление, расход, температура), что способствует более стабильной работе оборудования и снижению риска технологических выбросов. Уровень шума и вибрации снижается в среднем на 5 – 10 дБ, особенно при переходе на режимы частичной нагрузки.

С эксплуатационной точки зрения инверторные приводы характеризуются высокой надежностью и долговечностью при соблюдении регламентов обслуживания. Средний срок службы составляет 7 – 10 лет.

Кросс-медиа эффекты

Внедрение регулируемых приводов оказывает минимальное влияние на другие компоненты окружающей среды, такие как вода, почва и отходы. Техника способствует улучшению общей экологической устойчивости предприятия: снижается уровень шума, уменьшается количество аварийных ситуаций и техногенных выбросов, обеспечивается более безопасная эксплуатация оборудования. Это делает технологию благоприятной с точки зрения комплексного воздействия на окружающую среду.

Технические соображения, касающиеся применимости

В Германии (EEW Energy from Waste, Мангейм) частотные преобразователи обеспечили снижение электропотребления на 22 %. В Корее (Sudokwon Landfill, Инчхон) применение частотных преобразователей на насосах снизило энергопотребление на 18% в биофильтрах. В США (Covanta, Нью-Джерси) частотное регулирование вентиляторов позволило сократить энергопотребление на 15 % и продлить срок службы оборудования.

С технической точки зрения техника является универсальной и может быть внедрена как на новых, так и на действующих установках. Современные инверторные приводы легко интегрируются в существующие системы управления и не требуют значительной модернизации оборудования. Потребуется базовая настройка параметров и обучение обслуживающего персонала.

Экономика

С экономической стороны техника отличается высокой рентабельностью, срок окупаемости составляет от 0,5 до 2 лет, в зависимости от количества часов работы, мощности оборудования и начального уровня энергоэффективности. Стоимость оборудования на один агрегат средней мощности (до 90 кВт) колеблется от 500 тыс. до 1,5 млн. тенге. Экономия на одном вентиляторе или насосе при постоянной нагрузке может достигать от 200 тысяч до 1 млн. тенге в год.

Движущая сила внедрения

Основными факторами внедрения данной техники являются:

рост тарифов на электроэнергию и необходимость оптимизации производственных расходов;

ужесточение экологических требований в соответствии с Экологическим кодексом, включая обязательность учета и снижения выбросов загрязняющих веществ;

реализация государственной политики по энергоэффективности и развитию "зеленой" экономики, включая положения Стратегии развития Республики Казахстан до 2050 года и Концепции по переходу к "зеленой" экономике.

5.2.2. Применение современных топочных камер с высокоэффективной теплоизоляцией

Описание

Применение современных топочных камер с высокоэффективной теплоизоляцией представляет собой технологическое решение, направленное на снижение теплотерь, повышение термической эффективности и сокращение энергозатрат в установках термического уничтожения и утилизации отходов. Современные футеровочные материалы, такие как легковесные теплоизоляционные огнеупоры, волокнистые маты и высокоэффективные керамические покрытия, позволяют значительно уменьшить теплопередачу от внутренних горячих поверхностей к корпусу камеры, а также в окружающую среду.

Техническое описание

Современные топочные камеры, оснащенные высокоэффективной теплоизоляцией, отличаются применением современных футеровочных материалов, которые обеспечивают минимальные теплотери при высокотемпературной эксплуатации. В качестве теплоизоляции используются волокнистые огнеупоры (керамическое и муллитокремнеземное волокно), легковесные теплоизоляционные кирпичи, плиты и маты на основе оксида алюминия и кремнезема, а также нано-керамические отражающие покрытия. Эти материалы характеризуются низкой теплопроводностью (до 0,2 Вт/м·К при 1000 °С), высокой термостойкостью (до 1600 °С) и стойкостью к термическому удару.

Благодаря более низкой массе и тепловой инерции таких материалов снижается время нагрева камеры и повышается оперативность управления температурными режимами. Конструкция камеры адаптирована под модульный ремонт и замену отдельных элементов теплоизоляции без полной остановки установки.

Достигнутые экологические выгоды

Внедрение высокоэффективной теплоизоляции в конструкцию топочных камер позволяет существенно сократить расход топлива, используемого для поддержания температурных режимов сжигания. Это приводит к снижению выбросов парниковых газов, в частности диоксида углерода (CO₂), а также оксидов азота (NO_x) и оксида углерода (CO) за счет более полного и равномерного сжигания. Кроме того, стабилизация температур в камере позволяет минимизировать образование продуктов неполного сгорания, таких как органические микрозагрязнители (включая

полициклические ароматические углеводороды и диоксины), снижая нагрузку на газоочистное оборудование.

Экологические выгоды также проявляются в снижении аварийных ситуаций и необходимости внеплановых остановок, что сокращает количество вредных выбросов, связанных с нестабильной работой установки.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Уровень снижения расхода топлива в установках с применением современных теплоизоляционных материалов составляет в среднем от 5 до 15 % в зависимости от типа отходов и режима работы. Косвенное снижение выбросов CO может достигать до 0,4 т/год на каждый 1 кВт*час сэкономленного тепла (при применении углеродоемкого топлива).

Внутрикамерные температуры стабилизируются с точностью до ± 10 °С, что способствует поддержанию оптимальных условий сжигания. Уровень температурных колебаний на поверхности корпуса установки снижается в среднем на 30–50 %, что положительно влияет на срок службы металлических конструкций.

Средний срок службы современных теплоизоляционных решений составляет 8–10 лет при условии соблюдения эксплуатационных регламентов.

Кросс-медиа эффекты

Кросс-медиа эффекты от применения данной НДТ положительные. Повышение термической эффективности снижает потребность в охлаждающей воде для теплообменников, уменьшая водопотребление. Кроме того, уменьшение количества недожогов снижает концентрацию органических загрязнителей в зольных остатках, улучшая их свойства как условного вторичного сырья или снижая класс опасности.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применение высокоэффективной теплоизоляции возможно как при строительстве новых установок, так и при модернизации существующих. Техника адаптируется к различным типам камер: решетчатым, барабанным, камерным и вращающимся печам. Необходима предварительная теплотехническая оценка и проектирование для подбора подходящих материалов.

Ограничением может быть высокая начальная стоимость материалов и необходимость подготовки персонала для монтажа и контроля качества изоляции. Однако большинство предприятий в Казахстане обладают базовой компетенцией для внедрения данной техники, особенно в условиях работы в северных регионах с низкими температурами окружающей среды.

В Швейцарии на заводе Hitachi Zosen Inova в Цюрихе современные огнеупоры снизили теплотери на 15 %. В Японии (JFE Engineering, Йокогама) нано-керамические покрытия стабилизировали температуру и сократили потребление топлива на 12 %. В Канаде (Emterra, Британская Колумбия) волокнистая футеровка продлила срок службы печи на 3 года.

Экономика

Внедрение высокоэффективной теплоизоляции требует капитальных вложений, которые варьируются от 3 до 8 % от стоимости всей установки. Однако снижение расхода топлива и затрат на текущие ремонты позволяет окупить эти вложения в течение 2 – 4 лет.

Дополнительные экономические выгоды формируются за счет продления межремонтных интервалов, снижения аварийности и роста энергоэффективности. Учитывая рост цен на энергоносители, отмену перекрестного субсидирования в электроэнергетике и возможные "зеленые" требования к промышленным предприятиям, эта мера становится экономически оправданной как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

Движущая сила внедрения

Основными факторами, способствующими внедрению данной НДТ в Казахстане, являются:

- требования Экологического кодекса по переходу на наилучшие доступные технологии;

- рост затрат на топливо и теплоэнергию;

- климатические условия с длительным отопительным сезоном;

- необходимость повышения устойчивости к температурным деформациям и тепловым потерям;

- стремление промышленных предприятий к повышению производственной эффективности;

- поддержка модернизационных проектов через государственные и международные программы ESG и устойчивого развития.

5.2.3. Применение котлов-утилизаторов

Описание

Применение котлов-утилизаторов представляет собой НДТ, направленную на утилизацию тепловой энергии, содержащейся в дымовых газах после процессов сжигания отходов. Вместо рассеивания тепла в атмосферу, как это происходит при традиционном подходе с использованием газоохладителей или открытого охлаждения, котлы-утилизаторы позволяют преобразовывать остаточное тепло в пар или горячую воду, которые могут быть повторно использованы в технологических нуждах, на отопление или на выработку электроэнергии. Это существенно повышает общую энергетическую эффективность установки, снижает потребление первичных энергоресурсов и способствует сокращению выбросов парниковых газов.

Техническое описание

Котел-утилизатор представляет собой теплообменное оборудование, устанавливаемое после камеры сжигания или за первой ступенью газоочистки. Он может быть водотрубным или жаротрубным, одноходовым или многоходовым, и

рассчитан на утилизацию тепла дымовых газов с температурой от 600 до 1200 °С. В зависимости от конфигурации котел может работать в прямоточной схеме или в составе комплекса когенерации.

В современных системах термической утилизации отходов часто применяются паровые котлы-утилизаторы с рабочим давлением пара до 40 бар и температурой до 450 °С. Также возможна генерация горячей воды температурой 95 – 150 °С. Для защиты от коррозии и загрязнений котел оснащается системой автоматической продувки, золоуловителями и термостойкой футеровкой.

Достигнутые экологические выгоды

Основная экологическая выгода — снижение общего потребления топлива на нужды предприятия или выработку электроэнергии. За счет рекуперации тепла сокращается сжигание дополнительных энергоресурсов, что приводит к снижению выбросов СО и других загрязняющих веществ, в том числе NO_x и SO.

Кроме того, стабилизация теплового режима за счет отвода тепла уменьшает вероятность локальных перегревов и формирования продуктов неполного сгорания. Это способствует достижению более высокого уровня экологической безопасности в установках термического обезвреживания.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Котлы-утилизаторы позволяют утилизировать до 60 – 80 % тепловой энергии дымовых газов, снижая удельный расход топлива на производство пара/электроэнергии на 15 – 25 %.

При полной нагрузке система может обеспечить выработку пара в объеме до 10 – 50 т/ч в зависимости от мощности сжигаемой установки. Уровень выбросов СО может быть снижен на 0,1 – 0,3 тонн на каждую тонну утилизированных отходов.

Температура отходящих газов после котла-утилизатора может быть снижена до 150 – 180 °С без риска образования кислотных конденсатов (при правильном подборе материалов).

Кросс-медиа эффекты

Положительным кросс-медиа эффектом является снижение нагрузки на энергетическую инфраструктуру предприятия, снижение общего потребления природного газа, угля или электроэнергии. Это ведет к снижению потребления воды (меньше котловых агрегатов и градирен), сокращению выбросов от внешних источников энергии.

Дополнительные отходы в виде котлового шлама и отложений в трубах не являются токсичными и могут быть удалены в рамках действующей системы водоподготовки.

Таким образом, использование котлов-утилизаторов способствует формированию замкнутых технологических циклов, где отходы становятся источником энергии, снижая нагрузку на окружающую среду в целом.

Технические соображения, касающиеся применимости

Котлы-утилизаторы подходят как для новых, так и для модернизируемых установок термического уничтожения отходов, особенно в объектах с непрерывным циклом работы. Важно обеспечить соответствие материалов условиям высоких температур и агрессивных газовых сред.

Необходимы также системы регулирования давления, автоматического управления и защиты от перегрева.

Ключевым фактором применимости является стабильный тепловой поток в дымовых газах. Это делает технику особенно эффективной на крупных установках (более 1 т/ч отходов), типичных для промышленных и коммунальных объектов Казахстана.

В Нидерландах на заводе AEB Amsterdam утилизация тепла из дымовых газов позволила производить до 900 ГВт·ч электроэнергии в год и отапливать часть города. В США на предприятии Wheelabrator во Флориде котлы-утилизаторы обеспечивают производство пара 30 т/ч и снижение использования природного газа на 18 %. В Китае на Shenzhen East Waste-to-Energy Plant достигается утилизация до 75 % остаточного тепла, с электрогенерацией до 270 МВт.

Экономика

Капитальные затраты на установку котла-утилизатора могут быть значительными (от 300 до 700 млн. тенге для объектов средней мощности), однако окупаемость достигается в течение 3 – 6 лет за счет экономии на топливе, сокращения затрат на энергию и возможности частичной автономной генерации пара/электроэнергии.

Дополнительно предприятие получает возможность участия в программах по повышению энергоэффективности и ESG-проектах, включая зеленое финансирование. Экономическая эффективность особенно высока в условиях роста тарифов на газ, уголь и электричество, а также в случае централизованного теплоснабжения.

Движущая сила внедрения

Среди факторов, способствующих внедрению в Казахстане:

требования Экологического кодекса и переход на НДТ;

стремление предприятий к снижению зависимости от внешних источников энергии;

рост тарифов на энергоносители и отмена перекрестного субсидирования;

потребность в энергетической устойчивости и надежности;

возможность участия в механизмах добровольной углеродной отчетности и "зеленых" инициативах;

поддержка модернизации через государственные программы по энергосбережению и инвестиционные субсидии.

5.2.4. Применение высокоэффективных котлов

Описание

Применение высокоэффективных котлов представляет собой технологическое решение, направленное на максимальное использование тепловой энергии,

высвобождающейся при термическом уничтожении отходов. В отличие от традиционных котельных агрегатов, высокоэффективные котлы обладают улучшенной конструкцией теплообменников, повышенной степенью утилизации тепла и минимальными потерями энергии в окружающую среду. Это позволяет значительно повысить общий КПД установки, снизить расход топлива и уменьшить объем вредных выбросов. Внедрение данной техники особенно актуально в условиях Казахстана, где значительную долю в структуре энергопотребления занимают уголь и природный газ.

Техническое описание

Высокоэффективные котлы для термического уничтожения отходов, как правило, включают:

многоступенчатую систему теплообмена, обеспечивающую утилизацию тепла с разных температурных уровней дымовых газов;

усовершенствованные поверхности теплообмена (оребрение, вихревые вставки), которые повышают теплопередачу;

оптимизированную систему сжигания, обеспечивающую полное сгорание топлива и равномерное распределение температуры;

автоматизированную систему управления и регулирования, адаптирующую работу котла к текущим параметрам загрузки.

Такие котлы могут быть водогрейными или паровыми, с КПД более 90 % (до 94 – 96 % в зависимости от условий эксплуатации), и работать как автономно, так и в составе комплексных энерготехнологических систем (например, с когенерацией или утилизацией тепла от сжигания отходов).

Достигнутые экологические выгоды

Применение высокоэффективных котлов позволяет снизить:

расход топлива (на 10–20 % по сравнению с традиционными котлами);

выбросы CO, соответствующие снижению удельного потребления топлива;

выбросы оксидов азота (NO_x) благодаря более полному и равномерному сгоранию;

образование золы и шлака за счет более высокой температуры и времени пребывания отходов в зоне горения.

Кроме того, повышение энергоэффективности снижает нагрузку на энергосистему предприятия и позволяет отказаться от дополнительных источников энергии.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Внедрение данной техники позволяет достичь высоких экологических и эксплуатационных показателей. Так, коэффициент полезного действия котлов достигает 90 – 96 % в зависимости от используемого топлива и качества теплоизоляции. Экономия топлива по сравнению с устаревшими моделями может составлять до 20 %, что напрямую способствует снижению выбросов углекислого газа на уровне 0,25 – 0,35 тонны на каждую тонну термически утилизированных отходов. Паропроизводящие котлы способны обеспечивать рабочую температуру до 450 – 480 °С при давлении до 4

– 5 МПа. При соблюдении технических регламентов и условий эксплуатации срок службы оборудования составляет от 15 до 20 лет, обеспечивая надежную и эффективную работу установки в течение всего жизненного цикла.

Кросс-медиа эффекты

Положительные кросс-медиа эффекты включают:

снижение объема потребляемой энергии — следовательно, уменьшение нагрузки на электросети и котельные;

снижение количества воды, необходимой для охлаждения в случае использования котлов с замкнутыми циклами;

уменьшение выбросов в атмосферу за счет улучшенного сгорания и снижения топлива;

снижение образования твердых остатков (золы), которые легче утилизируются или используются повторно.

Таким образом, техника оказывает комплексное позитивное воздействие на окружающую среду и способствует переходу к низкоуглеродной экономике.

Технические соображения, касающиеся применимости

Техника применима как при проектировании новых установок термического уничтожения отходов, так и в рамках модернизации существующих котельных систем. Для успешного внедрения требуется проведение предварительной энергетической диагностики, которая позволяет определить текущий уровень энергоэффективности оборудования и выявить потенциальные точки повышения КПД. На этапе проектирования необходимо учитывать тепловые и газодинамические параметры системы, обеспечивая оптимальную работу котла в условиях конкретной производственной нагрузки. Особое внимание следует уделить подготовке и обучению персонала, так как эксплуатация высокоэффективных котлов требует знания современных систем автоматизированного управления и контроля.

В отдельных случаях возможными ограничениями могут стать технологические особенности производства, в частности невозможность полной остановки оборудования. Однако такие риски эффективно устраняются за счет применения модульных решений и реализации поэтапной модернизации, что позволяет внедрять технику без существенного влияния на текущую деятельность предприятия.

Внедрение высокоэффективных котлов с минимальными выбросами и высокой теплоотдачей в странах, таких как Германия (например, в мусоросжигающих заводах Берлина и Гамбурга), Китай (на предприятиях по переработке отходов в Пекине и Шанхае) и США (на заводах по утилизации медицинских отходов в Нью-Джерси), позволяет значительно повысить энергоэффективность и снизить экологическую нагрузку. Эти котлы, оснащенные системами рекуперации тепла и улавливания CO₂, способствуют сокращению потребления внешней энергии и выбросов в атмосферу.

Экономика

Внедрение высокоэффективных котлов требует значительных капитальных вложений, которые, в зависимости от установленной мощности оборудования и специфики объекта, могут составлять от 250 до 600 млн. тенге. Однако эти затраты оправданы за счет комплексной экономии в процессе эксплуатации. Применение данной техники позволяет существенно снизить потребление топлива, минимизировать простои, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом, а также сократить расходы на покупку энергии за счет повышения коэффициента полезного действия. В результате период окупаемости проекта составляет, как правило, от 3 до 5 лет.

Движущая сила внедрения

Внедрение высокоэффективных котлов обусловлено рядом факторов как нормативного, так и экономического характера. Одной из ключевых движущих сил является необходимость соблюдения требований Экологического кодекса, который ужесточает экологические нормативы и стимулирует предприятия переходить на более чистые и эффективные технологии. Существенным фактором также является рост цен на топливо и энергоносители, что усиливает заинтересованность промышленных объектов в снижении удельных затрат на энергоснабжение. Дополнительным стимулом служит высокая степень износа существующих котлов, многие из которых морально и технически устарели и не соответствуют современным требованиям. Казахстанский климат с длительным отопительным сезоном повышает актуальность теплоэффективных решений, а наличие как отечественных, так и зарубежных поставщиков оборудования делает технику доступной для широкого круга предприятий. Все это в совокупности создает благоприятные условия для масштабного внедрения данной НДТ в сфере термического уничтожения и утилизации отходов.

5.2.5. Применение рециркуляции дымовых газов

Описание

Рециркуляция дымовых газов представляет собой технологию, при которой часть дымовых газов, образующихся в процессе сжигания отходов, возвращается в камеру сжигания. Эта мера позволяет уменьшить содержание кислорода и температуру в зоне горения, что способствует снижению образования оксидов азота (NO_x), а также стабилизации процесса горения. За счет выравнивания температурного режима и уменьшения локальных перегревов достигается более устойчивое и контролируемое сжигание. В отдельных случаях возможно незначительное снижение общего теплового КПД установки, однако компенсирующим эффектом является снижение выбросов загрязняющих веществ, улучшение экологических показателей и потенциальное снижение удельного расхода топлива за счет более стабильной работы системы.

Техническое описание

Рециркуляция дымовых газов осуществляется с помощью системы трубопроводов, вентиляторов и регулирующих клапанов, которые обеспечивают подачу части дымовых газов обратно в камеру сжигания. Газ охлаждается до температуры 300 – 500 °С, после чего возвращается в камеру для улучшения процесса горения. Использование многократной рециркуляции позволяет значительно повысить стабильность и эффективность горения, а также снизить потребление топлива. Эта технология особенно эффективна для установок, работающих на органических отходах, таких как биомасса и твердые коммунальные отходы.

Достигнутые экологические выгоды

Применение рециркуляции дымовых газов приводит к значительному снижению выбросов в атмосферу, что напрямую сказывается на улучшении экологической ситуации. В частности, технология позволяет снизить выбросы оксидов азота (NO_x) и угарного газа (CO) до 30 % и 50 % соответственно. Также уменьшается количество образующихся продуктов неполного сгорания, таких как зола и углеродистые остатки. Это помогает соответствовать жестким экологическим стандартам и нормам, а также значительно снижает потребность в установках для очистки дымовых газов, уменьшая загрязнение окружающей среды.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение рециркуляции дымовых газов позволяет достичь следующих результатов:

Снижение выбросов NO_x до 30 %;

Снижение выбросов CO до 50 %;

Повышение термической эффективности сжигания на 5 – 10 %;

Стабилизация температуры сжигания, предотвращение перегрева и образования углеродистых остатков;

Снижение нагрузки на системы очистки дымовых газов, что способствует уменьшению эксплуатационных затрат.

Эти показатели позволяют не только достичь высоких экологических стандартов, но и снизить эксплуатационные расходы.

Кросс-медиа эффекты

Применение рециркуляции дымовых газов оказывает положительное воздействие на несколько сфер. Снижение выбросов в атмосферу минимизирует нагрузку на системы очистки и уменьшает необходимость в дополнительных фильтрационных устройствах, что приводит к экономии на обслуживании и эксплуатации очистных сооружений. Улучшение горения и повышение термической эффективности снижает потребление топлива, что приводит к экономии энергетических ресурсов. Также снижается вероятность загрязнения воды и почвы вследствие уменьшения выбросов загрязняющих веществ, таких как оксиды азота и угарный газ. Это создает значительные экологические и экономические преимущества.

Технические соображения, касающиеся применимости

Рециркуляция дымовых газов может быть успешно применена в установках с высокой температурой дымовых газов и стабильным процессом горения. Она особенно эффективна в установках для термического уничтожения отходов, работающих на органических материалах, таких как биомасса и твердые коммунальные отходы. Важно учитывать, что для эффективной работы системы необходимо наличие дополнительного оборудования, такого как системы охлаждения дымовых газов и регулирующие устройства для контроля потока газов. Эти решения требуют соответствующих инвестиций и технических усилий.

Применение рециркуляции дымовых газов активно используется на мусоросжигающих заводах, таких как Hamburg Waste-to-Energy Plant в Гамбурге (Германия), Beijing Jinyu Waste-to-Energy Plant в Пекине и Shanghai Environmental Energy Plant в Шанхае (Китай), а также на Fresh Kills Landfill в Нью-Йорке и Covanta Energy Waste-to-Energy Plant в Чикаго (США). Эти предприятия используют рециркуляцию для повышения энергоэффективности, снижения выбросов и улучшения качества сжигания.

Экономика

Внедрение системы рециркуляции дымовых газов требует капитальных вложений, которые могут варьироваться от 150 до 300 млн. тенге, в зависимости от масштаба и особенностей объекта. Однако эти инвестиции окупаются за счет снижения потребления топлива, повышения энергоэффективности и снижения затрат на очистку дымовых газов. Ожидаемый срок окупаемости составляет 3 – 5 лет, в зависимости от масштаба установки и использования.

Движущая сила внедрения

Внедрение рециркуляции дымовых газов в Казахстане обусловлено рядом факторов. Ужесточение экологических норм и повышение требований к выбросам загрязняющих веществ является одним из главных стимулов для перехода на более экологически чистые технологии. Рост цен на топливо и потребность в оптимизации энергозатрат также стимулируют предприятия к использованию энергоэффективных решений, таких как рециркуляция дымовых газов. Дополнительной движущей силой является необходимость модернизации устаревших систем сжигания, что делает эту технологию привлекательной как с точки зрения повышения эффективности работы, так и с точки зрения соблюдения новых экологических стандартов.

5.2.6. Применение рекуперации тепла от зол и шлаков

Описание

Рекуперация тепла от зол и шлаков представляет собой технологию утилизации остаточного тепла, содержащегося в горячих неорганических остатках после термического уничтожения отходов. После сжигания в установках термической обработки температура золы и шлаков может превышать 500 – 800 °С. Применение

систем теплоотбора позволяет использовать это тепло для нагрева воды, воздуха или технологических теплоносителей, снижая общее потребление первичных энергоресурсов. Это решение эффективно дополняет общую систему энергоменеджмента предприятия и повышает интегральный КПД установки.

Техническое описание

Для рекуперации тепла от зол и шлаков применяются специализированные теплообменные установки, которые могут быть как встроенными (например, водотрубные охладители), так и отдельно стоящими в зоне выгрузки шлаков. В качестве теплоносителей используют воду (для получения горячей воды или пара), воздух (для предварительного подогрева воздуха на горение) или масло (в замкнутых системах). Внедрение требует оснащения установок системой теплоизоляции, термостойкой футеровкой, регулируемой системой отбора тепла и автоматическим контролем температуры. В ряде случаев тепло может использоваться также для обогрева производственных помещений или подачи в центральное отопление.

Достигнутые экологические выгоды

Технология позволяет сократить потребление ископаемого топлива, используемого для подогрева воздуха, воды или пара, за счет использования остаточного тепла. Это, в свою очередь, снижает косвенные выбросы парниковых газов, в первую очередь CO₂, а также уменьшает выбросы, связанные с работой вспомогательных котлов. Помимо этого, снижается общий объем тепловых потерь, и уменьшается термическое загрязнение окружающей среды.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение рекуперации тепла от зол и шлаков позволяет достичь:

- экономии тепловой энергии до 5 – 10 % от общего энергопотребления установки;
- сокращения выбросов CO₂ на 3 – 6 % в зависимости от заменяемого объема топлива;
- увеличения срока службы оборудования за счет снижения термических нагрузок;
- повышения общей энергоэффективности установки термического уничтожения отходов.

Кросс-медиа эффекты

Технология положительно влияет на смежные среды. Снижение потребности в дополнительном топливе уменьшает выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и сокращает нагрузку на источники водоснабжения, за счет оптимизации систем теплообеспечения. Тепловая рекуперация также снижает тепловое загрязнение и снижает потребность в обширных системах охлаждения, что уменьшает тепловую нагрузку на локальные водные объекты. В результате кросс-медиа эффект можно считать положительным.

Технические соображения, касающиеся применимости

Техника эффективна для крупных установок с постоянным и устойчивым потоком шлаков высокой температуры. На объектах с нерегулярной или низкотемпературной

загрузкой установка может быть экономически и технически неоправданной. Для эффективной работы системы требуется высокий уровень автоматизации и устойчивость оборудования к воздействию абразивных и коррозионных факторов.

Применение рекуперации тепла от зол и шлаков активно используется на предприятиях, таких как E.ON Waste-to-Energy Plant в Киле (Германия), в Shenzhen Waste-to-Energy Plant (Китай), в Covanta Energy Waste-to-Energy Plant в Нью-Джерси (США), Zurich Hagenholz WtE (Швейцария).

Экономика

Капитальные затраты на внедрение систем рекуперации тепла от зол и шлаков могут составлять от 80 до 200 млн. тенге в зависимости от производительности установки и выбранной конфигурации. Ожидаемый срок окупаемости составляет от 3 до 5 лет. Экономия достигается за счет снижения затрат на закупку энергии, уменьшения эксплуатационных расходов и возможной реализации избыточного тепла во внешние сети теплоснабжения.

Движущая сила внедрения

Основными факторами внедрения являются необходимость повышения энергоэффективности;

стремление сократить эксплуатационные расходы;

соблюдение требований экологического законодательства.

5.2.7. Применение высокоэффективных теплообменников

Описание

Применение высокоэффективных теплообменников в установках термического уничтожения и утилизации отходов направлено на максимальное извлечение тепловой энергии из дымовых газов, технологических потоков и других источников вторичного тепла. Это позволяет существенно повысить общий коэффициент полезного действия установки, снизить расход топлива и сократить выбросы загрязняющих веществ за счет снижения общего энергопотребления.

Техническое описание

Современные теплообменники, применяемые в данных установках, могут включать пластинчатые, трубчатые, рекуперативные и регенеративные конструкции, изготовленные из коррозионностойких и термостойких материалов. В зависимости от специфики объекта и состава обрабатываемых газов, подбирается оптимальная конструкция и конфигурация теплообменника. Использование турбулизаторов, зонирования и автоматической регулировки позволяет достигать высокой степени теплопередачи при минимальных потерях давления.

Теплообменники применяются для подогрева воздуха на горение, нагрева воды или других теплоносителей, а также для рекуперации тепла от дымовых газов и отходящих потоков. Могут использоваться как часть котлов-утилизаторов, так и как самостоятельные элементы системы теплоснабжения.

Достигнутые экологические выгоды

Применение теплообменников позволяет значительно снизить потребление первичных энергетических ресурсов, таких как газ, уголь или мазут. Это, в свою очередь, уменьшает выбросы парниковых газов (CO), оксидов азота (NO_x), серы (SO) и твердых частиц, а также снижает тепловое загрязнение атмосферы. Кроме того, за счет снижения потребности во внешнем энергоснабжении повышается общая экологическая устойчивость предприятия.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При внедрении высокоэффективных теплообменников достигается:

увеличение общей энергоэффективности установки на 8 – 15 %;

снижение потребления топлива до 10 %;

сокращение выбросов CO на 5 – 10 % в расчете на тонну утилизируемых отходов;

повышение надежности и устойчивости работы системы теплоснабжения;

уменьшение тепловых потерь в окружающую среду.

Кросс-медиа эффекты

Снижение потребления топлива положительно сказывается на всех средах: снижаются выбросы в атмосферу, уменьшается тепловая нагрузка на водные объекты, снижается уровень шума от котельного оборудования и насосов. Также уменьшается износ оборудования, снижается потребность в обслуживании и количестве производственных отходов (например, шлама и золы). Кросс-медиа эффект данной технологии можно оценивать как положительный.

Технические соображения, касающиеся применимости

Теплообменники применимы практически на всех типах установок, при наличии устойчивых температурных градиентов и достаточного теплового потенциала отходящих потоков. Однако выбор конструкции требует учета агрессивности среды, наличия пыли и конденсата, а также условий эксплуатации. Некоторые виды теплообменников (например, пластинчатые) требуют регулярной очистки и могут быть чувствительны к загрязнению.

Во Франции (SUEZ, Isséane) пластинчатые теплообменники снизили энергопотребление на 10 %. В Японии (Ebara, Осака) титановый рекуперативный теплообменник снизил расход топлива на 8 %. В Канаде (Enerkem, Эдмонтон) модульные теплообменники позволяют повторно использовать тепло с высокой эффективностью.

Экономика

Стоимость высокоэффективных теплообменников зависит от мощности и конструкции, и может составлять от 20 до 100 млн. тенге. Средний срок окупаемости составляет 2 – 4 года за счет экономии топлива и снижения затрат на энергоснабжение. Дополнительная выгода может достигаться при использовании тепла для технологических нужд или продажи избыточной тепловой энергии.

Движущая сила внедрения

Основные стимулы внедрения включают необходимость повышения энергоэффективности, снижение затрат на топливо и соблюдение требований к выбросам. В условиях Казахстана важными факторами являются рост тарифов на энергоносители, переход к низкоуглеродной экономике, участие в международных инициативах по сокращению выбросов и получение государственной поддержки в рамках экологических и энергетических программ.

5.2.8. Когенерация

Описание

Когенерация, или совместное производство тепловой и электрической энергии, представляет собой эффективную технологию, позволяющую утилизировать тепловую энергию, высвобождаемую при сжигании отходов, для одновременного производства электроэнергии и тепла. Такая система обеспечивает значительно более высокий общий КПД по сравнению с отдельным производством энергии, снижает расход топлива и минимизирует потери энергии, особенно в установках, функционирующих в непрерывном или близком к нему режиме.

Техническое описание

В системах когенерации используется тепло отходящих газов после сжигания отходов для выработки пара, который далее подается на паровую турбину. Турбина, в свою очередь, приводит в действие электрогенератор и, одновременно, может использовать часть пара или конденсат для тепловых нужд предприятия или внешних потребителей. Также возможны газотурбинные или газопоршневые схемы с утилизацией тепла из выхлопных газов и охлаждающих контуров.

Для включения когенерации в состав установки по термической утилизации отходов требуется соответствующее техническое оснащение: парогенераторы, турбогенераторы, системы водоподготовки, теплообменные и утилизационные блоки. Система должна быть интегрирована в схему энергообеспечения предприятия или сетевую инфраструктуру.

Достигнутые экологические выгоды

Когенерация значительно снижает общее потребление первичных энергоресурсов за счет более полного использования тепла сжигания. Это ведет к снижению выбросов CO и других загрязняющих веществ, уменьшает нагрузку на внешние энергосистемы и способствует сокращению углеродного следа предприятия. Кроме того, уменьшается потребность в дополнительных источниках тепла и электроэнергии, что снижает суммарное воздействие на окружающую среду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Когенерационные установки позволяют достичь:

общего КПД до 70 – 85 % (против 30 – 50 % при отдельном производстве);

сокращения выбросов парниковых газов до 30 % в пересчете на единицу произведенной энергии;

повышения энергетической автономности предприятия;

стабильной выработки электроэнергии в диапазоне от десятков до сотен кВт;

снижения эксплуатационных расходов на покупку тепла и электроэнергии.

Кросс-медиа эффекты

Технология когенерации положительно влияет на окружающую среду в целом. Уменьшение потребления внешней электроэнергии и тепла снижает нагрузку на электросети и источники централизованного теплоснабжения, минимизирует выбросы от внешних ТЭЦ и котельных.

Снижение количества сжигаемого топлива приводит к уменьшению тепловой нагрузки на систему охлаждения, что сокращает потребность в воде при водоохлаждаемом оборудовании.

Технические соображения, касающиеся применимости

Когенерационные технологии наиболее эффективны на установках с высокой и стабильной тепловой нагрузкой, а также при наличии возможности интеграции в энергетическую инфраструктуру предприятия или района. Требуется наличие квалифицированного персонала и системы управления процессами. Ограничениями могут быть сложность технической реализации, высокая капиталоемкость и необходимость стабильного топливного потока с предсказуемыми характеристиками.

В Испании (Zabalgari, Бильбао) когенерационная система обеспечивает 615 ГВт·ч/год, подавая электроэнергию в сеть и тепло в город. В Корее (Incheon Resource Recovery Center) 50 % тепла используется для обогрева, остальное — на электроэнергию. В США (Ecomaine, Портленд) когенерация обеспечивает 25 МВт тепла и 10 МВт электроэнергии, снижая выбросы CO на 30 %.

Экономика

Инвестиции в когенерационные установки могут составлять от 300 до 800 млн. тенге в зависимости от мощности и конфигурации. Однако за счет высокой энергоэффективности и экономии на закупке электроэнергии и тепла срок окупаемости может составлять от 4 до 7 лет. Дополнительные выгоды могут быть получены за счет продажи избыточной электроэнергии в сеть или поставки тепла во внешние сети теплоснабжения.

Движущая сила внедрения

Ключевыми факторами являются необходимость повышения энергоэффективности, рост тарифов на электроэнергию и тепло, стремление к снижению углеродного следа и устойчивому развитию.

5.2.9. Пиролиз отходов

Описание

Пиролиз отходов представляет собой процесс термического разложения органических веществ в бескислородной или малоокислительной среде с целью получения полезных продуктов, таких как пиролизный газ, жидких фракций (масел) и твердого углеродистого остатка. В отличие от прямого сжигания, пиролиз позволяет максимально сохранить химическую энергию отходов, трансформируя ее в ценные ресурсы. Технология способствует достижению целей ресурсосбережения и циркулярной экономики за счет производства топлива и сырья, пригодных для дальнейшего использования.

Техническое описание

Пиролиз представляет собой процесс термического разложения органических веществ, происходящий при высокой температуре (обычно от 400 до 1050 °С) в среде без доступа кислорода либо с его незначительным количеством (до 5 %).

По температурам протекания процесса различают:

низкотемпературный пиролиз – 450 – 550 °С;

среднетемпературный пиролиз – 550 – 800 °С;

высокотемпературный пиролиз – 900 – 1050 °С.

Отсутствие кислорода предотвращает горение и позволяет сохранить энергетическую ценность сырья в виде газообразных, жидких и твердых продуктов.

Процесс осуществляется в герметичных установках — пиролизных реакторах, которые могут быть выполнены в виде барабанов, шнеков или камерных печей.

В результате пиролиза образуются:

пиролизный газ — топливо с высокой теплотворной способностью, пригодное для внутреннего энергоснабжения;

жидкие фракции (пиролизное масло) — потенциальное сырье для переработки в жидкое топливо;

твердый углеродистый остаток (техноуголь, черный углерод) — используется как сорбент, добавка в строительные материалы или восстановитель.

Для эффективной и безопасной эксплуатации пиролизной установки необходимы системы контроля температуры, давления, герметичности, а также очистки газа и конденсатов. Подготовка сырья (дробление, удаление металлов, сушка) также играет ключевую роль в стабильности и эффективности процесса.

Достигнутые экологические выгоды

Пиролиз позволяет сократить объемы отходов, подлежащих захоронению, до 70 – 90 %. Технология способствует снижению выбросов диоксинов, фуранов и NO_x по сравнению с традиционным сжиганием. Использование вторичных продуктов в качестве топлива или сырья снижает спрос на первичные ресурсы, тем самым

уменьшая совокупное воздействие на окружающую среду. Также минимизируется образование золы и шлаков, снижается потребление воды при корректной системе охлаждения.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение пиролиза позволяет достичь:

степени утилизации органической фракции отходов – до 85 %;

сокращения выбросов CO – до 40 % при замещении ископаемого топлива;

снижения объемов захоронения отходов – до 90 %;

производства пиролизного газа с теплотворной способностью до 20 – 25 МДж/м³;

содержания серы и хлора в газе – минимально при предварительной сортировке.

Кросс-медиа эффекты

Пиролизные установки почти не образуют сточных вод и потребляют очень мало воды, так как процесс проходит без сжигания и не требует активного охлаждения. Также отсутствует необходимость в классической системе дымоудаления, вместо нее используется простая газоочистка, так как воздух не подается.

Это снижает нагрузку на водные ресурсы и упрощает эксплуатацию. Однако важно обеспечить качественную очистку жидких продуктов конденсации, чтобы не допустить загрязнения органическими веществами.

Кроме того, за счет уменьшения объемов отходов, направляемых на полигоны, снижается загрязнение почв и риск попадания вредных веществ в грунтовые воды. Если полученные продукты пиролиза (газ, масло, уголь) используются на месте, это уменьшает транспортные выбросы и снижает общий экологический след технологии.

Технические соображения, касающиеся применимости

Пиролиз отлично подходит для утилизации таких отходов, как: пластмассы и полимеры, шины, автомобильный скрап, кабели, нефтешламы, отходы бурения, отработанные масла, загрязненные смолами и мазутами, грунт и т.д.

Эффективность зависит от стабильности состава сырья и уровня его предварительной подготовки (удаление металлов, инертных включений и влаги).

Для стабильной работы требуется сортировка, измельчение и сушка сырья – это возможно на современных сортировочных станциях, но они есть не во всех регионах. Технология требует точного контроля температуры и газоочистки.

Продукты пиролиза (газ, масло, углерод) можно использовать на месте — например, для обогрева собственных зданий или в промышленности. Однако важно заранее продумать, как и где они будут использоваться или продаваться.

Данная техника активно применяется во всем мире, в том числе в Казахстане:

Германия (EnviroChemie, Хайльбронн): установка по пиролизу пластиковых отходов производит до 1 000 т жидкого топлива в год, замещающего мазут;

Китай (Zhangjiagang, Jiangsu): пиролизная установка для переработки шин мощностью 30 000 т/год, производится пиролизный газ, черный углерод и пиролизное масло, окупаемость – менее 5 лет;

Канада (Pyrowave, Монреаль): пиролиз полистирола с последующей переработкой мономеров, используется для выпуска новой продукции — технология интегрирована в циклический пластикоперерабатывающий процесс;

Казахстан (ТОО "West Dala", Атырауская область): на промплощадке № 2 используется пиролиз для переработки нефтесодержащих отходов, включая нефтешламы и загрязненные грунты. Полученные продукты переработки используются в качестве топлива и сырья, что способствует снижению объемов захоронения и экологической нагрузки.

США (завод Sierra Energy): в Калифорнии этот завод использует пиролиз для переработки отходов в синтетическое топливо и электроэнергию. Технология называется "FastOx", и она позволяет перерабатывать различные виды отходов, включая пластик и органические материалы.

Экономика

Инвестиции в пиролизные установки могут составлять от 200 до 600 млн. тенге в зависимости от мощности, конфигурации и глубины переработки. Окупаемость — от 4 до 6 лет при наличии потребителей продукции пиролиза. Дополнительная доходность обеспечивается за счет экономии на вывозе и захоронении отходов, а также реализации полученных продуктов на рынке топлива и вторичного сырья.

Движущая сила внедрения

Поддержка "зеленых" технологий и потенциальный экспорт пиролизного масла открывают перспективы для устойчивого развития.

5.3 НДТ, направленные на предотвращение и снижение неорганизованных выбросов

5.3.1. Использование герметичных систем при хранении и подаче отходов в котел

Описание

Устранение отходящих газов и запахов, образующихся в процессе переработки отходов при подаче их на сжигание.

Герметизация отходов при хранении до переработки служит для предотвращения или сокращения диффузных выбросов от мусоросжигательного завода. Для отсортированных отходов НДТ является их прямая загрузка в печь.

Техническое описание

Прежде, чем отходы попадут непосредственно в бункер и будут транспортироваться в камеру сжигания, их нужно обработать. Вследствие гетерогенной природы отходов, представляющих собой микс отходов, в том числе ТБО, подготовка должна обеспечить стабильный состав отходов, подаваемых на термическую деструкцию. Зону обработки и подготовки отходов

необходимо оборудовать приточной вытяжной системой, которая направлена на установку по очистке воздуха.

Привезенные отходы хранятся в контейнере, который оборудован плотно закрывающимися крышками, что необходимо для предотвращения появления запахов, проблем с выбросами отходов и обеспечения предотвращения пожаров и несчастных случаев. Предварительная переработка коммунальных отходов обусловлена их размерами.

Входной бункер камеры сгорания обычно предназначен для измельчения прессованных тюков и отходов большого объема.

Хранящиеся отходы перемешиваются в резервуаре с помощью кранового грейфера, который также используется для загрузки отходов в бункер мусоросжигательной печи.

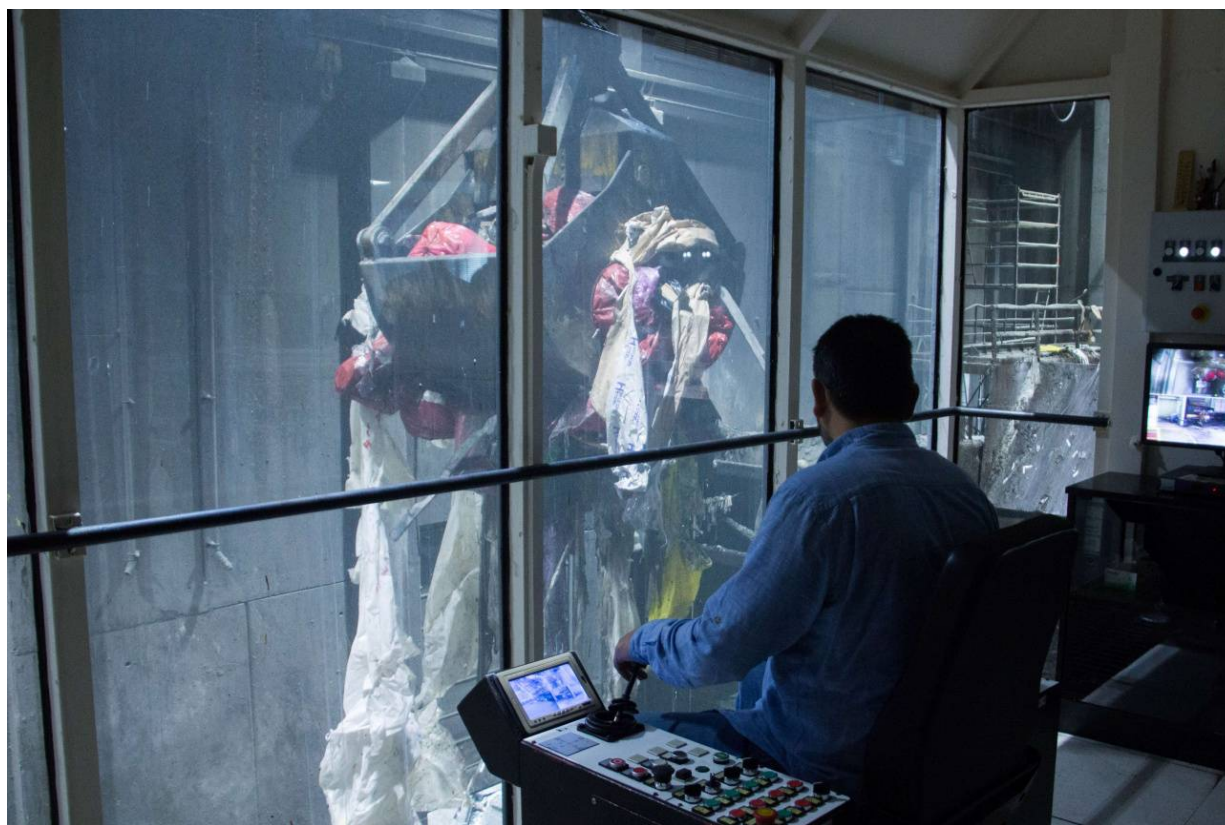


Рисунок 5.2. Бункер для отходов на мусоросжигательном заводе.

Смешивание отходов в основном осуществляется с целью их гомогенизации, улучшить его характеристики сгорания, предотвращая при этом концентрации опасных веществ.

Для предотвращения накопление запаха и выбросов пыли, воздух из бункерного пространства может отводиться в качестве первичного или вторичного воздуха в камеру сгорания.

Достигнутые экологические выгоды

Выполнение технологических параметров при подаче отходов на сжигание, ограничение распространения запаха и загрязнений воздуха.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Хранить твердые и сыпучие пастообразные отходы, которые имеют запах и/или склонны выделять летучие вещества, нужно в закрытых зданиях с принудительной вытяжкой и очисткой воздуха. Жидкие отходы требуется хранить в резервуарах под соответствующим контролируемым давлением и направлять вентиляционные отверстия резервуаров в систему подачи воздуха для горения или в другую подходящую систему очистки. Контролировать риск появления запаха в периоды полного отключения, когда мощности по сжиганию отсутствуют, направлять выведенный или извлеченный воздух в альтернативную систему очистки, например, мокрый скруббер, фиксированный адсорбционный слой. Минимизировать количество отходов на хранении, например, путем прерывания, сокращения или перевода поставок отходов в рамках управления потоками отходов. Производить хранение отходов в герметично закрытых тюках [4].

После подготовки к утилизации и обезвреживанию отходы должны накапливаться отдельно от неподготовленных отходов [8].

Медицинские отходы выгружаются в зону хранения с помощью автоматизированной или ручной системы в зависимости от риска, который представляет эта операция. Из зоны хранения медицинские отходы подаются в печь с помощью автоматизированной системы подачи. Печи для сжигания отходов и система газоочистки, применяемые на объекте, должны соответствовать требованиям действующего санитарно-эпидемиологического и экологического законодательства, а также национальных стандартов Республики Казахстан, включенных в приказ уполномоченного органа в области охраны окружающей среды.

Для газообразных и жидких отходов, поставляемых в контейнерах для отходов насыпью (например, цистернах), прямая подача осуществляется путем подсоединения контейнера для отходов к линии подачи печи. Затем контейнер опорожняется путем нагнетания в него азота или, если вязкость достаточно низкая, путем перекачивания жидкости. Для газообразных и жидких отходов, поставляемых в контейнерах для отходов, пригодных для сжигания (например, бочках), прямая подача осуществляется путем введения контейнеров непосредственно в печь [4].

Кросс-медиа эффекты

Снижение потребления электрической энергии, химических реагентов, очистка вод.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Воздух из помещения подготовки и переработки отходов сводится вытяжкой на очистку. Решение по очистке основано на комбинации биофильтра и химического воздухоочистителя. Данное технологическое

решение реализовано чешской компанией Desonta на территории Польши, введено в эксплуатацию в сентябре 2023 года.

Возможны пространственные ограничения на действующих установках.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

5.3.2. Применение систем пылеулавливания (вытяжные системы) на технологическом оборудовании

Описание

Установка вытяжных систем на технологическом оборудовании – это монтаж вентиляционных систем, направленных на удаление вредных газов, пыли и паров, образующихся в процессе производства. Данная технология основана на выводе загрязненного воздуха за пределы зданий и сооружений и подаче свежего воздуха внутрь.

Техническое описание

Применение очистных систем для воздуха является обязательным на производстве, которое сопровождается выбросами загрязнений в атмосферу или в рабочее пространство предприятий.

В зависимости от места установки разделяют локальные фильтры и центральные. Также системы очистки воздуха делятся на 2 вида, в зависимости от способа очистки: сухие и мокрые.

Первые удерживают загрязняющие воздух механические частицы с помощью различных фильтров. Вторые обеспечивают очистку, промывая запыленный воздух жидкостью и осаждая пыль либо адсорбируют, или разлагают загрязнение. Различные пылеулавливающие установки могут комбинироваться, чтобы обеспечить высокую степень очистки воздуха. Может использоваться комбинация фильтров или их последовательная установка.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение загрязнения воздуха. Предварительное обеспыливание снижает нагрузку по взвешенным веществам и механическим примесям на последующих стадиях системы газоочистки.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

На установках для утилизации и обезвреживания отходов могут использоваться следующие системы обеспыливания:

циклоны и мультициклоны;

электрофильтры;

рукавные фильтры.

Электрофильтры и циклоны эффективны для предварительного обеспыливания и обеспечивают достижение самых низких уровней выбросов в сочетании с другими технологиями.

Мокрый электрофильтр – это отдельный тип электрофильтров. Он обычно не применяется на стадии предварительного обеспыливания из-за температурных требований. Однако его использование рационально связывать с доочисткой после системы газоочистки [8].

Могут использоваться другие методы, которые обеспечивают по крайней мере эквивалентный уровень защиты окружающей среды.

Кросс-медиа эффекты

Шум от вентиляторов, потребление электрической энергии.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Данная техника применяется на мусоросжигательном заводе Малешнице (г. Прага) и Термизо (г. Либерец) в Республике Чехия.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

5.3.3. Методы снижения выбросов в атмосферу при переработке шлаков и золы от сжигания отходов

Описание

К методам снижения выбросов в атмосферу при переработке шлаков и золы от сжигания отходов относятся:

увлажнение складов хранения и основных неорганизованных источников выбросов пыли;

ограничение высоты разгрузки отходов;

защита складов хранения от ветров;

работа в закрытом помещении;

включение такого оборудования, как шредер, сито, конвейерные ленты, воздушно-гидравлический сепаратор.

Техническое описание

Выбросы в воздух от установок для обработки зольного остатка представляют собой, главным образом, пыль и металлы, образующиеся в результате обработки, измельчения, просеивания и воздушной сепарации зольного остатка.

Использование технологий, в которых содержание воды в зольном остатке составляет около 20 %, уменьшает диффузные выбросы пыли. Это включает в себя

поддержание оптимального содержания влаги, что, с одной стороны, позволяет эффективно извлекать металлы и минеральные материалы, а с другой стороны, сохраняет выбросы пыли низкими.

Системы распыления воды могут быть установлены у основных источников выброса пыли. Выбросы пыли на складах снижаются за счет обеспечения надлежащего увлажнения точек загрузки и разгрузки или самих складских запасов.

Выбросы пыли также сводятся к минимуму путем сопоставления высоты разгрузки с изменяющейся высотой груды зольного остатка (например, через конвейерные ленты с регулируемой высотой), а также за счет защиты площадок для хранения сыпучих материалов и складов покрытием или ветрозащитными барьерами, такими как экранирование, ограждение стен или вертикальные озеленительные насаждения.

Во избежание выпуска рассеянных выбросов в окружающую среду, хранение и обработка зольного остатка также могут проводиться в закрытых зданиях.

Для предотвращения выбросов в атмосферу используется закрытое оборудование. Извлеченный воздух направляется в рукавный фильтр. Чтобы уменьшить пылевую нагрузку рукавного фильтра, в некоторых случаях в качестве первого этапа удаления пыли используется циклон.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение неорганизованных выбросов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Сокращение выбросов пыли.

Эксплуатация под давлением ниже атмосферного с фильтрацией отработанного воздуха применима только к сухому выгруженному и другим зольным остаткам с низким содержанием влаги.

Кросс-медиа эффекты

Увеличение потребления энергии.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Данная техника применяется на мусоросжигательном заводе Малешнице (г. Прага) и Термизо (г. Либерец) в Республике Чехия.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требование экологического законодательства РК.

5.4. НДТ, направленные на предотвращение и снижение организованных выбросов

5.4.1. Рукавные фильтры

Описание

Очистка отходящих газов от пыли путем пропуска через плотно сплетенную или войлочную ткань, в результате чего твердые частицы собираются на ткани путем просеивания или другими способами.

Техническое описание

Рукавные фильтры изготавливаются из пористой тканой или войлочной ткани, через которую пропускаются газы для удаления частиц. Использование тканевого фильтра требует выбора ткани, подходящей для характеристик отходящего газа и максимальной рабочей температуры. Обычно рукавные фильтры классифицируются в соответствии с методом очистки фильтрующего материала. Необходимо регулярно удалять пыль из ткани для поддержания эффективности экстракции.

Наиболее распространенными методами очистки являются обратный воздушный поток, механическое встряхивание, вибрация, пульсация воздуха под низким давлением и пульсация сжатого воздуха. Акустические ковши также используются для очистки фильтрующих рукавов. Стандартные механизмы очистки не обеспечивают возвращение рукава в первоначальное состояние, так как частицы, осевшие в глубине ткани, уменьшают размер пор между волокнами, хотя это обеспечивает высокую эффективность очистки субмикронных паров.

Рисунок 5.3. Конструкция рукавного фильтра.

Эффективность очистки в рукавных фильтрах в основном зависит от свойств фильтровальной ткани, из которой изготавливаются рукава аппарата, а также от того, в какой мере эти свойства соответствуют свойствам очищаемой среды и взвешенных в ней частиц. При выборе ткани необходимо учитывать состав газов, природу и размер частиц пыли, способ очистки, требуемую эффективность и экономические показатели. Также учитывается температура газа, способ охлаждения газа, если таковой имеется, образующийся водяной пар и точка кипения кислоты.

В таблице 5.1 представлены типы тканей, широко используемых при очистке.

Таблица 5.1. Сравнение различных систем тканевых фильтров

№ п/п	Параметр	Ед. изм.	Фильтр с импульсной очисткой	Мембранный фильтр из стекловолокна	Фильтр из стекловолокна
1	2	3	4	5	6
1	Тип рукава	-	Полиэстер	Мембрана/ стекловолокно	Стекловолокно
2	Размер рукава	м	0,126 x 6	0,292 x 10	0,292 x 10
3	Площадь ткани на рукав	м ²	2	9	9
4	Корпус	-	Да	Нет	Нет
5	Перепад давления	кПа	2	2	2,5

6	Отношение воздуха к ткани	м/ч	80 - 90	70 - 90	30 - 35
7	Интервал рабочей температуры	°С	250	280	280
8	Срок эксплуатации рукава	месяцев	До 30	72 - 120	72 - 120

Существует несколько различных конструкций рукавных фильтров, в которых используются различные виды фильтрующих материалов. Использование технологий мембранной фильтрации (поверхностная фильтрация) приводит к дополнительному увеличению срока службы, увеличению пределов температуры (до 260 °С) и относительно низким затратам на техническое обслуживание. Мембранные фильтрующие рукава состоят из ультратонкой мембраны из расширенного политетрафторэтилена (ПТФЭ), встроенной в материал основы. Частицы в потоке отходящего газа улавливаются на поверхности рукава. Вместо формирования осадка на внутренней части или проникновения в ткань рукава, частицы отталкиваются от мембраны, образуя тем самым меньший по объему осадок.

Синтетические фильтрующие ткани, такие как тефлон/стекловолокно, позволяют использовать рукавные фильтры в широком спектре процессов, обеспечивая длительный срок службы. Эффективность современных фильтрующих материалов при высоких температурах или в условиях абразивности достаточно высока, и производители тканей могут оказать помощь в определении материала для конкретного применения. При использовании подходящей конструкции для соответствующего типа пыли в особых случаях может быть обеспечен очень низкий уровень выбросов пыли. Более высокая надежность и более длительный срок службы компенсируют расходы на современные рукавные фильтры. Достижение низких уровней выбросов пыли имеет важное значение, поскольку пыль может содержать значительные уровни металлов. Чтобы предотвратить утечку неочищенных газов в атмосферу, необходимо учитывать влияние деформации распределительных коллекторов и надлежащую герметизацию рукавов.

По причине возможного забивания фильтров в определенных условиях (например, в случае липкой пыли или при использовании в воздушных потоках при температуре конденсации) и чувствительности к огню, они подходят не для всех целей применения. Фильтры также могут использоваться вместе с существующими рукавными фильтрами и могут подвергаться модернизации. В частности, система уплотнения рукава может быть улучшена во время ежегодного технического обслуживания, а фильтрующие рукава могут быть заменены более современными материалами в соответствии со стандартными графиками замены, что также может снизить будущие затраты.

Самым распространенным типом используемых фильтров являются рукавные фильтры в виде мешков, при этом несколько отдельных фильтрующих элементов из ткани размещаются вместе в группе. Рукавные фильтры также могут быть в виде листов или картриджей.

Фильтр состоит из нескольких секций, часть из которых работает в режиме фильтрации очищаемого газа, а часть – в режиме регенерации, т.е. удаления осевшей на рукавах пыли. В режиме очистки запыленный газ фильтруется через поры рукава, а пыль осаждается на его поверхности. Со временем гидравлическое сопротивление рукава с накопленным на нем слоем пыли увеличивается, и эффективность осаждения возрастает. При этом пропускная способность фильтра по газу существенно снижается, и секцию отключают на регенерацию для удаления пыли механическим (встряхиванием, скручиванием) и (или) аэродинамическим (импульсной продувкой сжатым воздухом) способами. Поток газа, подлежащего обработке, может направляться либо изнутри рукава наружу, либо снаружи рукава вовнутрь. В случае содержания в поступающих отработанных относительно крупных частиц, для снижения нагрузки на рукавный фильтр, особенно при высокой концентрации частиц на входе, для дополнительной предварительной очистки могут использоваться механические коллекторы (циклоны, электростатические фильтры и др.).

Для обеспечения правильной работы фильтра следует применять одну или несколько из следующих функций.

Особое внимание уделяется выбору фильтрующего материала и надежности системы крепления и уплотнения. Проведение надлежащего технического обслуживания. Современные фильтрующие материалы, как правило, являются более прочными и имеют более длительный срок службы. В большинстве случаев дополнительные затраты на современные материалы компенсируются продолжительным сроком службы.

Рабочая температура выше точки конденсации газа. Термостойкие рукава и крепления используются при более высоких рабочих температурах.

Непрерывный контроль содержания пыли путем улавливания и использования оптических или трибоэлектрических устройств для обнаружения поломок фильтра. При необходимости устройство должно взаимодействовать с системой очистки фильтра для обнаружения отдельных секций, содержащих изношенные или поврежденные рукава.

Использование газового охлаждения и искрового гашения, если это необходимо.

Мониторинг температуры и искрообразования может применяться для обнаружения пожаров. На случай возникновения опасности воспламенения могут быть предусмотрены системы инертных газов или добавлены инертные материалы (например, гидроокись кальция) к отходящему газу. Чрезмерный перегрев ткани сверх расчетных пределов может вызвать токсичные газообразные выбросы.

Необходимо отслеживать перепад давления для контроля механизма очистки.

Достигнутые экологические выгоды

Удаления твердых частиц размером до 2,5 мкм. Удаления определенных газообразных загрязняющих веществ, возможно в случае сочетания их с системами, расположенными после пылеуловительной камеры с рукавными фильтрами и связанными с внесением дополнительных материалов, в том числе с адсорбцией и сухим вдуванием извести/бикарбоната натрия.

Рукавный фильтр обладает высокой эффективностью в снижении уровня пыли и одновременных выбросов тяжелых металлов в потоке отходящих газов. Рукавные фильтры, усиленные добавками, также снижают выбросы ПХДД/Ф, соляной кислоты (HCl), плавиковой кислоты (HF) и, в меньшей степени, диоксида серы (SO₂). В частности, выбросы ПХДД/Ф могут быть значительно сокращены.

Установкой и регламентируемым использованием рукавного фильтра возможно получать значение твердых веществ на выходе в границах <2–5 мг/Нм³.

Добавление извести и углерода позволяет снизить выбросы диоксинов до <0,1 нг I TEQ/Нм³. Летучие тяжелые металлы и ЛОС одновременно снижаются за счет применения добавок и цеолитов, содержащих углерод. Например, содержание ртути снижается на 80–95 %.

SO₂ может быть уменьшен примерно на 30–80 % с помощью гашеной извести и до 90 % с помощью натрия бикарбонат.

В зависимости от количества вводимой извести или бикарбоната натрия результат по выбросам CO₂ может достигаться в диапазоне от 100 до 500 мг/Нм³. В зависимости от поступающего SO₂ на практике были достигнуты среднесуточные значения SO_x менее 350 мг/Нм³. С добавлением извести могут быть достигнуты концентрации выбросов HF 0,2–1 мг/Нм³ и концентрации выбросов HCl 1 – 10 мг/Нм³ (в среднем за сутки).

Применение рукавных фильтров способствует увеличению рециркуляции диоксинов и остатков, содержащих тяжелые металлы.

Каталитические тканевые фильтры в которых катализатор нанесен на внутреннюю часть поверхности фильтрующей ткани (например, тип каталитической фильтрующей системы Remedia D/F) позволяет снизить концентрацию ПХДД и ПХДФ с 10 до <0,1 нг.м_н⁻³ ТЭ. Рабочая температура 180–260 °С. Фильтровальная ткань может быть выполнена из политетрафторэтилена.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Удаление определенных газообразных загрязняющих веществ возможно в случае сочетания их с системами, расположенными после пылеуловительной камеры с рукавными фильтрами и связанными с внесением дополнительных материалов, в том числе с адсорбцией и сухим вдуванием извести/бикарбоната натрия. При использовании рукавных фильтров отсутствует необходимость очистки шламов и сточных вод.

Кросс-медиа эффекты

Фильтровальную ткань, если ее регенерация невозможна, следует заменять через каждые 2 – 4 года (срок службы зависит от различных факторов). Падение давления, которое следует компенсировать за счет подкачки, приводящей к дополнительному энергопотреблению. Поскольку тканевые фильтры очень эффективно улавливают тонкодисперсные частицы, они также эффективно уменьшают выбросы тяжелых металлов, которые содержатся в пыли дымовых газов в виде субмикронных частиц.

Дополнительно возможно увеличение расхода сжатого воздуха для цикла очистки.

При проведении технического обслуживания могут возникать дополнительные отходы.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Рукавные фильтры применяются на мусоросжигательных заводах Германии, Швеции, Норвегии, Италии и Франции.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае (типа и количества используемых фильтровальных рукавов). Стоимость фильтров зависит от эффективности работы оборудования (нагрузка на фильтр), используемых систем очистки (интегрированных или второстепенных), а также от показателя дифференциального давления самого фильтра. Снижение инвестиционных затрат возможно путем организации тесного взаимодействия вышеперечисленных факторов, а именно за счет наименьших значений дифференциального давления и минимальных для воздуха при очистке, а также максимально возможных отношений воздух-обшивка.

При оценке затрат на рукавный фильтр с блоком подачи потока следует иметь в виду, что эти установки используются не только для отделения пыли, но и для снижения содержания ПХДД/Ф, тяжелые металлы и кислые газы, такие как HF, HCl и SO₂.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в окружающую среду.

Требования экологического законодательства Республики Казахстан.

Экономия ресурсов.

5.4.2. Фильтры с импульсной очисткой

Описание

Импульсный рукавный фильтр предназначается для очищения воздушных масс от различных мелкодисперсных пылевых скоплений. В этих приборах вмонтирована система регенерации импульсного продувания сжатыми воздушными массами. В качестве очистительного элемента выступают рукава на металлических опорах.

Техническое описание

Для предотвращения падения эффективности очистки из-за накопления слоя пыли на поверхности рукава применяется импульсная продувка рукавных фильтров. Ее использование обеспечивает регенерацию работоспособности оборудования и исключение снижения эффективности очистки.

Описание конструктивных элементов делает понятным принцип работы рукавного фильтра:

Запыленный поток подводится во входной клапан аппарата. В зависимости от имеющейся инфраструктуры могут использоваться вспомогательные элементы – пневмонасосы, компрессоры, напорные вентиляторы, иные нагнетатели. В случае обработки высокотемпературного потока может быть реализовано подмешивание в фильтр чистого прохладного / атмосферного воздуха.

Воздухоток контактирует с внешней поверхностью плотных нетканых рукавов, при этом частички пыли оседают снаружи мешков, в то время как чистый воздух проходит внутрь каркасов и попадает в чистую камеру, откуда выводится в производственное помещение или во внешнюю атмосферу.

По мере оседания пылевых включений на поверхности рукавов, воздуху становится все сложнее "пробиться" сквозь нарастающую механическую преграду, и производительность аппарата падает – необходима регенерация рукавов.

В зависимости от имплементированной системы регенерации производится обратная импульсная продувка, встряхивание или другое воздействие на фильтр-элементы, что позволяет освободить их поверхность от пыли и восстановить номинальный КПД устройства.

Пыль опадает в бункер, цикл повторяется.

Все пылеулавливатели выгодно отличаются следующим диапазоном технических характеристик:

производительность по среде – до 100 000 м³ / час;

дисперсность / размер улавливаемой пыли > 0,5 мкм;

работа с воздухопотоками любой степени запыленности;

ударный импульсный метод самоочистки рукавов – бесперебойность, высокая скорость и эффективность удаления пыли с картриджей благодаря использованию плоских сопел Вентури специальной конструкции;

фильтрующий материал – нетканое иглопробивное волокно;

возможность обработки потоков с температурой до 200 °С;
автоматизация системы управления аппаратом через электронный контроллер;
опционально – установка контроллер-совместимого дифференциального манометра для управления агрегатом;

опционально – установка вибросистемы на пылесборный бункер – для исключения налипания на стенки высокоадгезионной пыли. Возможно оборудование бункера шнеком для непрерывной выгрузки пыли;

надежность, компактность и долговечность.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Эффективность обеспыливания – до 99,9 % (при соблюдении правил эксплуатации и надлежащей наладке / настройке фильтра).

Кросс-медиа эффекты

Сведения отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли.

5.4.3. Керамические и металлические фильтры

Описание

Керамические фильтры часто используются на предприятиях по переработке отходов. Эти фильтры используются в случаях, когда необходимо отфильтровать субмикронные частицы пыли до настолько малого количества, что их практически невозможно измерить. Металлокерамические фильтры различной формы предназначены для фильтрации жидкостей и газов.

С точки зрения принципов работы, общего устройства и возможностей очистки мелкоячеистые керамические фильтры похожи на рукавные фильтры. Вместо тканевых рукавов на металлическом каркасе в них используются жесткие фильтрующие элементы, по форме напоминающие свечу.

Техническое описание

С помощью таких фильтров удаляются мелкодисперсные частицы, в том числе РМ₁₀. Фильтры имеют высокую термостойкость, и, зачастую, именно корпус фильтра

определяет верхнюю границу рабочей температуры. Расширение опорной конструкции в условиях высоких температур также является важным фактором, поскольку при этом нарушается герметичность элементов фильтра в корпусе, что приводит к просачиванию неочищенного газа в поток очищенного. Системы обнаружения отказов в режиме реального времени используются аналогично рукавным фильтрам. Керамические и металлические сетчатые фильтры не такие гибкие, как рукавные. При очистке таких фильтров продувкой, мелкая пыль не удаляется с той же эффективностью, как из тканевого фильтра, что приводит к накоплению тонкой пыли внутри фильтра и, таким образом, к уменьшению его производительности. Это происходит за счет накопления сверхтонкой пыли.

Керамические фильтры производятся из алюмосиликатов и могут быть покрыты слоем различных фильтрующих материалов для улучшения химической или кислотной устойчивости, или для фильтрации других загрязняющих веществ. С фильтрующими элементами относительно легко обращаться, когда они новые, но после того, как они подвергнутся воздействию высоких температур, они становятся хрупкими, и их можно случайно повредить во время обслуживания или при неосторожных попытках очистки.

Наличие липкой пыли или смолы представляет потенциальную проблему, поскольку их сложно извлечь из фильтра при обычной очистке, что может привести к падению давления. Эффект воздействия температуры на фильтрующий материал накапливается, поэтому он должен быть учтен при проектировании установки. При применении соответствующих материалов и конструкции можно добиться очень низкого уровня выбросов. Снижение уровня выбросов является важным фактором, поскольку пыль содержит большое количество металлов.

Аналогичную результативность в условиях высоких температур также имеет и модернизированный металлический сетчатый фильтр. Развитие технологий обеспечивает быстрое образование пылевой корки после проведения очистки, когда соответствующая зона была выведена из эксплуатации.

Из-за вероятности при некоторых условиях засорения фильтрующего материала (например, клейкой пылью или при температуре воздушных потоков, близкой к точке росы) эти методы не подходят для любых условий эксплуатации. Они могут применяться в существующих керамических фильтрах и могут быть модифицированы. В частности, система уплотнения может быть усовершенствована во время планового обслуживания.

Достигнутые экологические выгоды

Промышленные испытания центробежного фильтра ЦФ2-6-1 в условиях системы пневмотранспорта песка позволили установить, что эффективность очистки газопылевого потока от частиц песка в шестиканальном центробежном фильтре достигает 98,65 %. Применение двухступенчатой системы очистки газов состоящей из центробежного фильтра и фильтра керамического импульсного, позволяет достигать

остаточной концентрации твердых частиц на выходе из такой установки 5 мг/м^3 при начальной запыленности потока 127878 мг/Нм^3 . Жесткие фильтрующие элементы на основе керамики можно применять для очистки газов с температурой до $1000 \text{ }^\circ\text{C}$.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Для очистки газовых потоков от CO , NO_x , SO_x , HCl , HF , диоксинов, полидисперсных частиц пыли с температурой до $1000 \text{ }^\circ\text{C}$. Остаточная концентрация после очистки — менее 2 мг/Нм^3

Кросс-медиа эффекты

Потребление электрической энергии увеличивается с повышением эффективности пылеулавливания. Образование сточных вод, требующих дальнейшей обработки для предотвращения сброса металлов и других веществ в водные объекты.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Применимо:

системы газоочисток печей плавки драгоценных металлов;

инсинераторы;

печи сжигания твердых бытовых и жидких отходов и т.д.

Данная техника применяется на мусоросжигательных заводах Zhengyang Biomass Power Plant (Китай), Gloucestershire Energy from Waste Facility, Marchwood Energy Recovery Facility, Hokkaido Incineration Plant (Япония).

Мусоросжигательный завод Wythenshawe Hospital Incinerator (Великобритания) при больнице в Манчестере применяет керамические фильтры для очистки дымовых газов.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна, но процессы работают экономично.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли. Экономия сырья, если пыль может быть возвращена в процесс.

5.4.4. Циклоны

Описание

Циклон для удаления частиц пыли является одним из основных аппаратов для очистки воздуха и отходящих технологических газов от твердых загрязнений, которые образуются в результате деятельности различных производственных предприятий. Благодаря простоте конструкции, отсутствию подвижных узлов и механизмов, возможности увеличения производительности путем объединения в группы и батареи, циклоны сухой очистки широко применяются в технологических и подготовительных производственных процессах.

Техническое описание

В основном их рекомендуют использовать для предварительной очистки газов и устанавливать перед высокоэффективными аппаратами (например, фильтрами или электрофильтрами). Для удаления частиц из отходящего газового потока используется принцип инерции, основанный на создании центробежными силами, двойной вихревой воронки внутри тела циклона. Входящий газ приводится в круговое движение вниз по циклону рядом с внутренней поверхностью трубки циклона. В нижней части газ поворачивается и вращается вверх по центру трубки и выходит из верхней части циклона. Частицы в потоке газа под действием центробежной силы вращающегося газа выталкиваются к стенкам циклона, но противопоставляются силе жидкостного сопротивления газа, проходящего через и из циклона. Крупные частицы достигают стенки циклона и собираются в нижнем бункере, тогда как мелкие частицы покидают циклон с выходящим газом и могут быть удалены другими методами очистки, такими как, рукавные фильтры, электрофильтры, скрубберные системы.

Циклоны обеспечивают очистку газов эффективностью 80 – 95 % от частиц пыли размером более 10 мкм.

Мокрые циклоны являются высокоэффективными устройствами, распыляющими воду в поток отходящего газа для увеличения веса твердых частиц и, следовательно, удаления более мелких частиц пыли.

Для очистки больших объемов пылегазовых потоков, а также для улавливания частиц размером менее 10 мкм используют батарейные циклоны (мультициклоны), которые компонуют из большого количества циклонных элементов, объединенных общим пылевым бункером, и имеющих специальные устройства для закручивания газового потока. Подача газа для очистки происходит тангенциально или аксиально, после чего газ приводится во вращение лопастями. Правильное газораспределение между циклонными элементами мультициклона является очень важным фактором, так как при неравномерном газораспределении, может произойти реверс или засорение газа. Эффективности мультициклонов зависит от размера частиц и может достигать более 99 %.

В зависимости от производительности циклоны можно устанавливать по одному (одиночные циклоны) или объединять в группы из двух, четырех, шести или восьми циклонов (групповые циклоны).



Рисунок 5.4. Базовая схема устройства циклона.

Типоразмер циклона подбирают исходя из производительности с учетом оптимальной скорости в цилиндрической части циклона.

В зависимости от расхода очищаемого воздуха циклоны могут применяться в одиночном либо групповом исполнении, состоящем из 2, 4, 6 и 8 циклонов. При подборе типоразмера циклона учитывается, что с увеличением диаметра циклона степень очистки воздуха уменьшается. Циклоны с диаметром менее 800 мм не рекомендуется применять для улавливания абразивной пыли.

Материал для изготовления циклонов при температуре окружающей среды до 40 °С – углеродистая сталь, при температуре ниже – 40 °С низколегированные стали.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов твердых частиц в атмосферу. Снижение нагрузки загрязняющих веществ, перед следующими этапами очистки (если применяется). Циклоны применяются для улавливания твердых частиц размером 5 – 25 мкм (5 мкм с применением мультициклонов). Эффективность варьируется в диапазоне 60 – 99 % в зависимости от размера частиц и конструкции циклона и может составлять от 300 до 600 мг/Нм³.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Степень улавливания пыли в значительной степени зависит от размера частиц и конструкции циклона, и увеличивается по мере возрастания нагрузки загрязняющим веществом: для стандартных отдельных циклонов данная величина ориентировочно равна 70 – 90 % для общего количества взвешенных частиц, 30 – 90 %.

Основные условия эксплуатации циклонов:

необходимо следить, чтобы в конической части циклона не накапливалась пыль. Для ее сбора под циклоном предусмотрен специальный бункер;

подсос воздуха в нижней части циклона недопустим. Бункер для сбора пыли должен быть герметичным. Спуск пыли из бункера осуществляется через патрубок с двойным затвором-мигалкой, отрегулированной так, чтобы клапаны работали поочередно;

стандартные конструкции циклонов могут работать при температуре газа не выше 400 °С и давлении (разрежении) не более 2,5 кПа;

при работе на газе с высокой температурой циклоны внутри футеруют огнеупорными плитками, а выхлопную трубу выполняют из жаропрочной стали или керамики. При низкой наружной температуре минимальная температура стенки циклона должна превышать температуру точки росы не менее чем на 20 – 25 °С. Для обеспечения этого условия стенки циклонов в ряде случаев покрывают снаружи теплоизоляцией;

начальная концентрация для неслипающейся пыли в циклонах диаметром 800 мм и более допускается до 400 г/Нм³. Для слипающейся пыли и циклонов меньших размеров концентрация должна быть в 2–4 раза ниже;

циклон должен работать с постоянной газовой нагрузкой. При значительных колебаниях расхода должны устанавливаться группы циклонов с возможностью отключения отдельных элементов;

рекомендуется установка циклонов перед вентиляторами, чтобы последние работали на очищенном газе и не подвергались абразивному износу.

Циклоны наиболее эффективны при высоких скоростях воздуха, малых диаметрах и большой длине цилиндра. Скорость воздуха в циклоне составляет от 10 м/с до 20 м/с, а средняя скорость - около 16 м/с. Колебания значения скорости (снижение скорости) приводят к резкому снижению эффективности очистки.

Эффективность улавливания пыли может быть увеличена при увеличении:

размера частиц и/или плотности;

скорости во впускном канале;

длины корпуса циклона;

числа оборотов газа в циклоне;

отношения диаметра корпуса циклона к диаметру выходного отверстия;

гладкости внутренней стенки циклона.

Эффективность снижается при:

увеличении вязкости газа;

увеличении диаметра камеры циклона;

увеличении плотности газа;

увеличении размеров канала на входе газа;

утечки воздуха в выходное отверстие для пыли.

Требования к техническому обслуживанию циклонов невысоки:

должен быть обеспечен легкий доступ для обследования циклона на предмет эрозии или коррозии. Перепад давления в циклоне регулярно контролируется, а система пылеулавливания проверяется на наличие засоров.

Кросс-медиа эффекты

Увеличение количества отходов, если собранная пыль не может быть возвращена в процесс. Работа циклонов является источником шума, который необходимо устранять, путем ограждения оборудования.

Технические соображения, касающиеся применимости

Циклоны могут применяться как на новых, так и на действующих установках. Циклоны используются для удаления твердых частиц, размером PM_{10} . Для удаления частиц меньшего размера ($PM_{2,5}$) применяются высокоэффективные мультициклоны.

В большинстве случаев циклоны применяются в качестве предварительных очистителей для более эффективных систем, таких как рукавные фильтры (см. раздел 5.4.1.) и электрофильтры (см. раздел 5.4.5.), ввиду низких показателей эффективности, которые как правило, не отвечают нормам загрязнения воздуха.

Преимущества использования:

рекуперация сырья (возврат уловленных частиц пыли в технологический процесс);
отсутствие движущихся частей, следовательно, низкие требования к техническому обслуживанию;

низкие эксплуатационные расходы;

низкие инвестиционные затраты;

сухой сбор и удаление, за исключением использования мокрых циклонов;

относительно небольшие требования к площадке размещения.

Применимость может быть ограничена:

относительно низкой эффективностью очистки для мелкодисперсных частиц;

относительно высоким перепадом давления;

наличием в составе очищаемых газов липких или клейких материалов;

шумностью работы оборудования.

Данная техника применяется на мусоросжигательных заводах Teesside EfW и Kirklees EfW (Великобритания), Kwai Chung Incineration Plant (Гонконг).

Экономика

Как правило, одиночные конструкции, применяющиеся для очистки отходящих газов с низкой концентрацией твердых частиц, будут дороже (на единицу расхода и на количество очищенного загрязняющего вещества), чем большая установка, для очистки потока отработанного газа с высокой концентрацией.

Так, для одиночного циклона с пропускной способностью 1800 – 43000 Нм³/ч и остаточной запыленностью между 2,3 и 230 г/Нм³, эффективность улавливания составляет 90 %. Для мультициклона с пропускной способностью в пределах от 36000 Нм³/ч и 180000 Нм³/ч, показатели остаточной запыленности и эффективности аналогичны показателям одиночного циклона.

Эксплуатационные расходы зависят от перепада давления и, следовательно, от затрат на электроэнергию.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов твердых частиц с возможностью регенерации (повторного использования в качестве сырья).

5.4.5. Электрофильтры

Описание

Улавливание твердых частиц из отходящего потока газа с помощью электростатической силы.

Техническое описание

Частицы, подлежащие удалению, заряжаются, а специальные электроды, расположенные в корпусе фильтра, имеют другой заряд. При прохождении запыленного воздуха частицы пыли притягиваются к электродам и впоследствии сыпаются в приемный бункер. Эффективность очистки может зависеть от количества полей, времени пребывания и предшествующих устройств для удаления частиц. Электростатические фильтры могут быть сухого или мокрого типа в зависимости от метода, используемого для сбора пыли с электродов.

Наиболее часто используемыми устройствами для очистки больших объемов отходящих газов на аглофабриках являются сухие электрофильтры с тремя или четырьмя полями, расположенными последовательно.

Электрофильтр состоит из нескольких высоковольтных коронирующих электродов и соответствующих осадительных электродов. Частицы заряжаются и впоследствии выделяются из газового потока под воздействием электрического поля, созданного между электродами. Электрическое поле между электродами создается небольшим постоянным током высокого напряжения (100 кВ). На практике электрофильтр разделен на ряд дискретных зон (обычно до пяти). Схема устройства электрофильтра показана на рисунке ниже.

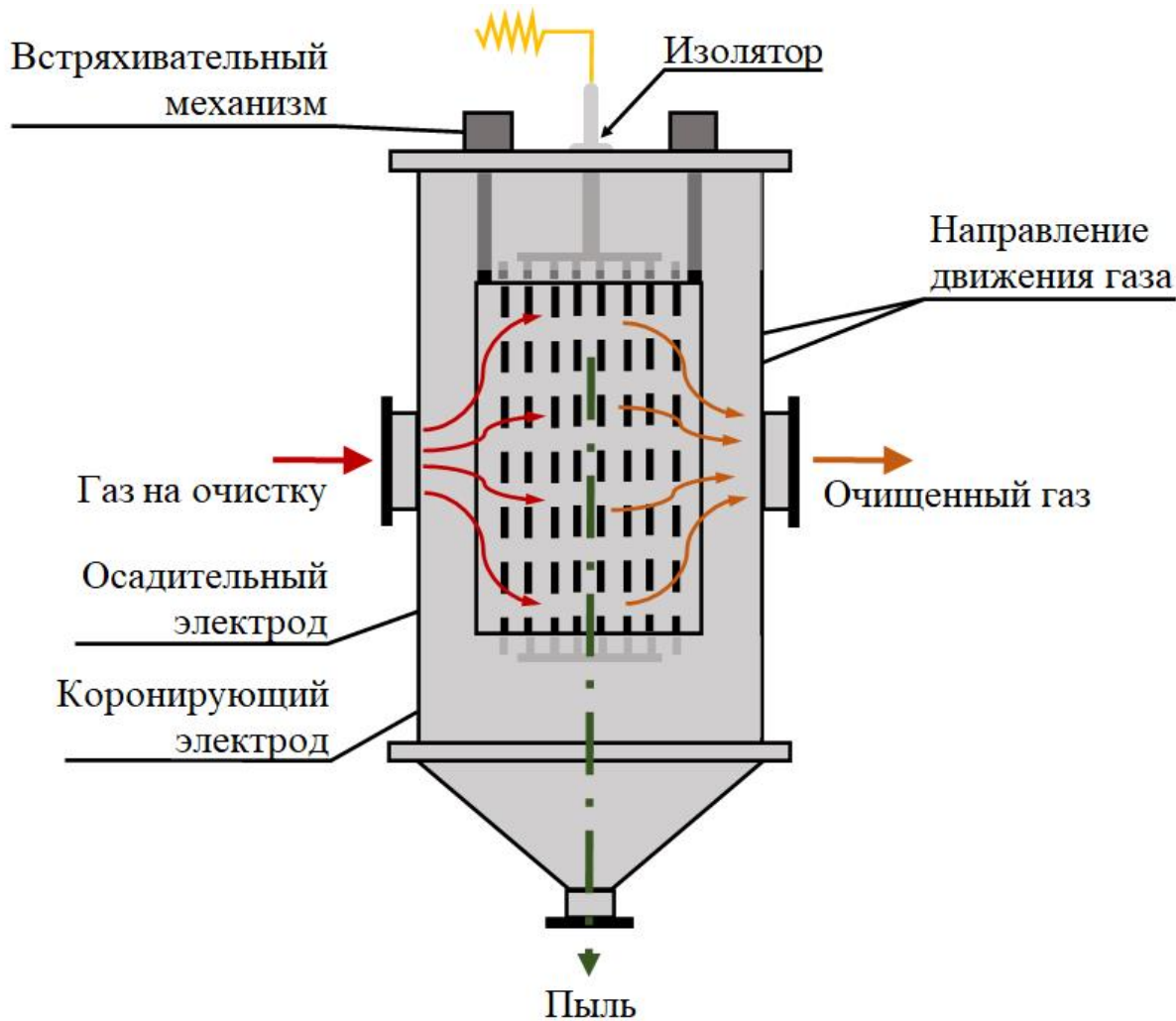


Рисунок 5.5. Схема устройства электрофильтра (показаны только две зоны).

Частицы удаляются из потока газа в четыре этапа:
 наведение электрического заряда на частицы пыли;
 подача заряженной пыли в электрическое поле;
 улавливание пыли с помощью коллекторного электрода;
 удаление пыли с поверхности электрода.

Коронирующие электроды необходимо подвергать встряхиванию или вибрации для предотвращения накопления пыли, соответственно, их механическая прочность должна выдерживать такое воздействие. Механическая надежность коронирующих электродов и их несущей конструкции имеет большое значение, поскольку даже один оборванный кабель может закортить все электрическое поле электрофильтра.

Производительность электрофильтра определяется формулой Дейча, согласно которой эффективность определяется общей площадью поверхности осадительных электродов, объемным расходом газа и скоростью миграции частиц. Таким образом, увеличение площади поверхности осадительных электродов имеет большое значение для улавливания конкретного вида пыли, в связи с чем современным подходом

является использование расширенного межэлектродного пространства. В свою очередь, это предполагает надежную конструкцию и контроль работы выпрямительного устройства.

Конструкция используемых выпрямителей предусматривает применение отдельных секций устройства для каждой зоны или части зоны электрофильтра. Это позволяет применять разное напряжение на входных и выходных зонах, поскольку на выходе пылевая нагрузка меньше, а также дает возможность постепенно увеличивать напряжение, подаваемое на зоны, без искрения. Хорошая конструкция также подразумевает применение автоматизированных систем управления, поддерживающих оптимально высокое напряжение, подаваемое без искрения на электроды конкретной зоны. Для подачи максимально возможного без образования искр высокого напряжения и постоянного изменения его значения используется автоматическое контрольно-измерительное устройство. Подача постоянного высоковольтного электропитания практически не позволяет обеспечить оптимальную эффективность улавливания пыли.

Особое значение имеет электрическое сопротивление (величина, обратная электрической проводимости) пыли. Если оно слишком низкое, то частицы, достигая осадительного электрода, легко теряют свой заряд, и может произойти вторичный унос пыли. При повышенном удельном сопротивлении пыли на электроде образуется изолирующий слой, который препятствует нормальному коронированию и приводит к снижению эффективности улавливания. В основном удельное сопротивление пыли находится в рабочем диапазоне, но эффективность улавливания можно еще повысить, улучшив физические характеристики частиц. Для этого широко применяются аммиак и трехокись серы. Удельное сопротивление также можно уменьшить с помощью понижения температуры или увлажнения газа.

Для достижения высоких значений производительности электрофильтра газ пропускают через специальные устройства, обеспечивающие равномерность потока, препятствующую прохождению вне электрического поля. Правильная конструкция входных газоходов и наличие устройств распределения потока на входе электрофильтра необходимы для достижения однородности потока.

Электрофильтры ионной абразивной обработки обычно работают в диапазоне 100 – 150 кВ для обеспечения высокой эффективности сепарации. Отличительной особенностью электрофильтров является способностью работать при высокой температуре (горячие) и высокой влажности обеспыливаемых газов (мокрые).

Таблица 5.2. Эффективность очистки и уровни выбросов, связанных с использованием электрофильтров

№ п/п	Загрязняющее вещество	Эффективность очистки, %	Примечание	
			Сухой фильтр	Мокрый фильтр
1	2	3	4	5

1	<1 мкм	>96,5	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации
2	2мкм	>98,3	Очистка до <20мг/Нм ³	Очистка до <20мг/Нм ³
3	5мкм	>99,95	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации
1	2	3	4	5
4	>10мкм	>99,95	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации	Зависит от конфигурации и условий эксплуатации

Достигнутые экологические выгоды

ЭСФ снижают выбросы пыли с эффективностью >95 %. В некоторых случаях достижимая эффективность – более 99 %. В среднем за год ЭСФ с полями МБЕР могут достигать концентраций пыли в диапазоне от 20 до 50 мг/Нм³ только с учетом нормальных периодов эксплуатации и без учета пусков и остановок.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Основные преимущества электрической очистки газов следующие:

широкий диапазон производительности – от нескольких м³/час до миллионов м³/час;

эффективность очистки от пыли варьирует от 96,5 % до 99,95 %;

гидравлическое сопротивление – не более 0,2 кПа (является основной причиной низких эксплуатационных затрат);

электрофильтры могут улавливать сухие частицы, капли жидкости и частицы тумана;

в электрофильтрах улавливаются частицы размером от 0,01 мкм (вирусы, табачный дым) до десятков микрон.

Электрофильтры успешно эксплуатируются на предприятиях России, Бельгии, Финляндии, Швеции и стран Европейского Союза.

Кросс-медиа эффекты

Потребление электрической энергии увеличивается с повышением эффективности пылеулавливания. При выполнении работ по обслуживанию электрофильтра могут появиться дополнительные отходы. Необходимость утилизации пыли, если она не может быть повторно использована.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Вследствие их высокой эффективности, низкого гидравлического сопротивления, высокой работоспособности и энергетической эффективности, электрофилтры стали наиболее успешными установками для улавливания пыли из отходящих газов от основного технологического оборудования.

Электрофилтры могут устанавливаться как на новых, так и на действующих установках. Электрофилтры с подвижным слоем могут быть установлены как последнее поле существующего электрофилтра или как отдельный блок в собственном корпусе, но расположение и возможность установки любого типа будут зависеть от конкретного места.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли с возможностью ее повторного использования.

Экономия сырья, если пыль может быть возвращена в процесс.

5.4.6. Мокрый скруббер

Описание

Удаление твердых загрязняющих веществ из технологического отходящего газа или потока отходящего газа путем переноса газов в подходящую жидкость, часто воду или водный раствор.

Техническое описание

Мокрые скрубберы, как правило, имеют по меньшей мере две эффективные стадии: первая при низком рН удаляет главным образом HCl и HF, а также металлы, вторая стадия дозируется с известковым молоком, суспензией известняка или гидроксидом натрия и работает при рН 6-8 в основном для удаления SO₂. Скрубберы иногда могут быть описаны как три или более стадии. причем дополнительные стадии, как правило, являются этапами первой стадии низкого рН для конкретных целей.

Улавливание частиц с помощью мокрых скрубберов предусматривает использование трех основных механизмов: инерционное столкновение, задержание и рассеивание. Большое значение имеют размер собираемых частиц, а также их способность к смачиванию. Схема устройства радиального мокрого скруббера приведена на рисунке 5.6.

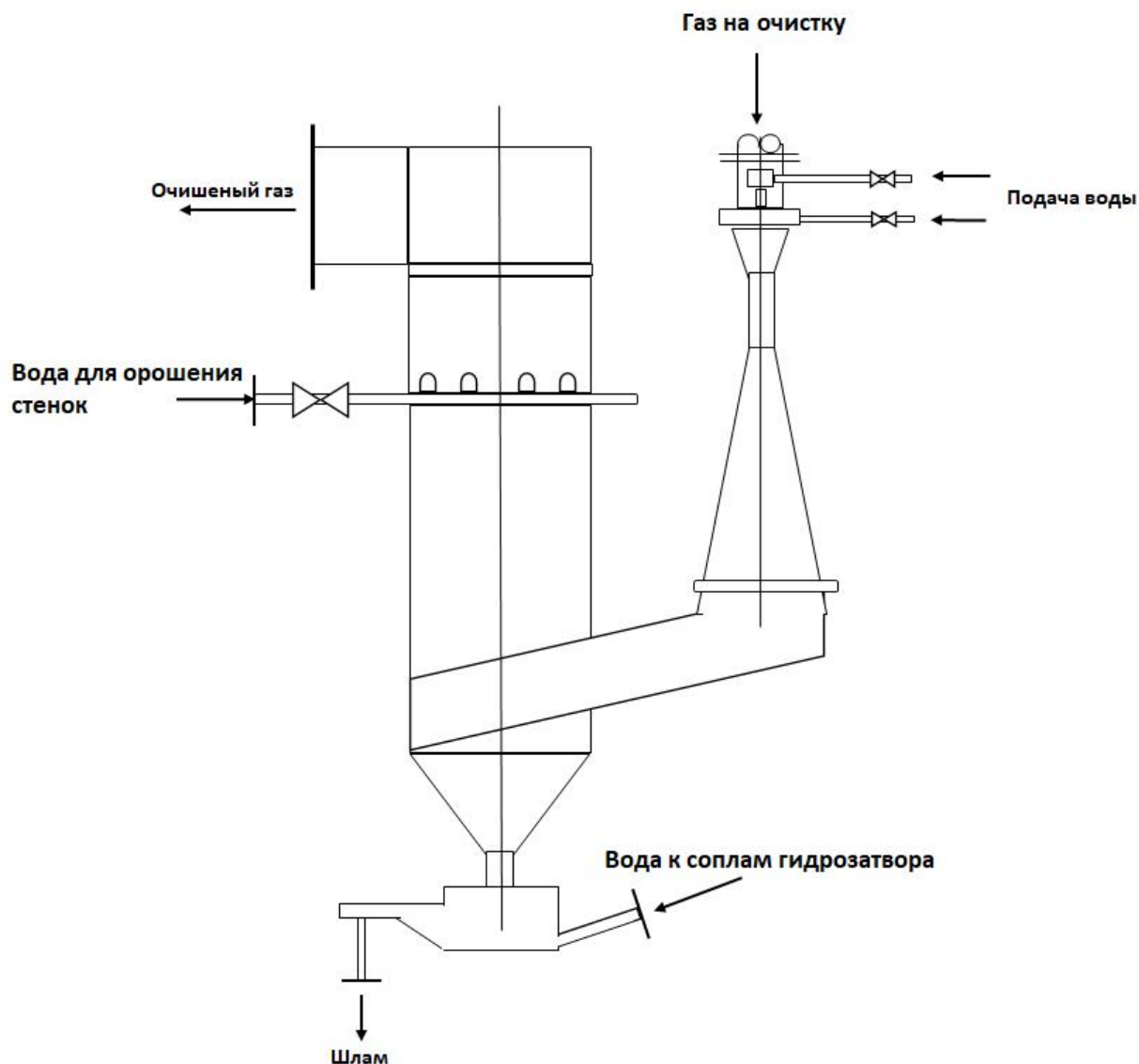


Рисунок 5.6. Радиальный мокрый скруббер.

Мокрые скрубберы используются для охлаждения, насыщения и предварительной очистки газа, например, когда установлены перед мокрыми электрофильтрами. Отличительной их особенностью является захват улавливаемых частиц жидкостью, которая уносит их из аппаратов в виде шлама. В качестве орошающей жидкости в мокрых пылеуловителях чаще всего используется вода. При совместном пылеулавливании и химической очистке газов выбор орошающей жидкости (абсорбента) обуславливается процессом абсорбции.

Мокрые аппараты имеют следующие достоинства: простоту конструкции и сравнительно невысокую стоимость; более высокую эффективность по сравнению с сухими механическими пылеуловителями инерционного типа; меньшие габариты по сравнению с тканевыми фильтрами и электрофильтрами; возможность использования при высокой температуре и повышенной влажности газов; улавливания вместе с взвешенными твердыми частицами паров и газообразных компонентов. Типичные

примеры: скруббер Вентури или радиальный скруббер с регулируемым падением давления.

Простейший скруббер Вентури включает трубу Вентури и прямоточный циклон.

Труба Вентури состоит из служащего для увеличения скорости газа конфузора, в котором размещают оросительное устройство, горловины, где происходит осаждение частиц пыли на каплях воды, и диффузора, в котором протекают процессы коагуляции, а также за счет снижения скорости восстанавливается часть давления, затраченного на создание высокой скорости газа в горловине. В каплеуловителе тангенциального ввода газа создается вращение газового потока, вследствие чего смоченные и укрупненные частицы пыли отбрасываются на стенки и непрерывно удаляются из каплеуловителя в виде шлама.

В центробежных скрубберах одновременно с охлаждением газов происходит адсорбция из них SO_2 . Вследствие низкой степени очистки центробежные скрубберы типа ЦС-ВТЦ как пылеулавливающие аппараты в настоящее время не применяются, однако они широко используются в качестве каплеуловителей в скрубберах Вентури. В этом случае вода на орошение не подается.

Достигнутые экологические выгоды

Аппараты мокрого пылеулавливания проще по конструкции, но при этом обладают эффективностью, присущей наиболее сложным сухим пылеуловителям.

Достоинствами мокрых пылеуловителей по сравнению с аппаратами сухого типа являются:

более высокая эффективность улавливания взвешенных частиц;

возможность очистки газов от более мелких частиц (в лучших мокрых аппаратах удается удалять частицы размерами порядка 0,1 мкм);

допустимость очистки газов при высокой температуре и повышенной влажности.

Недостатки:

выделение уловленной пыли в виде шлама, что связано с необходимостью обработки сточных вод, то есть с удорожанием процесса;

возможность уноса капель жидкости и осаждения их с пылью в газоходах и дымососах;

в случае очистки агрессивных газов необходимость защищать аппаратуру и коммуникации антикоррозионными материалами.

В качестве орошающей жидкости в мокрых пылеуловителях чаще всего применяется вода; при одновременном решении вопросов пылеулавливания и химической очистки газов выбор орошающей жидкости (абсорбента) обуславливается процессом абсорбции.

В результате контакта запыленного газового потока с жидкостью в мокрых пылеуловителях образуется межфазная поверхность контакта. В различных аппаратах

характер поверхности контакта фаз различный: она может состоять из газовых струек, пузырьков, жидкостных струй, капель, пленок жидкости. Поскольку в пылеуловителях наблюдаются различные виды поверхностей, то пыль улавливается в них по различным механизмам.

Мокрые системы могут обрабатывать HCl, HF и SO₂ отдельно от пыли, которую обычно удаляют раньше. Тем не менее, мокрые системы обеспечивают некоторое дополнительное сокращение следующих веществ:

пыли – когда емкость скруббера достаточно велика, чтобы предотвратить засорение (чаще всего перед мокрым скруббером используется стадия предварительной очистки, чтобы уменьшить количества пыли и предотвратить эксплуатационные проблемы), до 50 % от количества пыли;

ПХДД/Ф – если используются пропитанные углеродом упаковочные материалы, типичное снижение на 70 % достигается с помощью обычной системы очистки. Тем не менее, многоступенчатые системы очистки, заполненные достаточным объемом пропитанных углеродом материалов, способны гарантировать уровни выбросов значительно ниже 0,1 нг МТЭ/Нм³ в установках сжигания твердых бытовых отходов и установках сжигания опасных отходов. С аналогичной целью в скруббер могут быть добавлены активированный уголь или кокс, которые демонстрируют аналогичную эффективность удаления. При отсутствии углеродных добавок скорости удаления незначительны;

Hg₂⁺ – если используется скруббер первой ступени с низким рН (~ 1), а концентрации HCl в отходах обеспечивают подкисление этой стадии, то ртуть удаляется в виде HgCl₂; элементарная ртуть, как правило, не затрагивается;

других загрязнителей – когда в неочищенном газе присутствуют водорастворимые загрязнители, такие как бром и йод, то они могут конденсироваться при низких температурах в скруббере и таким образом попадать в сточные воды скруббера.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Скрубберы Вентури могут работать с высокой эффективностью (96 – 99 % на пылях со средним размером частиц 1 – 2 мкм) и улавливать высокодисперсные частицы пыли (вплоть до субмикронных размеров) в широком диапазоне ее начальной концентрации в газе: 0,05 – 100 г/м³. При работе в режиме тонкой очистки скорость газов в горловине должна поддерживаться в пределах 100 – 150 м/с, а удельный расход воды – в пределах 0,5 – 1,2 дм³/м³. Это обуславливает необходимость большого перепада давления (Δр = 10÷20 кПа) и, следовательно, значительных затрат энергии на очистку газа. Степень улавливания SO₂ водой обычно составляет 40–50 %.

Уровни выбросов, связанные с НДТ для направленных выбросов в воздух HCl, HF и SO₂ при сжигании отходов с использованием мокрых скрубберов:

НCl 2–6 мг/Нм³ для новых заводов; 2 – 8 мг/Нм³ для существующих установок.

HF <1 мг/Нм³.

SO₂ 5–30 мг/Нм³ для новых заводов; 5 – 40 мг/Нм³ для существующих заводов.

Нижнее значение диапазона может быть достигнуто при использовании мокрого скруббера; верхнее значение диапазона может быть связано с использованием впрыска сухого сорбента [3].

Кросс-медиа эффекты

Возможно ухудшение условий рассеивания в атмосфере влажных очищенных газов (может потребоваться дополнительная очистка). Большие затраты энергии (особенно для турбулентных пылеуловителей).

Потребление воды в значительной степени зависит от входящей и выходящей концентрации газообразных соединений. Потери на испарение в основном определяются температурой и влажностью входящего газового потока. Выходящий газовый поток в большинстве случаев полностью насыщен водяным паром. Обычно необходима очистка рециркулирующей жидкости, в зависимости от ее разложения и потерь на испарение.

В результате абсорбции образуется отработанная жидкость (в виде стоков и шлама), которая обычно требует дальнейшей обработки или утилизации (особенно при содержании агрессивных компонентов), если она не может быть использована повторно. Проблема, возникающая при использовании этого метода, заключается в эрозии, которая может возникнуть из-за высокой скорости в канале. Это обуславливает необходимость применения антикоррозионных и в ряде случаев дорогостоящих и дефицитных конструктивных материалов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Мокрая очистка дымовых газов широко используется в Европе для всего спектра типов отходов.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов в атмосферный воздух.

Требования экологического законодательства РК.

5.4.7 Скрубберы сухой и полусухой очистки

Описание

Скрубберы могут быть использованы для очистки газа от мелких частиц твердых веществ.

В поток отработанных газов добавляются и диспергируются сухой порошок или суспензия/раствор щелочных реагентов. Материал реагирует с газообразными

компонентами серы и формирует твердые частицы, которые удаляются фильтрацией (рукавными или электрофильтрами). Эффективность системы газоочистки повышается при использовании реакционной колонны.

Техническое описание

Методы абсорбции, такие как скрубберы сухой очистки, используются для поглощения кислых газов и металлических или органических соединений. Зачастую в обоих случаях используются известь, гидроксид магния, известняк, окись цинка и глинозем, так же используются двух щелочные скрубберы. Для удаления металла (ртути) и органических веществ используется активированный уголь (или кокс), который в этом случае обычно более эффективен.

Для метода абсорбции используется насадочный скруббер башенного типа или вводится реагент непосредственно в струю газа с последующим использованием реакционной колонны. Для улавливания частично отработанного скрубберного материала чаще всего используются рукавные фильтры, которые также представляют собой дополнительную поверхность для дальнейшей абсорбции. Скрубберный материал можно несколько раз использовать повторно в системе скрубберов для максимального использования его абсорбционной способности (глинозем и окись цинка затем используются в основном технологическом процессе). Помимо скрубберов сухой очистки могут использоваться и полусухие системы. В этом случае пастообразная суспензия реагента (как правило, извести) подается в реактор вместе с потоком газа. Вода выпаривается при условии, что температура газа достаточно высокая, а газообразные компоненты вступают в реакцию с частицами абсорбента. Отработанные частицы в последующем удаляются из газового потока. Сухие скрубберы зачастую менее эффективны, чем скрубберы полусухой или мокрой очистки, особенно при работе с менее химически активными газами, например, SO_2 . Эффективность абсорбции зависит от активности реагента, и поставщики извести нередко могут производить материалы под конкретные условия применения.

Когда эти процессы используются для удаления SO_2 , они называются методами десульфуризации дымовых газов (ДДГ), и применяются для снижения содержания SO_2 .

Скрубберы сухой очистки, использующие активированный уголь, относятся, прежде всего, к методам извлечения органических веществ, таких как ПХДД/Ф, или ртути. В зависимости от области применения скрубберов должны учитываться следующие аспекты:

скрубберы сухой и полусухой очистки должны быть оборудованы соответствующими камерами смешивания и реакторами;

твердые частицы, образующиеся в ходе реакции, могут быть уловлены рукавным фильтром или ЭФ;

частично отработанный агент, используемый в скруббере, может повторно использоваться в реакторе;

отработанный агент, используемый в скруббере, по возможности необходимо использовать повторно;

при образовании туманов в виде капель воды скрубберы полусухой очистки должны быть оборудованы туманоотделителями.

Щелочной водный раствор или суспензия (например, известковое молоко) добавляются в поток дымовых газов для улавливания кислых газов. Вода испаряется, а продукты реакции сухие. Полученные твердые частицы могут быть рециркулированы для снижения расхода реагента. Эта технология включает ряд различных конструкций, включая процессы мгновенной сушки, которые состоят из впрыска воды (обеспечивающей быстрое охлаждение газа) и реагента на входе фильтра [4].

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов пыли, металлов и других соединений.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Использование непрерывных измерений HCl и/или SO₂ (и/или других параметров, которые могут оказаться полезными для этой цели) до и после системы очистки газов для оптимизации автоматизированной дозировки реагентов. Рециркуляция части собранных твердых веществ из очищаемого газа для уменьшения количества непрореагировавшего реагента(ов)

в остатках. Метод особенно актуален в случае методов очистки газов, работающих с высоким стехиометрическим избытком.

Кросс-медиа эффекты

Потребление реагентов. Управление осадком.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Известняк, негашеная известь, гашеная известь, улучшенная (с высокой поверхностью) гашеная известь, гидроксид натрия и бикарбонат натрия используются на мусоросжигательных заводах стран Европы и мира . Более 240 заводов работают в более чем 10 европейских странах, а также в Японии и США.

Экономика

Зависит от типа оборудования и применяемых реагентов. Общая стоимость снижения выбросов определяется как стоимостью реагента (стоимостью единицы за килограмм реагента и требуемым количеством), так и стоимостью обработки/утилизации остатков. Состав дымовых газов (который влияет на стехиометрическое соотношение различных возможных реагентов/процессов), цена за килограмм реагента, а также доступность и стоимость вариантов обработки/

утилизации остатков являются важными факторами, влияющими на общую стоимость снижения выбросов.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.4.8. Оптимизация процесса сжигания

Описание

Оптимальное сжигание дымовых газов в значительной степени разрушает исходные соединения. Таким образом, подавляется образование диоксинов и фуранов из исходных соединений. Повышение надежности процесса сжигания. Использование автоматизированной компьютерной системы для контроля эффективности сгорания и поддержки предотвращения и/или сокращения выбросов. Это также включает использование высокопроизводительного мониторинга рабочих параметров и выбросов.

Техническое описание

Оптимизация конструкции и работы печи (например, температура и турбулентность дымовых газов, время пребывания дымовых газов и отходов, уровень кислорода, перемешивание отходов).

Рециркуляция части дымового газа в печь для замены части свежего воздуха горения с двойным эффектом охлаждения температуры и ограничения содержания O_2 для окисления азота, тем самым ограничивая образование NO_x . Это подразумевает подачу дымового газа из печи в пламя для снижения содержания кислорода и, следовательно, температуры пламени. Эта технология также снижает потери энергии дымового газа. Экономия энергии также достигается, когда рециркулированный дымовой газ извлекается перед системой охлаждения топливного газа, за счет уменьшения расхода газа через систему и размера требуемой системы для охлаждения газа [8].

Достигнутые экологические выгоды

Эффективное сжигание является наиболее важным средством сокращения выбросов в атмосферу органических углеродных соединений. Эффективное окисление органических соединений при снижении образования NO_x .

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Полностью автоматическое управление процессом сжигания. Прямое выключение с четкой индикацией состояния последовательности. Небольшая необходимость в ручном вмешательстве оператора.

Автоматическое реагирование на изменения потребности в паре (котел) или изменения производительности (технологический блок). Возможность изменения диапазона до предела горелки/блока.

Низкая изменчивость всех параметров процесса. Снижение потребности

в обслуживании и более быстрое устранение неисправностей при возникновении проблем.

Кросс-медиа эффекты

Не выявлено.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Данная техника применяется на мусоросжигательных заводах "Амагер Бакке" (Копенгаген, Дания), "Шпиттелау" (Вена, Австрия), "Аллертинский парк утилизации отходов" (Йоркшир, Великобритания).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Повышение энергоэффективности.

Требования экологического законодательства РК.

5.4.9. Селективное каталитическое восстановление и селективное некаталитическое восстановление

Описание

Если выбросы NO_x не могут быть эффективно сокращены с помощью первичных мер, может потребоваться очистка дымовых газов.

В настоящее время разработаны две технологии химической очистки дымовых газов от оксидов азота:

селективное каталитическое восстановление оксидов азота аммиаком на сотовых керамических катализаторах (СКВ-технологии) [19];

селективное некаталитическое восстановление оксидов азотов аммиака (СНКВ-технологии) [20].

Техническое описание

Селективное каталитическое восстановление является наиболее эффективным средством снижения выбросов NO_x . В состав системы СКВ входят:

- 1) каталитический реактор;
- 2) система подачи реагента.

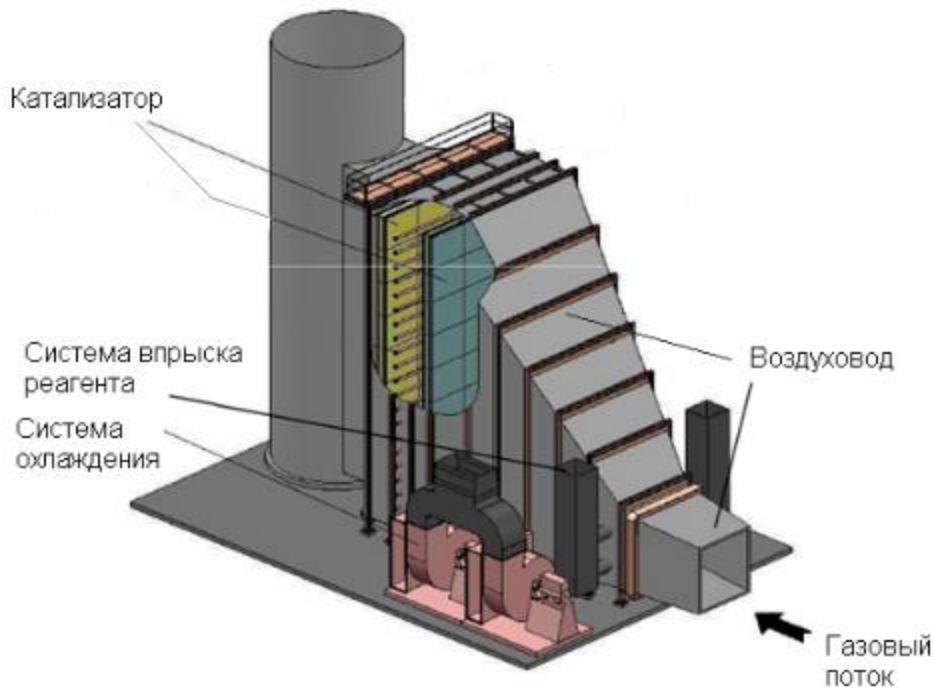


Рисунок 5.7. Схематичное изображение системы СКВ.

Каталитическая газоочистка представлена химическими процессами восстановления газом-восстановителем до простейших составляющих. Конечным продуктом реакции являются безопасные компоненты – пары воды, углекислый газ, азот. Восстановительный агент (реагент), инжектируется в поток дымовых газов до катализатора. Вблизи поверхности катализатора происходят с разной степенью интенсивности восстановительные реакции, в результате которых оксиды азота переходят в молекулярный азот. Скорость подачи и расход восстановителя определяются концентрацией NO_x на входе и выходе из системы очистки. Инжекция аммиака осуществляется преимущественно вдувом смеси воздуха с предварительно испаренным и подмешанным безводным аммиаком, реже – впрыском водного раствора аммиака непосредственно в поток. Инжекция карбамида осуществляется преимущественно непосредственным впрыском раствора карбамида в поток дымовых газов. Либо предварительной газификацией и разложением карбамида с получением аммиачно-газовой смеси и последующим вдувом.

Эффективность восстановления оксидов азота с использованием 50 % раствора мочевины составляет около 60 %. Выявлено, что процесс испарения раствора мочевины протекает интенсивно, что ускоряет начало разложения мочевины и, соответственно, реакции восстановления оксидов азота. Падение температуры в зоне испарения влаги не превышает 10–25 °С.

Эффективность метода СКВ определяется параметрами:

- 1) системой сжигания — видом топлива;
- 2) составом катализатора;

- 3) активностью катализатора, его селективностью и временем действия;
- 4) формой катализатора, конфигурацией каталитического реактора;
- 5) отношением $\text{NH}_3: \text{NO}_x$ и концентрацией NO_x ;
- 6) температурой каталитического реактора;
- 7) скоростью газового потока.

В качестве катализаторов часто используют пятиокись ванадия (V_2O_5) или оксид вольфрама (WO_3) на носителе из оксида титана (TiO_2). Другими возможными катализаторами являются оксид железа и платина. Оптимальная рабочая температура составляет от 300 до 400 °С.

При селективном некаталитическом восстановлении (СНКВ) аналогично СКВ, для сокращения выбросов NO_x используется восстановительный агент (обычно аммиак, мочевина или аммиачная вода), но без катализатора и при более высоких температурах в диапазоне 850–1100 °С.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов NO_x .

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Эффективность очистки в случае использования данного метода – свыше 90 %. В сочетании с технологией сухого подавления позволяет обеспечить соблюдение нижней границы европейских экологических нормативов по NO_x (20 мг/Нм³). Наиболее эффективно каталитическое восстановление происходит в области 300 – 450 °С. При более высоких температурах окисление аммиака становится более заметным, что может привести к повышенному выделению NO_x , а при более низких температурах реакция может протекать не до конца и может выделяться аммиак (так называемый "проскок аммиака").

Большинство катализаторов формируется на основе диоксида титана (TiO_2) и пентоксида ванадия (V_2O_5). Диоксид титана – удобный носитель и не отравляется SO_2 . Пентоксид ванадия активизирует реакцию взаимодействия аммиака и оксидов азота и мало чувствителен к действию SO_x .

При необходимости восстановить 80 % или более оксидов азота в топочном газе метод СКВ является единственно возможным. Кроме того, метод предполагает совершенствование; его можно успешно сочетать с методами совершенствования системы сжигания для снижения количества оксидов азота.

Данный метод используется на предприятиях Европы, США и Юго-Восточной Азии.

Кросс-медиа эффекты

Обе техники относятся к сухим методам очистки, что обосновывает отсутствие образования сточных вод. Единственным образующимся отходом (при СКВ) является дезактивированный катализатор, который может быть переработан производителем. Оба метода подразумевают хранение и использование аммиака (не обязательно) в виде жидкого аммиака; мочевины или растворы аммиака также могут быть использованы повторно.

Потребление энергии при использовании СКВ увеличивается, поскольку отходящие газы необходимо повторно нагревать перед поступлением в контакт с катализатором. Кроме того, устройства потребляют электрическую энергию.

СНКВ обходится дешевле, чем СКВ, поскольку не требует использования катализатора, при этом оно может применяться в небольших установках. Но СНКВ не предназначено для установок, которые работают в режиме переменных нагрузок (в связи с риском чрезмерного проскока и сильного запаха аммиака).

Высокая стоимость установки, сложность интегрирования в технологический процесс.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов NO_x .

Требования экологического законодательства РК.

5.4.9. Использование горелок с низким образованием NO_x

Описание

Техника (включая горелки со сверхнизким содержанием NO_x) основана на принципах снижения пиковых температур пламени. Смешивание воздуха и топлива уменьшает доступность кислорода и снижает пиковую температуру пламени, тем самым замедляя превращение связанного с топливом азота в NO_x и образование термического NO_x , сохраняя при этом высокую эффективность сгорания.

Техническое описание

Горелка с низким содержанием — NO_x — это общий термин, обозначающий серию горелок, которые сочетают в себе несколько конструктивных особенностей для снижения уровня выбросов NO_x . Основными принципами работы этих горелок являются снижение пиковой температуры пламени, сокращение времени пребывания в

высокотемпературной зоне и снижение доступности кислорода в зоне горения. Обычно это достигается путем подачи воздуха, подачи топлива и/или внутренней рециркуляции дымовых газов.

Рециркуляции дымовых газов из печи в пламя может способствовать конструкция горелки. Это снижает концентрацию O_2 в воздушно-топливной смеси и создает тихое пламя с более низкой температурой. Рециркуляция также обеспечивает химическое снижение содержания NO_x в дымовых газах за счет углеводородов, содержащихся в топливе.

Дальнейшего снижения уровня NO_x и зависимости уровня NO_x от температуры предварительного нагрева воздуха можно достичь с помощью горелок с увеличенным расходом струи, где пламя в некоторых случаях не прикреплено к поверхности горелки или где входы газа и воздуха для горения разделены.

Существует два основных типа горелок с низким содержанием NO_x , которые оба предполагают использование ступенчатого сжигания для достижения желаемого эффекта. Это горелки с воздушной и топливной ступенями.

В горелках с воздушной ступенью первая стадия сгорания происходит в зоне, слегка обогащенной топливом, при оптимальном соотношении топлива и воздуха (1,1 – 1,3) для преобразования азота топлива в N_2 . Вторая стадия сжигания осуществляется на обедненном топливе путем добавления вторичного воздуха таким образом, чтобы топливо полностью выгорело, с тщательным контролем температуры, чтобы свести к минимуму образование термического NO_x в этой зоне.

Существуют различные конструкции горелок с воздушной ступенью, которые отличаются способом создания двух зон горения. В горелках с аэродинамической ступенью подачи воздуха весь воздух для горения проходит через одно и то же отверстие горелки таким образом, что аэродинамика используется для создания первой зоны, богатой топливом. Внешние горелки с воздушным приводом используют отдельный поток воздуха для полного выгорания. В горелках предварительного сгорания с воздушной ступенью зона, богатая топливом, расположена в отдельной секции предварительного сгорания. Ключевыми конструктивными факторами, определяющими эффективность горелок с воздушной ступенью, являются температура и время пребывания на каждой ступени.

В горелках, работающих на топливе, допускается образование NO в зоне первичного горения, но топливо впрыскивается ниже по потоку для создания зоны вторичного обогащения топливом, или зоны "повторного горения", где содержание NO снижается до N_2 . Далее по потоку добавляется дополнительный воздух для полного

сжигания избытка топлива в зоне третичного сжигания, опять же с тщательным контролем температуры, чтобы свести к минимуму образование тепловых выбросов. Топливом для повторного сжигания может быть природный газ или уголь.

Ступенчатые камеры сгорания с низким содержанием NO_x являются наиболее применимым методом регулирования для промышленных печей и не представляют особых трудностей при монтаже. Некоторые конструкции ступенчатых камер сгорания приводят к снижению скорости выхода из горелки, и это уменьшение импульса может вызвать изменения в аэродинамике печи и, следовательно, проблемы с распределением теплопередачи. Аналогичным образом, пламя будет иметь тенденцию к удлинению, что может потребовать увеличения избыточного уровня воздуха, чтобы избежать прямого контакта пламени с нагреваемым материалом.

Горелки с низким содержанием NO_x могут быть более сложными и/или громоздкими, чем обычные горелки, и могут вызывать проблемы при проектировании печей или модернизации существующих печей. Инвестиционные затраты на модернизацию зависят от типа и размера печи, а также от того, насколько новые горелки совместимы с существующим оборудованием для сжигания топлива. Использование горелок с низким содержанием NO_x не приводит к увеличению эксплуатационных расходов.

Для горелок со сверхнизким содержанием NO_x требуется высокий расход газа. В печи происходит полное смешивание топлива и воздуха для горения (и дымовых газов), что приводит к отсутствию привязки пламени к горелке. В результате горелки этого типа можно использовать только при температурах печи, превышающих температуру самовозгорания топливовоздушной смеси.

За счет впрыска топлива вдали от непосредственной близости к воздуху для горения улучшается смешивание реагентов и продуктов сгорания. Как следствие, пиковая температура пламени снижается, уменьшая образование термического NO_x . В случае высокого момента впрыска (например, высоких скоростей) увеличивается унос дымовых газов, что приводит к слабому или беспламенному сгоранию. Достижимый температурный профиль намного более плавный при очень низких выбросах NO_x . Чтобы обеспечить сгорание в таких условиях, температура печи должна быть выше температуры самовоспламенения. Внешняя рециркуляция дымовых газов также может быть использована для снижения выбросов NO_x с целью снижения пиковой температуры пламени за счет разбавления дымовыми газами.

Оптимизация процесса горения является ключевым методом снижения выбросов NO_x за счет уменьшения избытка воздуха. За счет регулирования уровня кислорода в атмосфере печи (дымоходах) повышается эффективность и сокращаются выбросы NO_x .

(меньше кислорода вступает в реакцию с азотом). Также следует избегать попадания воздуха (например, регулировать давление в печи при открывании дверцы). Кроме того, контроль избытка воздуха обеспечивает дополнительные преимущества, поскольку повышается производительность процесса (уменьшается окисление стали).

Переключение на другое топливо - еще один эффективный способ сокращения выбросов NO_x . Использование природного газа приводит к снижению уровня NO_x . Другие виды топлива, такие как технологические газы при производстве чугуна и стали, содержат азот и, следовательно, могут способствовать образованию топливных NO_x (например, NH_3 в коксовом газе). В дополнение к стандартной практике замены N-связанного топлива (углей или мазута) газообразным топливом, использование доменного газа снижает образование NO_x , принимая во внимание его более низкую пиковую температуру пламени.

Внедрение замены горелок не всегда требует внесения изменений в компоновку действующих установок. Считается, что в некоторых случаях могут существовать технические ограничения.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение выбросов NO_x .

Повышение энергоэффективности.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Использование, к примеру, горелок с пониженным содержанием NO_x основано на снижении температуры и содержания кислорода в зоне активного горения, а также создании в топочной камере зон с восстановительной средой, где продукты неполного горения, вступая во взаимодействие с образующимся оксидом азота, приводят к восстановлению NO_x до молекулярного азота.

Кросс-медиа эффекты

Дополнительная потребность в ресурсах.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Применимо как на новых, так и на действующих производствах. Высокоэффективные низкоэмиссионные горелки Ferroflame™ Low NO_x для установок окомкования с подвижной колосниковой решеткой может снизить выбросы NO_x на 80 % по сравнению с традиционными конструкциями горелок. Горелка Ferroflame Low NO_x также может повысить качество продукции благодаря улучшенной однородности температуры в печи и подходит для использования с газообразным и жидким топливом. Впрыск верхнего воздуха как дополнительная мера при использовании горелок с

низким содержанием NO_x и рециркуляцией дымовых газов, на существующей установке менее эффективна.

Данная техника применяется на мусоросжигательных заводах Amager Bakke (Копенгаген, Дания), Шпиттелау (Вена, Австрия) и Tyseley (Бирмингем, Великобритания).

Экономика

Замена существующих горелок на современные горелки с низким содержанием NO_x можно избежать, если оптимизировать процесс горения (за счет уменьшения избытка воздуха). Это также обеспечивает дополнительное топливо и дает экономию.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов NO_x .

Повышение энергоэффективности

Требования экологического законодательства РК.

5.4.10 Охлаждение дымовых газов для снижения выбросов ПХДД и ПХДФ.

Описание

Снижение в газовой смеси остаточного содержания веществ исходных для образования ПХДД (диоксины) и ПХДФ (фураны). Оптимальное сжигание дымовых газов в значительной степени разрушает исходные соединения. Таким образом, подавляется образование ПХДД и ПХДФ из исходных соединений.

Техническое описание

Сокращение времени пребывания пылесодержащего дымового газа в температурной зоне от 450 °С до 200 °С снижает риск образования ПХДД/Ф и подобных соединений. Поэтому температуру на входе в стадию удаления пыли следует контролировать на уровне ниже 200 °С.

Прямое охлаждение дымовых газов от температуры их сгорания до температуры ниже 100 °С с использованием одноступенчатого или многоступенчатого водяного скруббера. Эта технология используется в некоторых установках. Скруббер должен быть спроектирован так, чтобы справляться с высокими нагрузками по частицам (и другим загрязняющим веществам), которые будут передаваться в воду скруббера, а более поздние стадии иногда охлаждаются для снижения потерь воды на испарение с дымовыми газами (вынос водяного пара). При такой конструкции котел не используется, а рекуперация энергии ограничивается теплопередачей от горячих стенок скруббера.

Процессы адсорбции и окислительные катализаторы могут использоваться для снижения выбросов ПХДД/Ф.

Рукавные фильтры, либо пропитываются катализатором, либо катализатор напрямую смешивается с органическим материалом при производстве волокон. Такие

фильтры используются для снижения выбросов ПХДД/Ф, а также, в сочетании с реакционным агентом NH_3 , для снижения NO_x .

Газообразные ПХДД/Ф могут быть разрушены на катализаторе, а не адсорбированы на угле (как в системах впрыска углерода). Связанная с частицами фракция ПХДД/Ф удаляется фильтрацией. Катализатор не оказывает воздействия на ртуть, и поэтому обычно необходимо применять дополнительные методы (такие как активированный уголь или серный реагент) для удаления ртути. Температура дымового газа при входе в фильтры должна быть выше 170 – 190 °С для достижения эффективного разрушения ПХДД/Ф и предотвращения адсорбции ПХДД/Ф в среде; эталонная рабочая температура для de- NO_x составляет 180–210 °С.

Сообщается, что окислительные катализаторы также снижают проскок NH_3 и выбросы CO .

Выбросы органических углеводородных соединений можно также сократить за счет дальнейшего осаждения пыли и аэрозолей, поскольку эти загрязняющие вещества преимущественно адсорбируются на мелкой фракции пыли, а также за счет принудительного охлаждения дымовых газов (конденсации). Использование охлаждаемых конденсационных скрубберов [3].

Достигнутые экологические выгоды

Снижение образование ПХДД/Ф и/или их деструкция.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Системы SCR уничтожают газообразные ПХДД и ПХДФ (не связанные с частицами) посредством каталитического окисления; однако в этом случае система SCR должна быть спроектирована соответствующим образом, поскольку обычно требуется более крупная, многослойная система SCR, чем просто для функции de- NO_x . Эффективность уничтожения ПХДД/Ф составляет от 98 % до 99,9 %.

Кросс-медиа эффекты

При охлаждении газа используется вода.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Данная техника применяется на мусоросжигательных заводах Zwevegem Waste-to-Energy Plant (Бельгия), Sønderborg Waste Incineration Plant (Дания), Oslo Waste-to-Energy Plant (Норвегия), Ivry-sur-Seine Waste Incineration Plant (Франция), Flörsheim Waste-to-Energy Plant (Германия).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

В зависимости от типа применяемых установок и техник цена может варьироваться.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.4.11. Впрыск щелочных реагентов в котел (высокотемпературный впрыск)

Описание

Непосредственный впрыск реагентов в зону дожигания котла при высокой температуре для достижения частичного снижения выбросов кислотных газов. В качестве реагентов используются гидратированная и доломитовая известь.

Техническое описание

В этой технологии применяется ввод гидратированной извести, которая реагирует с кислыми газами непосредственно в печи при оптимальных температурах 800 – 1200 °С, чтобы снизить кислотные нагрузки неочищенного газа, проходящие к последующим стадиям очистки дымовых газов. Поскольку адсорбция при высоких температурах очень эффективна для удаления SO_x и HF, эта реакция потребляет значительно меньше реагента по сравнению с реакцией равной скорости при более низкой температуре на стадии рукавного фильтра. Эта технология также выравнивает пики загрязняющих веществ, что позволяет дополнительно сократить использование реагентов в последующей установке очистки дымовых газов.

Экологические преимущества

Преимуществами являются снижение загрузки неочищенного газа и снижение пиков кислотного газа, а также сокращение выбросов и расхода реагента в последующем участке системы очистки дымовых газов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Сообщается о снижении содержания SO_2 , SO_3 и HF на 80–96 % и HCl на 25–30 % (на выходе из котла) при скорости впрыска гидратной извести 3–8 кг на тонну отходов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Технология обычно применима к установкам с колосниковой и ротационной печью.

Данная техника применяется на мусоросжигательных заводах MINKW Mannheim (Германия), Valby Waste-to-Energy Plant (Копенгаген, Дания), Hinckley Waste-to-Energy Plant (Великобритания), Takahama Waste Incineration Plant (Япония), AVR Rozenburg (Роттердам, Нидерланды) и Helsinki Waste-to-Energy Plant (Хельсинки, Финляндия).

Экономика

Сообщается, что инвестиционные затраты составляют от 100 000 до 300 000 евро.

Эксплуатационные расходы, включая затраты на обслуживание и энергопотребление системы транспортировки и затраты на реагенты для впрыска котла, составляют 0,4 – 2,2 евро за тонну отходов.

Расходы на эксплуатацию в случае последующего впрыска сорбента NaHCO_3 составляют 0,72 – 2,04 евро на тонну отходов.

Движущая сила внедрения

Уменьшение возникновения пиков выбросов кислых газов.

Сокращение времени простоя из-за технического обслуживания котла.

5.4.12. Каталитическая очистка газов

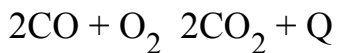
Описание

Для окисления оксида углерода используют марганцевые, медно-хромовые и содержащие металлы платиновой группы катализаторы.

В зависимости от состава отходящих газов на мусоросжигающих заводах применяют различные технологические схемы очистки.

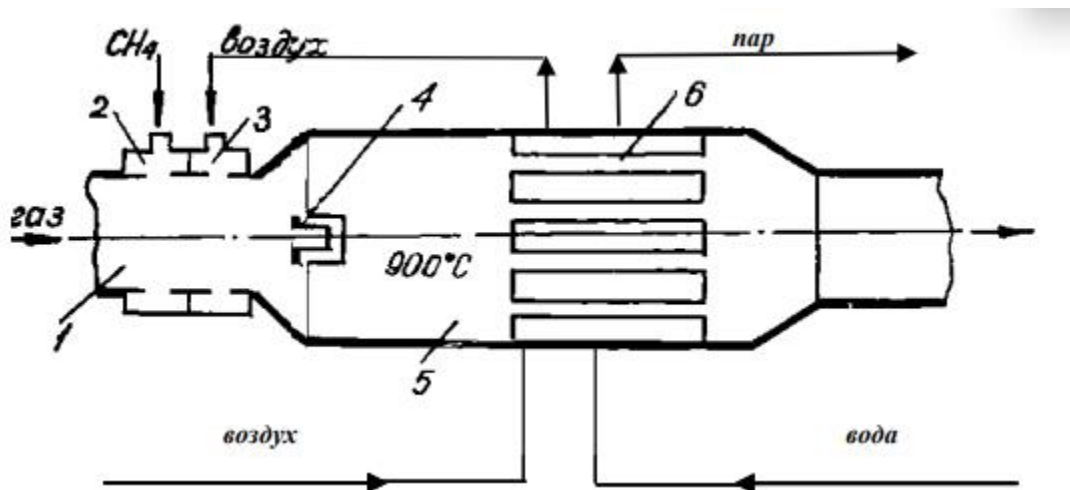
Техническое описание

Суть метода заключается в окислении CO до CO_2 кислородом воздуха:



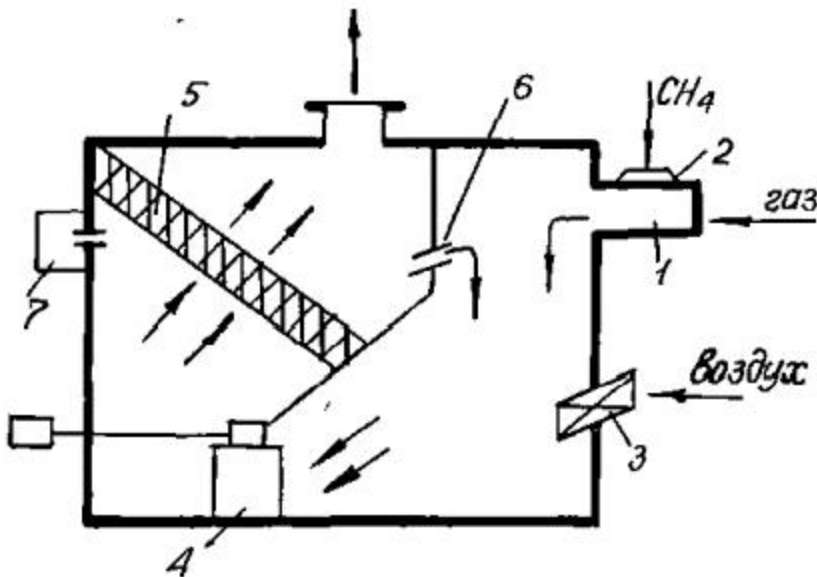
Процесс осуществляется в двух вариантах: термическим некаталитическим дожиганием при температуре 900 – 1000 С и каталитическим дожиганием при температуре 350 – 400 С.

Схема установок приведена на рисунках ниже.



1 – газодод; 2, 3 – патрубки; 4 – запальная свеча; 5 – камера дожигания; 6 – теплообменный утилизатор.

Рисунок 5.8. Некаталитическое дожигание CO .



1 – газоход; 2 – патрубок; 3 – заслонка; 4 – вентилятор; 5 – заслонка.

Рисунок 5.9. Каталитическое дожигание СО.

Действие установки некаталитического дожигания СО заключается в следующем: в газоход подают газы на очистку, сюда же поступают топливо и воздух. С помощью запального устройства газовая смесь поджигается и горит в камере дожигания. Температура газа на выходе из камеры 1100 – 1200 С, поэтому рационально устанавливать за камерой теплообменники, в которых температура дымовых газов уменьшается до 200 – 300 С. В случае невозможности термического дожигания используют каталитическое дожигание СО. В этом случае применяются аппараты со слоем никелевого или платинового катализатора, нанесенные на оксид алюминия. После предварительного подогрева очищаемого газа до температуры 200 – 300 С газовая смесь направляется на очистку. Обычно подогревание осуществляют за счет байпаса очищенных газов, а при запуске установки – сжигания определенного количества топлива. На катализаторе процесс идет при температуре 300 – 350 С. Возможно использование катализатора гопкалит, представляющего собой катализатор на основе MnO_2 с добавлением 20 % оксидов меди. Температура процесса около 250 С. Происходящие на катализаторе окислительные реакции экзотермичны, что приводит к сильному разогреву продуктов катализа. Конвертированные газы при температуре до 700 °С передают в котел-утилизатор, обеспечивающий производство перегретого до 380 °С водяного пара под давлением 4 МПа. Выходящие из котла-утилизатора обезвреженные газы при температуре около 200 °С дымососом через дымовую трубу эвакуируют в атмосферу. При обработке 60 тыс. $m^3/ч$ отходящих газов расход электроэнергии составляет 500 кВт, производится пара 26,5 т/ч.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов СО.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Благодаря применению катализаторов можно достичь высокой степени очистки газа, достигающей в ряде случаев 99,9 %.

Кросс-медиа эффекты

Наряду с оксидом углерода в зависимости от условий конкретного производства в газах могут содержаться и другие токсичные компоненты: диоксид серы, оксиды азота, механические примеси в виде различных пылей.

Из-за присутствия в составе диоксида серы марганцевый катализатор теряет свою активность в течение 3 – 4 часов. Предварительное удаление диоксида серы из газов обеспечивает стабильную работу этого катализатора уже при 150 – 180 °С, а при 220 – 240 °С достигается степень обезвреживания оксида углерода 90 – 96 % при объемных скоростях газа 2000 часов. Медно-хромовый катализатор (50 % оксида меди и 10 % оксида хрома) позволяет достичь при 240 °С необходимых степеней конверсии оксида углерода при более высоких объемных скоростях газа (до 20 тыс. час.) и большей длительности работы (до 120 час.). Однако при использовании катализаторов этих двух типов степень обезвреживания оксида углерода падает с увеличением объемной скорости обрабатываемых газов, уменьшением температуры процесса и возрастанием содержания оксида углерода в конвертируемых газах, что ограничивает целесообразность применения этих катализаторов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо для новых предприятий и при модернизации существующих.

Данная техника применяется на мусоросжигательных заводах Amager Bakke Waste-to-Energy Plant (Копенгаген, Дания), Hinckley Waste-to-Energy Plant (Великобритания), Osaka Waste-to-Energy Plant (Япония) и Zwevegem Waste-to-Energy Plant (Бельгия).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Стоимость изделий, содержащих палладий и другие драгоценные металлы, исходит из двух ключевых показателей: мировая цена на драгоценные металлы, процент и количество благородных металлов в сотах катализатора.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов CO.

5.4.13. Применение методов для снижения выбросов ртути

5.4.13.1. Мокрая очистка с низким рН и впрыскиванием добавок

Описание

Технология мокрой очистки описана в разделе 5.4.6.

Техническое описание

Использование мокрых скрубберов для удаления кислых газов приводит к снижению рН скруббера. Большинство мокрых скрубберов имеют как минимум две

ступени. Первая удаляет в основном HCl, HF и некоторое количество SO₂. Вторая ступень, поддерживаемая при pH 6–8, служит для удаления SO₂.

Способность удаления ртути может быть увеличена с использованием добавок в очищающем растворе, таких как соединения серы, активированный уголь и/или окислители, чтобы связать ртуть в стабильные и нерастворимые частицы HgS или адсорбировать ее на активированный уголь.

Достигнутые экологические выгоды

Снижения концентрации ртути в выходящих газах.

Мокрый скруббер также снижает уровень HCl, HF и SO₂. Средняя эффективность удаления зависит от количества ступеней и скорости сброса жидкости. В установке с низкой скоростью сброса средняя эффективность удаления обычно будет в диапазоне 90 – 95 %. Уровни выбросов ртути ниже 10 мкг/Нм³ могут быть последовательно достигнуты, благодаря очень высокой буферной емкости. При последовательном использовании с предшествующим процессом очистки с активированным углем эффективность удаления ртути обычно составляет около 99,5 %.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Если на первой ступени мокрого скруббера поддерживается pH ниже 1, эффективность удаления ионной ртути в виде HgCl₂, которая обычно является основным соединением ртути после сжигания отходов, составляет более 95 %. Однако скорости удаления металлической ртути составляют лишь порядка 0–10 %, главным образом в результате конденсации при рабочей температуре скруббера около 60–70 °С.

Адсорбция металлической ртути может быть улучшена до 20 – 30 % благодаря добавлению:

соединений серы в раствор скруббера;

активированного угля в раствор скруббера;

окислителей, например, перекиси водорода, в скрубберный раствор. Эта технология преобразует металлическую ртуть в ионную форму в виде HgCl₂ для облегчения ее осаждения и имеет наиболее значительный эффект.

Общая эффективность удаления ртути (как металлической, так и ионной) составляет около 85 %.

Сообщается, что эффективность удаления выше 90 % также может быть достигнута путем добавления бромсодержащих отходов или путем введения бромсодержащих химических веществ в камеру сжигания.

При впрыскивании добавок в скруббер с низким pH, в случае обычно низких, но подверженных случайным пикам, концентраций поступающей ртути, например, при сжигании коммунальных отходов, используются малые дозы добавок (например, 0,5 – 2 л/ч) и увеличиваются в случае выброса ртути (например, до 10 – 20 л/ч). При

использовании добавок сообщается о типичной эффективности сокращения выбросов ртути между 90 % и более 99 %, что позволяет получить концентрации ртути на выходе ниже 30 мкг/Нм³ в качестве краткосрочного среднего значения.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Данная технология обычно применима в качестве этапа предварительной обработки для контроля выбросов ртути в воздух в сочетании с другими технологиями или только в тех случаях, когда концентрации ртути в поступающих отходах достаточно низки (например, ниже 4 мг/кг).

Данная техника применяется на мусоросжигательных заводах Müllverwertung Bielefeld GmbH (Германия), Falu Energi & Vatten (Швеция), Covanta Energy (США), SUEZ Recycling and Recovery (Франция), Kawasaki Heavy Industries (Япония).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов ртути.

5.4.13.2. Впрыск активированного угля для адсорбции ртути

Описание

Активированный уголь подается в поток газа. Уголь отделяется из газового потока с помощью рукавных фильтров. Активированный уголь высокоэффективен в адсорбции как ртути, так и ПХДД/Ф.

Различные виды активированного угля имеют разную эффективность адсорбции. Считается, что это связано со специфической природой углеродных частиц, на которые, в свою очередь, влияет производственный процесс.

Техническое описание

Активированный уголь действует как адсорбент для улавливания ртути. При типичных температурах дымовых газов скорость адсорбции элементарной ртути на необработанном активированном угле намного ниже, чем окисленной ртути. Поэтому технологии окисления элементарной ртути используются для повышения эффективности общего удаления ртути. Бромированный активированный уголь окисляет элементарную ртуть до ее ионной формы, которая затем адсорбируется на активированном угле. Ионная ртуть удаляется путем химической адсорбции, которая усиливается за счет серы, содержащейся в дымовых газах или содержащейся в некоторых типах активированного угля, легированного серой.

Дальнейшее развитие этой технологии включает отдельный впрыск высокоэффективного активированного угля (например, углерода, пропитанного 25 % серой), в случае возникновения пиков ртути, контролируемых непрерывным мониторингом ртути в неочищенном дымовом газе. Эта система, как сообщается, является очень эффективной, поскольку она сочетает эффективную борьбу с выбросами ртути с уменьшенными эксплуатационными расходами из-за малого использования сорбентов.

Достигнутые экологические выгоды

Экологические выгоды включают снижение выбросов ртути в воздух за счет адсорбции на активированном угле.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Для достижения низких уровней выбросов особенно важно эффективное техническое обслуживание рукавного фильтра и системы впрыска реагента.

В некоторых системах, где удаление ртути проводится в мокрых кислотных скрубберах ($\text{pH} < 1$) для снижения концентрации на входе, конечные уровни выбросов ниже 1 мкг/Нм³.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Впрыск активированного угля обычно применим к новым и существующим установкам.

Отдельный впрыск пропитанного серой углерода, контролируемый непрерывным мониторингом ртути, используется на нескольких заводах в Германии, включая установку сжигания коммунальных отходов Hahn с 2012 года и Rugenberger Damm (Гамбург).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов ртути.

5.4.13.3. Добавление перекиси водорода в мокрые скрубберы

Описание

Основное назначение системы мокрой очистки - очистка дымовых газов от Hg, HCl и SO₂. В процессе добавления перекиси водорода в качестве окислителя SO₂ окисляется до H₂SO₄ и поглощается скруббером, а большая часть элементарной ртути окисляется до водорастворимого Hg²⁺.

Техническое описание

Первым шагом является охлаждение, расположенное после рукавного фильтра (с впрыском углерода, который поглощает большую часть ртути). При закалке дымовой газ охлаждается до насыщения. После охлаждения дымовой газ входит в контакт с жидкостью скруббера, которая содержит перекись водорода и добавку. Жидкость скруббера реагирует с дымовыми газами, а кислые сточные воды передаются для нейтрализации и осаждения ртути.

Достигнутые экологические выгоды

Преимущество заключается в повышенном снижении концентрации всех типов ртути в дымовых газах.

Технология также очень эффективна в качестве стадии финишной очистки для SO₂, HCl и HF.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Пиковая эффективность удаления ртути обычно составляет около 99,9 %. В течение длительных периодов высоких концентраций на входе концентрация ртути в жидкости скруббера и чистом газе будет постепенно увеличиваться. Средняя эффективность удаления зависит от количества ступеней и скорости сброса жидкости. В установке с низким количеством сбросов средняя эффективность удаления обычно находится в диапазоне 90–95 %.

Уровни выбросов ртути ниже 10 мкг/Нм³ могут быть последовательно достигнуты, в принципе, независимо от концентрации на входе, благодаря очень высокой буферной емкости.

Кросс-медиа эффекты

Ртуть, абсорбированная в очищающей жидкости, осаждается на стадии очистки сточных вод, производя небольшие количества стабилизированного ртутьсодержащего осадка, который требует надлежащего обращения.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Данная технология применима ко всем типам мусоросжигательных заводов, использующих мокрую очистку. Наилучший эффект достигается, если скруббер расположен ниже рукавного фильтра с впрыском углерода.

Данная техника применяется на мусоросжигательных заводах GmbH & Co. KG (Германия), Ragn-Sells (Швеция), Oslo Renewables (Норвегия), Kawasaki Heavy Industries (Япония), Covanta Energy (США), SUEZ Recycling and Recovery (Франция).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов ртути.

5.4.13.4. Добавление бромида в котел

Описание

Ввод бромида в печь или добавление к отходам для повышенного окисления ртути при прохождении дымового газа через котел, способствуя тем самым превращению нерастворимой элементарной газообразной ртути в водорастворимый и адсорбируемый HgBr_2 . Таким образом, повышается уровень удаление ртути в устройствах контроля, установленных на следующих технологических этапах, таких как мокрые скрубберы или системы впрыска сухого активированного угля.

Техническое описание

Водный раствор бромида, такой как CaBr_2 , добавляют к отходам или впрыскивают в печь во время сжигания, когда обнаруживается появление пика ртути. При высоких температурах бромид окисляется до димолекулярного брома (Br_2) или атомных радикалов брома и гидролизованного брома, которые окисляют ртуть в дымовых газах. Было доказано, что бромидные соли гораздо более эффективны при окислении ртути, чем хлоридные соли, потому что, хотя хлор удаляется при превращении SO_2 в SO_3 , эта же реакция не является энтальпически благоприятной для брома. Это приводит к гораздо меньшему количеству брома, достаточному для полного окисления ртути, чем количество галогенового реагента, необходимого при использовании хлора.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов ртути в воздух и эффективный контроль пиков выбросов ртути в случае наличия ртути поступающих отходах.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Данная технология повышает эффективность удаления ртути в тех процессах, которые применяются ниже по потоку, что позволяет достичь общей эффективности сокращения выбросов > 90 % и до 99,8 % в сочетании с многоступенчатыми мокрыми скрубберами. Сообщается, что эффективность сокращения выбросов >99,5 % достижима и для систем впрыска сухого активированного угля.

Для полного окисления ртути, содержащейся в дымовых газах, требуется применение Br/Hg в массовых долях более 300.

Для контроля случайных пиков ввода ртути объемная скорость потока бромида, например, CaBr_2 (52 % масс.), может быть установлена в диапазоне от 15 до 75 л CaBr_2 (52 %) в час, в зависимости от размера установки и величины пиков ртути. Скорость впрыска бромида может быть автоматически дозирована в соответствии с уровнями ртути, измеренными в дымовых газах.

Кросс-медиа эффекты

Расход водного раствора бромида является воздействием на различные компоненты окружающей среды. Использование брома в этом процессе может привести к образованию полибромированных диоксинов и/или полигалогенированных диоксинов и фуранов. Бром также может привести к повреждению рукавного фильтра. Степень этих воздействий на различные компоненты окружающей среды ограничена использованием технологии только в случае обнаружения пиков ртути, а не введением бромида постоянно в качестве общей технологии снижения ртути.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Технология неприменима к установкам, работающим с уровнем кислорода, близким к нулю, таким как установки для пиролиза или установки для газификации низкого давления, но может применяться в секциях, расположенных ниже по потоку (например, в камерах дожигания, где содержание O_2 является достаточным).

Технология не подходит для заводов, сжигающих отходы с высоким содержанием хлора.

Данная технология используется в Германии с 2002 года на четырех установках сжигания опасных отходов с ротационными печами на Currenta GmbH&Co OHG; с 2004 года на двух стационарных установках сжигания коммунальных сточных вод с печами кипящего слоя Lippeverband в Боттропе; и с 2008 года на двух других стационарных установках сжигания в кипящем слое коммунальных сточных вод на установках по очистке сточных вод Karlsruhe-Neureuth в Карлсруэ.

Также данная технология внедрена на трех установках сжигания опасных отходов с ротационной печью завода SARPI-VEOLIA во Франции, которые оснащены тремя различными системами очистки дымовых газов.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Инвестиционные затраты составляют: от 10 000 до 250 000 евро, в зависимости от местных стандартов для установки, и покрывают достаточный резервуар для хранения раствора брома, дозирующие насосы и инъекционные трубы.

Эксплуатационные расходы в основном связаны с потреблением бромида в качестве окислителя и зависят от общего содержания ртути в отходах и поэтому являются переменными и затраты варьируются от 20 000 евро в год до 120 000 евро в год.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов ртути.

5.5. НДТ, направленные на предотвращение и снижение сбросов загрязняющих веществ

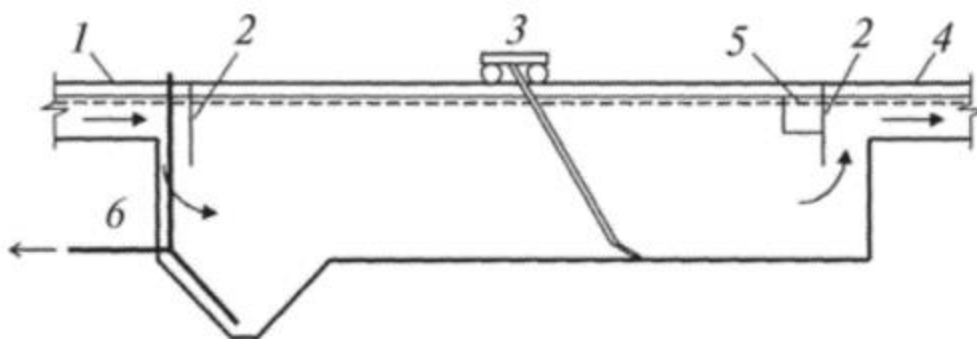
5.5.1. Отстаивание

Описание

Отстаивание является наиболее простым и часто применяемым в практике способом выделения из сточных вод грубодисперсных примесей, которые под действием гравитационной силы оседают на дно отстойника или всплывают на его поверхность. Первичными называются отстойники перед сооружениями для биологической очистки сточных вод; вторичными - отстойники, устраиваемые для осветления сточных вод, прошедших биологическую очистку.

Техническое описание

Суть метода отстаивания состоит в том, что одни примеси оседают на дно, а другие поднимаются на поверхность, это зависит от плотности примеси в сравнении с плотностью воды. Как правило, отстаивание сточных вод в течение 6 – 24 часов позволяет удалить из сточных вод до 95 % взвешенных веществ. Отстойники бывают горизонтальные и вертикальные. В горизонтальных отстойниках поток сточных вод движется горизонтально, а в вертикальном отстойнике вертикально – снизу вверх. Основными преимуществами горизонтальных отстойников являются: малая глубина, хороший эффект очистки, возможность использования одного скребящего устройства для нескольких отделений. К недостаткам их относится необходимость применения большего числа отстойников вследствие ограниченной ширины.



1 – подводящий лоток; 2 – полупогружная доска; 3 – скребковая тележка;
4 – отводящий лоток; 5 – жироборный лоток; 6 – удаление осадка.

Рисунок 5.10. Горизонтальный отстойник.

Вертикальные отстойники имеют преимущества по сравнению с горизонтальными; к числу их относятся удобство удаления осадка и меньшая площадь, занимаемая сооружением. Однако они имеют и ряд недостатков, из которых можно отметить: а) большую глубину, что повышает стоимость их строительства, особенно при наличии грунтовых вод; б) ограниченную пропускную способность, так как диаметр их не

превышает 9 м. Осадок из вертикальных отстойников удаляют под действием гидростатического давления. Влажность осадка 95 %.

Преимуществами механического фильтрования являются простота аппаратного оформления, эффективная очистка от взвешенных частиц. Недостатком механического фильтрования является то, что при механической фильтрации их сточных вод не удаляются растворенные примеси.

Осадок из отстойников удаляется под гидростатическим давлением и с помощью различных механизмов (скребков, насосов, элеваторов и др.).

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение в сбросах взвешенных веществ до 95 %.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные.

В осветлителях достигается снижение концентрации загрязнений на 70 % – по взвешенным веществам и на 15 % – по БПК за счет совмещения процессов осаждения, хлопьеобразования и фильтрации сточной воды через слой взвешенного осадка.

Достижимый в производственных условиях эффект снижения концентрации взвешенных веществ не превышает 50 – 60 %.

Кросс-медиа эффекты

Недостатком горизонтальных отстойников является неудовлетворительная надежность работы используемых в них механизмов для сгребания осадка тележечного или цепного типа, особенно в зимний период. Кроме того, горизонтальные отстойники как прямоугольные сооружения при прочих равных условиях имеют более высокий (на 30 – 40 %) расход железобетона на единицу строительного объема, чем радиальные отстойники.

Недостатком вертикальных первичных отстойников являются простота большая глубина сооружений, что ограничивает их максимальный диаметр - 9 м, а также невысокая эффективность осветления воды (обычно не превышающая 40 % по снятию взвешенных веществ).

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Данная техника используется в странах Европейского Союза и России.

Экономика

Основные факторы, влияющие на цену очистных сооружений:

требования к качеству очищенной воды и качественный состав загрязненных сточных вод;

уровень автоматизации;

производительность очистных сооружений.

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Снижение сбросов взвешенных веществ в сточных водах.

5.5.2. Химическое осаждение

Описание

Под химическим осаждением понимается корректировка значения рН и повышение интенсивности осаждения растворимых металлов, путем добавления реагентов (гидроокись кальция, гидроокись натрия, сернистый натрий) или их сочетания.

Техническое описание

Химическое осаждение сводится к связыванию ионов, подлежащих удалению, в малорастворимые и слабо диссоциированные соединения. Наиболее важным фактором в обеспечении максимальной эффективности удаления металлов является выбор осаждающих реагентов. При выборе реагентов для выделения примесей воды в виде осадков необходимо исходить из значений произведений растворимости образующихся соединений; чем ниже эта величина, тем выше степень очистки воды. Присутствие в воде посторонних солей обычно приводит к возрастанию растворимости образующихся осадков вследствие увеличения ионной силы раствора. Следует отметить, что скорость ионных реакций в водных растворах велика и обычно реакции протекают практически мгновенно.

Корректировка значения рН.

При добавлении в сточные воды реагентов (например, гидроокись кальция, гидроокись натрия, сернистый натрий или их комбинаций) происходит образование нерастворимых соединений с металлом в виде осадка. Так, ионы свинца, хрома (Ш), цинка, кадмия и меди при взаимодействии со щелочью образуют труднорастворимые гидроксиды. Эти нерастворимые соединения могут быть удалены из воды путем фильтрации и седиментации. Добавление коагулянта или флокулянта способствует формированию более крупных хлопьев, которые легче поддаются отделению, и часто используется для повышения производительности системы очистки.

Как показывает опыт, использование реагентов на основе сульфидов может обеспечивать достижение более низких концентраций некоторых металлов. Для удаления сульфидов металлов в щелочной среде используются такие реагенты, как сернистый натрий, гидросульфид натрия и др. Осаждение сульфидов может привести к уменьшению концентраций определенных металлов в очищенных стоках (в зависимости от значения рН и температуры). Сульфиды металлов могут повторно использоваться в процессе плавки. С помощью данного метода можно также эффективно удалять такие металлы, как селен и молибден.

В некоторых случаях осаждение смеси металлов может осуществляться в два этапа: сначала под действием гидроксида, а затем путем осаждения сульфидов. В целях удаления избыточных сульфидов после осаждения допускается добавление сульфата железа.

Поддержание требуемого значения pH в течение всего процесса очистки стоков также имеет первостепенную важность, поскольку некоторые соли металлов нерастворимы только в очень небольшом диапазоне значений pH. При выходе за пределы этого диапазона эффективность удаления металла стремительно снижается. В целях максимальной эффективности удаления металлов процесс очистки следует проводить при различных значениях pH с использованием различных реактивов. Кроме выбора реактива и значения pH, также следует учитывать, что степень растворимости может зависеть от температуры и валентного состояния металла в воде.

Таблица 5.3. Методы осаждения металлов и их соединений

№ п/п	Металл	Используемый реагент	Образуемое вещество (осадок)	Дополнительные условия
1	Zn	Ca(OH) ₂ (известковое молоко)	Zn(OH) ₂	Требуемое значение pH для полного осаждения цинка находится в диапазоне 9 – 9,2.
2		Na ₂ CO ₃ (карбонат натрия)	ZnCO ₃ ·Zn(OH) ₂ ·H ₂ O	Требуется значительное количество реагента, поэтому рекомендуется проводить двухступенчатую очистку воды от цинка, предусматривающую предварительную нейтрализацию серной кислоты карбонатом натрия с последующим осаждением цинка едким натром.
3		Na ₂ S (сульфид натрия)	ZnS	Оптимальное значение pH составляет 2,5–3,5
4	Pb	Ca(OH) ₂ (известковое молоко)	Pb(OH) ₂	Уровень pH = 8,0–9,5. Выше и ниже этих пределов растворимость гидроксида возрастает.
				В реальных сточных водах, содержащих и другие соли, растворимость Hg ₂ S

5	Hg	Na ₂ S (сульфид натрия)	Hg ₂ S	<p>выше, чем в дистиллированной воде. В результате осаждения образуются коллоидные частицы сульфида ртути, выделение которых из воды производится коагуляцией сульфатом алюминия или железа. Остаточная концентрация ртути после такой очистки не превышает 0,07 мг/дм³</p>
6	As	<p>NaHS (сульфогидрат натрия) Na₂S (сульфид натрия)</p>	As ₂ S ₃	<p>Зависит от температуры и протекает достаточно медленно при значениях температуры ниже 50-60 °С. Трехвалентный мышьяк выпадает в осадок в виде трехвалентного сульфида мышьяка (As₂S₃), который необходимо отделить от воды при значениях pH ниже 4-5. При повышении значения pH и наличии As₂S₃ существует риск возвращения мышьяка в раствор. Недостатком реакции является образование незначительного количества сульфида мышьяка (As₂S₅).</p>

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение сбросов загрязняющих веществ в воду вместе со сточными водами.

Эффективность очистки сточных вод с помощью химического осаждения главным образом зависит от следующих факторов:

- выбора химического осаждающего реактива;
- количества добавляемого осаждающего реактива;
- эффективности удаления осаждаемого металла;
- поддержания необходимого значения рН в течение всего процесса очистки;
- использования железистых солей для удаления определенных металлов;
- использования флокулянтов или коагулянтов;
- изменения состава сточных вод;
- присутствия комплексообразующих ионов.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

При выборе методов необходимо учитывать специфику производственных процессов. Кроме того, при выборе применяемых методов определенную роль могут играть размер принимающего водного объекта и скорость потока. Уменьшение объемного расхода в пользу более высоких концентраций приводит к сокращению потребления энергии для очистки. Очистка высококонцентрированных сточных вод приведет к образованию стоков с более высокими концентрациями, но с более высокой скоростью восстановления по сравнению с менее концентрированными потоками, что позволит в целом улучшить удаление загрязняющих веществ.

Кросс-медиа эффекты

Дополнительный расход энергии и сырья, используемого в качестве реагентов. Образование отходов (осадок), которые необходимо утилизировать.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Данная техника используется в странах Европейского Союза.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

Социально-экономические аспекты.

Сокращение сбросов загрязняющих веществ в естественные водные объекты.

5.5.3. Адсорбция с применением активированного угля

Описание

Адсорбцию широко применяют для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических веществ после биологической очистки, значительно реже – для очистки от ионов тяжелых металлов.

Техническое описание

Активированный уголь, представляющий собой высокопористое углеродное вещество, обычно используется для удаления органических материалов из сточных вод, а также может применяться для удаления ртути и извлечения драгоценных металлов. Как правило, фильтры на основе активированного угля используются в виде нескольких слоев или картриджей, чтобы проток материала через один фильтр компенсировался очисткой во втором фильтре. Затем отработанный фильтр заменяется и используется в качестве вторичного фильтра. Эта операция зависит от наличия надлежащего метода определения протокочков через фильтры.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов загрязняющих веществ.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

К основным преимуществам применения метода абсорбции являются:

хорошая управляемость процессом;

отсутствие образования вторичных загрязнений.

Кросс-медиа эффекты

Дополнительные затраты связанные с необходимостью утилизации отработанного адсорбента. Регенерация активированного угля возможна, однако этот процесс достаточно трудоемкий и в условиях круглосуточно работающих очистных сооружений неудобна. Использование же активированного угля как одноразовой загрузки зачастую экономически нерентабельна.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Данная техника используется в странах Европейского Союза.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Сокращение сбросов загрязняющих веществ.

Требования экологического законодательства РК.

5.5.4. Нейтрализация

Описание

Очистка сточных вод, содержащих слабые кислоты (стоки сернокислотного производства или различные кислые промывочные воды), с использованием соответствующего реагента (обычно, гидроокиси железа).

Технологическое описание

В большинстве кислых сточных вод содержатся соли тяжелых металлов, которые необходимо выделять. Для этих целей используют реакцию нейтрализации между ионами водорода и гидроксида, приводящая к образованию недиссоциированной воды.

В качестве реагентов могут быть использованы NaOH, KOH, Na₂CO₃, NH₄OH, CaCO₃, MgCO₃, доломит (CaCO₃-MgCO₃). Чаще всего применяют гидроксид кальция (известь), ввиду его дешевизны. Известь для нейтрализации вводят в сточную воду в виде гидроксида кальция ("мокрое" дозирование) или в виде сухого порошка ("сухое" дозирование). При нейтрализации сернокислых сточных вод известковым молоком расход извести (по CaO) принимают на 5 – 10 % выше стехиометрического расчета. В случае нейтрализации воды сухим порошком или известковой пастой доза оксида кальция составляет 140 – 150 % от стехиометрической, так как взаимодействие между твердой и жидкой фазами происходит медленнее и не до конца. Процесс с использованием извести в качестве реагента иногда называют известкованием. Известкование позволяет попутно переводить в осадок и такие металлы, как цинк, свинец, хром, медь и кадмий. Иногда для нейтрализации применяют карбонаты кальция или магния в виде суспензии. Соду и гидроксиды натрия и калия следует целесообразно использовать, лишь в случае одновременного получения ценных продуктов или если они являются отходами производства, ввиду их высокой стоимости.

Выбор реагента для нейтрализации кислых вод зависит от вида кислот и их концентрации, а также растворимости солей, образующихся в результате химических реакций.

Различают три вида кислотосодержащих сточных вод:

сточные воды, содержащие серную и сернистую кислоты. При очистке образуются труднорастворимые кальциевые соли, что снижает скорость реакции между раствором кислоты и твердыми частицами. Большая часть солей выпадает в осадок;

сточные воды, содержащие сильные кислоты (например, HNO₃). Так как соли этих кислот хорошо растворимы в воде, отсутствует сложность при выборе реагента;

сточные воды, содержащие слабые кислоты (H₂CO₃, CH₃COOH). Для очистки в основном используется известковое молоко. Перед смешиванием с известковым молоком сточные воды предварительно очищаются от твердых частиц (песколовка). Вместе с известковым молоком вводится раствор флокулянта. Нейтрализация и хлопьеобразование происходит в контактном резервуаре. Для удаления углекислого газа стоки аэрируются в контактных резервуарах воздухом. При этом образуется осадок более плотной структуры. Для снижения влажности осадка применяют дополнительное отстаивание.

Образовавшийся осадок, содержащий главным образом сульфат кальция (сернокислый кальций), подвергается фильтрации и обезвоживанию, для последующей переработки.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение объемов сбрасываемых сточных вод. Снижение объемов водопотребления (возврат осветленных вод в процесс). Снижение концентрации

загрязняющих сточных вод в отводимых сточных водах. Производство чистого сернокислого кальция.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Производимый сернокислый кальций содержит более 96 % $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Несмотря на сравнительную дешевизну и общедоступность используемых реагентов, следует отметить ряд недостатков, а именно необходимость обязательного устройства усреднителей перед нейтрализацией, трудности регулирования дозы реагента по pH нейтрализованной воды.

Кросс-медиа эффекты

Существенным недостатком метода нейтрализации известью является образование пересыщенного раствора гипса (CaSO_4), что приводит к забиванию трубопроводов и аппаратуры.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Данная техника используется в странах Европейского Союза.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Экономические выгоды (получение готового для реализации товарного продукта).

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

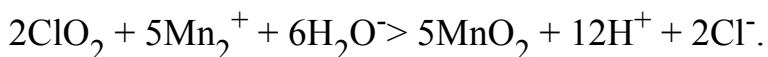
5.5.5. Окисление

Описание

Окислительный способ очистки применяют для обезвреживания сточных вод, содержащих токсичные и неприятно пахнущие примеси. В процессе окисления токсичные загрязнения в результате химических реакций переходят в менее токсичные, которые удаляют из воды.

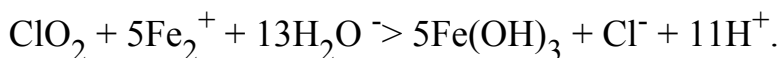
Техническое описание

Диоксид хлора эффективно окисляет марганец (II) до марганца (IV) с выпадением в осадок оксида марганца. Поскольку хлорит-анион также реагирует с Mn (II), то вся реакция может быть представлена следующим образом:



Реакция протекает быстро и интенсивно, уже через 5 минут более 99 % оксида марганца может быть удалено фильтрованием. Этой реакции способствует скорее слабощелочная, чем кислая среда.

Диоксид хлора легко окисляет железо (II) в железо (III) с выпадением в осадок гидроксида железа (III). Поскольку хлорит-анион также легко взаимодействует с Fe (II), то вся реакция может быть записана следующим образом:



Далее образующийся осадок удаляют методом фильтрования. Этой реакции также способствует нейтральная и слабощелочная среда.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение содержания и уровней токсичности загрязняющих веществ в сточных водах.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Для окисления 1 мг марганца необходимо 2,5 мг диоксида хлора при pH>7. Для окисления 1 мг железа необходимо 1,3 мг диоксида хлора при pH>5.

Кросс-медиа эффекты

Процесс окислительного осаждения Mn (II) "активным хлором" сопровождается образованием осадка, что обуславливает необходимость последующего применения процессов извлечения его отделения из водных растворов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Данная техника используется в странах Европейского Союза.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Соблюдение требований экологического законодательства РК.

5.5.6. Коагуляция, флокуляция

Данный метод состоит в добавлении реагентов, таких как сульфаты и хлориды алюминия и железа, гидросульфаты и гидроксохлориды алюминия в сочетании реагентов в целях корректировки значения pH и повышения интенсивности осаждения растворимых металлов.

Техническое описание

В качестве коагулянтов используются соли, образованные многозарядными катионами слабых оснований и анионами сильных кислот. В воде указанные соли подвергаются гидролизу с образованием комплексных ионов. Наибольшее распространение получили сульфаты и хлориды алюминия и железа. Образовавшиеся в процессе гидролиза коллоидные золи гидроксидов алюминия и железа коагулируют с образованием агрегатов. Последние вместе с частицами дисперсной фазы сточных вод осаждаются итаким образом очищают ее.

Гидролиз коагулянтов является одним из наиболее важных процессов коагуляции. Полнота его протекания влияет как на качество разделения суспензии, так и на расход коагулянта. Решающим фактором, который обеспечивает максимальную эффективность использования коагулянтов при очистке сточных вод, является создание условий для проведения гидролиза в необходимом направлении путем изменения концентрации коагулянта в дисперсной системе, значения рН и ионного состава дисперсной среды. В случае разделения дисперсных систем с отрицательным зарядом дисперсной фазы эти условия должны обеспечить получение положительно заряженных гидроксокомплексов, в случае разделения дисперсных систем с положительным зарядом дисперсной фазы – отрицательно заряженных гидроксокомплексов.

Наряду с сульфатами и хлоридами алюминия и железа в последнее время все более широкое распространение находят коагулянты с повышенной основностью – гидросульфаты и гидроксохлориды алюминия. Преимущества дигидроксосульфата $[Al_2(SO_4)_2(OH)_2] \cdot 11 H_2O$ перед сульфатом алюминия заключается в более широком диапазоне рН, высокой хлопьеобразующей способности. Гидроксокомплексы, образующиеся при гидролизе этого вещества, несут более высокий положительный заряд. Его коррозионная активность значительно ниже, чем у сульфатов алюминия. В настоящее время наибольшее распространение получил пентагидроксохлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl$. Характерным отличием этого коагулянта является широкая зона оптимальных значений рН, особенно в кислой области. Коагулянт хорошо работает при разделении дисперсных систем с небольшим содержанием дисперсной фазы, отличается низкой коррозионной активностью.

Для коагуляции дисперсных систем с низким значением рН используют алюминат натрия. При более высоких значениях рН алюминат натрия применяют совместно с сульфатом алюминия.

Высокую эффективность во многих случаях дает применение смесей коагулянтов. При этом обеспечивается значительное расширение области оптимальных значений рН и температуры, хлопья осаждаются равномернее, чем в случае применения отдельных коагулянтов. Известно применение смеси $Al_2(SO_4)_3$ и $FeCl_3$ в соотношении 1:1.

Флокуляция

Для регулирования устойчивости дисперсных систем в последнее время все шире применяются различные водорастворимые полимеры, весьма малые добавки которых могут радикально изменить стабильность дисперсий. Они широко используются при очистке сточных вод от дисперсных примесей, концентрировании и обезвоживании суспензий, для улучшения фильтрационных характеристик осадков и т.д. В основе всех этих процессов, называемых флокуляцией, лежит изменение степени агрегации дисперсных частиц под влиянием высокомолекулярных соединений (ВМС). В отличие

от компактных коагулянтов, образующихся в результате флокуляции, крупные агрегаты (флокулы), обладают значительной рыхлостью. Флокуляция, как правило, процесс необратимый: в этом случае невозможно путем уменьшения содержания в растворе реагента (как это наблюдалось при коагуляции) осуществить пептизацию (редиспергирование) осадка.

Высокомолекулярные флокулянты обычно подразделяются на три группы: неорганические полимеры, вещества природного происхождения и синтетические органические полимеры. Наиболее широкое применение нашел последний класс флокулянтов. Наиболее распространенными флокулянтами являются полиакриламид (ПАА), сополимеры акриламида, акрилонитрила и акрилатов, натриевые соли полиакриловой и полиметакриловой кислот, поли-диметиламиноэтилакрилаты (ПДМАЭА) и др.

Процесс очистки сточных вод коагуляцией и флокуляцией состоит из следующих стадий: приготовление рабочих растворов коагулянтов и флокулянтов, дозирование и смешение реагентов со сточной водой, хлопьеобразование, осаждение хлопьев.

Приготовление рабочих растворов осуществляется в гидравлических или механических смесителях. Концентрация рабочих растворов коагулянтов обычно составляет 3 – 5 %, иногда до 7 %, концентрация рабочих растворов флокулянтов – до 1 %. После смешения сточной воды с рабочими растворами коагулянтов, которое может осуществляться также в гидравлических или механических смесителях, воду направляют в камеры хлопьеобразования, куда могут добавляться флокулянты для интенсификации данного процесса. Используют перегородчатые, вихревые и с механическими мешалками камеры. Образование хлопьев в камерах происходит медленно – за 10–30 минут. Осаждение хлопьев происходит в отстойниках, осветлителях и других аппаратах, рассмотренных ранее. Иногда стадии смешения, коагулирования и осаждения проводят в одном аппарате.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение содержания загрязняющих веществ в сточных водах.

Чтобы обеспечить максимальную эффективность удаления металлов, наиболее важным фактором является выбор осадителей. Существуют примеры, демонстрирующие, что использование реагентов на основе сульфидов может обеспечивать достижение более низких концентраций некоторых металлов. Правильное значение pH в течение всего процесса очистки стоков, также имеет первостепенную важность, поскольку некоторые соли металлов нерастворимы только в очень небольшом диапазоне значений pH.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При выборе методов необходимо учитывать специфику производственных процессов. Кроме того, при выборе применяемых методов определенную роль могут играть размер принимающего водного объекта и скорость потока. Уменьшение

объемного расхода в пользу более высоких концентраций приводит к сокращению потребления энергии для очистки. Очистка высококонцентрированных сточных вод приведет к образованию стоков с более высокими концентрациями, но с более высокой скоростью восстановления по сравнению с менее концентрированными потоками, что позволит в целом улучшить удаление загрязняющих веществ. Эффективность очистки может достигать 90 – 95 %. Расход коагулянта зависит от его вида, а также состава и требуемой степени очистки сточных вод и составляет 0,1 – 5 кг/м³ сточных вод.

Кросс-медиа эффекты

Увеличение энергопотребления.

Применение добавок.

Образование отходов, подлежащих утилизации.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Данная техника используется в странах Европейского Союза.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Соблюдение требований экологического законодательства РК.

5.5.7. Ионный обмен

Описание

Ионообменный процесс, как правило, проходит в колонне, наполненной гранулами ионообменной смолы. Обмен начинается в верхней части колонны и затем проходит через нее, поддерживая тем самым равновесное состояние процесса обмена.

Техническое описание

Ионообменный процесс иногда применяется в качестве заключительного этапа очистки при удалении металлов из технологических сточных вод. С помощью ионного обмена удаляются нежелательные ионы металлов из сточных вод путем их переноса на твердую матрицу при одновременной отдаче равного количества других ионов, имеющихся в структуре ионообменника. Как правило, ионообменный процесс используется при концентрации металлов менее 500 мг/л.

Емкость ионообменника ограничена количеством ионов, имеющихся в структуре ионообменника. Поэтому необходимо проводить регенерацию ионообменника с помощью соляной кислоты или каустической соды.

Ионообменники могут использоваться для удаления определенных металлов из сточных вод. Такой избирательный процесс ионного обмена гораздо более эффективен

при очистке стоков от токсических металлов. Кроме того, колонна может обеспечивать очень высокий уровень очистки и эффективность при работе со смешанными стоками.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов в воду.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Возможность очистки до требований ПДК.

Возврат очищенной воды до 95 % в оборот.

Возможность утилизации тяжелых металлов.

Возможность очистки в присутствии эффективных лигандов.

Кросс-медиа эффекты

Необходимо проведения предварительной очистки сточных вод от масел, ПАВ, растворителей, органики. Большой расход реагентов для регенерации ионитов и обработки смол. Необходимость предварительного разделения промывных вод от концентратов. Образование вторичных отходов-элюентов, требующих дополнительной переработки.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. Данная техника используется в странах Европейского Союза.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Сокращение сбросов в водные объекты.

5.6. НДТ, направленные на управление и сокращение воздействия отходов на окружающую среду

5.6.1. Разделение зольного остатка от остатков очистки дымовых газов

Описание

Управление отходами процесса утилизации отходов согласно степени их опасности. Зольный остаток обрабатывается и перерабатывается отдельно от других остатков, образующихся при сжигании отходов.

Техническое описание

Физические и химические свойства зольного остатка делают его более пригодным для выгодного использования, чем остатки от процесса сжигания. Смешивание остатков сжигания с зольным остатком ограничит возможности для последующего использования зольного остатка.

Остатки сжигания содержат больше металлов, с более высокой выщелачиваемостью и больше органических веществ, чем зольный остаток.

Отделение остатков сжигания от зольного остатка дает возможность дальнейшей обработки зольного остатка (например, сухой обработкой или вымыванием водорастворимых солей, тяжелых металлов в экстракторе золы) с получением материала, подходящего для предполагаемого использования.

Разделение зольного остатка и остатков сжигания требует отдельного сбора, хранения и транспортировки обоих потоков остатков. Это включает в себя специальные хранилища и контейнеры, а также специальные системы обработки для тонкоизмельченных и пылевидных остатков сжигания.

Смешанный поток зольного остатка и остатков сжигания не может быть переработан в материал, пригодный для извлечения, и не оставляет другого варианта для всего потока остатков, кроме как его захоронение или его можно использовать в подземных работах, таких как засыпка шахт.

Высокое содержание минералов в остатках сжигания может сделать их потенциально пригодными для использования в качестве дорожного или другого строительного материала. После соответствующей обработки остатки от многих современных мусоросжигательных заводов соответствуют экологическим и техническим требованиям к этим параметрам качества. Нормативные и политические барьеры иногда являются основными препятствиями для использования (в частности) зольного остатка от надлежащим образом спроектированных/эксплуатируемых установок. Методы обработки остатков обычно направлены на оптимизацию одного или нескольких параметров, чтобы обработанные остатки могли замещать первичные строительные материалы.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение количества отходов, подлежащих захоронению. Сокращение использования природного сырья, такого как песок и гравий, за счет того, что зольный остаток после обработки извлекается для использования в качестве заменяющего материала.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Требуются отдельные системы транспортировки, хранения и обработки. Зольный остаток может использоваться на поверхности земли в качестве строительного материала. Существуют сильные сезонные и региональные различия в объемах, которые могут использоваться для различных строительных целей. Зольный остаток также используется под землей в качестве материала для засыпки, чтобы обеспечить надежную долгосрочную поддержку в старых горных выработках.

Обработка летучей и котловой золы производится только на нескольких установках в Европе. В Нидерландах летучая зола с мусоросжигательных заводов применяется в качестве наполнителя для дорожно-строительных материалов (асфальта) без какой-либо предварительной обработки на мусоросжигательном заводе. Всего около 80 000 тонн в год были использованы таким образом в Нидерландах [3].

Термическая обработка остатков сжигания широко применяется в нескольких странах, в основном для уменьшения объема остатков, а также для снижения содержания в них органических веществ и тяжелых металлов и для улучшения выщелачивания перед захоронением. Три категории термической обработки — это остекловывание, плавление и спекание. Различия между этими процессами в основном связаны с характеристиками и свойствами конечного продукта.

Кросс-медиа эффекты

Захоронение шлаков от утилизации опасных отходов.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Этот метод применим при отсутствии законодательных ограничений. Данный метод применяется в странах Европейского Союза и Швейцарии.

Экономика

Минимализация количества отходов, требующих захоронения снижает стоимость производства. Снижение затрат можно увидеть там, где существуют рынки зольного остатка. Зольный остаток обычно составляет 20 – 30 % от сухой массы входящих отходов, а остатки процесса очистки газов составляют примерно 2 – 3 %. Смешение двух потоков означает отправку всего этого материала на полигон, тогда как их раздельное хранение может позволить повторно использовать большую часть зольного остатка (металлы и минеральная фракция), тем самым обеспечивая дополнительные потоки доходов и снижая затраты на захоронение.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.6.2. Извлечение металлов из зольного остатка

Описание

Черные металлы удаляются с помощью магнитной сепарации, а цветные металлы — с помощью вихретоковой сепарации. Иногда также применяется индукционная сепарация металлов.

Техническое описание

Из зольного остатка можно извлекать как черные, так и цветные металлы.

Отделение черных металлов осуществляется с помощью магнита. Зола распределяется на движущейся ленте или вибрационном конвейере, и все магнитные частицы притягиваются подвешенным магнитом. Это отделение черных металлов может осуществляться на сырой золе после того, как она покидает золоуловитель. Эффективное отделение черных металлов требует многоступенчатой обработки с промежуточным измельчением и просеиванием.

Разделение цветных металлов осуществляется с помощью вихретокового сепаратора. Быстро вращающаяся катушка индуцирует магнитное поле в цветных

частицах, что приводит к их выталкиванию из потока материала. Метод требует, чтобы материал был хорошо распределен на движущейся ленте, и, как правило, эффективен для размеров частиц 4 – 30 мм, хотя этот диапазон может быть расширен до < 1 мм для специальных применений. Разделение выполняется после разделения черных металлов, уменьшения размера частиц и просеивания. Все сепараторы обнаруживают металлические частицы по возмущению, которое они вызывают в переменном магнитном поле детекторной катушки. Затем металлические частицы отделяются одной или несколькими воздушными струями, расположенными вблизи детекторных катушек.

Достигнутые экологические выгоды

Разделение металлов является необходимым шагом для обеспечения возможности переработки различных соединений золы. Железная фракция может быть переработана, как правило, после отделения примесей (например, пыли), как стальной лом для электродуговых печей. Цветные металлы обрабатываются снаружи путем дальнейшего разделения в соответствии с типом металла, а затем могут быть расплавлены для повторного использования. После разделения металла полученная фракция золы имеет более низкое содержание металла и пригодна для переработки с целью получения инертного вторичного строительного материала [3].

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Количество извлеченных металлов зависит от состава входящих отходов. Для черных металлов возможна степень извлечения около 80 % (масса извлеченного металла/масса входящего металла). Для цветных металлов использование вихретокового разделения после измельчения и просеивания позволяет достичь 50 % коэффициента извлечения (извлеченная масса/входная масса). Фактическое значение зависит от металла и условий эксплуатации печи. Цветные металлы, такие как свинец и цинк, содержатся в золе котла и остатках очистки дымовых газов. Алюминий, медь, хром и никель преимущественно остаются в зольном остатке. Окисление этих металлов (например, Al до Al_2O_3) во время сгорания будет препятствовать эффективному разделению вихретоковыми сепараторами.

Отделенная фракция цветных металлов имеет следующий состав: 60 % Al, 25 % других металлов, 15 % остатка.

Другие металлы в основном медь, латунь, цинк и нержавеющая сталь. Наиболее проблемными металлами с точки зрения выщелачивания из зольного остатка являются медь, молибден, цинк и шестивалентный хром.

Кросс-медиа эффекты

Увеличение потребления энергии.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Магнитная сепарация черных металлов применяется повсеместно.

Применимость метода разделения цветных металлов тесно связана с содержанием металла в отходах, подаваемых в печь. Это, в свою очередь, сильно зависит от режима сбора и предварительной обработки, которую отходы прошли перед подачей в печь. На большинстве европейских мусоросжигательных заводов отделение черных металлов осуществляется либо на месте, либо на внешних установках по переработке золы. Сепарация цветных металлов осуществляется на различных заводах по переработке шлака в Нидерландах, Германии, Франции и Бельгии.

Экономика

Цены зависят от чистоты (железные) и состава (цветные) материала. Рыночная цена на лом черных металлов обычно находится в диапазоне 0,01 – 0,05 евро за кг. Лом цветных металлов требует дальнейшей переработки в предметаллические фракции. Основными определяющими факторами являются содержание меди и алюминия, а также рыночная цена вторичной меди и алюминия. Цена цветной фракции от переработки золы ТБО колеблется в диапазоне 0,10 – 1,00 евро за кг.

Движущая сила внедрения

Движущие силы внедрения экономические (доходы при сбыте извлеченных металлов).

6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам

Техники, перечисленные и описанные в настоящем разделе, не носят нормативный характер и не являются исчерпывающими. Могут использоваться другие техники, обеспечивающие достижение уровней эмиссий и технологических показателей, связанных с применением НДТ, при нормальных условиях эксплуатации объекта с применением одной или нескольких НДТ, описанных в заключении по НДТ.

В настоящем заключении по НДТ:

технологические показатели по выбросам в атмосферу выражаются как масса выбросов на объем отходящего газа при стандартных условиях (273,15 К, 101,3 кПа) за вычетом содержания водяного пара, выраженная в мг/Нм³;

технологические показатели по сбросам в водные объекты выражаются как масса сброса на объем сточных вод, выраженная в мг/дм³;

при фактических значениях уровней эмиссий маркерных загрязняющих веществ ниже или в пределах диапазона указанных технологических показателей, связанных с применением НДТ, требования, определенные настоящим разделом, являются соблюденными.

Иные технологические показатели, связанные с применением НДТ, в том числе уровней потребления энергетических, водных и иных ресурсов для соответствующего

показателя и (или) отрасли определяются согласно действующим национальным нормативным правовым актам.

Иные технологические показатели, связанные с применением НДТ, выражаются в количестве потребления ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги. Соответственно, установление иных технологических нормативов обусловлено применяемой технологией производства. Кроме того, в результате анализа потребления энергетических, водных и иных (сырьевых) ресурсов, проведенного в разделе "Общая информация", получен вариативный ряд показателей, который зависит от многих факторов: качественные показатели сырья, производительность и эксплуатационные характеристики установки, качественные показатели готовой продукции, климатические особенности регионов и т.д.

Технологические показатели потребления ресурсов должны быть ориентированы на внедрение НДТ, в том числе прогрессивной технологии, повышение уровня организации производства, соответствовать наименьшим значениям (исходя из среднегодового значения потребления соответствующего ресурса) и отражать конструктивные, технологические и организационные мероприятия по экономии и рациональному потреблению.

Таблица 6.1. Периоды усреднения уровней выбросов/сбросов, связанные с НДТ

№ п/п	Периоды	Выбросы	Сбросы
1	В среднем за сутки	Среднечасовые и получасовые значения концентраций ЗВ за сутки при непрерывном контроле.	Среднее значение за период выборки в течение 24 часов, взятое в качестве среднепропорциональной пробы (или в виде среднепропорциональной по времени пробы, при условии, что демонстрируется достаточная стабильность потока). *
2	Среднее значение за период выборки	Средняя величина трех последовательных измерений, по длительности как минимум 30 минут каждое, если не указано иное. **	

Примечание:

* Для периодических процессов может использоваться среднее значение полученной величины измерений, взятых за общее время отбора проб или результат измерения, в результате разового отбора проб.

** Для переменных потоков может использоваться другая процедура выборки, дающая репрезентативные результаты (например, точечный отбор проб). Для любого параметра, при котором вследствие ограничений по отбору проб или анализа 30-минутные измерения не допустимы, применяется соответствующий период отбора проб.

6.1. Общие НДТ

НДТ для конкретных процессов, указанные в разделах 6.2. – 6.5., применяются в дополнение к общим НДТ, приведенным в настоящем разделе.

Если не указано иное, заключения по НДТ, представленные в настоящем разделе, являются общеприменимыми.

6.1.1. Система экологического менеджмента

НДТ 1.

В целях улучшения общей экологической эффективности НДТ заключается в реализации и соблюдении СЭМ, которая включает в себя все следующие функции:

заинтересованность руководства, включая высшее руководство на уровне компании и предприятия (например, руководитель предприятия);

анализ, включающий определение контекста организации, выявление потребностей и ожиданий заинтересованных сторон, определение характеристик предприятия, связанных с возможными рисками для окружающей среды (и здоровья человека), а также применимых правовых требований, касающихся окружающей среды;

экологическую политику, которая включает в себя постоянное совершенствование установки посредством менеджмента;

планирование и установление необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями;

выполнение процедур, требующих особого внимания:

структура и ответственность;

набор, обучение, информированность и компетентность персонала, чья работа может повлиять на экологические показатели;

внутренние и внешние коммуникации;

вовлечение сотрудников на всех уровнях организации;

документация (создание и ведение письменных процедур для контроля деятельности со значительным воздействием на окружающую среду, а также соответствующих записей);

эффективное оперативное планирование и контроль процессов;

программа технического обслуживания;

готовность к чрезвычайным ситуациям и реагированию, включая предотвращение и /или снижение воздействия неблагоприятных (экологических) последствий чрезвычайных ситуаций;

обеспечение соответствия экологическому законодательству;

обеспечение соблюдения экологического законодательства РК;
проверку работоспособности и принятие корректирующих мер с уделением особого внимания к следующим действиям:

- мониторинг и измерение;
- корректирующие и превентивные действия;
- ведение записей;

независимый внутренний и внешний аудит для определения соответствия СЭМ запланированным мероприятиям и тому, надлежащим ли образом она внедряется и поддерживается;

обзор СЭМ и ее постоянную пригодность, адекватность и эффективность со стороны высшего руководства;

подготовку регулярной отчетности, предусмотренной экологическим законодательством;

- валидацию органом по сертификации или внешним верификатором СЭМ;
- следование за развитием более чистых технологий;

рассмотрение воздействия на окружающую среду от возможного снятия с эксплуатации установки на этапе проектирования нового завода и на протяжении всего срока его службы;

применение отраслевого бенчмаркинга на регулярной основе (сравнение показателей своей компании с показателями лучших предприятий отрасли);

систему управления отходами;

на установках/объектах с несколькими операторами создание объединений, в которых определяются роли, обязанности и координация операционных процедур каждого оператора установки в целях расширения сотрудничества между различными операторами;

инвентаризацию сточных вод и выбросов в атмосферу.

Объем (например, уровень детализации) и характер СЭМ (например, стандартизованная или нестандартизированная), как правило, связаны с характером, масштабом и сложностью установки, а также уровнем воздействия на окружающую среду, которое она может оказывать.

6.1.2. Управление энергопотреблением, энергоэффективность

НДТ 2.

НДТ является сокращение потребления тепловой и электрической энергии путем применения одной или комбинации нескольких из перечисленных ниже техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3

1	СЭнМ	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Применение инверторных приводов на вентиляторах и насосах	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Применение современных топочных камер с высокоэффективной теплоизоляцией	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Применение котлов-утилизаторов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Применение высокоэффективных котлов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Применение рециркуляции дымовых газов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
7	Применение рекуперации тепла от зол и шлаков	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
8	Применение высокоэффективных теплообменников	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
9	Когенерация (совместное производство тепла и электроэнергии)	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
10	Пиролиз отходов с получением вторичных продуктов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.2. Справочника по НДТ.

6.1.3. Управление технологическими процессами

НДТ 3.

НДТ является измерение или оценка всех соответствующих параметров, необходимых для управления процессами из диспетчерских с помощью современных компьютерных систем с целью непрерывной корректировки и оптимизации процессов в режиме реального времени, для обеспечения стабильности и бесперебойности технологических процессов, что повысит энергоэффективность и позволит

максимально увеличить производительность и усовершенствовать процессы обслуживания. НДТ заключается в обеспечении стабильной работы процесса с помощью системы управления процессом вместе с использованием одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Внедрение автоматизированных систем при пожаре	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Применение систем автоматизированного управления процессами	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.1. Справочника по НДТ.

НДТ 4.

В целях улучшения общих экологических показателей применение НДТ при вспомогательных операциях с отходами.

№ п/п	Техники	Применимость
1	Прием и контроль поступающих отходов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Предварительная подготовка отходов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 4.4. Справочника по НДТ.

6.1.4. Мониторинг выбросов

НДТ 5.

НДТ является проведение мониторинга выбросов маркерных загрязняющих веществ из дымовых труб от основных источников выбросов всех процессов, для которых указаны технологические показатели, связанные с применением НДТ при энергетической утилизации и уничтожении отходов (инсинераторные и пиролизные установки).

Периодичность мониторинга может быть адаптирована, если серия данных четко демонстрирует стабильность процесса очистки.

№ п/п	Параметр**	Контроль, относящийся к НДТ:	Минимальная периодичность контроля	Примечание
1	Пыль	НДТ 11 НДТ 16	В соответствии с	Маркерное вещество

		НДТ 21	программой ПЭК	
2	Окислы азота (N _{ox})	НДТ 13 НДТ 18 НДТ 22	В соответствии и с программой ПЭК	Маркерное вещество
3	Сера диоксид (SO)	НДТ 12 НДТ 17 НДТ 22	В соответствии и с программой ПЭК	Маркерное вещество
4	Аммиак (NH ₃)	НДТ 13 НДТ 18 НДТ 22	В соответствии и с программой ПЭК	Маркерное вещество
5	Углерода оксид (CO)	НДТ 13 НДТ 18 НДТ 22	В соответствии и с программой ПЭК	Маркерное вещество
6	Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉ .	НДТ 14 НДТ 19	В соответствии и с программой ПЭК	Маркерное вещество
7	Фторид водорода (HF)	НДТ 12 НДТ 17	В соответствии и с программой ПЭК	Маркерное вещество
8	Хлористый водород (HCl)	НДТ 12 НДТ 17	В соответствии и с программой ПЭК	Маркерное вещество
9	Ртуть (Hg)	НДТ 15 НДТ 20	В соответствии и с программой ПЭК	Маркерное вещество
10	Cd, Tl	НДТ 11 НДТ 16	В соответствии и с программой ПЭК	Маркерное вещество
11	As, Pb, Co, Cr, Cu,	НДТ 11	В соответствии	Маркерное вещество

	Mn, Ni, Sb, V, Al, Fe.	НДТ 16	и с программой ПЭК	
12	Диоксины/в пересчете на 2,3,7,8-тетра-хлордибензо-1,4-диоксин	НДТ 14 НДТ 19	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
13	Дибензофураны (ПХДФ)	НДТ 14 НДТ 19	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество

**в случае наличия соответствующих МВИ, средств измерений и аккредитованных организаций в Республике Казахстан.

6.1.5. Мониторинг сбросов

НДТ 6.

НДТ заключается в проведении мониторинга сбросов маркерных загрязняющих веществ в месте выпуска сточных вод из очистных сооружений с установок сжигания в соответствии с национальными и/или международными стандартами, регламентирующими предоставление данных эквивалентного качества.

№ п/п	Параметр	Минимальная периодичность контроля
1	Температура (С ⁰)	Непрерывно*
2	Расход (м ³ /час)	Непрерывно*
3	Водородный показатель (рН)	Непрерывно*
4	Электропроводность (мкс -микросименс)	Непрерывно*
5	Мутность (ЕМФ-единицы мутности по формазину на литр)	Непрерывно*
6	Взвешенные вещества	В соответствии с программой ПЭК **
7	Общий органический углерод	В соответствии с программой ПЭК **
8	Аммонийный азот (NH ₄ -N)	В соответствии с программой ПЭК **
9	Сульфат (SO ₂)	В соответствии с программой ПЭК **
10	Полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны (ПХДД/Ф)	В соответствии с программой ПЭК **

11	As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Tl, Zn.	В соответствии с программой ПЭК **
----	---	------------------------------------

* выпуски сточных вод, отводимые в поверхностный водный объект или на рельеф местности с объекта I категории, подлежат оснащению автоматизированной системой мониторинга, согласно требованиям, предусмотренным действующим законодательством;

**необходимость измерений применима для веществ при условии их наличия/образования в технологическом процессе, а также в случае наличия соответствующих МВИ, средств измерений и аккредитованных организаций в Республике Казахстан.

6.1.6. Шум, вибрация, запах

НДТ 7.

В целях снижения уровня шума, вибрации НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Реализация стратегии снижения шума	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Ограждение шумных операций/агрегатов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Виброизоляция операций/агрегатов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Внутренняя и внешняя обшивка из ударопоглощающего материала	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Обшивка воздуховодов и воздуходувок, расположенных в звукопроницаемых зданиях	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Малозумные оборудования (малозумные компрессоры, насосы и вентиляторы)	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
7	Закрытие дверей и окон в закрытых помещениях, если это возможно	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

8	Оборудование для контроля шума и вибрации	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
---	---	--

Описание НДТ приведено в разделе 4.6. Справочника по НДТ.

НДТ 8.

В целях предотвращения образования и распространения запахов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
-------	---------	--------------

1	2	3
1	Надлежащее хранение и обращение с пахучими материалами тщательное проектирование, эксплуатация и техническое обслуживание любого оборудования, которое может выделять запахи сведение к минимуму использование пахучих материалов.	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Установка герметичных контейнеров для хранения отходов до их сжигания помогает предотвратить выделение запахов в окружающую среду.	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Использование химических веществ для уничтожения или сокращения образования пахучих веществ (например, окисление или осаждение сероводорода).	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Покрытие или ограждение объектов сбора и обработки сточных вод и осадков сточных вод с целью сбора пахучих отходящих газов для дальнейшей обработки.	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Обработка выбросов/сбросов за пределами основного производства ("на конце трубы") (может включать биохимическую обработку; окисление при повышенной температуре).	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 4.7. Справочника по НДТ.

6.2. Выбросы загрязняющих веществ от неорганизованных источников

НДТ 9.

Для предотвращения или, если это практически невозможно, сокращения неорганизованных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу НДТ заключается в разработке и реализации плана мероприятий по неорганизованным выбросам как части системы экологического менеджмента (см. НДТ 1), который включает в себя:

определение наиболее значимых источников неорганизованных выбросов загрязняющих веществ;

определение и реализацию соответствующих мер и технических решений для предотвращения и/или сокращения неорганизованных выбросов в течение определенного периода времени.

НДТ 10.

НДТ является предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов, основанной на проектировании и оптимизации технологических решений, направленных на их исключение, если это возможно, сбор и очистку.

К мерам, применимым для снижения неорганизованных выбросов в технологических процессах при энергетической утилизации и уничтожении отходов (инсинераторные и пиролизные установки), относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Использование герметичных систем при хранении и подача отходов в котел.	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Применение систем пылеулавливания (вытяжные системы) на технологическом оборудовании.	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Методы снижения выбросов в атмосферу при переработке шлаков и золы от сжигания отходов.	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.3. Справочника по НДТ.

6.3. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников

Представленные ниже техники и достижимые с их помощью технологические показатели (при наличии) установлены для источников, оборудованных принудительными системами вентиляции.

6.3.1. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников при энергетической утилизации отходов

6.3.1.1. Выбросы пыли и металлов

НДТ 11.

В целях сокращения выбросов пыли и металлов при энергетической утилизации отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№		

п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Циклоны	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Рукавный фильтр	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Электрофильтр	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Керамический и металлические фильтры	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Фильтры с импульсной очисткой	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Применение активированного угля для снижения выбросов металлов.	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
7	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.2. Технологические показатели выбросов пыли и металлов при энергетической утилизации отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Пыль	2-5
2	Cd, Tl	0,005-0,02
3	Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V	0,01-0,3

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.1.2. Выбросы HCl, HF и SO₂

НДТ 12.

В целях сокращения выбросов HCl, HF и SO при энергетической утилизации отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Применение сорбентов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Скрубберы сухой и полусухой очистки	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Впрыск щелочных реагентов в котел (высокотемпературный впрыск)	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.3. Технологические показатели выбросов HCl, HF и SO при энергетической утилизации отходов.

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	HCl	2-6
2	HF	0,7-1
3	SO	5-30

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.1.3. Выбросы NO_x, CO, NH₃

НДТ 13.

В целях сокращения выбросов NO_x, CO, NH₃ при энергетической утилизации отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Оптимизация процесса сжигания	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Рециркуляция дымовых газов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим

		процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Селективное некаталитическое восстановление	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Селективное каталитическое восстановление	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Использование горелок с низким образованием NO _x	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
7	Каталитическая очистка газов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.4. Технологические показатели выбросов NO_x, CO, NH₃ при энергетической утилизации отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	NO _x	50 – 120
2	CO	10 – 50
3	NH ₃	2 – 10

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.1.4. Выбросы диоксинов, ПХДФ и углеводороды предельные НДТ 14.

В целях сокращения выбросов диоксинов, ПХДФ, углеводородов предельных при энергетической утилизации отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Оптимизация процесса сжигания	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

2	Охлаждение дымовых газов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Скрубберы сухой и полусухой очистки	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Мокрый скруббер с добавлением углеродного сорбента и активированного угля.	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.5. Технологические показатели выбросов Диоксинов, ПХД/Ф и углеводородов предельных при энергетической утилизации отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (нг I-TEQ/Нм ³) *
1	Диоксины/в пересчете на 2,3,7,8-тетра-хлордибензо-1,4-диоксин	0,01–0,04
2	Дибензофураны (ПХДФ)	0,01–0,06
3	Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁ 9	3–10 мг/Нм ³

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.1.5. Выбросы ртути Hg

НДТ 15.

В целях сокращения выбросов ртути (Hg) при энергетической утилизации отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Мокрый скруббер (с низким pH и впрыскиванием добавок)	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Впрыск активированного угля для адсорбции ртути	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Добавление перекиси водорода в мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
		Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

4	Добавление бромида в котел	процессам согласно области применения справочника по НДТ.
---	----------------------------	---

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.6. Технологические показатели выбросов ртути (Hg) при энергетической утилизации отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Hg	0,005-0,02

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.2. Выбросы загрязняющих веществ при уничтожении отходов от инсинераторных установок

6.3.2.1. Выбросы пыли и металлов

НДТ 16.

В целях сокращения выбросов пыли и металлов от инсинераторных установок НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
-------	---------	--------------

1	2	3
1	Циклоны	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Рукавный фильтр	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Электрофильтр	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. На действующих установках применение может быть ограничено местом для установки.
4	Керамический и металлические фильтры	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Фильтры с импульсной очисткой	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
		Общеприменимо к видам деятельности и технологическим

6	Применение активированного угля для снижения выбросов металлов.	процессам согласно области применения справочника по НДТ.
7	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.7. Технологические показатели выбросов пыли и металлов от инсинераторных установок

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *· **
1	Пыль***	2-5
2	Cd****	0,005-0,02
3	As, Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Al, Fe*****	0,01-0,3

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;

** для специализированных предприятий по уничтожению отходов путем сжигания

;

*** пыль – для всех видов отходов;

****Cd – для опасных химических отходов, электронных и технических отходов, прочих отходов;

***** As – для электронных и технических отходов;

***** Pb – для опасных химических отходов, электронных и технических отходов, прочих отходов.

***** Cr – для опасных химических отходов, твердых отходов промышленности;

***** Cu – для опасных химических отходов, прочих отходов;

***** Mn – для твердых отходов промышленности;

***** Ni – для опасных химических отходов, твердых отходов промышленности;

***** Al – для медицинских отходов, твердых отходов промышленности;

***** Fe – для медицинских отходов, твердых отходов промышленности.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.2.2. Выбросы HCl, HF и SO₂

НДТ 17.

В целях сокращения выбросов HCl, HF и SO от инсинераторных установок НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Применение сорбентов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим

		процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Скрубберы сухой и полусухой очистки	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Впрыск щелочных реагентов в котел (высокотемпературный впрыск)	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.8. Технологические показатели выбросов HCl, HF и SO от инсинераторных установок

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *, **	
		Новая установка	Действующая установка
1	HCl***	2-6	2-8
2	HF****	0,7-1	0,7-1
3	SO*****	5-30	5-40

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;

** для специализированных предприятий по уничтожению отходов путем сжигания

;

*** HCl – для медицинских отходов, твердых отходов промышленности, жидких отходов, прочих отходов;

****HF – для медицинских отходов, опасных химических отходов, нефтесодержащих отходов, электронных и технических отходов;

*****SO – для всех видов отходов.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.2.3. Выбросы NO_x, CO, NH₃

НДТ 18.

В целях сокращения выбросов NO_x, CO, NH₃ от инсинераторных установок НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Оптимизация процесса сжигания	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

2	Рециркуляция дымовых газов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Использование горелок с низким образованием NO _x	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Каталитическая очистка газов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.9. Технологические показатели выбросов NO_x, CO, NH₃ от инсинераторных установок.

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *. **
1	2	3
1	NO _x ****	50–120***
2	CO*****	10-50
3	NH ₃ *****	2 – 10

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;

** для специализированных предприятий по уничтожению отходов путем сжигания

;

*** для действующих установок 50–150 мг/Нм³

**** NO_x – для всех видов отходов;

*****CO – для всех видов отходов;

*****NH₃– для отходов органического происхождения.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.2.4. Выбросы диоксинов, ПХДФ и углеводороды предельные C₁₂-C₁₉.

НДТ 19.

В целях сокращения выбросов Диоксинов, ПХДФ, углеводородов предельных от инсинераторных установок НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

--	--	--

№п/п	Техники	Применимость
1	Оптимизация процесса сжигания	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Охлаждение дымовых газов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Скрубберы сухой и полусухой очистки	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Мокрый скруббер с добавлением углеродного сорбента и активированного угля.	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.10. Технологические показатели выбросов Диоксинов, ПХДФ и углеводородов предельных от инсинераторных установок

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (нг I-TEQ/Нм ³) *, **	
		Новая установка	Действующая установка
1	Диоксины/в пересчете на 2,3,7,8-тетра-хлордибензо-1,4-диоксин. ***	0,01–0,04	0,01–0,06
2	Дибензофураны (ПХДФ) ****	0,01–0,06	0,01–0,08
3	Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉ ***** *	3–10 мг/Нм ³	

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;

** для специализированных предприятий по уничтожению отходов путем сжигания

;

*** диоксины/в пересчете на 2,3,7,8-тетра-хлордибензо-1,4-диоксин – для медицинских отходов, опасных химических отходов, нефтесодержащих отходов, загрязненных хлорсодержащими веществами, электронных и технических отходов, прочих отходов;

**** ПХДФ – для медицинских отходов, опасных химических отходов, нефтесодержащих отходов, загрязненных хлорсодержащими веществами, электронных и технических отходов, твердых отходов промышленности, прочих отходов;

*****Углеводороды предельные C₁₂-C₁₉ – для всех видов отходов.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.2.5. Выбросы ртути Hg

НДТ 20.

В целях сокращения выбросов ртути (Hg) от инсинераторных установок НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Мокрый скруббер (с низким рН и впрыскиванием добавок)	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Впрыск активированного угля для адсорбции ртути	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Добавление перекиси водорода в мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.11. Технологические показатели выбросов ртути (Hg) при уничтожении отходов от инсинераторных установок

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *· **
1	Hg***	0,005-0,02

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;

** для специализированных предприятий по уничтожению отходов путем сжигания

;

*** Hg – для медицинских отходов, опасных химических отходов, электронных и технических отходов, твердых отходов промышленности, прочих отходов.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.3. Выбросы загрязняющих веществ от пиролизных установок

6.3.3.1. Выбросы пыли

НДТ 21.

В целях сокращения выбросов пыли от пиролизных установок НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Циклоны	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим

		процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Рукавный фильтр	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ. На действующих установках применение может быть ограничено местом для установки.
3	Керамический и металлические фильтры	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Фильтры с импульсной очисткой	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.12. Технологические показатели выбросов пыли от пиролизных установок

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Пыль	2-5

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.3.2.3. Выбросы NO_x, CO, SO

НДТ 22.

В целях сокращения выбросов NO_x, CO, SO от пиролизных установок НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Оптимизация процесса сжигания	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Рециркуляция дымовых газов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Использование горелок с низким образованием NO _x	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим

4		процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Каталитическая очистка газов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Впрыск щелочных реагентов в котел (высокотемпературный впрыск)	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ (высокотемпературный пиролиз).

Описание НДТ приведено в разделе 5.4. Справочника по НДТ.

Таблица 6.13. Технологические показатели выбросов NO_x , CO , SO от пиролизных

установок

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *	
		Новая установка	Действующая установка
1	2	3	
1	NO_x	50-120	50-150
2	SO	5-30	5-40
3	CO	10-50	

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 5.

6.4. Управление водопользованием, удаление и очистка сточных вод

НДТ 23.

Наилучшей доступной техникой для удаления и очистки сточных вод является управление водным балансом предприятия. НДТ заключается в использовании одной из или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Внедрение системы оборотного водоснабжения и повторного использования воды в технологическом процессе	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Увеличение количества и/или мощности систем оборотного водоснабжения при строительстве новых заводов или модернизации/реконструкции существующих заводов.	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3		Общеприменимо к видам деятельности и технологическим

	Использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод	процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Разделение очищенных и неочищенных сточных вод, по возможности использование ливневых сточных вод;	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Отказ от использования питьевой воды для производственных линий.	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 4.5. Справочника по НДТ.

НДТ 24.

Наилучшей доступной техникой для снижения уровня загрязнения сточных вод веществами, является применение одной или нескольких приведенных ниже техник очистки сточных вод:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Отстаивание	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Химическое осаждение	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Адсорбция	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
4	Нейтрализация	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
5	Окисление	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Коагуляция, флокуляция	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
		Общеприменимо к видам деятельности и технологическим

7	Ионный обмен	процессам согласно области применения справочника по НДТ.
---	--------------	---

Описание НДТ приведено в разделе 5.5. Справочника по НДТ.

Таблица 6.14. Технологические показатели сбросов сточных водах при уничтожении и утилизации отходов термическим способом, поступающих в водные объекты

№ п/п	Параметр	Ед. измерения	НДТ-ТП*, **,***
1	Взвешенные вещества	мг/ дм ³	5-30
2	Общий органический углерод	мг/ дм ³	15-40
3	As	мг/ дм ³	0,01-0,05
4	Cd	мг/ дм ³	0,005-0,03
5	Cr	мг/ дм ³	0,01-0,1
6	Cu	мг/ дм ³	0,03-0,15
7	Hg	мг/ дм ³	0,001-0,01
8	Ni	мг/ дм ³	0,03-0,15
9	Pb	мг/ дм ³	0,02-0,06
10	Sb	мг/ дм ³	0,02-0,9
11	Tl	мг/ дм ³	0,005-0,03
12	Zn	мг/ дм ³	0,01-0,5
13	Аммонийный азот (NH ₄ -N)	мг/ дм ³	10-30
14	Сульфат (SO ₂)	мг/ дм ³	400–1 000
15	Полихлорированные дибензо парадиксоксины и дибензофураны (ПХДД/Ф)	нг I-TEQ/Нм ³	0,01–0,05

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;

**используемые показатели в местах выпуска очищенных потоков из установок по очистке сточных вод;

***необходимость измерений применима для веществ при условии их наличия/образования в технологическом процессе, а также в случае наличия соответствующих МВИ, средств измерений и аккредитованных организаций в Республике Казахстан.

Мониторинг, связанный с НДТ: см. НДТ 6.

6.5. Управление отходами

НДТ 25.

Чтобы предотвратить или, если предотвращение невозможно, сократить количество отходов, направляемых на утилизацию, НДТ подразумевают составление и выполнение

программы управления отходами в рамках СЭМ (см. НДТ 1), который обеспечивает, в порядке приоритетности, предотвращение образования отходов, их подготовку для переработки или уничтожения или иную утилизацию отходов.

НДТ 26.

В целях снижения количества отходов НДТ заключается в организации операций на объекте, для облегчения процесса повторного использования или их переработки с помощью использования одной и/или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Разделение зольного остатка от остатков очистки дымовых газов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Извлечение металлов из зольного остатка	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

6.6. Требования по ремедиации

Основная доля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу приходится на организованные источники через дымовые трубы.

Основные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу от специализированных мусоросжигательных заводов и установок — это продукты сгорания, такие как твердые вещества (пыль), включающие тяжелые металлы в форме солей и окислов (серебро, свинец, кадмий, сурьма, медь, цинк, хром, ртуть), диоксины и углеводороды, возникающие во ходе сжигания отходов в печах.

Величина воздействия деятельности производственных объектов при уничтожении и утилизации отходов термическим способом на подземные и поверхностные воды зависит от объема водопотребления и водоотведения, эффективности работы очистных сооружений, качественной характеристики сброса сточных вод на поля фильтрации, рельеф местности и в поверхностные водные объекты. Производственные стоки возникают только в случае, если система охлаждающей воды установки не имеет замкнутого контура.

Образующиеся в результате производственных и технологических процессов отходы могут передаваться на утилизацию/переработку сторонним организациям на договорной основе, частично используются для собственных нужд при заполнении выработанного пространства, часть отходов уничтожается путем сжигания.

Согласно Экологическому кодексу ремедиация проводится при выявлении факта экологического ущерба:

животному и растительному миру;

подземным и поверхностным водам;

землям и почве.

Таким образом, в результате деятельности предприятий по уничтожению и утилизации отходов термическим способом следующие негативные последствия наступают в результате загрязнения атмосферного воздуха и дальнейшего перехода загрязняющих веществ из одного компонента природной среды в другую:

загрязнение земель и почв в результате осаждения загрязняющих веществ из атмосферного воздуха на поверхность почв и дальнейшая их инфильтрация в поверхностные и подземные воды;

воздействие на животный и растительный мир.

При обнаружении фактов экологического ущерба компонентам природной среды по результатам производственного и (или) государственного экологического контроля, причиненного в результате антропогенного воздействия, и при закрытии и (или) ликвидации последствий деятельности, необходимо провести оценку изменения состояния компонентов природной среды в отношении состояния, установленного в базовом отчете или эталонного участка.

Лицо, действия или деятельность которого причинили экологический ущерб, должно предпринять соответствующие меры для устранения такого ущерба, чтобы восстановить состояние участка, следуя нормам Экологического кодекса (ст. 131–141 раздела 5) и Методическим рекомендациям по разработке программы ремедиации.

Помимо того, лицо, действия или деятельность которого причинили экологический ущерб, должно принять необходимые меры для удаления, сдерживания, или сокращения эмиссий соответствующих загрязняющих веществ, также для контрольного мониторинга в сроки и периодичность, для того чтобы, с учетом их текущего, или будущего утвержденного целевого назначения, участок больше не создавал значительного риска для здоровья человека, и не причинял ущерб от ее деятельности в отношении окружающей среды из-за загрязнения компонентов природной среды.

7. Перспективные техники

Данный раздел содержит информацию о новейших техниках, в отношении которых проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы или осуществляется их опытно-промышленное внедрение.

В процессе подготовки справочника НДТ его составители и члены ТРГ проанализировали целый ряд новых технологических, технических и управленческих решений, которые обсуждаются как в зарубежных странах, так и в Казахстане. Эти решения направлены на повышение эффективности производства, сокращение негативного воздействия на окружающую среду, оптимизацию ресурсопотребления. Они еще не получили широкого распространения, и составители справочника не располагают надежными сведениями о внедрении их на двух и более предприятиях.

7.1. Использование плазменных источников энергии

Использование плазменных источников энергии в установках термического уничтожения отходов представляет собой одну из самых современных и перспективных технологий. В основе метода лежит применение плазменной дуги, создающей очень высокие температуры (до 5 000 –7 000 °С), что позволяет полностью разрушать органические соединения, расплавлять неорганические компоненты и превращать их в инертные шлаки и стеклообразные массы.

Основными преимуществами плазменной технологии являются: высокий уровень разрушения вредных веществ, минимальное количество остаточных отходов, возможность утилизации сложных и опасных отходов (включая медицинские, химические, радиоактивные и др.), а также низкие выбросы вредных веществ благодаря высокой температуре процесса. Технология отличается компактностью, высокой энергонасыщенностью и возможностью автоматизации.

Плазменные установки могут использоваться как самостоятельные системы, так и в составе многоступенчатых линий переработки. Однако они требуют значительных затрат электроэнергии, наличия надежного источника электропитания и высокой квалификации персонала. В перспективе, по мере удешевления электроэнергии и развития технологий, плазменные установки могут стать одним из стандартов для утилизации сложных видов отходов в Казахстане и других странах.

7.2. Сверхкритическое окисление

Сверхкритическое окисление (англ. Supercritical Water Oxidation, SCWO) — это перспективная технология уничтожения отходов, основанная на окислении органических веществ в воде при сверхкритических условиях (температура выше 374 °С и давление выше 22 МПа). В этих условиях вода приобретает свойства как жидкости, так и газа, а кислород и органика полностью смешиваются, что позволяет эффективно разрушать загрязнители до безвредных соединений - CO, NO, N и минеральных солей.

SCWO идеально подходит для уничтожения жидких и пастообразных опасных отходов, таких как химические шламы, сточные воды с высоким содержанием органики, фармацевтические, биомедицинские и радиоактивные отходы. Технология обеспечивает почти полное уничтожение органических веществ (степень разрушения до 99,99 %) без образования диоксинов, фуранов или других токсичных побочных продуктов.

К преимуществам относятся высокая экологическая чистота, компактность оборудования и замкнутая технологическая цепочка. К ограничениям - высокая сложность конструкции, необходимость в устойчивых к коррозии и давлению материалах, а также значительные капитальные затраты. Однако при переработке высокоопасных или труднообрабатываемых отходов SCWO становится оптимальным решением, особенно в перспективе развития в РК при наличии подходящей инфраструктуры и государственной поддержки.

7.3. Комбинированные системы когенерации и улавливания CO

Комбинированные системы когенерации и улавливания CO представляют собой интегрированные технологические решения, направленные одновременно на повышение энергоэффективности и сокращение выбросов парниковых газов. В таких системах тепло, образующееся при термическом уничтожении отходов, используется для выработки электроэнергии и тепла (когенерация), а образующийся при этом углекислый газ — улавливается и может быть захоронен, либо использован повторно в промышленных целях.

Улавливание CO осуществляется с помощью химических (например, аминовых), физико-химических или мембранных технологий, интегрированных в газоочистную часть установки. После улавливания CO может быть сжат и направлен на длительное хранение (например, в истощенные газовые месторождения), либо использоваться повторно — в тепличных хозяйствах, производстве напитков, строительных материалах и т. д.

Данная технология позволяет добиться двойного эффекта: с одной стороны - существенно увеличить энергетическую отдачу за счет когенерации, с другой - снизить углеродный след предприятия. Она особенно актуальна в контексте ужесточающихся международных и национальных требований к сокращению выбросов CO, а также в условиях энергетической трансформации, к которой стремится Казахстан.

К ограничениям можно отнести высокую стоимость внедрения, необходимость адаптации систем очистки, а также технические сложности при утилизации или транспортировке уловленного CO. Тем не менее, при соответствующей государственной поддержке и наличии стабильного потока отходов с высоким содержанием углерода, такие системы являются одним из наиболее перспективных направлений в области "зеленой" модернизации отрасли.

7.4. Технология сжигания иловых осадков коммунальных очистных сооружений в кипящем слое катализатора

Влажные отходы после механического обезвоживания до влажности 70 – 75 масс. % подаются из усреднительного бункера, при помощи поршневых насосов подаются в псевдооживленный слой катализатора, где при температуре 700 – 750 °С происходит их сушка и сжигание без использования дополнительного топлива.

Ключевым блоком установки термokatалитической утилизации осадка в кипящем слое является реактор с катализатором, который представляет собой сферические гранулы с размером частиц 1.4 – 2.0 мм. Через вентиль, предварительно разогретый в нагревателе воздух, подается в реактор для поддержания режима псевдооживления частиц слоя (катализатора). После выхода установки на рабочий режим воздухонагреватель отключается.

Патрубок ввода осадка в реактор снабжен штуцером для ввода воды, при необходимости увлажнения поступающего ила. В случае падения температуры в слое,

в системе реализована возможность шнековой подачи дополнительного топлива (угля) из бункера топлива.

Дымовые газы, покидающие реактор, поступают в рекуператор, где нагревают воздух, подающийся в реактор. После рекуператора, отходящие газы попадают в экономайзер, где охлаждаются за счет нагрева воды. Расходы воды в экономайзере на охлаждение составляет 112000 кг/час. Вода в экономайзере циркулирует с теплообменником вода-вода для получения тепловой энергии. Охлажденные дымовые газы из экономайзера проходят через рукавный фильтр, в котором улавливаются твердые частицы золы. Зола собирается в бункер, а газы, через мокрый скруббер, попадают на сброс в дымовую трубу.

Лабораторные исследования процесса сжигания иловых осадков в кипящем слое катализатора на опытных установках показали, что процесс горения протекает с высокой эффективностью (степень выгорания составила > 98 %) и экологической безопасностью. Количество образующихся в результате горения токсичных веществ (CO , NO_x , SO_x , диоксины) находится значительно ниже предельно допустимых значений.

7.5. Беспламенное кислородное сжигание под давлением

Отходы сжигаются беспламенным сжиганием в атмосфере под давлением кислорода, углекислого газа и водяного пара при температуре 1 250 – 1 500 °С.

Условия работы внутри реактора окисления (время пребывания: > 2,5 секунд, температура 1 250 – 1 500 °С и давление 4 – 15 абсолютных бар) позволяют полностью сжигать входящие органические соединения (с незначительным образованием нежелательных органических побочных продуктов, таких как ПАУ, ПХДД/Ф и ПХБ). Высокая температура горения расплавляет негорючие материалы, образуя остеклованные шлаки. Эта высокая температура также представляет собой условие, которое термодинамически и кинетически подавляет преобразование диоксида серы в триоксид серы.

В стационарных условиях дымовые газы, выходящие из реактора, имеют температуру в пределах 1 250 – 1 500 °С. Часть дымовых газов возвращается в реактор для регулирования температуры горения. Другая часть смешивается гасителем с горячими дымовыми газами, выходящими из реактора, чтобы иметь совместимую температуру на входе в котел (600 – 750 °С).

Шлаки поступают по дну реактора, выходя через подогреваемый канал, чтобы избежать затвердевания. Таким образом, такой расплавленный материал поступает в водяной охладитель, где он затвердевает в стекловидной форме, дробясь на зерна размером 0,1 – 3 мм.

Дымовые газы обрабатываются для уменьшения количества пыли и кислот. Расход дымовых газов меньше из-за использования чистого кислорода вместо воздуха.

В реактор можно подавать жидкие и твердые вещества с водой и шламовыми отходами.

Осуществляется рекуперация тепла, производя пар при высоком давлении и температуре (до 600 °С и 240 бар) и используя конденсацию водяного пара дымовых газов, которая вносит около 10 – 15 % в общий тепловой баланс. В целом тепловой КПД установки может достигать 95 – 99 %.

Инвестиционные затраты: 25 – 30 млн. евро.

Эксплуатационные затраты: 5,5 млн. евро в год (для установки мощностью 15 МВт с номинальной мощностью 80 000 тонн/год твердых бытовых отходов, что соответствует эксплуатационным расходам 68,75 евро за тонну).

Производство энергии составляет 31 000 МВт·ч/год, что эквивалентно 0,39 МВт/т переработанных отходов.

8. Дополнительные комментарии и рекомендации

Справочник по НДТ подготовлен в соответствии со статьей 113 Экологического кодекса.

Первым этапом разработки справочника по НДТ было проведение КТА, в процессе которого была дана экспертная оценка текущего состояния предприятий Республики Казахстан по уничтожению и утилизации отходов термическим способом. Данный аудит позволил определить эффективность управления производством, применяемые средства автоматизации, анализ технологических возможностей и степень воздействия предприятий на окружающую среду. Также был проведен анализ соответствия технологий принципам НДТ.

Целью экспертной оценки являлось определение текущего технологического состояния отрасли в Республике Казахстан, а также оценка предприятий на соответствие параметрам НДТ.

Оценка соответствия критериям НДТ устанавливалась в соответствии с Директивой 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС "О промышленных выбросах и/или сбросах (о комплексном предупреждении и контроле загрязнений)", а также Методологией отнесения к НДТ, отраженной в разделе 2 настоящего справочника по НДТ.

В ходе КТА на основании литературных источников, нормативной документации и экологических отчетов были проведены анализ и систематизация информации об отрасли: о применяемых технологиях, оборудовании, выбросах и сбросах загрязняющих веществ, об образовании отходов производства, а также других аспектах воздействия на окружающую среду, энерго- и ресурсопотреблении.

Для сбора информации предприятиям на основании утвержденных шаблонов были направлены анкетные формы. Анализ предоставленных предприятиями данных позволяет сделать вывод о недостаточности информации по различным аспектам применения технологий, в том числе по технологическим показателям. В данной

редакции справочника использовались фактические имеющиеся результаты, предоставленные предприятиями.

Структура справочника по НДТ "Уничтожение и утилизация отходов термическим способом" составлена согласно действующим НПА Республики Казахстан, а также по результатам проведенного КТА.

К перспективным технологиям отнесены не только отечественные разработки, но также передовые технологии, применяемые на практике, но не внедренные на предприятиях в Республике Казахстан.

По итогам подготовки справочника по НДТ были сформулированы следующие рекомендации, касающиеся дальнейшей работы над настоящим справочником и внедрения НДТ:

предприятиям рекомендуется осуществлять сбор, систематизацию и хранение сведений об уровнях эмиссий загрязняющих веществ, в особенности маркерных, в окружающую среду, потребления сырья и энергоресурсов, а также о проведении модернизации основного и природоохранного оборудования, экономических аспектах внедрения НДТ;

при проектировании, эксплуатации, реконструкции, модернизации технологических объектов необходимо обратить внимание на мониторинг, контроль и снижение физических факторов воздействия на окружающую среду;

при модернизации технологического и природоохранного оборудования в качестве приоритетных критериев выбора новых технологий, оборудования, материалов следует использовать повышение энергоэффективности, ресурсосбережение, снижение негативного воздействия объектов производства на окружающую среду.

Библиография

1. Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года.
2. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 октября 2021 года № 775 "Об утверждении Правил разработки, применения, мониторинга и пересмотра справочников по наилучшим доступным технологиям".
3. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration/ Справочный документ по наилучшим доступным технологиям (НДТ) для сжигания отходов (2019 г.).
4. Исполнительное решение Комиссии (ЕС) 2019/2010 от 12 ноября 2016 года, в соответствии с Директивой 2010/75/EU по промышленным выбросам устанавливаются заключения по наилучшим доступным технологиям (НДТ) для сжигания отходов.
5. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector/Общие системы очистки/управления сточными водами и отработанными газами в химическом секторе.
6. Исполнительное решение Комиссии (ЕС) 2016/902 от 30 мая 2016 года, устанавливающее выводы о наилучших доступных методах в соответствии с

Директивой 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета для общих систем очистки/управления сточными водами и отработанными газами в химическом секторе (уведомление согласно документу С (2016).

7. Reference Document On Best Available Techniques For Energy Efficiency, EC 09/2021.

8. ИТС 9-2020 "Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами".

9. ИТС 48-2017 "Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности".

10. Directive (EU) 2024/1785 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 amending Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) and Council Directive 1999/31/EC on the landfill of waste (Text with EEA relevance)/Директива (ЕС) 2024/1785 Европейского парламента и Совета от 24 апреля 2024 года о внесении изменений в Директиву 2010/75/EU Европейского парламента и Совета о промышленных выбросах (комплексное предотвращение загрязнения и контроль за ним) и Директиву Совета 1999/31/ЕС о захоронении отходов.

11. https://www.vedomosti.ru/esg/protection_nature/columns/2023/03/16/966770-ozhidaetsya-что-2050-godu-obem-othodov-mire-virastet-do-34-mlrd-tonn?from=copy_text.

12. "Информационный обзор по результатам ведения государственного кадастра отходов за 2023 год" ЕИС ООС.

13. Приказ и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 06 августа 2021 года № 314 "Об утверждении Классификатора отходов".

14. ГОСТ Р 56828.17-2017 (Ресурсосбережение. Стратегии и методы термической обработки опасных отходов).

15. <https://aisger.kz/>.

16. Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 30 июля 2021 года № 275 "Об утверждении перечня отходов, не подлежащих энергетической утилизации".

17. Global Waste Management Outlook.

18. Статистический сборник. Охрана окружающей среды в Республике Казахстан 2019 – 2023 г.г.

19. Система селективного каталитического восстановления (СКВ). <https://ekokataliz.ru/baza-znaniy/ochistka-gazovyih-vyibrosov-promyishlennyih-predpriyatij/sistema-selektivnogo-kataliticheskogo-vosstanovleniya-skv-2/>.

20. Метод селективного некаталитического восстановления (СНКВ).

https://studref.com/521750/ekologiya/metod_selektivnogo_nekataliticheskogo_vosstanovleniya_snkv.

1. https://egov.kz/cms/ru/articles/ecology/waste_reduction_recycling_and_reuse.

22. <https://stat.gov.kz>.

23. Кодекс Республики Казахстан "О налогах и других обязательных платежах в бюджет" (Налоговый кодекс).

24. Smets, T., S. Vanassche and D. Huybrechts (2017), Guideline for determining the Best Available Techniques at installation level, VITO, Mol [Электронный ресурс].

25. Приказ и.о. Министра здравоохранения Республики Казахстан от 25 декабря 2020 года № ҚР ДСМ-331/2020 "Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к сбору, использованию, применению, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению отходов производства и потребления".

26. СТ РК 3699–2020 "Отходы производства и потребления. Иерархия управления отходами на всех этапах жизненного цикла".

27. СТ РК 3498–2019 "Опасные медицинские отходы. Требования к раздельному сбору, хранению, приему, транспортировке и утилизации (обезвреживанию)".

28. СТ РК 3822–2022 "Отходы. Оборудование по уничтожению и обезвреживанию опасных медицинских отходов. Общие технические требования".