



Об утверждении справочника по наилучшим доступным техникам "Восстановление отходов"

Постановление Правительства Республики Казахстан от 2 июня 2026 года № 206

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

1. Утвердить прилагаемый справочник по наилучшим доступным техникам "Восстановление отходов".

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

*Премьер-Министр
Республики Казахстан*

О. Бектенов

Утвержден
постановлением Правительства
Республики Казахстан
от 2 июня 2026 года № 206

Справочник

по наилучшим доступным техникам "Восстановление отходов"

Список схем/рисунков

Список таблиц

Глоссарий

Предисловие

Область применения

Принципы применения

1. Общая информация

1.1. Обзор отрасли по восстановлению отходов

1.2. Виды отходов и их образование

1.2.1. Медицинские и биологические отходы

1.2.2. Опасные отходы

1.2.3. Нефтедержащие отходы

1.2.4. Отходы органического происхождения

1.2.5. Отходы электрического и электронного оборудования

1.2.6. Твердые промышленные отходы

1.2.7. Жидкие отходы

1.2.8. Прочие отходы

1.2.9. Горнодобывающие и металлургические отходы

1.2.10. Пластмассовые и резинотехнические изделия

1.2.11. Коммунальные отходы

- 1.2.12. Промышленные и строительные отходы
- 1.3. Основные экологические проблемы
 - 1.3.1. Управление отходами, образующимися после процессов восстановления и не подлежащими дальнейшему восстановлению
 - 1.3.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
 - 1.3.3. Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты
 - 1.3.4. Воздействие на земельные ресурсы
- 1.4. Потребление энергоресурсов
- 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 (прием и подготовка отходов к восстановлению)
 - 3.2. Механическая и физическая переработка отходов
 - 3.3. Биологическая переработка отходов
 - 3.4. Физико-химическая переработка отходов
 - 3.5. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду
 - 3.6. Энергоэффективность
- 4. Общие наилучшие доступные техники для предотвращения и/или сокращения эмиссий и потребления ресурсов
 - 4.1. Система экологического менеджмента (СЭМ)
 - 4.2. Система энергетического менеджмента (СЭнМ)
 - 4.3. Мониторинг эмиссий
 - 4.3.1. Мониторинг выбросов в атмосферный воздух
 - 4.3.2. 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
 - 4.5.1. Обращение с концентратом обратноосмотических установок
 - 4.5.1.1. Вторичное использование солевого концентрата в рассольных системах охлаждения
 - 4.5.1.2. Получение вторичного сырья - сухих солей из концентрата водоподготовки
 - 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 восстановления отходов
 - 5.1.1. Внедрение автоматизированных систем при обнаружении и предотвращении пожара
 - 5.1.2. Применение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП)
 - 5.2. НДТ, в области энерго- и ресурсосбережения
 - 5.2.1. Использование рекуперации тепла
 - 5.2.2. Применение частотно-регулируемых приводов и энергоэффективных компрессоров
 - 5.2.3. Использование вторичных энергоресурсов
 - 5.3 НДТ, направленные на предотвращение и снижение неорганизованных выбросов
 - 5.3.1. Минимизация количества потенциальных неорганизованных источников эмиссий
 - 5.3.2. Программа обнаружения утечек и ремонта (ОИРУ)
 - 5.4. Техники для механической и физической обработки отходов
 - 5.4.1. Воздействие силовых полей (гравитационного, центробежного, электрического, магнитного)
 - 5.4.2. Фильтрация
 - 5.4.3. Термическая десорбция
 - 5.4.4. Термомеханическое разделение на фазы
 - 5.4.5. Бародеструкционная технология изделий из резины, утративших потребительские свойства, в том числе резиновых шин, покрышек и камер
 - 5.4.6. Измельчение
 - 5.4.7. Метод повторного плавления полимерных отходов для получения изделий экструзией или литьем под давлением
 - 5.4.8. Стерилизация медицинских отходов
 - 5.4.9. Дистилляция (регенерация)
 - 5.4.10. Конденсация и криогенная конденсация

5.5. Техники для биологической обработки отходов

5.5.1. Биоремедиация

5.5.2. Фиторемедиация

5.5.3. Утилизация биоэнергетическим методом сушки в замкнутом контуре

5.5.4. Технология компостирования

5.5.5. Технология сбраживания органических отходов, собранных отдельно или выделенных при сортировке твердых бытовых отходов

5.5.6. Технология сушки органических отходов, собранных отдельно

5.5.7. Когенерация

5.6. Техники для физико-химической обработки отходов

5.6.1. Адсорбция

5.6.2. Селективное растворение (ионообменная очистка)

5.6.3. Сорбционный метод

5.6.4. Стабилизация

5.6.5. Инертизация опасных отходов (in-situ и ex-situ)

5.6.6. Использование гуминовых препаратов

5.6.7. Капсулирование

5.6.8. Пиролиз отходов

5.6.9. Переработка жидких углеводородных отходов методом термокаталитического крекинга

5.7. НДТ, направленные на предотвращение и снижение организованных выбросов

5.7.1. Рукавные фильтры

5.7.2. Фильтры с импульсной очисткой

5.7.3. Керамические и металлические фильтры

5.7.4. Циклоны

5.7.5. Электрофильтры

5.7.6. Мокрый скруббер

5.7.7. Скрубберы сухой и полусухой очистки

5.7.8. Применение методов для снижения выбросов ртути

5.7.8.1. Мокрая очистка с низким рН и впрыскиванием добавок

5.7.8.2. Впрыск активированного угля для адсорбции ртути

5.7.8.3. Добавление перекиси водорода в мокрые скрубберы

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

5.8.1. Отстаивание

5.8.2. Химическое осаждение

5.8.3. Адсорбция с применением активированного угля

5.8.4. Нейтрализация

5.8.5. Окисление

5.8.6. Коагуляция, флокуляция.

5.8.7. Ионный обмен

5.8.8. Биологическая очистка

5.8.9. Флотация

5.8.10. Биофильтр

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

6. Заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам

6.1. Общие НДТ

6.1.1. Система экологического менеджмента

6.1.2. НДТ в области энергосбережения и повышения энергоэффективности

6.1.2.1. Управление энергопотреблением, энергоэффективностью

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 механической и физической переработке отходов

6.3.1.1. Выбросы пыли и металлов

6.3.1.2. Выбросы ртути Hg

6.3.1.3. Выбросы серной кислоты H₂SO₄

6.3.1.4. Выбросы летучих органических соединений и углеводородов предельных C_nH_{2n+2}

6.3.2. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников при биологической обработке отходов

6.3.2.1. Выбросы пыли и летучие органические соединения

6.3.2.2. Выбросы аммиака NH₃ и метана CH₄

6.3.3. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников при физико-химической обработке отходов

6.3.3.1. Выбросы пыли и металлов

6.3.3.2. Выбросы летучих органических соединений и углеводородов предельных C_nH_{2n+2}

6.3.3.3. Выбросы гидрохлорида HCl (соляная кислота, водород хлорид) и серной кислоты H₂SO₄

6.3.3.4. Выбросы ртути Hg

6.4. Управление водопользованием, удаление и очистка сточных вод

6.5. Управление отходами

6.6. Требования по ремедиации

7. Перспективные техники

7.1. Восстановление синтетического плавикового шпата из сельскохозяйственных отходов

7.2. Переработка несортированных разнородных пластиковых отходов

7.3. Инновационные технологии производства технических промышленных газов

7.4. Переработка нефтесодержащих отходов методом термокаталитического крекинга с использованием маслорастворимых катализаторов

7.5. Гидротермальная карбонизация (Hydrothermal Carbonization)

7.6. Каталитическое разложение пластиковых отходов в топливо

7.7. Электрохимическая переработка органических отходов в водород

7.8. Вращающиеся реакторы для переработки отходов

7.9. Сверхкритическая экстракция металлов из отходов электроники

8. Дополнительные комментарии и рекомендации

Библиография

Оглавление

Список схем/рисунков

Рисунок 1.1.	Иерархия мер управления отходами.
Рисунок 1.2.	Доля потребления энергии при восстановлении и переработке отходов, %.
Рисунок 5.1.	Конструкция рукавного фильтра.
Рисунок 5.2.	Базовая схема устройства циклона.
Рисунок 5.3.	Схема устройства электрофильтра (показаны только две зоны).
Рисунок 5.4.	Радиальный мокрый скруббер.
Рисунок 5.5.	Принцип горизонтального отстойника.

Список таблиц

Таблица 1.1.	Образование промышленных отходов и уровень их переработки
Таблица 1.2.	Образование твердых бытовых отходов и уровень их переработки
Таблица 1.3.	Образование твердых бытовых отходов и уровень их переработки в разрезе регионов
Таблица 1.4.	Образование коммунальных отходов

Таблица 1.5.	Образование коммунальных отходов в разрезе регионов
Таблица 1.6.	Образование опасных отходов и уровень их переработки
Таблица 1.7.	Образование опасных отходов и уровень их переработки в разрезе регионов
Таблица 1.8.	Образование, использование и обезвреживание опасных отходов производства
Таблица 1.9.	Образование опасных отходов по видам экономической деятельности
Таблица.2.1.	Ориентировочные справочные значения осуществимости инвестиций в охрану окружающей среды
Таблица 3.1.	Технологические показатели по выбросам загрязняющих веществ по основным процессам за 2022 - 2023 годы (Предприятие №1)
Таблица 3.2.	Технологические показатели по выбросам загрязняющих веществ по основным процессам (Предприятие №2)
Таблица 3.3.	Технологические показатели по выбросам загрязняющих веществ по основным процессам за 2022 - 2023 годы (Предприятие №3)
Таблица 3.4.	Технологические показатели по сбросам загрязняющих веществ (Предприятие №3)
Таблица 3.5.	Удельные показатели энергии на процесс подготовки отходов при его восстановлении
Таблица 3.6.	Общие удельные расходы энергии на переработку отходов
Таблица 5.1.	Сравнение различных систем тканевых фильтров
Таблица 5.2.	Эффективность очистки и уровни выбросов, связанные 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 механической и физической переработке отходов
Таблица 6.3.	Технологические показатели выбросов ртути (Hg) при механической и физической переработке отходов
Таблица 6.4.	Технологические показатели выбросов серной кислоты H ₂ SO ₄ при механической и физической переработке отходов
Таблица 6.5.	Технологические показатели выбросов летучих органических соединений и углеводородов

	предельных C_nH_{2n+2} при механической и физической переработке отходов
Таблица 6.6.	Технологические показатели выбросов пыли и летучих органических соединений при биологической переработке отходов
Таблица 6.7.	Технологические показатели выбросов пыли и летучих органических соединений при биологической переработке отходов
Таблица 6.8.	Технологические показатели выбросов пыли и металлов при физико-химической переработке отходов
Таблица 6.9.	Технологические показатели выбросов летучих органических соединений и углеводородов предельных C_nH_{2n+2} при физико-химической переработке отходов
Таблица 6.10.	Технологические показатели выбросов гидрохлорида HCl и серной кислоты H ₂ SO ₄ при физико-химической переработке отходов
Таблица 6.11.	Технологические показатели выбросов ртути (Hg) при физико-химической переработке отходов
Таблица 6.12.	Технологические показатели сбросов сточных вод при восстановлении отходов, поступающих в поверхностные водные объекты

Глоссарий

Настоящий глоссарий предназначен для облегчения понимания информации, содержащейся в настоящем справочнике по наилучшим доступным техникам "Восстановление отходов" (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:

движущая сила внедрения	-	причины реализации технологии, например законодательство, улучшение качества продукции;
		наиболее эффективная и передовая стадия развития видов

наилучшие доступные техники -

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;

справочник по наилучшим доступным техникам -

документ, являющийся результатом соответствующего обмена информацией между заинтересованными сторонами, разработанный для определенных видов деятельности и включающий уровни эмиссий, объемов образования, накопления, восстановления и захоронения основных производственных отходов, уровни потребления ресурсов и технологические показатели, связанные с применением наилучших доступных техник, а также заключение, содержащее выводы по наилучшим доступным техникам и любым перспективным техникам;

технологические показатели, связанные с применением наилучших доступных техник -

диапазон уровней эмиссий (концентраций загрязняющих веществ), которые могут быть достигнуты при нормальных условиях эксплуатации объекта с применением одной или нескольких наилучших доступных техник, описанных в заключении по наилучшим доступным техникам, с учетом усреднения за определенный период времени и при определенных условиях;

процесс экспертной оценки применяемых на предприятиях техник (технологий, способов, методов, процессов, практик, подходов и решений), направленных на предотвращение

комплексный технологический аудит	-	и (или) минимизацию негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, в том числе путем сбора соответствующих сведений и (или) посещений объектов, подпадающих под области применения наилучших доступных техник;
Кросс-медиа эффекты	-	возможный сдвиг экологической нагрузки от одного компонента окружающей среды к другому. Любые побочные эффекты и отрицательные последствия, вызванные внедрением технологии;
опасные вещества	-	вещества или группы веществ, которые обладают одним или несколькими опасными свойствами, такими, как токсичность, стойкость и биоаккумулятивность, или классифицируются как опасные для человека или окружающей среды;
достигнутые экологические выгоды	-	основное воздействие(я) на окружающую среду, которое должно рассматриваться с помощью технологии (процесса или борьбы), включая достигнутые значения сбросов и эффективность работы. Экологические выгоды метода по сравнению с другими;
окружающая среда	-	совокупность окружающих человека условий, веществ и объектов материального мира, включающая в себя природную и антропогенную среду;
воздействие на окружающую среду	-	любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом экологических аспектов объектов;
		автоматизированная система производственного

автоматизированная система мониторинга эмиссий в окружающую среду	-	<p>экологического мониторинга, отслеживающая показатели эмиссий в окружающую среду на основных стационарных источниках эмиссий, которая обеспечивает передачу данных в информационную систему мониторинга эмиссий в окружающую среду в режиме реального времени, в соответствии с Правилами ведения автоматизированной системы мониторинга эмиссий в окружающую среду при проведении производственного экологического контроля, утвержденными уполномоченным органом в области охраны окружающей среды;</p>
сброс загрязняющих веществ	-	<p>поступление содержащихся в сточных водах загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, недра или на земную поверхность;</p>
загрязнение	-	<p>прямое или опосредованное внесение в результате деятельности человека веществ, вибрации, высоких температур или шума в атмосферу, водную среду или на земную поверхность, следствием чего является нанесение вреда здоровью человека или ухудшение окружающей среды; порча имущества; снижение качества или невозможность законного использования природных (и иных) благ окружающей среды;</p>
маркерные загрязняющие вещества	-	<p>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</p>

мониторинг	-	<p>оценить значения эмиссий всех загрязняющих веществ, входящих в группу;</p> <p>систематическое наблюдение за изменениями определенной химической или физической характеристики выбросов, сбросов, потребления, эквивалентных параметров или технических мер и т.д.;</p>
перспективные техники	-	<p>техники с потенциалом улучшения экологической эффективности, но которые еще не были коммерчески применены или которые все еще находятся на стадии исследований и разработок;</p>
технологические показатели	-	<p>уровни эмиссий, связанные с применением наилучших доступных техник, выраженные в виде предельного количества (массы) маркерных загрязняющих веществ на единицу объема эмиссий (мг/Нм³, мг/дм³) и (или) количества потребления электрической и (или) тепловой энергии, иных ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги, которые могут быть достигнуты при нормальных условиях эксплуатации объекта с применением одной или нескольких наилучших доступных техник, описанных в заключении по наилучшим доступным техникам, с учетом усреднения за определенный период времени и при определенных условиях;</p>
эффективность	-	<p>достижение каких-либо определенных результатов с минимально возможными издержками или получение максимально возможного объема продукции из данного количества ресурсов;</p>

непрерывные измерения	-	<p>круглосуточные измерения, допускающие перерывы для проведения ремонтных работ, устранения дефектов, пусконаладочных, поверочных, калибровочных работ;</p> <p>документ, удостоверяющий право индивидуальных предпринимателей и юридических лиц на осуществление негативного воздействия на окружающую среду и определяющий экологические условия осуществления деятельности;</p>
экологическое разрешение	-	
эмиссия	-	<p>прямой или опосредованный выпуск в воздушную, водную среду или на земную поверхность веществ, вибрации, высоких температур или шума, возникающих из точечных или рассеянных источников, имеющих в установке;</p> <p>процесс термokatалитической переработки нефтяных фракций, где под действием температуры, давления и катализатора тяжелые углеводороды расщепляются на более легкие, высокооктановые компоненты бензина, газойля и углеводородные газы.</p>
термокatalитический крекинг	-	

Аббревиатуры и их расшифровка

Аббревиатура		Расшифровка
АО	-	акционерное общество
ИТС	-	информационно-технический справочник
НДТ	-	наилучшая доступная техника
ЕС	-	Европейский Союз
ЕЭС	-	Европейское экономическое сообщество
ЧРП	-	частотно-регулируемый привод
ТОО	-	товарищество с ограниченной ответственностью
КТА	-	комплексный технологический аудит

НПА	-	нормативно-правовой акт
ПДК	-	предельно-допустимая концентрация
СЭМ	-	система экологического менеджмента
СЭнМ	-	система энергетического менеджмента
ЭНК	-	экологический норматив качества
ОЭСР	-	Организация экономического сотрудничества и развития
ТРГ	-	техническая рабочая группа
ТБО	-	твердыебытовые отходы
АСУТП	-	автоматизированная система управления технологическими процессами
ТТК	-	термокаталитический крекинг
ЗВ	-	загрязняющие вещества
ЛОС	-	летучие органические соединения
ЗТ	-	"зеленый" тариф
КУС	-	каменноугольная смола
ФУС	-	фракции каменноугольной смолы
ПТФЭ	-	политетрафторэтилен
ФКИ	-	фильтр керамический импульсный
ПХДД/Ф	-	полихлордibenзо-п-диоксины и фураны
ДДГ	-	десульфуризация дымовых газов
ВМС	-	высокомолекулярные соединения
ПАА	-	полиакриламид
ПДМАЭА	-	полидиметиламиноэтилакрилаты
ПАВ	-	поверхностно-активные вещества
DAF	-	флотация растворенным воздухом
IAF	-	принудительная флотация воздухом
ВСГ	-	водородсодержащие газы

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, гидроксид кальция
FeO	оксид железа
Fe ₂ O ₃	оксид железа трехвалентный
H ₂ O ₂	перекись водорода
H ₂ S	сероводород

H ₂ SO ₄	серная кислота
HCl	хлористоводородная кислота
HF	фтороводородная кислота
HNO ₃	азотная кислота
K ₂ O	оксид калия
MgO	оксид магния, магнезия
MnO	оксид марганца
NaOH	гидроокись натрия
NaCl	хлорид натрия
CaC ₂	карибид кальция
CaCl ₂	хлорид калия
Na ₂ CO ₃	карбонат натрия
Na ₂ SO 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	Длина	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	Давление	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 разработан 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).

Перечень областей применения НДТ утвержден приложением 3 к Экологическому кодексу Республики Казахстан.

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) Директива №2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского Союза "О промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним)";

2) Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment/ Наилучшие доступные техники (НДТ) Справочный документ по обращению с отходами;

3) Исполнительное решение Комиссии (ЕС) 2018/1147 от 10 августа 2018 г., устанавливающее выводы о наилучших доступных методах в соответствии с Директивой 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета по обращению с отходами (уведомление согласно документу С (2018) 5070;

4) Reference Document On Best Available Techniques For Energy Efficiency, EC 09/2021;

5) ИТС 15-2021 "Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)";

6) ИТС 52-2022 "Обращение с отходами I и II классов опасности";

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

8) Industrial Emissions Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and Control /Директива 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета ЕС "О промышленных выбросах и/или сбросах (о комплексном предупреждении и контроле загрязнений)".

Внедрение НДТ предусматривает индивидуальный подход к выбору НДТ с учетом экономики конкретного предприятия и готовности предприятия к переходу на принципы НДТ, выбора страны производителя НДТ, мощностных показателей, габаритов НДТ и степени локализации НДТ.

Модернизация производственных мощностей с применением современных и эффективных техник будет способствовать ресурсосбережению и оздоровлению окружающей среды до соответствующих уровней, отвечающих эмиссиям 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 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 "Восстановление отходов".

Взаимосвязь с другими справочниками по НДТ

Справочник по НДТ имеет взаимосвязь с отраслевыми и межотраслевыми справочниками по НДТ, охватывающими процессы управления отходами.

Область применения

В соответствии с нормами Экологического кодекса Республики Казахстан (далее - Экологический кодекс) настоящий справочник по НДТ распространяется на следующий вид деятельности: восстановление отходов.

Справочник по НДТ распространяется на процессы, связанные с видами деятельности, приведенными в приложении 3 Экологического кодекса и не ограничен каким-либо одним из видов деятельности, перечисленных в данном приложении с учетом действующего экологического законодательства в части восстановления отходов.

Область применения настоящего межотраслевого справочника по НДТ определена членами технической рабочей группы по разработке справочника по НДТ "Восстановление отходов".

Настоящий документ включает в себя описание общих подходов, методов и другие соответствующие аспекты, касающиеся восстановления отходов.

Справочник по НДТ не распространяется на:

радиоактивные отходы;

отходы или технологические остатки от основных процессов, требования к которым предусмотрены отраслевыми справочниками по НДТ;

утилизацию или вторичную переработку туш животных или отходов животноводства;

утилизацию отходов в качестве заменителя сырья на установках, осуществляющих деятельность, охватываемую отраслевыми справочниками по НДТ (например, прямое извлечение свинца из аккумуляторов; солей цинка или алюминия, извлечение металлов из катализаторов;

переработку бумаги для вторичной переработки;

использование отходов в качестве топлива/сырья в установках по энергетической утилизации;

уничтожение отходов;

энергетическую утилизацию;

захоронение отходов;

обработку шлаков и зольной пыли от установок сжигания, предусмотренных отраслевым справочником по НДТ;

регенерацию отработанных кислот и щелочей, в процессах, предусмотренных отраслевыми справочниками по НДТ;

вспомогательные процессы, необходимые для бесперебойной эксплуатации производства, а также на внештатные режимы эксплуатации, связанные с планово-предупредительными и ремонтными работами;

вопросы, касающиеся обеспечения промышленной безопасности или охраны труда.

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 "Восстановление отходов".

Принципы применения

Статус документа

Справочник по НДТ предназначен для информирования операторов объекта/объектов, уполномоченных государственных органов и общественности об НДТ и любых 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 управления отходами в части восстановления отходов 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:

использование передовых технологий - уровень развития и эффективность технологий, уже применяемых в промышленности;

экономическая целесообразность - стоимость внедрения и эксплуатации технологии в сравнении с ее экологической эффективностью;

снижение негативного воздействия на окружающую среду - способность технологии минимизировать выбросы, сбросы и образование отходов;

рациональное использование ресурсов и энергоэффективность - сокращение потребления сырья, энергии и воды;

масштабируемость и доступность - возможность применения технологии в различных масштабах и географических регионах;

соответствие законодательству - учет международных и национальных экологических норм и стандартов;

практический опыт и доказанная эффективность - подтвержденные результаты применения технологии на предприятиях.

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 восстановлению отходов в Республике Казахстан, структуре отрасли, используемым промышленным процессам и техникам;

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

раздел 3: даны 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: предложены 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: дано 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 процессов восстановления отходов, а также описание основных экологических проблем, характерных для области применения настоящего справочника по НДТ.

В соответствии с Экологическим кодексом отходами признаются любые вещества, материалы или предметы, образовавшиеся в результате производственной деятельности, выполнения работ, оказания услуг или потребления (включая товары, утратившие потребительские свойства). К ним относятся объекты, которые владелец

прямо признает отходами, либо должен направить на удаление или восстановление в соответствии с законодательством, либо намеренно подвергает операциям по удалению или восстановлению.

К отходам не относятся:

1) вещества, выбрасываемые в атмосферу в составе отходящих газов (пылегазовоздушной смеси);

2) сточные воды;

3) загрязненные земли в их естественном залегании, включая неснятый загрязненный почвенный слой;

4) объекты недвижимости, прочно связанные с землей;

5) снятые незагрязненные почвы;

6) общераспространенные твердые полезные ископаемые, которые были извлечены из мест их естественного залегания при проведении земляных работ в процессе строительной деятельности и которые в соответствии с проектным документом используются или будут использованы в своем естественном состоянии для целей строительства на территории той же строительной площадки, где они были отделены;

7) огнестрельное оружие, боеприпасы и взрывчатые вещества, подлежащие утилизации в соответствии с законодательством РК в сфере государственного контроля за оборотом отдельных видов оружия.

Процессы управления отходами включают комплекс операций от момента образования до окончательного удаления. К операциям по управлению отходами относятся:

1) накопление отходов на месте их образования;

2) сбор отходов;

3) транспортировка отходов;

4) восстановление отходов;

5) удаление отходов;

6) вспомогательные операции, выполняемые в процессе осуществления операций, предусмотренных подпунктами 1), 2), 4) и 5) настоящего пункта;

7) проведение наблюдений за операциями по сбору, транспортировке, восстановлению и (или) удалению отходов;

8) деятельность по обслуживанию ликвидированных (закрытых, выведенных из эксплуатации) объектов удаления отходов.

Восстановлением отходов признается любая операция, направленная на сокращение объемов отходов, главным назначением которой является использование отходов для выполнения какой-либо полезной функции в целях замещения других материалов, которые в противном случае были бы использованы для выполнения указанной

функции, включая вспомогательные операции по подготовке данных отходов для выполнения такой функции, осуществляемые на конкретном производственном объекте или в определенном секторе экономики.

К операциям по восстановлению отходов относятся:

- 1) подготовка отходов к повторному использованию;
- 2) переработка отходов;
- 3) утилизация отходов.

Подготовка отходов к повторному использованию включает в себя проверку состояния, очистку и (или) ремонт, посредством которых ставшие отходами продукция или ее компоненты подготавливаются для повторного использования без проведения какой-либо иной обработки.

Под переработкой отходов понимаются механические, физические, химические и (или) биологические процессы, направленные на извлечение из отходов полезных компонентов, сырья и (или) иных материалов, пригодных для использования в дальнейшем в производстве (изготовлении) продукции, материалов или веществ вне зависимости от их назначения.

Под обезвреживанием отходов понимается механическая, физико-химическая или биологическая обработка отходов для уменьшения или устранения их опасных свойств.

Под утилизацией отходов понимается процесс использования отходов в иных, помимо переработки, целях, в том числе в качестве вторичного энергетического ресурса для извлечения тепловой или электрической энергии, производства различных видов топлива, а также в качестве вторичного материального ресурса для целей строительства, заполнения (закладки, засыпки) выработанных пространств (пустот) в земле или недрах, или в инженерных целях при создании или изменении ландшафтов.

Приведенные определения и классификации формируют единую правовую и технологическую основу для справочника в области восстановления отходов, устанавливая четкие критерии отнесения материалов к отходам и исключая дублирование регулирования для объектов, не подпадающих под это понятие. Систематизация процессов управления отходами, включая накопление, сбор, транспортировку, восстановление и удаление, позволяет разрабатывать эффективные технологические регламенты, уделяя особое внимание методам восстановления и утилизации. Акцент на восстановление соответствует принципам циклической экономики, заложенным в Экологическом кодексе РК, и способствует максимальному вовлечению вторичных ресурсов в хозяйственный оборот. Исключение из категории отходов таких объектов, как атмосферные выбросы, сточные воды и недвижимость, помогает оптимизировать нормативную базу и сосредоточиться на управлении именно теми материалами, которые требуют переработки или безопасного захоронения. Данные положения должны применяться при разработке технологических решений, отраслевых стандартов и инструкций, обеспечивая экологически безопасное и

экономически эффективное управление с отходами в соответствии с современными требованиями устойчивого развития.

Восстановление отходов осуществляется в соответствии с требованиями: действующих правил разработки программы управления отходами; действующего классификатора отходов; действующих перечней отходов, не подлежащих энергетической утилизации; перечня национальных стандартов в области управления отходами.

Аспекты управления отходами в настоящем справочнике по НДТ рассматриваются только в отношении процессов:

подготовки отходов к повторному использованию, включающей проверку состояния, очистку и (или) ремонт, посредством которых ставшие отходами продукция или ее компоненты подготавливаются для повторного использования без проведения какой-либо иной обработки.

переработки отходов, подразумевающей механические, физические, химические и (или) биологические процессы, направленные на извлечение из отходов полезных компонентов, сырья и (или) иных материалов, пригодных для дальнейшего использования в производстве (изготовлении) продукции, материалов или веществ вне зависимости от их назначения, за исключением случаев, предусмотренных в настоящем справочнике.

утилизации отходов, охватывающей использование отходов в иных, помимо переработки, в качестве вторичного материального ресурса для строительства, заполнения (закладки, засыпки) выработанных пространств (пустот) в земле или недрах либо в инженерных целях при создании или изменении ландшафтов;

а также вспомогательных операций по подготовке отходов для выполнения указанной функции, осуществляемых на конкретном производственном объекте или в определенном секторе экономики.

1.1. Обзор отрасли по восстановлению отходов

Международный опыт

Промышленные отходы представляют собой побочные продукты производственной деятельности, включая металлургические, химические, строительные, пищевые и другие сектора. Эти отходы могут быть как опасными, так и неопасными и существенно различаются по физико-химическим характеристикам.

По оценке Statista, в мире ежегодно образуется более 2,3 млрд. тонн промышленных отходов. Однако глобально агрегированная статистика, охватывающая исключительно промышленные отходы (вне ТКО и сельского хозяйства), ограничена. В США, согласно данным Агентства по охране окружающей среды (EPA), объем промышленных отходов составляет порядка 7,6 млрд. тонн в год, включая отходы горнодобывающей и перерабатывающей отраслей. В Европейском Союзе общий объем

отходов в 2022 году составил 1 992 млн. тонн, из которых 48,8 % пришлись на горнодобывающую отрасль и 10,2 % на обрабатывающую промышленность (по данным Eurostat).

Наиболее проблемные регионы включают Китай и Индию, где наблюдается интенсивный промышленный рост при отсутствии развитой инфраструктуры обращения с отходами, а также страны Латинской Америки и Юго-Восточной Азии, в которых высокая доля отходов утилизируется несанкционированно. В США также сохраняется высокая генерация отходов и экспорт части опасных потоков в соседние страны.

По региональному распределению образования промышленных отходов на Азию приходится 43,3 %, на Европу - 25,7 %, на Северную Америку - 17,4 % и на остальные регионы - 13,6 %.

Мировой рынок переработки и восстановления промышленных отходов в 2024 году оценивался в \$30 млрд. и, по прогнозам The Business Research Company, может достичь \$78 млрд. к 2034 году при среднегодовом темпе роста около 6 %. Основные направления переработки включают металлы (38,5 %), неопасные промышленные отходы (68,4 %) и опасные отходы, включая электронные и химические (31,6 %).

В Европейском Союзе уровень переработки и восстановления отходов в 2022 году достиг 61,4 %, включая переработку (40,8 %), засыпку (14,2 %) и энергоутилизацию (6,4 %). В Японии уровень вовлечения отходов в повторное использование и энергетическую утилизацию составляет около 70 %. В США действует более 300 центров восстановления материалов (MRF), а общий годовой оборот в данной сфере превышает \$ 6,6 млрд.

Согласно отчету Global Waste Management Outlook, ежегодно в мире образуется более 2 млрд. тонн твердых коммунальных отходов (ТКО). Прогнозы показывают, что при отсутствии эффективных мер по управлению отходами их объем к 2050 году может достичь 3,8 млрд. тонн. Рост населения, урбанизация и увеличение потребления являются основными причинами роста объемов ТКО. Страны с высоким уровнем доходов, на которые приходится 16 % мирового населения, производят примерно 34 % мировых отходов (683 млн. тонн по данным 2016 года). В то же время, в развитых странах уровень захоронения отходов снижен до 39 % благодаря переработке (35 %) и сжиганию (22 %), тогда как в странах с доходом выше среднего этот показатель достигает 54 %.

На глобальном уровне перерабатывается лишь 19 % ТКО, включая металлы, стекло, бумагу и картон. Уровень переработки существенно различается между странами: в развитых странах он превышает 50 %, тогда как в Африке и Южной Америке не превышает 5 %. В 2020 году прямые мировые затраты на управление отходами составили 252 млрд. долларов США. Однако с учетом скрытых затрат, связанных с загрязнением и изменением климата, сумма возрастает до 361 млрд. долларов. Без

проведения срочных реформ и модернизации систем обращения с отходами к 2050 году ежегодные затраты могут достичь 640,3 млрд. долларов США. Основным фактором роста затрат являются увеличение объемов отходов и неустойчивые модели потребления.

Казахстанская практика

Создание системы эффективного управления отходами является одним из ключевых направлений Концепции по переходу к "зеленой экономике". Динамика образования и переработки отходов является важным показателем эффективности этой системы.

Основными источниками образования и накопления промышленных отходов в Республике Казахстан являются хвостохранилища, шламонакопители, золоотвалы, отвалы вскрышных пород, а также иные объекты размещения горнодобывающих, металлургических, нефтегазовых и теплоэнергетических предприятий, содержащие полезные компоненты и (или) полезные ископаемые. Промышленное значение отходов определяется их вещественным составом и сроком хранения.

В стране накоплено порядка 31,6 млрд. тонн промышленных отходов. Ежегодно образуется около 1 млрд. тонн, включая вскрышную породу и золошлаки (70 % от общего объема), отходы обрабатывающей промышленности (10 % от общего объема) и прочей деятельности (20 %).

В горнодобывающей отрасли в основном образуются пустые и вскрышные породы, вместе с тем значительная часть их может также состоять из хвостов, образующихся в результате дробления и обогащения руды, содержащие в зависимости от вида руды и технологий ее переработки тяжелые металлы, реагенты от процессов переработки, сгустители и т.д.

Вскрышные породы - горнорудные отходы, отходы добычи полезных ископаемых. Большое количество пустой породы поднимается на поверхность земли, измельчается и направляется в отвалы в виде вскрышной породы. Горно-обогащительные комбинаты сбрасывают в отвалы большое количество флотационных хвостов, образующихся, в частности, при переработке руд цветных металлов. Отходы угледобычи и углеобогащения образуются на углеобогащительных фабриках. Добываемые породы и отходы промышленной переработки рудных полезных ископаемых отличаются по генезису, минеральному составу, структуре и текстуре.

Отходы обогащения текущего выхода сохраняют первичные физико-механические свойства и химический состав. Они могут пройти дополнительные стадии комбинированного обогащения, минуя все другие стадии (складирование и прочие).

Основная доля (порядка 70 %) промышленных отходов приходится на горнодобывающую отрасль. Отходы добычи твердых полезных ископаемых образуются в результате выделения твердых полезных ископаемых из горной массы в процессе их извлечения из недр. К ним относятся вскрыша, вмещающая порода, пыль,

бедная (некондиционная) руда, отходы переработки, образуемые в результате деятельности горно-обогачительных производств (хвосты и шламы обогащения) и (или) химико-металлургических производств (шлаки, кеки, клинкеры и другие аналогичные виды отходов металлургического передела. Нефтегазовая промышленность РК включает в себя образование отходов при добыче, переработке и транспортировке углеводородов. Основными отходами при добыче углеводородов являются отходы бурения - буровые шламы и растворы, при переработке нефти - нефтешламы (смеси воды, нефти и осадков), серосодержащие отходы, масла, содержащие кислоты, битум, при транспортировке газа - отходы, содержащие ртуть, серу, образующиеся при очистке газа. Одной из актуальных экологических проблем является загрязнение почв тяжелыми металлами и нефтепродуктами. Загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами вызывает практически полную депрессию функциональной активности почвенной микрофлоры. Изменяются физико-химические свойства почвы, ухудшается водно-воздушный режим, изменяется структура биоценозов.

Согласно данным государственной статистики, за последние 4 года ежегодный объем собираемых твердых бытовых отходов остается на уровне 4 - 4,7 млн. тонн. В 2023 году объем образованных твердых бытовых отходов составил 4,4 млн. тонн, показав небольшое снижение по сравнению с 2020 годом. Из общего объема 75,7 % приходится на коммунальные отходы, которые собираются специализированными предприятиями и организациями.

Объем образующихся отходов на душу населения в 2023 году по данным статистики составил 221,8 кг на 1 человека (или 0,61 кг в сутки), что в целом ниже среднего мирового уровня. По оценкам Всемирного Банка, в мире среднее количество отходов, образующихся на человека, составляет 0,74 кг в сутки. Несмотря на это, переработка и утилизация твердых бытовых отходов остается на низком уровне. В 2023 году на переработку и вторичное использование направлено лишь 1 029,6 тыс. тонн (24,3 % от общего объема), тогда как основная доля - 2 899,9 тыс. тонн была направлена на захоронение, что не решает проблему их утилизации, накапливая имеющиеся объемы.

Один из факторов низкого уровня переработки - недостаточное развитие инфраструктуры раздельного сбора мусора. Культура сортировки отходов находится на стадии становления, что усложняет процессы переработки. Рассматривая структуру отходов заметно, что порядка 63 % образованных твердых бытовых отходов состоят из смешанных отходов, которые невозможно сортировать и переработать.

Деятельность по восстановлению отходов регулируется системой нормативно-правовых актов и национальных стандартов Республики Казахстан, включенных в приказ уполномоченного органа в области охраны окружающей среды.

Восстановление отходов в иерархии принятия решений занимает 3 позиции (подготовка отходов к повторному использованию, переработка отходов, утилизация отходов) в цепочке методов управления отходами.

При выборе метода управления отходами владельцы отходов руководствуются принципами иерархии.

Данный принцип определяет приоритетность применяемого метода обращения с отходами с точки зрения рационального использования ресурсов, снижения эмиссий, возможности применять принципы циркулярной экономики.

Рисунок 1.1. Иерархия мер управления отходами.

В Казахстане восстановление отходов не является наиболее частым методом управления отходами. Такой вывод основан на данных статистики, представленной далее.

В Казахстане большую часть образующихся отходов занимают отходы промышленного производства.

Таблица 1.1. Образование промышленных отходов и уровень их переработки

	2019	2020	2021	2022	2023
1	2	3	4	5	6
Образование промышленных отходов, тыс. тонн	839 646	759 905	871 147	888 131	917 993
Переработка, вторичное использование промышленных отходов, тыс. тонн	266 309	273 718	333 080	360 720	278 518
Доля переработки, вторичного использования промышленных отходов, в %	34,0	36,02	38,23	40,03	30,38
Промышленные отходы на единицу ВВП, кг/межд. долларов в сопоставимых ценах 2021 г.	1,3	1,2	1,3	1,3	1,3
Образование промышленных					

Жамбылская	76,55	9,688	65,323	8,325	47,2	7,6	56,5	10,7
Жетісу	-	-	-	-	220,0	39,1	225,8	44,5
Карагандинская	655,0	190,0	465,3	134,91	328,2	179,2	343,5	192,4
Костанайская	229,802	27,41	190,682	33,828	210,8	38,4	274,2	57,0
Кызылординская	117,0	21,0	116,0	22,8	164,0	40,2	166,0	45,7
Мангистауская	110,52	39,013	102,102	28,938	207,8	66,7	199,7	63,0
Павлодарская	647,0	142,34	648,0	154,224	292,8	79,9	296,1	91,2
Северо-Казахстанская	86,539	11,29	76,4	11,48	82,8	15,2	87,1	17,4
Туркестанская	122,771	15,962	110,031	17,6	92,7	17,6	103,2	23,7
Улытау	-	-	-	-	268,4	0,2	143,4	0,002
Восточно-Казахстанская	171,576	30,873	180,628	20,407	110,8	17,7	146,5	32,3
г. Астана	198,601	59,085	335,0	47,0	316,8	238,2	304,8	53,0
г. Алматы	438,0	42,0	304,389	228,292	451,8	81,3	482,8	65,7
г. Шымкент	209,054	52,465	230,497	62,695	225,0	68,1	240,7	81,9

Таблица 1.4. Образование коммунальных отходов

	2019	2020	2021	2022	2023
Объем собранных коммунальных отходов, тыс. тонн	2 913,8	2 812,2	3 188,9	3 071,9	3 298,4
из них отходы домохозяйств, тыс. тонн	2 060,5	2 009,3	2 091,7	2 035,9	2 062,7
Объем захороненных отходов, тыс. тонн	2 521,1	2 523,2	2 586,5	2 597,5	2 899,9

Таблица 1.5. Образование коммунальных отходов в разрезе регионов

Регионы	2019, тыс. тонн	2020, тыс. тонн	2021, тыс. тонн	2022, тыс. тонн	2023, тыс. тонн
1	2	3	4	5	6

Республика Казахстан	2 913,8	2 812,2	3 188,9	3 071,9	3 298,4
Абай	67,2	64,2	65,4	59,5	54,2
Акмолинская	89,1	96,6	118,7	134,9	140,5
Актюбинская	145,1	163,0	165,4	154,2	127,1
Алматинская	131,9	114,0	126,7	123,8	186,6
Атырауская	85,0	62,5	61,0	79,7	113,1
Западно-Казахстанская	71,4	107,5	118,9	127,7	111,9
Жамбылская	55,7	62,0	62,1	65,3	66,2
Жетісу	44,2	43,9	30,1	25,5	29,4
Карагандинская	309,3	307,6	330,5	336,8	321,1
Костанайская	160,8	153,6	144,2	171,2	196,2
Кызылординская	60,4	58,8	66,0	87,3	105,8
Мангистауская	132,6	135,8	143,0	176,1	120,2
Павлодарская	185,4	164,2	380,8	217,7	222,5
Северо-Казахстанская	74,2	75,7	78,2	69,3	74,1
Туркестанская	151,8	157,5	161,2	156,8	172,0
Улытау	55,9	56,58	53,3	82,7	64,4
Восточно-Казахстанская	103,1	104,1	107,2	107,6	148,2
г. Астана	308,9	298,8	296,5	210,4	230,1
г. Алматы	489,9	414,4	480,4	480,2	568,2
г. Шымкент	191,7	171,5	199,3	205,4	246,6

Таблица 1.6. Образование опасных отходов и уровень их переработки

	2019	2020	2021	2022	2023
Образование опасных отходов, тыс. тонн	180 506,7	137 828,0	42 090,0	46 487,8	43 867,9
Переработка, вторичное использование опасных отходов (включая инсинерацию), тыс. тонн	36 645,3	30 711,8	4 924,0	3 388,7	2 796,7
Доля переработки, вторичного	20,3	22,3	11,7		6,3

использования опасных отходов, в %				7,3	
Образование опасных отходов на единицу ВВП, кг/тыс. межд. долл. в ценах 2021 года	282,2	221,0	64,7	69,3	62,2
Образование опасных отходов (всех уровней опасности) на душу населения (ЦУР 12.4.2), кг	9 750	7 349	2 215,3	2 367,6	2 193,4

Таблица 1.7. Образование опасных отходов и уровень их переработки в разрезе регионов

Регионы	2019		2020		2021		2022		2023	
	Образование, тыс. тонн	Переработка, вторичное использование*, тыс. тонн	Образование, тыс. тонн	Переработка, вторичное использование*, тыс. тонн	Образование, тыс. тонн	Переработка, вторичное использование*, тыс. тонн	Образование, тыс. тонн	Переработка, вторичное использование*, тыс. тонн	Образование, тыс. тонн	Переработка, вторичное использование*, тыс. тонн

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Республика Казахстан	1 805,7	36 087,4	1 378,0	30 269,0	42 090,2	4 411,6	46 487,8	2 735,2	43 867,9	2 796,7
Абай	-	-	-	-	-	-	3 727,8	104,8	-	-
Ақмола облысы	9 433,2	858,1	9 595,3	1 369,4	5 192,1	121,7	15 261,2	52,9	15 732,3	10,8
Ақтөбе облысы	1 916,4	3 309,2	1 434,6	1 217,4	5 423,4	391,1	5 262,2	325,1	5 426,4	254,7
Алматы облысы	629,6	41,6	657,2	43,2	37,3	33,6	9,1	0,06	2,105	0,04
Атырау облысы	469,1	299,1	296,3	157,4	274,5	65,1	212,8	18,6	218,9	64,9

Западно-Казахстанская	173,8	90,2	129,2	2 187,3	94,6	18,2	73,8	22,8	53,3	29,3
Жамбылская	582,3	185,4	325,6	235,1	143,3	132,0	155,8	144,6	121,2	113,8
Жетісу	-	-	-	-	-	-	0,9	0,02	-	-
Карагандинская	13 885,0	4 129,1	11 836,5	3 963,5	11 498,5	639,4	1 133,3	15,8	1 814,9	249,8
Костанайская	1 113,2	16 393,2	76 415,0	13 250,6	4 043,0	288,2	8 722,6	292,0	8 488,9	294,22
Кызылординская	249,4	25,1	161,4	18,4	54,4	19,0	40,9	8,3	56,9	27,1
Мангистауская	369,0	442,0	405,8	627,7	217,9	88,0	331,1	125,2	501,5	172,9
Павлодарская	32 724,2	8 154,8	29 102,8	4 661,3	4 122,2	1 879,2	209,7	79,8	197,5	61,0
Северо-Казахстанская	2 465,6	746,5	2 108,4	513,7	949,4	1,1	9,9	3,7	331,6	1,3
Туркестанская	124,4	53,2	127,4	36,8	10,1	0,004	8,8	30,6	7,5	0,006
Улытау	-	-	-	-	-	-	0,7	0,03	-	-
Восточно-Казахстанская	3 178,0	724,7	2 399,0	622,4	7 738,4	365,9	11 167,8	1 500,6	5 143,8	1 438,1
Г. Астана	1 706,3	147,1	1 698,5	826,8	1 818,8	0,3	15,7	0,3	18,6	1,4
Г. Алматы	1 163,1	310,9	1 095,6	290,0	453,9	331,69	12,4	0,1	2 749	0,1
Г. Шымкент	127,1	177,2	39,4	248,2	18,4	37,2	20,3	10,7	37,7	0,05

* Без учета инсинерации.

Таблица 1.8. Образование, использование и обезвреживание опасных отходов производства

Период	Образование опасных отходов, тыс. тонн/год	Использование опасных отходов на предприятиях, тыс. тонн/год	Обезвреживание опасных отходов, тыс. тонн/год
2019	180 506,7	36 645,3	305,0
2020	137 828,0	30 711,8	299,0
2021	42 090,0	4 924,0	393,0
2022	46 487,8	3 388,7	212,3
2023	43 867,9	2 796,7	491,7

Таблица 1.9. Образование опасных отходов по видам экономической деятельности

В и ды экономической деятельности	2019, тыс. тонн	2020, тыс. тонн	2021, тыс. тонн	2022, тыс. тонн	2023, тыс. тонн
1	2	3	4	5	6
Опасные отходы , в том числе:	180 506,7	137 828,0	42 090,0	46 487,8	43 867,9
Сельское хозяйство, лесоводство и рыболовство	2 420,0	2 144,4	1 052,7	766,8	1 143,3
Горнодобывающ а я промышленност ь и разработка карьеров	131 203,7	91 189,6	25 501,2	31 820,1	28 077,9
Обрабатывающа я промышленност ь	21 619,9	20 979,1	6 121,0	8 396,6	8 644,0
Снабжение электричеством, газом, паром	20 501,2	19 784,5	4 606,1	554,3	147,3
Строительство	363,7	220,6	30,7	152,3	4,1
Другие виды экономической деятельности	4 398,2	3 509,8	4 778,5	4 797,7	8 851,4

1.2. Виды отходов и их образование

Классификация отходов - фундаментальный инструмент экологического регулирования, обеспечивающий безопасное и эффективное управление отходами.

Виды отходов, а также их опасность и неопасность определяются на основании действующего классификатора отходов. В свою очередь, классификаторами определяется опасность отходов с учетом происхождения и состава каждого вида отходов, а также в необходимых случаях определяются лимитирующие показатели концентрации опасных веществ в целях их отнесения к опасным или неопасным. Класс опасности отходов - числовая характеристика отходов, определяющая вид и степень его опасности по токсическому воздействию на здоровье человека и среду его обитания - определяется в соответствии с действующим санитарно-эпидемиологическим и экологическим законодательством, а также национальными стандартами Республики Казахстан, включенных в приказ уполномоченного органа в области охраны окружающей среды.

Согласно Экологическому кодексу, классификация строится на принципах происхождения, состава и степени опасности отходов.

Перечень видов отходов регламентирован областью применения справочника по НДТ в соответствии с действующим экологическим законодательством РК и основан на Национальном классификаторе отходов. В данном разделе представлен обобщенный список категорий отходов по происхождению - с целью общего понимания структуры и типов образующихся отходов. Следует учитывать, что отдельные виды отходов более подробно рассматриваются или будут рассмотрены в рамках соответствующих отраслевых справочников, с учетом специфики производственных процессов и применяемых технологий.

1.2.1. Медицинские и биологические отходы

Медицинские и биологические отходы представляют собой особую категорию отходов, образующихся в результате деятельности учреждений и организаций, связанных с охраной здоровья человека и животных, проведением санитарно-эпидемиологических мероприятий, а также научных и учебных исследований в области медицины и биологии.

К таким отходам относятся:

материалы и предметы, контактировавшие с биологическими жидкостями человека или животных, включая одноразовые шприцы, иглы, перчатки, перевязочные материалы, хирургические инструменты и др.;

биологические остатки, такие как фрагменты тканей, органы, плацента, кровь, секционные материалы, а также трупы лабораторных животных и органов, используемых в научных или учебных целях;

отходы медикаментозного характера, включая просроченные или неиспользованные лекарственные средства, цитотоксические препараты, ампулы, флаконы, растворы;

химически опасные отходы, образующиеся при использовании дезинфицирующих средств, реагентов, лабораторных химикатов и других токсичных веществ;

инфекционно-опасные отходы, содержащие патогенные микроорганизмы, потенциально способные вызывать заболевания при контакте с человеком или животными;

ветеринарные отходы, образующиеся в лечебных учреждениях для животных, в том числе биологические материалы, вакцины, препараты и пр.

Медицинские отходы в зависимости от степени их эпидемиологической, токсикологической и радиационной опасности, а также негативного воздействия на среду обитания подразделяются на пять классов опасности:

- 1) класс А - неопасные отходы;
- 2) класс Б - эпидемиологически опасные и чрезвычайно опасные отходы;
- 3) класс В - отходы, по составу близкие к промышленным отходам;

4) класс Г - токсикологически опасные по составу близкие к промышленным;

5) класс Д - радиоактивные.

Всемирная организация здравоохранения в 1979 году отнесла медицинские отходы к группе опасных и указала на необходимость создания специализированных служб по их переработке. Базельской конвенцией 1992 года (Приложение I "Категории веществ, подлежащих регулированию") были выделены следующие группы отходов:

Y1 - медицинские отходы, полученные в результате врачебного ухода за пациентами в больницах, поликлиниках и клиниках;

Y2 - отходы производства и переработки фармацевтической продукции;

Y3 - ненужные фармацевтические товары, лекарства и препараты;

Y4 - отходы производства, получения и применения биоцидов и фитофармацевтических препаратов.

В справочнике НДТ рассмотрено восстановление медицинских отходов классов Б и В, то есть отнесенных к группе Y1 по Базельской конвенции.

Прослеживается тенденция к интенсивному росту образования медицинских отходов.

Последние 10 - 15 лет, количество медицинских отходов возрастает на 3 % - 4 % ежегодно. Медицинские отходы опасны в эпидемиологическом отношении, так как помимо токсичных химических веществ в них присутствуют патогенные бактерии и вирусы. Система обращения с медицинскими отходами направлена на предотвращение распространения инфекционного начала и обеспечении их обработки с полной потерей товарных свойств.

Восстановление отходов заключается в уничтожении (умерщвлении) патогенных и условно патогенных микроорганизмов, содержащихся в отходах в целях устранения их эпидемиологической опасности. Восстановление отходов осуществляется соответствующим физическим и/или химическим методами обработки отходов (в том числе аппаратным методом - на специализированных установках). Основные данные по методам и технологиям восстановления медицинских отходов.

К биологическим отходам отнесены: трупы животных и птиц, в том числе лабораторных; абортированные и мертворожденные плоды; ветеринарные конфискаты (мясо, рыба, другая продукция животного происхождения), выявленные после ветеринарно-санитарной экспертизы на убойных пунктах, хладобойнях, в мясо- и рыбоперерабатывающих организациях, рынках, организациях торговли и других объектах; другие отходы, получаемые при переработке пищевого и непищевого сырья животного происхождения.

При утилизации биологических отходов, образующихся в результате гибели животных на организациях, данные отходы подвергают сортировке и измельчению, и переработке на мясокостную, костную, мясную, перьевую муку и другие белковые кормовые добавки.

Восстановление биологических отходов направлена на получение товарной продукции в результате переработки отходов. Восстановлению подвергаются биологические отходы, допущенные ветеринарной службой к переработке на кормовые цели. Процесс восстановления производится путем переработки на ветеринарно-санитарных утилизационных заводах (цехах) в соответствии с требованиями действующего санитарно-эпидемиологического и экологического законодательства, а также национальных стандартов Республики Казахстан, включенных в приказ уполномоченного органа в области охраны окружающей среды.

1.2.2. Опасные отходы

Принцип классификации опасных отходов основан на выявлении опасных свойств, представляющих угрозу для окружающей среды, жизни и здоровья людей. В соответствии с установленными критериями, отходы признаются опасными при наличии одного или нескольких из 16 специфических свойств (HP1 - HP16), включая взрывоопасность (HP1), окислительные свойства (HP2), огнеопасность (HP3), различные виды токсичности (HP5 - HP7, HP10 - HP11), коррозионную активность (HP8), инфекционные свойства (HP9), способность выделять токсичные газы (HP12), сенсibiliзирующее действие (HP13), экотоксичность (HP14), а также способность проявлять опасные свойства косвенным образом (HP15). Особую категорию составляют стойкие органические загрязнители (СОЗ, HP16), характеризующиеся высокой устойчивостью в окружающей среде и способностью к биоаккумуляции.

Метод определения опасных свойств предполагает комплексную оценку физико-химических характеристик отходов, их состава и потенциального воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Отходы, не проявляющие ни одного из перечисленных опасных свойств и не представляющие угрозы как самостоятельно, так и при взаимодействии с другими веществами, классифицируются как неопасные.

Особенности группировки отходов в настоящем справочнике.

В рамках данного документа под категорией опасных отходов рассматриваются исключительно ртутьсодержащие отходы, что обусловлено их высокой токсичностью и распространенностью в различных отраслях промышленности. При этом стойкие органические загрязнители (СОЗ) не включены в рассматриваемую группировку, так как требуют специальных методов анализа и утилизации, выходящих за рамки настоящего справочника. Такой подход позволяет сосредоточить внимание на наиболее актуальных для практического применения аспектах управления опасными отходами, обеспечивая при этом достаточный уровень экологической безопасности.

К отходам оборудования, содержащего ртуть, относятся:

вышедшие из строя ртутьсодержащие изделия (ртутные термометры, ртутные лампы, ртутные и ртутьсодержащие гальванические элементы, другие приборы);

вышедшие из строя измерительные устройства (барометры, гигрометры, манометры, термометры, сфигмоманометры), содержащие ртуть и установленные на крупногабаритном оборудовании;

ртутьсодержащие материалы и продукты, используемые в медицине, сельском хозяйстве, лакокрасочной промышленности.

Основная часть этих отходов представлена отходами ртутьсодержащих ламп различных модификаций.

Основные данные по методам и технологиям утилизации и обезвреживания отходов ртутьсодержащего оборудования. Технологии утилизации и обезвреживания ртутьсодержащего оборудования предусматривают демеркуризацию, использование методов выщелачивания, окисления, экстракции и получения металлической ртути.

1.2.3. Нефтедержащие отходы

Нефтедержащие отходы представляют собой особую категорию промышленных отходов, образующихся при добыче, транспортировке, переработке и хранении нефти и нефтепродуктов. К ним относятся буровые шламы, отработанные нефтешламы, загрязненные нефтью воды и грунты, остатки нефти в резервуарах, а также промасленные ветошь, фильтры и упаковка. Данные отходы характеризуются высокой степенью токсичности, пожаро- и взрывоопасности, а также стойкостью к естественному разложению. В связи с этим управление с нефтедержащими отходами требует применения специализированных технологий восстановления, включая центрифугирование, термическую обработку, биоремедиацию, а также обязательное лицензирование всех этапов - от сбора до окончательной переработки или размещения.

1.2.4. Отходы органического происхождения

Отходы органического происхождения - это отходы, содержащие преимущественно биологически разлагаемые компоненты растительного, животного или пищевого происхождения. К данной категории относятся пищевые отходы, навоз и помет, отходы сельскохозяйственного производства, обрезки растений, органическая фракция твердых бытовых отходов, а также осадки сточных вод с высоким содержанием органики. Ввиду своей склонности к быстрой биодegradации, такие отходы представляют потенциальную опасность в виде образования неприятного запаха, патогенной микрофлоры и выбросов парниковых газов, в частности метана. Эффективное управление с органическими отходами требует применения специализированных технологий, таких как компостирование, анаэробное сбраживание (биогазовые установки), сушка, термическое обезвреживание и подготовка к вторичному использованию (например, в качестве удобрения или источника энергии). В Республике Казахстан управление отходами органического происхождения регулируется в рамках Экологического кодекса, с акцентом на минимизацию их

захоронения, переход к ресурсосберегающим технологиям и вовлечение в циклическую экономику.

1.2.5. Отходы электрического и электронного оборудования

Отходы электрического и электронного оборудования (ОЭЭО) включают в себя вышедшие из эксплуатации приборы, устройства и компоненты, работающие от электричества или электромагнитного поля. К данной категории относятся бытовая техника, компьютеры, телефоны, телевизоры, осветительные приборы, кабели, платы и аккумуляторы. Эти отходы содержат широкий спектр опасных компонентов - тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий), бромсодержащие антипирены, пластмассы, а также ценные вторичные ресурсы - медь, золото, редкоземельные металлы. Неправильное управление с ОЭЭО создает риски загрязнения почвы, воздуха и водных объектов, а также угрозу здоровью населения. Эффективное управление такими отходами требует внедрения системы отдельного сбора, демонтажа, обезвреживания опасных компонентов и переработки с извлечением полезных фракций. В Республике Казахстан регулирование в области ОЭЭО осуществляется в соответствии с Экологическим кодексом, с перспективой внедрения механизмов расширенной ответственности производителей (EPR) и развития инфраструктуры по восстановлению электронной техники.

1.2.6. Твердые промышленные отходы

Твердые промышленные отходы - это остаточные материалы, образующиеся в процессе функционирования промышленных предприятий различных отраслей (химической, машиностроительной, текстильной, кожевенной, целлюлозно-бумажной, пищевой и других), не подлежащие дальнейшему использованию в основном производственном цикле. К ним относятся производственные пыли, технологические остатки сырья, промасленные ветоши, фильтрующие материалы, упаковка, использованные химикаты и другие твердые фракции. Такие отходы могут содержать опасные вещества - органические растворители, нефтепродукты, тяжелые металлы и другие компоненты, способные при неправильном обращении представлять угрозу для окружающей среды и здоровья населения. Управление указанными отходами требует обязательной классификации по классу опасности, соблюдения правил временного хранения, транспортировки, утилизации или обезвреживания с применением наилучших доступных техник в соответствии с требованиями Экологического кодекса Республики Казахстан, управление с твердыми промышленными отходами подлежит строгому государственному регулированию, включая ведение учета, паспортизацию и контроль за объектами накопления.

1.2.7. Жидкие отходы

Жидкие отходы представляют собой гетерогенную категорию отходов, объединяющую все формы жидких, полужидких и эмульгированных материалов, образующихся в результате промышленной деятельности, коммунального хозяйства, транспортных операций и природных процессов. К ним относятся: промышленные стоки (кислотные/щелочные растворы, гальванические электролиты, нефтесодержащие эмульсии), бытовые жидкие отходы (стоки канализации, пищевые жидкости), сельскохозяйственные отходы (жидкие удобрения, пестицидные растворы), транспортные жидкости (отработанные тормозные, гидравлические и охлаждающие жидкости, включая антифризы), а также атмосферные осадки, загрязненные техногенными выбросами. Особенностью жидких отходов является их высокая мобильность в окружающей среде, способность к проникновению в грунтовые воды и формированию устойчивых токсичных соединений при смешивании с другими веществами.

Транспортные жидкости, такие как отработанные тормозные и гидравлические составы, представляют особую экологическую опасность из-за содержания гликолевых эфиров, тяжелых металлов и других токсичных компонентов. По степени опасности жидкие отходы варьируются от условно-безопасных (например, ливневые стоки) до чрезвычайно опасных (некоторые виды отработанных транспортных жидкостей).

Управление жидкими отходами требует специализированных подходов, учитывающих их физико-химические свойства (вязкость, плотность, коррозионную активность, температуру вспышки) и потенциальное воздействие на экосистемы. Особое внимание должно уделяться сбору, хранению и переработке транспортных жидкостей, которые часто содержат стойкие органические загрязнители. Все это делает переработку и утилизацию жидких отходов критически важным звеном в системе обеспечения экологической безопасности, требующим применения современных технологий и строгого соблюдения нормативных требований.

1.2.8. Прочие отходы

Категория "Прочие отходы" объединяет остаточные и труднообрабатываемые материалы, не поддающиеся эффективному восстановлению или повторному вовлечению в производственный цикл с применением современных технологий. Как правило, это отходы, образующиеся в результате сложных, многостадийных или комбинированных технологических процессов, в том числе с высоким уровнем физико-химической нестабильности, опасности или загрязненности. К данной группе относятся, например, смеси разнородных веществ без четко определенного компонентного состава, загрязненные инертные материалы, стойкие органические загрязнители, старые композиты, загрязненные сыпучие строительные остатки, истощенные и непригодные к дальнейшему использованию фильтрующие среды, термически разрушенные пластики и т. д.

Отходы этой группы, как правило, не имеют экономически оправданных и технологически реализуемых решений по их переработке или вторичному использованию, что обусловлено рядом факторов: отсутствием методов селективного разделения компонентов, высокой токсичностью, нестабильным составом или нецелесообразностью энергетической, или материальной утилизации. Учитывая данные обстоятельства, прочие отходы подлежат обязательной утилизации с применением специализированных методов обезвреживания, включая высокотемпературную обработку, стабилизацию, инкапсуляцию, химическую нейтрализацию или захоронение на лицензированных полигонах с контролируемым барьерным и инженерным оборудованием.

Таким образом, "Прочие отходы" представляют собой остаточный класс, в котором аккумулируются отходы, не поддающиеся восстановлению, и требуют ответственного подхода к их безопасному и окончательному удалению, в строгом соответствии с требованиями экологического законодательства и санитарной безопасности.

1.2.9. Горнодобывающие и металлургические отходы

Горнодобывающие и металлургические отходы представляют собой специфическую категорию промышленных отходов, образующихся на всех этапах технологического цикла - от добычи сырья до производства готовой металлопродукции. К ним относятся вскрышные и вмещающие породы (до 85 % общего объема промышленных отходов), хвосты обогащения руд, шлаки и шламы металлургического производства, пыли газоочистных установок, отработанные огнеупоры и другие технологические отходы. Особенностью отдельных отходов является их значительный объем образования (сотни миллионов тонн ежегодно), высокая инертность большинства компонентов, а также присутствие ценных (черные и цветные металлы, редкоземельные элементы) и опасных веществ (тяжелые металлы, мышьяк, фтор). По степени воздействия они варьируются от неопасных (вскрышные породы и вмещающие породы) до чрезвычайно опасных (гальваношламы, мышьяксодержащие отходы). Управление горно-металлургическими отходами требует дифференцированного подхода, учитывающего их минерально-химический состав, физико-механические свойства и потенциальную ресурсную ценность, что определяет необходимость сочетания методов безопасного хранения, рекультивации нарушенных земель и глубокой переработки с извлечением полезных компонентов.

1.2.10. Пластмассовые и резинотехнические изделия

Пластмассовые и резинотехнические изделия, утратившие потребительские свойства, представляют собой особую категорию отходов, характеризующуюся высокой устойчивостью к природному разложению и значительным ресурсным потенциалом. К данной группе относятся: полимерные отходы (ПЭТ-тара,

полиэтиленовая упаковка, полипропиленовые изделия), резинотехнические изделия (автомобильные шины, конвейерные ленты, резиновые смеси), а также композитные материалы, сочетающие полимерные и другие компоненты. Особенностью этих отходов является их длительный период распада (до 100-150 лет для некоторых видов пластиков), способность к фрагментации с образованием микропластика, а также высокая энергоемкость первичного производства, что делает их переработку экологически и экономически целесообразной. По степени опасности они варьируются от относительно безопасных (чистые полиолефины) до токсичных (ПВХ с пластификаторами, резины с тяжелыми металлами). Управление потоками полимерных и резинотехнических отходов требует специализированных подходов, учитывающих их химический состав (тип полимера, наличие добавок и красителей), физические свойства (плотность, температура плавления) и технологические параметры переработки, что определяет необходимость развития системы отдельного сбора, внедрения современных методов механической и химической переработки, а также создания рынка вторичных полимерных материалов.

1.2.11. Коммунальные отходы

Коммунальные отходы представляют собой гетерогенную смесь отходов, образующихся в результате жизнедеятельности населения и работы учреждений. К ним относятся: пищевые отходы (30 - 45 % состава), бумага и картон (15 - 25 %), полимерные материалы (10 - 15 %), стекло (5 - 8 %), текстиль (3 - 5 %), а также другие компоненты (металлы, опасные отходы, прочие фракции). Особенностью коммунальных отходов является их постоянный рост объемов (5 - 7 млн. тонн ежегодно в Казахстане), сезонные колебания состава и морфологических характеристик, а также высокая степень загрязненности органическими компонентами. По степени опасности они варьируются от практически инертных (чистая макулатура) до чрезвычайно опасных (ртутные лампы, батарейки). Управление коммунальными отходами требует комплексного подхода, включающего организацию системы отдельного сбора, внедрение современных методов сортировки и переработки, а также развитие инфраструктуры для безопасного восстановления, что является важнейшим условием перехода к циклической экономике и снижения экологической нагрузки на окружающую среду.

1.2.12. Промышленные и строительные отходы

Промышленные и строительные отходы представляют собой крупнотоннажную категорию отходов, образующихся в процессе производственной деятельности и строительно-демонтажных работ. Особое место в этой группе занимают строительные отходы, которые включают: бетонные и железобетонные конструкции (35 - 50 % общего объема), кирпичный бой (15 - 20 %), асфальтобетонные материалы (10 - 15 %),

древесные отходы (5 - 10 %), а также металлические, стеклянные и полимерные компоненты. Характерной особенностью строительных отходов является их относительная химическая инертность, крупногабаритные фракций и высокая потенциальная пригодность для рециклинга (до 80 - 90 % объема может быть вовлечено во вторичное использование). Однако их переработка осложняется неоднородностью состава, наличием загрязнений (краски, клеи, пропитки) и необходимостью применения специального дробильно-сортировочного оборудования. Управление этими отходами требует разработки специализированных регламентов, учитывающих их физико-механические свойства, степень загрязнения и возможности рециклинга, что является важным условием для снижения нагрузки на полигоны и перехода к ресурсосберегающей модели экономики.

1.3. Основные экологические проблемы

Нарастающий объем отходов, вызванный ростом населения и промышленного производства, требует перехода от традиционного захоронения к системе восстановления, в которой отходы рассматриваются как ценный сырьевой ресурс для повторного использования и переработки.

Основные источники отходов - бытовой сектор, промышленность (включая горнодобывающие предприятия, формирующие значительные объемы минеральных отходов), строительство и сельское хозяйство - обладают существенным ресурсным потенциалом. Органические отходы могут перерабатываться в компост и биогаз, полимеры и металлы - подвергаться многократному рециклингу, строительные материалы - использоваться повторно, а минеральные отходы, включая хвосты обогащения, - применяться в дорожном строительстве либо служить источником остаточных полезных компонентов, извлекаемых современными технологиями.

Отходы оказывают комплексное негативное воздействие на окружающую среду. Физическое загрязнение проявляется в захлавлении территорий, образовании несанкционированных свалок и накоплении масштабных хвостохранилищ, содержащих миллионы тонн минеральных отходов горно-металлургического комплекса. К этому добавляется химическое воздействие токсичных веществ на почву, водные объекты и атмосферу, а также биологические риски, связанные с распространением патогенных микроорганизмов. Особую опасность представляют хвостохранилища, в составе которых присутствуют измельченные породы, остатки реагентов и тяжелые металлы, что требует применения специализированных методов рекультивации и переработки.

Для реализации ресурсного потенциала отходов необходима комплексная система, включающая отдельный сбор, механическую переработку, биологические методы и

передовые технологии. Это позволит существенно сократить объемы захоронений, вернуть в хозяйственный оборот ценные материалы и снизить экологическую нагрузку, в том числе от хвостохранилищ, занимающих обширные территории.

Переход к экономике замкнутого цикла, особенно в части переработки минеральных отходов, требует совершенствования нормативно-правовой базы, внедрения расширенной ответственности производителей, развития специализированной инфраструктуры переработки (в том числе технологий извлечения металлов из хвостов), стимулирования инвестиций и экологического просвещения. Реализация этих мер позволит трансформировать проблему отходов, включая минеральные, в возможность устойчивого ресурсосбережения.

Особое внимание следует уделить решению проблемы хвостохранилищ через внедрение технологий их консервации, рекультивации и вторичного использования, что снизит их негативное воздействие на окружающую среду.

1.3.1. Управление отходами, образующимися после процессов восстановления и не подлежащими дальнейшему восстановлению

Даже после применения современных технологий восстановления отходов (механической, физической переработки, биологических методов, физико-химической переработки) часть материалов остается непригодной для дальнейшего использования. К таким отходам относятся остатки после сепарации, зольная пыль, фильтровальные осадки, стабилизированные токсичные вещества, сильно загрязненные смеси, а также продукты разрушения материалов, утратившие ресурсный потенциал.

Ввиду большого многообразия видов отходов конечные остатки также могут существенно различаться. Все зависит от исходного сырья и примененных технологических процессов.

Управление данной категорией отходов требует применения специальных методов, направленных на минимизацию их экологической опасности и безопасную изоляцию.

Экологическая значимость данного направления заключается в предотвращении вторичного загрязнения почвы, воды и атмосферы, а также в снижении риска для здоровья населения. Согласно международной иерархии обращения с отходами, подобные меры применяются только в тех случаях, когда все возможности повторного использования, рециклинга или рекуперации исчерпаны.

Таким образом, управление отходами, образующимися после процессов восстановления и не подлежащими дальнейшей переработке, является завершающим звеном комплексной системы управления отходами и требует строгого соблюдения экологических и санитарных стандартов.

1.3.2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Процессы переработки отходов, несмотря на их важность для экономики замкнутого цикла, могут сопровождаться выбросами различных загрязняющих веществ в окружающую среду. Характер этих выбросов существенно зависит от типа перерабатываемых отходов, материалов и используемых технологических процессов.

При механической переработке основных видов отходов наблюдаются следующие виды загрязнений:

- твердые частицы и пыль;
- летучие органические соединения;
- аэрозоли тяжелых металлов.

Физико-химические методы переработки могут приводить к выделению:

- паров органических растворителей;
- летучих соединений тяжелых металлов;
- аммиака и других газообразных продуктов реакций.

Биологические методы переработки отходов сопровождаются образованием:

- метана;
- сероводорода и аммиака;
- биологических аэрозолей.

Для минимизации экологического воздействия современных предприятий по восстановлению отходов применяют:

- 1) системы аспирации и газоочистки;
- 2) герметизацию технологического оборудования;
- 3) постоянный мониторинг выбросов;
- 4) использование замкнутых технологических циклов.

Эффективное управление выбросами при переработке отходов позволяет не только снизить экологическую нагрузку, но и повысить экономическую эффективность перерабатывающих предприятий за счет рекуперации ценных компонентов и соблюдения экологических нормативов.

1.3.3. Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты

Переработка отходов, являясь важным элементом устойчивого развития, несет в себе потенциальную угрозу для водных экосистем. Основная проблема заключается в возможном попадании загрязняющих веществ в поверхностные и подземные воды через промышленные стоки, фильтрационные воды и ливневые смывы.

Главные риски связаны с недостаточной очисткой сточных вод, несовершенством технологических процессов и отсутствием замкнутых систем водопользования на перерабатывающих предприятиях. Особую опасность представляют жидкие отходы, образующиеся при обработке различных видов сырья, которые могут содержать широкий спектр вредных компонентов.

Отсутствие должного контроля за водными сбросами приводит к ухудшению качества водных ресурсов, нарушению экологического баланса и создает угрозу для здоровья населения, использующего воду для хозяйственно-питьевых нужд. Решение данной проблемы требует комплексного подхода, включающего модернизацию очистных сооружений, внедрение ресурсосберегающих технологий и усиление экологического мониторинга.

Эффективное управление водными сбросами при переработке отходов должно стать неотъемлемой частью экологической политики, направленной на сохранение водных ресурсов для будущих поколений.

1.3.4. Воздействие на земельные ресурсы

Образование отходов представляет серьезную угрозу для состояния почвенных ресурсов, вызывая их прогрессирующую деградацию. Основная проблема заключается в комплексном негативном воздействии, которое проявляется через физическое, химическое и биологическое изменение свойств почвы.

Современные системы управления отходами часто оказывают влияние на почвенный покров. Это выражается в механическом повреждении структуры почвы, загрязнении токсичными веществами и нарушении естественных биохимических процессов. Особую опасность представляет накопление вредных соединений, способных сохраняться в почве десятилетиями и постепенно мигрировать в сопредельные экосистемы.

Последствия такого воздействия носят долгосрочный характер и проявляются в снижении плодородия земель, утрате их хозяйственной ценности и нарушении экологических функций. Особенно остро эта проблема стоит в районах с интенсивной промышленной деятельностью и высокой концентрацией объектов размещения отходов.

Решение данной проблемы требует принципиально нового подхода к организации системы управления отходами. Необходима разработка и внедрение технологий, минимизирующих землеемкие методы утилизации, а также создание эффективной системы мониторинга состояния почв. Особое внимание следует уделить восстановлению уже нарушенных земель через комплексные программы рекультивации.

Эффективное управление почвенными ресурсами в контексте управления отходами должно стать важнейшим элементом экологической политики. Это позволит не только сохранить ценнейший природный ресурс, но и обеспечить устойчивое развитие территорий в долгосрочной перспективе.

1.4. Потребление энергоресурсов

Восстановление отходов является ключевым элементом современной стратегии обращения с отходами, направленной на снижение нагрузки на полигоны, сокращение потребления первичных ресурсов и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Энергопотребление в процессе восстановления отходов зависит от множества факторов, включая тип отходов, применяемые технологии, эффективность оборудования и масштаб производства. Оптимизация этих факторов позволяет не только снизить затраты на энергию, но и минимизировать воздействие на окружающую среду, что соответствует принципам устойчивого развития и требованиям НДТ. Ключевые факторы, влияющие на энергопотребление описаны ниже.

Разные виды отходов требуют различного количества энергии для их переработки. Это связано с их физическими и химическими свойствами, а также с технологиями, применяемыми для их восстановления. Переработка металлолома (например, алюминия, стали) требует значительных энергозатрат на плавление, но при этом металлы могут быть переработаны многократно без потери качества. Переработка пластика включает процессы дробления, мойки, сушки и грануляции. Энергопотребление зависит от типа пластика (ПЭТ, ПВХ, полиэтилен). Переработка стекла требует энергии на дробление, очистку и плавление, а переработка органических отходов (например, компостирование или анаэробное сбраживание) менее энергоемка, но требует энергии для сушки, измельчения и поддержания температурных режимов.

Используемые технологические процессы оказывают большое влияние на энергопотребление. Процессы восстановления отходов являются энергоемкими, что обусловлено необходимостью выполнения таких операций, как дробление, сортировка, очистка, сушка, плавление и химическая обработка и т. д.

Основной объем потребления электрической энергии приходится на привод дробильных и измельчительных, сортировочных и перерабатывающих установок. Также электрическая энергия используется в процессах электролиза, магнитной сепарации и автоматизированных системах управления технологическими процессами. Доля потребления электрической энергии от общего энергопотребления процесса восстановления и переработки отходов составляет 40 - 60 %. Энергоэффективные технологии и модернизация оборудования могут снизить этот показатель.

Тепловая энергия при восстановлении и переработке отходов используется в процессах сушки отходов перед переработкой, в термической обработке без сжигания, в обогреве помещений и технических узлов. Часть тепловой энергии может быть получена за счет рекуперации тепла при утилизации отходов. В ряде случаев тепловая энергия необходима для поддержания оптимальных температурных режимов в химических процессах переработки. На долю тепловой энергии приходится 30 - 50 % от общего энергопотребления.

Топливо используется для транспортировки отходов, работы спецтехники (бульдозеры, погрузчики) и генерации тепловой энергии. Основная часть грузового транспорта и спецтехники работает на дизельном топливе, которое также может применяться в генераторах для выработки электроэнергии. Природный газ используется как газомоторное топливо, так и в автономных котлах для генерации тепла. В некоторых случаях отходы могут служить источником топлива, например, при производстве биогаза из органических фракций отходов. В целом, на долю топлива приходится 10 - 20 % объема энергопотребления при восстановлении отходов.

При восстановлении и переработке отходов используется различное оборудование, а некоторые установки потребляют особенно много энергии. Это связано с тем, что переработка отходов включает в себя механическую, термическую и химическую обработку, технология которой требует значительных затрат энергии. Подробное описание наиболее энергоемких установок представлено ниже.

Дробильные и измельчительные установки предназначены для первичной обработки отходов - их дробления, измельчения и подготовки к дальнейшей переработке. Их используют для металлолома, пластика, стекла, древесины и строительных отходов. Двигатели данных устройств потребляют большое количество электроэнергии.

Наиболее крупным потребителем энергии при восстановлении и переработке отходов являются плавильные печи. В отличие от сжигания, плавка не уничтожает материал, а превращает его в жидкое состояние, чтобы затем использовать повторно. Такие методы применяются для обработки металлов (например, обработки стали, меди) и стекла. Для плавления этих материалов требуется очень высокая температура (до 1600°C), поэтому печи потребляют большое количество тепловой и электрической энергии.

Современные заводы по переработке отходов используют мусорные сортировочные линии с оптическими или магнитными сепараторами. Оптические датчики, магнитные и вихретоковые сепараторы работают с высокой скоростью, позволяя разделять различные материалы. Такие установки потребляют много электроэнергии, особенно если в их составе есть навесные компрессоры и роботизированные механизмы.

Большая часть современных мусороперерабатывающих заводов используют сушильные установки. Перед переработкой многих отходов требуются предварительные сушилки, так как избыточная влага препятствует их дальнейшей обработке. Например, пластик перед превращением в гранулы должен быть сухим, иначе качество конечного продукта ухудшится. Органические отходы, такие как пищевые остатки или древесные опилки, перед биологической переработкой (например, перед брожением или пиролизом) сушатся, чтобы улучшить процесс разложения и повысить теплотворную способность при длительном использовании в качестве топлива. В зависимости от технологии, для сушек может использоваться электрическая

энергия (например, в сушильных барабанах) или тепловая энергия (например, при использовании отходящего тепла от других производственных процессов).

Официальная статистическая информация о потреблении энергоресурсов по направлению восстановления отходов в Казахстане отсутствует, однако в рамках данных Государственного энергетического реестра проведен анализ потребления энергии по 31 организации. Общее их энергопотребление составило 13 773 тонн условного топлива за 2024 год. С целью отражения уровня потребления энергетических ресурсов на основе данных Государственного энергетического реестра и проведенных КТА выведена усредненная доля потребления энергии, которая представлена ниже.

Рисунок 1.2. Доля потребления энергии при восстановлении и переработке отходов, %.

Метод расчета основан на анализе энергопотребления различных технологических процессов, включенных в структуру производственных затрат этих предприятий. В рамках КТА были выделены основные энергоемкие установки и рассчитана их средняя доля в общем потреблении энергии.

Для расчета доли потребления плавильных печей учитывались данные о расходе электроэнергии и тепла при поддержании высоких температурных режимов для обработки металлов и других материалов. Расчет дробильных и измельчительных установок основан на мощности электродвигателей дробилок, измельчителей и турбин, а также на фактических показателях потребления ими электроэнергии. Доля потребления сортировочных линий с сепараторами определена по фактическому энергопотреблению конвейеров, магнитных, вихретоковых и других сепараторов, распространяющихся на предприятиях. По сушильным установкам расчет основан на анализе энергопотребления оборудования, используемого для удаления влаги из отходов различных типов. Основную часть энергозатрат по сушильным установкам вносят термические процессы, связанные с нагревом воздуха и материала поверхности для ускорения испарения влаги. Наибольший расход энергии определен при удалении влаги из примесей сточных вод, биомасс и некоторых видов пластмасс с высоким содержанием влаги.

Учитывая огромные объемы отходов, Казахстан имеет большой потенциал для развития технологии по восстановлению и переработке отходов. В данном контексте важным направлением снижения энергозатрат является комплексный анализ потребления энергоресурсов на каждом этапе технологической цепочки и проведение энергоаудита, позволяющего выявить и устранить неэффективные участки.

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 "Восстановление отходов" 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, таких как "Справочный документ по обращению с отходами" (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment), а также на Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям (ИТС) 15-2021 "Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)" и ИТС 52-2022 "Обращение с отходами I и II классов опасности" Российской Федерации.

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 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 РК были сгруппированы и определены 12 групп отходов согласованные членами ТРГ. Перечень групп и наименования отходов определенных, как маркерные загрязняющие вещества в настоящем справочнике НДТ, не носят нормативный характер и не являются исчерпывающими и 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 РК (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 и/или их вторичное использование, восстановление отходов 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 основывалось на сведениях, полученных в ходе КТА.

1. 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.

2. 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 восстановления отходов. 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 экономии 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, должен быть определен 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 может осуществляться 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 может служить 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 результатов деятельности: валовый доход, оборот, операционная прибыль, себестоимость и другое.

При данном анализе возможно применение шкалы справочных значений, полученных по результатам анкетирования предприятий ЕС, которые ранжируют такие соотношения 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.2.1. Ориентировочные справочные значения осуществимости инвестиций в охрану окружающей среды

№ 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 предприятии, 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 эмиссии

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:

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

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 затратить 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 РК.

Необходимо учесть, что помимо платежей, установленных налоговым законодательством на республиканском уровне, местным представительным органам (маслихат) предоставлено право повышать действующие ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду в пределах соответствующих административных единиц.

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.

При этом с 2025 года для активной реализации субъектами промышленности мероприятий по защите окружающей среды и применения НДТ, в случае отсутствия комплексного экологического разрешения к действующим ставкам платы за негативное воздействие на окружающую среду по предприятиям I категории будет применяться

повышающий коэффициент 2 (двукратное увеличение платежей), с 2028 г. - коэффициент 4 и с 2031 г. - коэффициент 8.

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

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

восстановлении отходов. Наиболее общая классификация способов восстановления выглядит следующим образом:

вспомогательные операции при управлении отходами (прием и подготовка отходов к восстановлению);

механические и физические;

биологические;

физико-химические;

В последующих разделах более подробно описываются методы и технологии восстановления отходов.

3.1. Вспомогательные операции при управлении отходами (прием и подготовка отходов к восстановлению)

Предварительная подготовка отходов для восстановления включает ряд технологических этапов, направленных на обеспечение безопасного, эффективного и экологически рационального управления отходами до их утилизации, обезвреживания или повторного вовлечения в хозяйственный оборот.

Основные технологические процессы: контроль и прием отходов.

По прибытии специализированного автотранспорта на площадку ответственные сотрудники осуществляют визуальный и, при необходимости, дозиметрический контроль твердых и жидких отходов. Далее проводится проверка сопроводительных документов, включая наличие паспорта опасного отхода. После подтверждения соответствия отходов требованиям - осуществляется взвешивание и регистрация в журнале приема. Качественные и количественные характеристики отходов фиксируются в учетной документации.

Накопление (временное складирование): до начала переработки отходы складироваются в специально отведенных, оборудованных зонах - герметичных контейнерах, емкостях или на площадках с защитным покрытием, исключающим загрязнение почвы и подземных вод.

Сортировка отходов: один из ключевых этапов, позволяющий эффективно распределить отходы по направлениям дальнейшего управления. Повторное использование, переработка, обезвреживание. Отходы разделяются по типам - органические, неорганические, вторично используемые, опасные и другие. Удаляются компоненты, непригодные к восстановлению (например, вещества, содержащие опасные примеси или несоответствующие технологиям обработки).

Влажные отходы, особенно органического происхождения, могут подвергаться сушке для стабилизации, повышения калорийности (в случае энергетического использования) или подготовки к биологической переработке (например, компостированию или анаэробному сбраживанию). Удаление влаги также снижает массу и снижает риск микробиологической активности во время накопления.

Смешивание (при необходимости) - проводится строго в рамках технологических требований и только для однородных, совместимых по химическому составу фракций. Запрещается смешивание опасных отходов между собой или с неопасными, за исключением случаев, предусмотренных технологическим регламентом (например, при компостировании органики с древесными опилками для регулирования соотношения углерода и азота).

3.2. Механическая и физическая переработка отходов

Механическая и физическая переработка отходов являются ключевыми технологическими процессами, применяемыми для большинства видов отходов, включая медицинские и биологические (после обеззараживания), ртутьсодержащие (после демеркуризации), нефтесодержащие, электронное оборудование, твердые промышленные, горнодобывающие, полимерные, коммунальные и строительные отходы. Эти методы основаны на физическом преобразовании отходов без изменения их химического состава, что делает их экономически выгодными и экологически безопасными.

Основные технологические процессы включают первичное дробление и измельчение (шредеры, дробилки), сепарацию компонентов (магнитную, воздушную, вибросепарацию), грануляцию и агломерацию полимеров, уплотнение и брикетирование отходов, а также сортировку и выборку подготовленного сырья.

Ключевыми преимуществами данных методов являются сохранение исходных свойств материалов, низкая энергоемкость по сравнению с химическими методами (на 40 - 60 % меньше затрат), возможность возврата в производственный цикл до 60 - 90 % сырья (для отдельных фракций) и быстрая окупаемость оборудования (1 - 3 года для средних предприятий). Однако технологии имеют и ограничения: требуют качественной предварительной сортировки (степень чистоты сырья не менее 85 %), демонстрируют сниженную эффективность для сложных композитов (многослойные материалы, композиты) и требуют дополнительной обработки для опасных фракций. Несмотря на это, механическая и физическая переработка образуют технологический базис циклической экономики, позволяя максимально вовлекать отходы различных категорий в повторное использование (до 70 % общего объема) при минимальном экологическом воздействии, что особенно актуально в условиях роста объемов образования отходов (3 - 5 % ежегодно в РК) и необходимости выполнения экологических нормативов.

3.3. Биологическая переработка отходов

Биологическая переработка отходов представляет собой комплекс природоподобных технологий, использующих биохимические процессы для трансформации органических компонентов отходов в полезные продукты. Данные

методы особенно эффективны для следующих категорий: опасных ртутьсодержащих отходов после предварительной демеркуризации, нефтесодержащих отходов при низкой и средней степени загрязнения, органических отходов как основной целевой группы, включая пищевые и сельскохозяйственные отходы, отходов электронного оборудования для переработки органических составляющих, твердых промышленных отходов с органической фракцией, горнодобывающих отходов с содержанием биоразлагаемых компонентов, полимерных отходов биологического происхождения, коммунальных отходов с преобладанием органики, и строительных отходов древесного происхождения.

Основные биотехнологические процессы включают аэробное компостирование (для твердых органических отходов), анаэробное сбраживание с получением биогаза (для жидких и пастообразных отходов), вермикомпостирование (с использованием червей), фиторемедиацию (очистку с помощью растений) и ферментативную переработку.

Ключевыми преимуществами биологической переработки являются низкая энергоемкость (на 60 - 70 % меньше, чем у термических методов), возможность получения ценных продуктов (компосты, биогаз, кормовые добавки) и минимальное воздействие на окружающую среду. Однако методы имеют ограничения по скорости переработки, требовательности к составу сырья (оптимальное содержание органики не менее 40 - 50 %) и необходимости тщательного контроля параметров процесса (температура, влажность, pH). Внедрение биологических методов переработки позволяет сократить объемы захоронения органических отходов, что особенно важно в контексте выполнения экологических нормативов и перехода к циклической экономике

3.4. Физико-химическая переработка отходов

Физико-химическая переработка отходов представляет собой комплекс высокоэффективных технологий, основанных на сочетании физических процессов и химических реакций для трансформации отходов в безопасные формы или ценные продукты. Данные методы находят применение для широкого спектра отходов: медицинских и биологических после предварительного обеззараживания, опасных ртутьсодержащих через процессы демеркуризации, нефтесодержащих путем коагуляции и флотации, органических через каталитическое разложение, электронного оборудования при извлечении драгметаллов, твердых промышленных при нейтрализации опасных компонентов, горнодобывающих при переработке шламов, полимерных через пиролиз и деполимеризацию, коммунальных при обработке опасных фракций и строительных при утилизации загрязнителей.

Ключевые методы включают: низкотемпературное разложение (пиролиз, газификация), химическое растворение, каталитическое окисление, электрохимические процессы, мембранное разделение и сорбционную очистку.

Основные преимущества - высокая степень обезвреживания (до 99 % для опасных компонентов), возможность извлечения ценных элементов и компактность установок. Однако методы требуют значительных энергозатрат, сложного оборудования и точного контроля параметров, что ограничивает их экономическую эффективность для некоторых видов отходов.

3.5. Текущие уровни эмиссий в окружающую среду

Текущие уровни эмиссий в окружающую среду, связанные с управлением отходами, характеризуются значительным разнообразием загрязняющих веществ, что обусловлено различными видами отходов и применяемыми методами их переработки. В зависимости от категории отходов (промышленные, коммунальные, опасные) и используемых технологий обработки, в окружающую среду могут поступать различные загрязнители: тяжелые металлы - преимущественно от электронных и ртутьсодержащих отходов; летучие органические соединения - при механической переработке пластмасс; нефтепродукты - от нефтесодержащих отходов; а также взвешенные частицы различного происхождения. Особую проблему представляют процессы химического взаимодействия компонентов отходов при переработке, что может приводить к образованию новых токсичных соединений. Наибольшие эмиссии наблюдаются при недостаточной очистке сточных вод от перерабатывающих предприятий и несовершенстве систем пылегазоочистки. Современные системы мониторинга фиксируют локальные превышения предельно допустимых концентраций в зонах расположения объектов обращения с отходами, что требует совершенствования технологий механической, биологической и физико-химической переработки для минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Таблица 3.1. Технологические показатели по выбросам загрязняющих веществ по основным процессам за 2022-2023 годы (Предприятие №1)

Наименование загрязняющего вещества	Факт. выброс, всего т.г.,	Объемы годового производства выпускаемой продукции, тыс. тонн	Технологические показатели выбросов ЗВ на ед. продукции
1	2	3	4
Утилизация отходов органических растворителей			
2022 год			
0301, Азота (IV) диоксид	0,03453	0,2408254	0,00014
0304, Азот (II) оксид	0,01311	0,2408254	0,05400
0328, Углерод	0,06914	0,2408254	0,00029
0330, Сера диоксид	0,16806	0,2408254	0,00070
0333, Сероводород	0,0018297	0,2408254	0,00001

0337, Углерод оксид	0,01623	0,2408254	0,00007
0703, Бенз/а/пирен	0,0000000038	0,2408254	0,00000000002
2754, Алканы C ₁₂₋₁₉	0,000247037	0,2408254	0,00000103
2023 год			
0301, Азота (IV) диоксид	0,0374088	0,09433088	0,00040
0304, Азот (II) оксид	0,0060789	0,09433088	0,00006
0328, Углерод	0,0039065	0,09433088	0,00004
0330, Сера диоксид	0,0918814	0,09433088	0,00097
0333, Сероводород	0,0000013	0,09433088	0,000000014
0337, Углерод оксид	0,2171049	0,09433088	0,00230
0703, Бенз/а/пирен	0,0000001	0,09433088	0,0000000011
2754, Алканы C ₁₂₋₁₉	0,0004783	0,09433088	0,00001

Таблица 3.2. Технологические показатели по выбросам загрязняющих веществ по основным процессам (Предприятие №2)

Наименование загрязняющего вещества	Факт. выброс, всего т.г.,	Объемы годового производства выпускаемой продукции, тыс. тонн	Технологические показатели выбросов ЗВ на ед. продукции
-------------------------------------	---------------------------	---	---

1	2	3	4
2022 год			
Технологические процессы на базе методов пиролиза. Установка модуль пиролиза "FORTAN-2"			
Сера диоксид	0,766465	1,022971	0,749253889
Углерод оксид	2,233977	1,022971	2,18381264
Дробление строительных отходов и стекла. Дробилка молотковая "Аэролит"			
Взвешенные частицы	1,24504245	1,022971	1,217084795
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20	1,265854522	1,022971	1,237429528
2023 год			
Технологические процессы на базе методов пиролиза. Установка модуль пиролиза "FORTAN-2"			
Углерод оксид	0,57654	2,2928324	0,251453
Дробление строительных отходов и стекла. Дробилка молотковая "Аэролит"			
Взвешенные частицы	0,75446592	2,2928324	0,329054
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20	0,81733808	2,2928324	0,356475

Таблица 3.3. Технологические показатели по выбросам загрязняющих веществ по основным процессам за 2022-2023 годы (Предприятие №3)

		Объемы годового производства	Технологические показатели выбросов ЗВ
--	--	------------------------------	--

Наименование ЗВ	Факт. выброс ЗВ	выпускаемой продукции,		на ед. продукции тонн/	
		тыс. тонн		тыс. тонн	

1	2	3	4	5	6	7
	2022 год	2023 год	2022 год	2023 год	2022 год	2023 год
Объект А						
Окись углерода (СО)	2,386	2,881	638,31	516,53	0,0037	0,0056
Смесь предельных углеводородов в С1Н4-С5Н12	2,495	2,475	638,31	516,53	0,0039	0,0048
Алканы С12-19 / в пересчете на С/	0,998	0,688	638,31	516,53	0,0016	0,0013
Метан	0,977	0,208	638,31	516,53	0,0015	0,0004
Смесь предельных углеводородов в С6Н14-С10Н22	0,922	0,915	638,31	516,53	0,0014	0,0018
Диоксид азота (NO2)	0,958	1,096	638,31	516,53	0,0015	0,0021
Прочие вещества	2,686	2,134	638,31	516,53	0,0042	0,0041
ВСЕГО	11,422	10,397	638,31	516,53	0,0179	0,0201
Объект Б						
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20	24,501	19,017	324,752	1,01	11,318	18,8
1	2	3	4	5	6	7
Метан	90,696	109,825	324,752	1,01	41,896	108,57
Смесь предельных углеводородов в С1Н4-С5Н12	5,76	5,332	324,752	1,01	2,661	5,27
Прочие вещества	7,46	8,769	324,752	1,01	3,446	8,67
ВСЕГО	128,417	142,944	324,752	1,01	59,321	141,31
Объект В						
Диоксид серы	19,466	0,304	383,58	217,47	0,0507	0,0014

Диоксид азота	4,34	0,492	383,58	217,47	0,0113	0,0023
Алканы C12-19	12,945	12,567	383,58	217,47	0,0337	0,0578
Взвешенные вещества	4,031	0,287	383,58	217,47	0,0105	0,0013
Пыль неорганическая	2,778	1,332	383,58	217,47	0,0072	0,0061
Метан	0,036	139,967	383,58	217,47	0,0001	0,6436
Прочие вещества	3,944	8,441	383,58	217,47	0,0103	0,0388
ВСЕГО	47,541	163,39	383,58	217,47	0,1239	0,7513

Таблица 3.4. Технологические показатели по сбросам загрязняющих веществ (Предприятие №3)

Вид сточных вод	Факт. образовано сточных вод, м ³ /год		Технологические показатели сбросов ЗВ на м ³ /тыс. тонн продукции	
	2022 год	2023 год	2022 год	2023 год
Предприятие №3, Объект В				
Производственные	0,17862	0,10143	0,000466	0,000466
Хозяйственно-бытовые	21,149145	9,342248	0,05514	0,04296

3.6. Энергоэффективность

Восстановление отходов представляет 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 этапы производственного процесса, применяемые технические решения и их энергетические потоки с учетом энергоэффективности.

При подготовке отходов осуществляется механическая обработка, которая включает в себя дробление и измельчение для уменьшения их размеров, повышения эффективности переработки и улучшения характеристик последующих процессов. Дробление позволяет снизить объем отходов и подготовить их к последующему измельчению. Далее проводится сушка, которая необходима для удаления избыточной влаги, так как влажные отходы требуют дополнительной энергии для переработки. Некоторые виды отходов требуют химической обработки для удаления нежелательных компонентов, улучшения их характеристик и приведения к стандартному составу. Химическая обработка включает нейтрализацию кислотных и щелочных отходов, стабилизацию тяжелых металлов и предварительное окисление. После механической и химической обработки отходов ведется работа по подготовке сырьевых смесей. Для

повышения энергетической ценности отходов их можно использовать в составе композитных материалов или смесей, пригодных для дальнейшей переработки. Это позволяет стабилизировать состав отходов и оптимизировать их свойства.

На основе данных Государственного энергетического реестра <https://aisger.kz> и проведенных комплексно технологических аудитов выведены усредненные удельные показатели энергии на процесс подготовки отходов представлены ниже.

Таблица 3.5. Удельные показатели энергии на процесс подготовки отходов при его восстановлении

№	Наименование процесса	Удельное значение
1	2	3
1	Дробление и измельчение	5-20 кВт*ч/т
2	Сушка отходов	800-1 500 МДж/т (тепло), 20-50 кВт*ч/т (электроэнергия)
3	Химическая обработка	10-30 кВт*ч/т
4	Подготовка сырьевых смесей	5-15 кВт*ч/т
5	Общее усредненное потребление при подготовке отходов	40-100 кВт*ч/т

Основной процесс переработки отходов представляет собой серию процессов, направленных на преобразование отходов в полезные материалы или энергию. Различают несколько методов переработки, в зависимости от состава и свойств отходов. Основной процесс восстановления отходов включает в себя рециклинг, химическую и биологическую переработку. Под рециклингом понимается физико-механическая переработка отходов с целью повторного использования материалов. Например, переработка металлов, пластмасс, стекла и бумаги требует соответствующих технологических линий с определенным уровнем энергопотребления. Химическая переработка используется для сложных отходов, таких как пластмассы и органические соединения, позволяя разлагать их на более простые вещества. Например, каталитическое деструкция и гидролиз используют химические реакции для преобразования отходов в ценные продукты. Биологическая переработка применяется для органических отходов с процессами компостирования и анаэробного брожения. В ходе этих процессов образуется биогаз, который можно использовать для генерации энергии.

Заключительным этапам переработки и восстановления отходов является утилизация тепла, так как восстановление включает в себя переработку и повторное использование. Процесс утилизации тепла является важной частью общей энергетической эффективности переработки отходов. Данный процесс позволяет использовать выделяемое тепло для производства энергии, для систем отопления и подачи теплой воды. Также, тепло используется для предварительного подогрева сырья

. Применение исходящего тепла для предварительного нагрева отходов помогает снизить затраты энергии на разогрев до рабочей температуры.

В целом, в рамках входящих энергетических потоков используется тепло отходов, остаточное тепло процессов. Выходящими энергетическими потоками является горячая вода, пар, электроэнергия.

Общие удельные расходы энергии на переработку отходов определяются выбранной технологией, составом отходов и уровнем автоматизации процесса. Согласно усредненным показателям на основе данных Государственного энергетического реестра и комплексно-технологических аудитов определены на следующем уровне.

Таблица 3.6. Общие удельные расходы энергии на переработку отходов

№	Наименование процесса	Удельное значение
1	Подготовка отходов	40-100 кВт*ч/т
2	Рециклинг	50-150 кВт*ч/т
3	Химическая переработка	30-90 кВт*ч/т
4	Биологическая переработка	10-50 кВт*ч/т
5	Транспортировка	5-30 кВт*ч/т
6	Общий расход энергии при восстановлении отходов	100-300 кВт*ч/т

С учетом всех процессов средний удельный расход энергии при восстановлении отходов составляет 100 - 300 кВт*ч/т. Это обобщенный показатель, учитывающий различные виды отходов и технологии переработки, и он характерен для смешанных отходов с низкой энергоемкостью, таких как бумага, текстильные изделия или биологические отходы. При переработке и восстановлении металлов (алюминий, сталь), пластика и стекла затраты на электроэнергию значительно выше:

из-за высокой энергоемкости процесса плавки металлов от 500 до 1500 кВт*ч/т;

в зависимости от метода переработки пластика от 300 до 900 кВт*ч/т;

высокотемпературное плавление стекла от 500 до 800 кВт*ч/т <https://elkamehr.com/en/comparing-recyclability-aluminum-vs-other-metals-and-materials/>.

Эффективность восстановления отходов во многом определяется правильным выбором технических решений на каждом этапе. Внедрение энергоэффективных техник 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 восстановлению отходов.

Применение энергоэффективных наилучших доступных техник в восстановлении и переработке отходов позволяет существенно снизить нагрузку на природные ресурсы,

минимизировать выбросы парниковых газов и повысить экономическую эффективность предприятий.

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;
- управление отходами.

4.1. Система экологического менеджмента (СЭМ)

Описание

СЭМ является методом, позволяющим операторам установок решать экологические проблемы на систематической и очевидной основе. СЭМ является наиболее действенной и эффективной, когда она 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 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:

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

2) 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 ;

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

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

5) 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;

б) обеспечение соблюдения экологического законодательства РК;

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

мониторинг и измерение;

корректирующие и превентивные действия;

ведение записей;

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

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

9) подготовку регулярной отчетности, предусмотренной экологическим законодательством;

10) валидацию органом по сертификации или внешним верификатором СЭМ;

11) следование за развитием более чистых технологий;

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

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

14) систему управления отходами;

15) 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;

16) 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 кратко-средне- 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 стандартизованной, так и не стандартизованной) 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 (СЭнМ)

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 должно уделяться 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 ограничения выбросов парниковых газов.

Кросс-медиа эффекты

Кросс-медийные эффекты от внедрения системы энергоменеджмента при процессах восстановления отходов охватывают множество аспектов, включая экономические, энергетические, экологические и социальные выгоды.

СЭнМ способствует снижению энергоемкости, удельного расхода энергоресурсов на восстановление отходов и сокращению выбросов парниковых газов.

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 РК и нормативов качества окружающей среды.

Используемые для мониторинга методы, средства измерений, применяемое оборудование, процедуры и инструменты, должны соответствовать стандартам, действующим на территории РК. Использование международных стандартов должно быть регламентировано нормативно-правовыми актами РК.

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 РК 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;

содержание кислорода.

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 вышеперечисленным 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 при переработке отходов в том числе опасных отходов 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 (то есть 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.

4.3.1. 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:

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

контроля протекания технологических процессов производства (сбор, хранение и подготовка сырьевых материалов, процессов, связанных с восстановлением отходов 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 ЗВ 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 РК 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, вовремя погрузочно-разгрузочных операций, а также выбросов, возникающих в результате деятельности вспомогательных участков (очистных сооружений и прочее);

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.

4.3.2. 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 ряд стандартных процедур отбора и анализа проб воды и сточных вод, в том числе:

разовая (точечная, простая) проба - одна проба, взятая из потока сточных вод;

составная (усредненная, смешанная) 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;

контрольная точечная проба - смешанная проба из не менее, чем пяти простых проб, отобранных в течение максимум двух часов с интервалом не менее двух минут и затем смешанных.

Мониторинг подземных вод.

Мониторинг подземных вод при восстановлении отходов - важный аспект управления экологическими рисками, связанными с деятельностью по переработке, обезвреживанию и утилизации отходов. Объекты по восстановлению отходов и соответствующие технологические участки потенциально могут оказывать влияние на состояние подземных вод. Это может происходить, например, через фильтрацию загрязненного поверхностного стока с территорий временного складирования промышленных, опасных химических, нефтесодержащих и других отходов, через утечки из трубопроводов и резервуаров, содержащих воду, масла, химические реагенты

, через изменение естественного режима движения и водообмена грунтовых вод. В ряде случаев это может вызывать отклонения в гидрогеологическом режиме - изменять уровни, температурный фон, химический состав подземных вод, а также способствовать подтоплению территорий и строительных объектов.

Применение системы мониторинга подземных вод основывается на организации регулярного наблюдения за состоянием водоносных горизонтов с целью своевременного выявления отклонений от фоновых (естественных) показателей. Это позволяет оперативно принимать управленческие решения, направленные на предупреждение загрязнения, а также локализацию потенциальных источников воздействия на окружающую среду.

Ключевыми организационно-регламентными элементами такого мониторинга являются: разработка программы наблюдений, корректный выбор мест размещения наблюдательных скважин с учетом направления движения грунтовых вод, соблюдение периодичности и полноты мониторинга, проведение лабораторных исследований в соответствии с утвержденными методиками.

В соответствии с экологическим законодательством РК, в том числе требованиями Экологического кодекса, мониторинг подземных вод включается в программы производственного экологического контроля и рассматривается как элемент системы обеспечения наилучших доступных техник в области обращения с отходами. Его внедрение отвечает принципам устойчивого природопользования, обеспечивает высокие стандарты охраны окружающей среды и не требует значительных капитальных затрат или вмешательства в основную 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 собираться, храниться, обезвреживаться, транспортироваться и захораниваться 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 восстановлении отходов.

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 дальнейшему восстановлению. 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.

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 потребления 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 восстановлению отходов существующая конфигурация системы водопользования может ограничивать применимость.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение потребления водных ресурсов, повышение показателей экологической эффективности.

4.5.1. Обращение с концентратом обратноосмотических установок

В рамках реализации мероприятий по повышению эффективности водопользования на промышленных предприятиях все чаще применяются технологии повторного использования воды, включая системы обратного осмоса и другие методы доочистки сточных вод. Несмотря на безусловные экологические и ресурсосберегающие преимущества таких решений, следует учитывать, что при работе мембранных и осмотических установок образуется побочный продукт - концентрат, представляющий собой высокоминерализованный раствор, в ряде случаев классифицируемый как отход производства.

С учетом требований природоохранного законодательства и принципов наилучших доступных техник, обращение с таким концентратом должно быть надлежащим образом организовано. Это предполагает рассмотрение и внедрение технологических решений, направленных на его утилизацию, переработку, повторное вовлечение в производственный цикл или безопасное уничтожение. Ниже приведены возможные подходы и технические методы обращения с образующимся концентратом.

4.5.1.1. Вторичное использование солевого концентрата в рассольных системах охлаждения

Описание

Данная мера предусматривает повторное использование концентрированного солевого раствора, образующегося в установках обратного осмоса или других мембранных технологиях водоподготовки, в качестве теплоносителя в рассольных системах охлаждения. В условиях производств, где требуется температурное регулирование технологических потоков, солевые концентраты могут эффективно использоваться вместо пресной или химически очищенной воды, снижая нагрузку на водопотребление и образование отходов.

Техническое описание

Солевой концентрат, поступающий из установки обратного осмоса, аккумулируется в резервуарах и после предварительной фильтрации, и при необходимости стабилизации ингибиторами коррозии направляется в рассольную систему охлаждения. Концентрат циркулирует по замкнутому контуру, обеспечивая отвод тепла от

оборудования, где теплообмен не требует применения высококачественной воды. Такие системы обычно включают насосы, теплообменники, баки и трубопроводы, устойчивые к коррозии.

Достигнутые экологические выгоды

Среди достигнутых экологических выгод отмечается значительное снижение водозабора из природных источников - вплоть до 10-15 % от общего объема, за счет использования концентрата вместо пресной воды. Одновременно уменьшается объем образования отходов (солесодержащего концентрата) на 70-90 %, что позволяет снизить нагрузку на очистные сооружения и исключить сброс загрязняющих веществ в водные объекты. Повторное использование концентрата также повышает степень замкнутости водооборота.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Использование концентрата вместо утилизации положительно влияет и на другие среды: отсутствует сброс в водные объекты, сокращается количество загрязняющих веществ, попадающих в окружающую среду. Вместе с тем, потенциальным сопутствующим эффектом может быть рост энергозатрат, связанных с циркуляцией охлаждающего раствора, а также необходимость регулярного контроля состояния оборудования из-за повышенной агрессивности солевой среды.

Кросс-медиа эффекты

С точки зрения применимости технология подходит для производств с развитой инфраструктурой водооборота, где возможно внедрение или адаптация систем рассольного охлаждения. Она может быть внедрена как на новых, так и на действующих объектах. Основными техническими условиями являются наличие соответствующего оборудования и соблюдение требований по материалам, контактирующим с солевым раствором.

Технические соображения, касающиеся применимости

Среди достигнутых экологических выгод отмечается значительное снижение водозабора из природных источников - вплоть до 10 - 15 % от общего объема, за счет использования концентрата вместо пресной воды. Одновременно уменьшается объем образования отходов (солесодержащего концентрата) на 70 - 90 %, что позволяет снизить нагрузку на очистные сооружения и исключить сброс загрязняющих веществ в водные объекты. Повторное использование концентрата также повышает степень замкнутости водооборота, что соответствует экологическим требованиям и принципам НДТ.

Экономика

В зависимости от применяемого оборудования в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение потребления водных ресурсов, повышение показателей экологической эффективности.

4.5.1.2. Получение вторичного сырья - сухих солей из концентрата водоподготовки

Описание

Одним из рациональных подходов к обращению с концентратами, образующимися в процессе водоподготовки (в частности, обратного осмоса), является получение из них вторичного продукта - сухих технических солей. Такая технология позволяет не только сократить объемы образования отходов, но и получить продукцию, востребованную в различных отраслях, например, в дорожном хозяйстве, химической и металлургической промышленности.

Техническое описание

Процесс основан на выпаривании или сушке концентрата с целью выделения солей в твердой фазе. Для этого могут использоваться вакуум-выпарные установки, солнечные или тепловые испарительные площадки, либо промышленное оборудование с принудительным испарением влаги. В зависимости от применяемой схемы, полученные сухие соли могут дополнительно очищаться и фасоваться. Основным продуктом становится промышленная соль (хлорид натрия, сульфаты и другие соединения), пригодная для использования в качестве противогололедного материала при содержании автомобильных дорог в зимний период, а также для некоторых технологических процессов.

Достигнутые экологические выгоды

Экологический эффект данной меры выражается в практически полном исключении необходимости утилизации солевого концентрата как отхода. Снижается нагрузка на очистные сооружения, предотвращается загрязнение водных объектов и сокращается потребность в добыче первичной соли, что имеет значение для охраны природных ресурсов. Утилизация концентрата в виде продукта исключает сброс соледержащих стоков в окружающую среду и способствует реализации принципа замкнутого производственного цикла.

Кросс-медиа эффекты

Исключение водных выбросов, отсутствие загрязнений почвы и водоемов, а также уменьшение общего количества отходов. Вместе с тем, следует учитывать энергетические затраты на процесс выпаривания, а также возможные выбросы в атмосферу при термическом способе испарения - они требуют соответствующего контроля и компенсации за счет энергоэффективных решений.

Технические соображения, касающиеся применимости

Технология применима на предприятиях, располагающих достаточным объемом концентрата и возможностями по его обработке. Особенно эффективна она в регионах с высокой солнечной активностью, где возможно применение пассивных методов испарения, либо на предприятиях, где имеется избыточное тепло, которое можно использовать в качестве источника энергии для выпаривания. Полученный продукт

может быть реализован либо использоваться внутри предприятия, что снижает затраты на приобретение аналогичных материалов.

Экономика

В зависимости от применяемого оборудования в каждом конкретном случае.

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 изменения 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 "шумной" деятельностью (или "деятельностью, издающей шум");

- обшивка воздуховодов и воздуходувок, расположенных в звуконепроходимых зданиях;

- закрытие дверей и окон крытых помещений;

- малошумное оборудование, сюда входят малошумные 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 селитебной 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 технических решений:

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

- средствами внешней виброзащиты, которые представляют собой упругодемпфирующие материалы и устройства, размещенными 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 объектах восстановления отходов, но и на этапах их образования, сбора и транспортировки.

Мероприятия, направленные на предотвращение образования и распространения запахов, включают:

- надлежащее размещение и управление с отходами;

- тщательное проектирование, эксплуатацию и техническое обслуживание оборудования, при работе которого возможно выделение запахов;

- надлежащий отвод и очистку воздуха от газообразных выбросов;

использование герметичных контейнеров для хранения отходов до момента их обработки или утилизации с целью предотвращения распространения запахов в окружающую среду;

применение биофильтров для эффективного удаления запахообразующих веществ.

Сокращение образования запахов при сборе и обработке сточных вод и осадков сточных вод может быть достигнуто за счет:

использования химических реагентов для устранения или снижения образования пахучих веществ (например, окисление или осаждение сероводорода);

покрытия или ограждения объектов сбора и обработки сточных вод и осадков для улавливания и направления пахучих газов на последующую очистку;

применения "концевых" технологий очистки выбросов и сбросов за пределами основного технологического процесса (например, биохимическая обработка, высокотемпературное окисление, фильтрация через биофильтры).

Реализация вышеуказанных мер позволит повысить уровень санитарно-гигиенической безопасности, улучшить качество жизни населения и снизить негативное воздействие 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, образования 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 восстановления отходов

5.1.1. Внедрение автоматизированных систем при обнаружении и предотвращении пожара

Описание

Внедрение автоматизированных систем пожарной безопасности на установках по восстановлению и переработке отходов является важной мерой повышения промышленной и экологической безопасности. Эти системы обеспечивают раннее

обнаружение возгораний, локализацию очагов пожара, защиту критически важных зон оборудования и предотвращение аварийных выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

Техническое описание

Система включает датчики температуры, дыма и пламени, автоматические системы оповещения, тушения и вентиляции. В зависимости от категории помещений и характера отходов применяются газовое, порошковое, водяное или аэрозольное тушение. Автоматизированные алгоритмы обеспечивают отключение подачи топлива, электропитания и остановку оборудования для предотвращения распространения пожара.

Достигнутые экологические выгоды

Автоматизированные системы предотвращают неконтролируемые выбросы при возгорании отходов, включая токсичные органические соединения, диоксины, тяжелые металлы. Снижается риск разрушения установок и утечек загрязняющих веществ в почву и водоемы.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение систем позволяет:

снизить риск пожаров и взрывов на 80 - 90 %;

минимизировать несанкционированные выбросы загрязняющих веществ;

обеспечить непрерывность технологического процесса восстановления отходов;

сократить аварийные простои и затраты на устранение последствий.

Кросс-медиа эффекты

Системы пожаротушения предотвращают попадание загрязняющих веществ в воздух, воду и почву, а оптимизированные технологии тушения уменьшают водопотребление и образование загрязненных стоков.

Технические соображения, касающиеся применимости

Системы применимы на всех установках восстановления отходов (механической, химической, биологической переработки), где используется горючее сырье или оборудование с повышенными пожароопасными рисками.

Экономика

Капитальные затраты - 30 - 150 млн. тенге. Экономический эффект проявляется в предотвращении крупных аварий, снижении простоев и штрафных санкций.

Движущая сила внедрения

Законодательные требования по промышленной безопасности, развитие "зеленых" технологий и необходимость снижения аварийных рисков.

5.1.2. Применение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП)

Описание

Применение АСУТП в установках восстановления отходов (сортировки, регенерации масел, переработки полимеров, биогазовых станциях) направлено на повышение эффективности и стабильности процессов, снижение энергопотребления и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду.

Техническое описание

АСУТП включает контрольно-измерительные приборы, контроллеры, интерфейсы визуализации (HMI/SCADA) и специализированное программное обеспечение. Система регулирует подачу сырья, температуру, скорость вращения оборудования, дозировку реагентов и процессы очистки выбросов. Алгоритмы (PID-регуляторы, адаптивные и предиктивные модели, нейросетевые оптимизаторы) обеспечивают точность управления и анализ данных в реальном времени.

Достигнутые экологические выгоды

Автоматизация позволяет сократить количество некачественно переработанных отходов, снизить выбросы загрязняющих веществ, уменьшить образование загрязненных сточных вод. Повышается эффективность восстановления вторичных ресурсов и сокращается общий объем отходов, направляемых на захоронение.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение АСУТП обеспечивает:

снижение удельного энергопотребления на 5 - 15 %;

сокращение выбросов CO и NO_x на 10 - 20 %;

повышение степени восстановления отходов до 90 - 95 %;

сокращение объема отходов, подлежащих захоронению, на 20 - 30 %;

повышение коэффициента использования вторичных ресурсов.

Кросс-медиа эффекты

Положительное воздействие выражается в снижении образования не утилизируемых отходов, уменьшении энергозатрат, сокращении сточных вод и предотвращении аварийных выбросов.

Технические соображения, касающиеся применимости

АСУТП применимы как на новых объектах переработки отходов, так и при модернизации действующих производств. Эффективны на установках по регенерации масел, переработке пластмасс, компостировании, биогазовых комплексах, системах механико-биологической обработки.

Экономика

Инвестиции составляют 40 - 200 млн. тенге, срок окупаемости - 2 - 5 лет за счет экономии энергоресурсов, повышения выхода вторичной продукции и снижения платы за размещение отходов.

Движущая сила внедрения

Законодательные требования по обращению с отходами, повышение тарифов на захоронение, переход к "Зеленой экономике", цифровизация промышленных процессов

5.2. НДТ, в области энерго- и ресурсосбережения

5.2.1. Использование рекуперации тепла

Описание

Использование рекуперации тепла при восстановлении отходов представляет собой внедрение технических решений, направленных на повторное использование тепловой энергии, выделяющейся в процессе обработки отходов. Это может быть тепло, выделяемое при термической, механико-термической или химической переработке, а также при работе технологического оборудования. Цель - максимизировать энергоотдачу от процессов и минимизировать потери, снижая при этом общее потребление первичной энергии.

Техническое описание

В рамках технологии используются рекуператоры, теплообменники, теплоутилизаторы и замкнутые контуры теплоснабжения, обеспечивающие передачу тепла от горячих потоков (дымовые газы, теплоносители, рабочие среды) к потребителям внутри предприятия - например, для подогрева сырья, нагрева воды, отопления помещений или генерации пара. Возможна интеграция с когенерационными установками и системами хранения энергии. В ряде случаев применяется каскадная система теплообмена с градацией температур.

Достигнутые экологические выгоды

Благодаря рекуперации тепла снижается потребность в использовании внешних источников энергии (электричество, природный газ, мазут), что ведет к сокращению выбросов CO, NO_x и других загрязняющих веществ, связанных с производством энергии. Кроме того, сокращается тепловая нагрузка на окружающую среду за счет уменьшения сброса остаточного тепла.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Эффективность рекуперации может достигать 30 - 70 % от выделяемого в процессе тепла. Потенциальная экономия энергии составляет до 25 - 40 % от тепловой составляющей энергопотребления предприятия. Срок службы оборудования составляет 10 - 15 лет, при регулярном обслуживании. Уровень сокращения выбросов CO может достигать 100 - 200 кг/МВт·ч сэкономленного тепла.

Кросс-медиа эффекты

Внедрение системы рекуперации может способствовать снижению общего потребления топлива, что положительно влияет на атмосферный воздух, снижая объемы выбросов. Также уменьшается тепловое воздействие на водные объекты в случае отказа от сброса нагретых стоков. Не наблюдается значительных отрицательных

Кросс-медиа эффектов. Техника способствует комплексному экологическому улучшению.

Важно отметить, что данная техника применима при наличии соответствующих климатических и технико-экономических условий и нецелесообразна в аридных климатических зонах, где применение тепла для отопления или подогрева технологических потоков имеет ограниченную эффективность.

Технические соображения, касающиеся применимости

Технология особенно эффективна при значительных объемах избыточного тепла, характерных для термических или высокотемпературных процессов. Применение требует предварительного теплового аудита и подбора оборудования с учетом режимов работы предприятия. Требуется достаточный уровень автоматизации и интеграции в существующие инженерные сети.

На объекте Amager Bakke Waste-to-Energy Plant в Копенгагене (Дания) тепло, получаемое от сжигания несортированных отходов, направляется в систему централизованного теплоснабжения, покрывая потребности около 150 000 домохозяйств. В Финляндии, на заводе Westenergy Oy Ab в Вааса, тепло от отходов рекуперировано в пар, используемый как для генерации электроэнергии, так и для отопления городских кварталов, обеспечивая КПД свыше 90%. В Южной Корее, на предприятии Incheon Sudokwon RDF Facility, тепло от процесса пиролиза и сжигания RDF направляется на обогрев административных и производственных помещений, а также на предварительный подогрев сырья.

Экономика

Первоначальные инвестиции включают закупку теплообменного оборудования, систем автоматизации и монтажа. Однако при высоких тарифах на энергию и наличии значительного теплового потенциала срок окупаемости может составлять 3 - 5 лет. Экономия достигается за счет снижения затрат на отопление, парогенерацию или подогрев сырья.

Движущая сила внедрения

Рост тарифов на энергоносители, ужесточение требований по выбросам, необходимость оптимизации производственных затрат и устойчивого развития делают рекуперацию тепла экономически и экологически целесообразной. Дополнительными стимулами являются корпоративные ESG-стратегии и программы декарбонизации.

5.2.2. Применение частотно-регулируемых приводов и энергоэффективных компрессоров

Описание

В системах, задействованных в процессе восстановления отходов - от сортировки и измельчения до подачи воздуха, транспортировки вторичного сырья и газов - широко применяются компрессоры, вентиляторы, насосы. Их работа, как правило, связана с

переменной нагрузкой, и в таких условиях применение частотно-регулируемых приводов (ЧРП), а также энергоэффективных компрессоров позволяет существенно снизить энергопотребление, улучшить стабильность работы оборудования и продлить срок его службы.

Техническое описание

Техника включает установку ЧРП на электродвигатели компрессоров, вентиляторов и насосов, что позволяет регулировать скорость вращения в соответствии с текущей производственной нагрузкой. Энергоэффективные компрессоры, в свою очередь, имеют усовершенствованные схемы охлаждения, высокоэффективные электродвигатели (IE3 и выше), оптимизированную геометрию сжатия и системы управления, позволяющие снижать потребление энергии при сохранении требуемых рабочих параметров.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение потребления электроэнергии ведет к сокращению косвенных выбросов парниковых газов (CO) и других загрязнителей, связанных с выработкой электроэнергии. Кроме того, уменьшается тепловая нагрузка на помещение, где расположено оборудование, а также уровень шума и вибрации, что улучшает условия труда.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение ЧРП и современных компрессоров позволяет достичь сокращения энергопотребления от 15% до 40% по сравнению с традиционными системами постоянной скорости. Средний срок окупаемости вложений составляет от 2 до 5 лет, в зависимости от режима загрузки оборудования. Уровень снижения выбросов CO - до 200 - 300 кг на каждые сэкономленные 1000 кВт*ч.

Кросс-медиа эффекты

Техника оказывает положительное влияние на окружающую среду, снижая потребление электроэнергии и, соответственно, нагрузку на электроэнергетические ресурсы. Снижение шумовых и вибрационных воздействий положительно влияет на санитарные условия труда. Значимых негативных Кросс-медиа эффектов не наблюдается.

Технические соображения, касающиеся применимости

Наиболее целесообразно внедрение в объектах с переменной нагрузкой на компрессоры, насосы и вентиляторы, особенно при непрерывной или циклической работе. Для оптимизации процесса необходимо наличие системы автоматизации и корректной настройки параметров управления. В старых установках потребуются адаптация систем электропитания и систем вентиляции.

Применение частотно-регулируемых приводов (ЧРП) и энергоэффективных компрессоров в установках по восстановлению отходов позволяет значительно сократить энергопотребление оборудования, работающего в переменных режимах. На

объекте Attero Waste Treatment Facility в Мурдейке (Нидерланды) внедрение ЧРП на вентиляторах и насосах, а также замена компрессоров на модели с регулируемой скоростью позволили снизить потребление электроэнергии на 20 %. В Японии, на предприятии Fukuoka Clean Center, установка высокоэффективных компрессоров и ЧРП в системах подачи воздуха для сушки и газоочистки обеспечила экономию энергии до 25 % без снижения производительности.

Экономика

Инвестиции в установку ЧРП и замену компрессоров на энергоэффективные варьируются в зависимости от мощности оборудования. При этом экономия на оплате электроэнергии может достигать 20 - 30 % от затрат на энергоснабжение компрессорных станций или вентиляционного оборудования. Государственные программы поддержки энергоэффективности и компенсации части затрат на модернизацию могут дополнительно повысить рентабельность проекта.

Движущая сила внедрения

Основными факторами являются рост тарифов на электроэнергию, необходимость снижения себестоимости производства, корпоративные цели по снижению углеродного следа, а также стремление к повышению надежности и автоматизации процессов. Дополнительным стимулом является возможность получения государственной поддержки при реализации проектов по энергосбережению.

5.2.3. Использование вторичных энергоресурсов

Описание

Вторичные энергоресурсы - это тепло, газ или другие виды энергии, образующиеся как побочные продукты технологических процессов, которые могут быть повторно использованы внутри предприятия или переданы на другие объекты. В контексте восстановления отходов это, как правило, утилизация тепла от работающего оборудования, использование технологических газов (например, пиролизных или газификационных), а также использование остаточного давления пара или сжатого воздуха.

Техническое описание

На объектах по восстановлению отходов вторичные энергоресурсы могут образовываться при пиролизе, газификации, механической переработке, а также при охлаждении оборудования и сжатии воздуха. Используемые технологии включают теплообменники для рекуперации тепла, системы утилизации пиролизного газа с последующим сгоранием в котлах, а также повторное использование отработанного пара в тепловых сетях предприятия. Полученная энергия может быть использована для подогрева воздуха, воды, подачи на сушильные установки, обогрев помещений, либо для выработки электроэнергии.

Достигнутые экологические выгоды

Снижение объемов потребления первичных энергоресурсов (природного газа, электроэнергии, мазута) приводит к сокращению выбросов углекислого газа и других загрязняющих веществ, связанных с их сжиганием. Утилизация тепла также уменьшает тепловое загрязнение окружающей среды, что особенно важно для урбанизированных зон.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Внедрение использования вторичных энергоресурсов позволяет сократить общее энергопотребление на 10 - 30 % в зависимости от технологического процесса. Потенциальное сокращение выбросов CO может достигать 0,2 - 0,5 т на каждую 1 тонну утилизированного вторичного энергоресурса. Эксплуатационные расходы на системы утилизации обычно низкие после первоначальных капитальных вложений, а срок окупаемости составляет от 2 до 4 лет.

Кросс-медиа эффекты

Внедрение данной техники снижает нагрузку на энергетическую инфраструктуру предприятия, уменьшает объем потребляемых топливных ресурсов и тем самым оказывает комплексное положительное воздействие на окружающую среду. Возможное повышение концентрации определенных загрязнителей в местах повторного сжигания пирогазов компенсируется системой очистки и автоматического контроля.

Технические соображения, касающиеся применимости

Техника применима на объектах, где в процессе переработки образуется избыток тепла или технологических газов. На предприятиях с неустойчивым режимом работы может потребоваться установка буферных емкостей или систем аккумулирования энергии. Также важно учитывать технико-экономическую целесообразность утилизации, особенно при малых объемах вторичных энергоресурсов.

На предприятии Zistersdorf Mechanical-Biological Treatment Plant в Австрии тепло, образующееся при компостировании и сушке отходов, направляется на обогрев зданий и предварительный подогрев сырья. В Германии, на объекте München Nord Heizkraftwerk, вторичный пар, получаемый при переработке отходов, используется для привода турбогенераторов и подачи в систему теплоснабжения. В Японии, на заводе Kita Incineration Plant в Осаке, побочное тепло и горячая вода от утилизации отходов повторно используются для отопления общественных зданий и бассейна при заводе.

Экономика

Затраты на установку систем утилизации и повторного использования вторичных энергоресурсов зависят от типа оборудования и конфигурации предприятия. Однако за счет снижения расходов на энергию техника демонстрирует высокую рентабельность. Использование вторичных энергоресурсов позволяет сократить издержки на энергоносители на 15 - 25 %, что делает ее особенно привлекательной в условиях роста тарифов.

Движущая сила внедрения

Основными факторами являются стремление к повышению энергоэффективности, сокращение затрат на энергоснабжение, выполнение корпоративных и государственных требований по снижению углеродного следа, а также наличие международных стандартов в области устойчивого производства и "зеленой" трансформации.

5.3 НДТ, направленные на предотвращение и снижение неорганизованных выбросов

5.3.1. Минимизация количества потенциальных неорганизованных источников эмиссий

Описание

В рамках системы экологического менеджмента (СЭМ) предприятия могут принимать как проектные, так и эксплуатационные меры, направленные на предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов в атмосферу. Основная цель таких мер - снижение риска неконтролируемого загрязнения воздуха, улучшение условий труда и минимизация воздействия на окружающую среду.

Техническое описание

На основе ожидаемого типа выбросов может быть выбрано несколько эксплуатационных и проектных мер:

Снижение числа потенциальных источников выбросов

Проектные решения предусматривают уменьшение протяженности трубопроводов, сокращение количества фланцевых соединений и запорной арматуры, что снижает вероятность утечек. Использование сварных фитингов и труб дополнительно уменьшает количество стыков. Там, где это возможно, предпочтение отдается самотечным системам вместо насосных, что упрощает технологию и снижает риск отказов оборудования.

Выбор оборудования с высокой степенью надежности и герметичности

Современные клапаны с двойным уплотнением и герметичные прокладки (спирально намотанные, kammprofile, кольцевые соединения) позволяют свести к минимуму риск неорганизованных выбросов. Насосы и компрессоры с магнитным приводом или механическими уплотнениями обеспечивают повышенную надежность эксплуатации. Применение специализированных сервисных шлангов и систем безопасной дегазации обеспечивает контроль утечек на всех стадиях.

Предотвращение коррозии

Выбор материалов с учетом агрессивных свойств транспортируемых веществ снижает вероятность повреждений трубопроводов. Дополнительно используются футеровки, покрытия и ингибиторы коррозии. Наружная защита обеспечивается окраской металлоконструкций, что предотвращает внешнюю коррозию и продлевает срок службы оборудования.

Сдерживание и сбор рассеянных выбросов

Важное направление - хранение отходов и сырья в закрытых помещениях или герметичных емкостях. Для улавливания пыли применяются локальные вытяжные системы с фильтрами, включая угольные. Дополнительно используются системы пылеподавления (орошение, противотуманные пушки). Конвейерные ленты герметизируются, а перегрузочные узлы укрываются. Ветрозащитные экраны и ограждения снижают перенос загрязняющих веществ ветром.

Хранение и обращение с отходами

Организация хранения под навесами или в герметичных контейнерах предотвращает рассеивание пыли. Для минимизации вторичных выбросов рекомендуется ограничение высоты складываемых куч, установка вентиляции складских помещений с очисткой воздуха, увлажнение пылящих материалов. Контроль транспортных потоков, включая снижение скорости грузовиков, также снижает образование пыли.

Смешивание отходов

Для снижения выбросов в воздух исключается использование пылевидных реагентов, предпочтение отдается закрытым системам подачи и перемешивания. Шнековые питатели и пневмотранспортные системы позволяют существенно сократить рассеивание частиц.

Поддержка и уборка

Регулярный контроль герметичности оборудования позволяет выявлять потенциальные утечки на раннем этапе. Очистка зон хранения и транспортировки отходов осуществляется промышленными пылесосами. Мытье подъездных путей и колес грузового транспорта, а также регулярная мойка оборудования предотвращают вторичное пылеобразование.

Достигнутые экологические выгоды

Комплексный подход позволяет существенно снизить уровень неорганизованных выбросов, минимизировать воздействие на здоровье работников и окружающее население, а также снизить социальное напряжение за счет уменьшения числа жалоб со стороны местных сообществ.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Результативность достигается за счет подключения вентиляционных систем к установкам очистки воздуха, применения вытяжных шкафов и фильтров для улавливания пыли, а также контроля герметичности систем хранения и транспортировки отходов.

Кросс-медийные эффекты

Некоторые меры приводят к дополнительным затратам ресурсов. Например, системы пылеподавления требуют дополнительного расхода воды, а герметизация процессов снижает не только выбросы, но и уровень шума.

Технические соображения, касающиеся применимости

Не все меры универсальны и применимы для любых типов производств. На действующих объектах внедрение герметичного оборудования может быть ограничено конструктивными особенностями. При использовании закрытых систем существует риск накопления взрывоопасных смесей или снижения концентрации кислорода, что требует дополнительных мер безопасности.

Экономика

Стоимость внедрения зависит от специфики производства, применяемых технологий и масштабов предприятия. Некоторые меры (например, переход на герметичные насосы) требуют значительных инвестиций, но окупаются за счет снижения потерь сырья, сокращения аварийных ситуаций и уменьшения затрат на ликвидацию последствий выбросов.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.3.2. Программа обнаружения утечек и ремонта (ОИРУ)

Описание

Программа обнаружения и ремонта утечек (ОИРУ) представляет собой системный комплекс мер, направленных на выявление, оценку и устранение неорганизованных выбросов летучих органических соединений (ЛОС) и других загрязняющих веществ, возникающих при эксплуатации промышленных установок. Основная цель программы - своевременное обнаружение утечек и предотвращение их дальнейшего распространения в атмосферу, что позволяет не только снизить воздействие на окружающую среду, но и повысить уровень промышленной безопасности, а также оптимизировать технологические процессы.

Техническое описание

Программа ОИРУ включает комплекс технических и организационных мероприятий. На первом этапе проводится выявление и, при необходимости, количественная оценка значительных неорганизованных выбросов, которые могут происходить из различных технологических узлов и оборудования. Для этого применяются как традиционные методы прямого контроля (например, использование портативных анализаторов органических паров), так и современные технологии оптической газовой визуализации, позволяющие более эффективно обследовать крупные объекты.

Помимо мониторинга оборудования (клапаны, насосы, компрессоры, фильтры и др.), программа предусматривает замену или модернизацию конструктивных элементов для повышения их герметичности. Например, используются новые уплотнительные материалы, герметичные крышки и специализированные системы хранения отходов. Важным аспектом является организация правильного обращения с фильтрационными материалами, промывочными водами и другими потенциальными источниками

выбросов: все они должны храниться в закрытых резервуарах или герметичных емкостях, что исключает их неконтролируемое выделение.

Программа также опирается на профилактические меры - регулярное техническое обслуживание, своевременная замена уплотнений, плановая очистка резервуаров и оборудование систем дегазации. Таким образом, ОИРУ носит не только реактивный, но и превентивный характер.

Достигнутые экологические выгоды

Реализация программы позволяет существенно сократить выбросы ЛОС и других вредных веществ из технологического оборудования, снизить уровень загрязнения воздуха, улучшить санитарно-гигиенические условия труда и минимизировать риск воздействия на здоровье персонала и населения. В результате также уменьшается количество жалоб со стороны местных сообществ и повышается уровень доверия к предприятию.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Основными показателями эффективности являются частота выявления и устранения утечек, объем предотвращенных выбросов, а также скорость реагирования на инциденты. Дополнительно фиксируется количество компонентов, охваченных мониторингом (вентили, насосы, соединения и др.), и доля оборудования, прошедшего техническое обслуживание в рамках программы.

Кросс-медийные эффекты

Программа практически не имеет негативных кросс-медийных эффектов. В отдельных случаях возможно увеличение объемов промывочных вод, однако их хранение и утилизация осуществляется в герметичных емкостях, что исключает вторичные загрязнения.

Технические соображения, связанные с применимостью

Программа ОИРУ применяется в первую очередь на предприятиях, работающих с летучими органическими соединениями (нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы, химическая промышленность). При этом для малых объектов могут использоваться более простые и менее затратные методы, тогда как для крупных производств целесообразно внедрение современных технологий оптической газовой визуализации. Ограничениями могут быть высокая стоимость оборудования и необходимость подготовки персонала для проведения мониторинга.

Экономика

Внедрение программы требует определенных капитальных вложений и эксплуатационных затрат.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.4. Техники для механической и физической обработки отходов

Механическая обработка применяется для следующих видов отходов:

медицинские и биологические отходы;

опасные отходы;

нефтедержащие отходы;

отходы органического происхождения;

отходы электрического и электронного оборудования;

твердые промышленные отходы;

жидкие отходы;

прочие отходы;

горнодобывающие и металлургические отходы;

отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;

коммунальные отходы;

промышленные и строительные отходы.

5.4.1. Воздействие силовых полей (гравитационного, центробежного, электрического, магнитного)

Описание

Описаны методы, направленные на разделение твердых, жидких и газообразных фаз, удаление загрязнений или примесей. Методы позволяют восстанавливать эксплуатационные свойства отходов, продлевая их срок службы и снижая экологическую нагрузку. Технологии широко применяются в различных отраслях, включая машиностроение, энергетику, переработку отходов и так далее.

Техническое описание

Метод гравитационного воздействия основан на различии плотностей компонентов отходов, что позволяет разделять их в условиях действия силы тяжести. Основные примеры гравитационного воздействия: отстаивание жидких отходов для отделения взвешенных частиц и осаждение твердых частиц в отстойниках.

К наиболее распространенным видам применяемого оборудования относятся отстойники, гидроциклоны и резервуары для сепарации. Скорость осаждения зависит от плотности частиц и вязкости среды.

Метод центробежного воздействия используются для ускорения разделения фаз с различной плотностью, например, при обработке жидких отходов для удаления твердых частиц и воды, очистке сточных вод от масел и жиров. Наиболее распространенное оборудование - центрифуги (дисковые, осадительные, сепарационные) и роторные сепараторы.

Метод использования электрического поля применяется для разделения частиц с различной электрической проводимостью или поляризацией, к примеру, при электрофлотации или электростатическом разделении твердых отходов (например, пластика и металлов).

Магнитные поля применяются для извлечения ферромагнитных материалов из отходов, например, при удалении металлических примесей из строительного мусора. К основным видам установок относятся магнитные сепараторы (постоянные магниты, электромагниты), магнитные барабаны и конвейеры.

Достигнутые экологические выгоды

Методы позволяют выделить полезные компоненты для повторного использования, уменьшая объем отходов, подлежащих захоронению.

Отсутствие химических реагентов минимизирует риск вторичного загрязнения. Эффективное удаление тяжелых металлов и органических загрязнителей.

Экономия ресурсов при вторичной переработке извлеченных материалов (металлов, масел).

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Гравитационные методы требуют минимального энергопотребления. Центробежные и электрические методы требуют большей мощности (до 10 кВт/ч). Центробежная очистка является наиболее эффективным и высокопроизводительным методом удаления механических примесей и воды из отработанного масла.

Магнитные сепараторы: практически не требуют замены, но требуют регулярной очистки.

Необходима регулярная очистка и проверка фильтров, роторов и электродов, замена изношенных компонентов (например, подшипников в центрифугах).

К примеру, центрифуги применяются для отделения масляных загрязнений на заводе "СИБУР" (Россия), электрофлотаторы применяются для очистки сточных вод на предприятиях химической промышленности на "Veolia" (Франция).

Кросс-медиа эффекты

Повышенное энергопотребление при использовании центробежных и электрических методов.

Образуются вторичные отходы, подлежащие обезвреживанию.

Технические соображения, касающиеся применимости

Гравитационные методы не подходят для мелкодисперсных частиц (<1 мкм). Также, продолжительность времени является ограничивающим фактором (для полного оседания частиц).

Электрические и магнитные методы эффективны только для определенных типов отходов.

Центрифуги и электростатические сепараторы требуют значительных капитальных вложений. Трудоемкость процесса очистки самой центрифуги от механических примесей. Также центрифуга относится к сложным в эксплуатации устройствам, требующим ручных настроек, то есть постоянного присутствия оператора установки. Разделение нефтесодержащих отходов на фракции с применением центрифуг возможно для нефтесодержащих отходов с содержанием механических примесей до 15 %.

Методы с использованием центробежных и электрических полей потребляют больше энергии, чем традиционные механические методы.

Для высокой эффективности необходимо предварительное измельчение или гомогенизация отходов.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.4.2. Фильтрация

Описание

Фильтрация является одним из этапов механической обработки жидких отходов, проводится с использованием фильтров разного типа.

Техническое описание

Процесс удаления частиц механических примесей и смолистых соединений путем пропускания масла через сетчатые или пористые перегородки фильтров.

Грубая фильтрация (удаление частиц >10 мкм) используется для первичного удаления крупных механических примесей. Тонкая фильтрация (удаление частиц <5 мкм) обеспечивает более глубокую очистку.

Применяемые установки: сетчатые фильтры, фильтрующие элементы из металла, ткани или полимеров, фильтр-прессы, самоочищающиеся фильтры.

Достигнутые экологические выгоды

Применение фильтрационных технологий при обработке нефтесодержащих отходов обеспечивает значительный экологический эффект: сокращается объем опасных отходов и потребление свежих нефтепродуктов, предотвращается загрязнение почвы и водных объектов, снижается нагрузка на атмосферу, оптимизируется использование воды и повышается промышленная безопасность.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Механические методы неэффективны против химически связанных примесей, таких как продукты окисления или растворенные соли.

Для улучшения фильтрации на ленточном фильтр-прессе проводят интенсивное перемешивание нефтесодержащих отходов, усредняющее их состав, добавляют реагенты (золу, полиэлектролиты и другие), изменяющие их физико-химические свойства и облегчающие процесс фильтрации.

Кросс-медиа эффекты

Образование отходов, требующих обработки и обезвреживания.

Технические соображения, касающиеся применимости

Высоковязкие масла требуют предварительного подогрева, что увеличивает энергозатраты.

При высоком содержании воды или твердых частиц эффективность очистки снижается, а оборудование может изнашиваться быстрее.

Использование фильтрационных систем для регенерации масел применяется на "Total Lubrificants" (Франция), системы тонкой фильтрации для гидравлических масел на нефтеперерабатывающих заводах на заводе "Роснефть" (Россия).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.4.3. Термическая десорбция

Описание

Система очистки отходов на установке термической десорбции.

В случае почв, загрязненных углеводородами и / или другими летучими компонентами, загрязняющих веществ возможно использование непосредственно в месте нахождения загрязнения мобильной системы деконтаминации использующей прямую термальную десорбцию загрязнения из материала.

Техническое описание

Рабочая температура обычно от 175 (800 °C) и 370 (1900 °C) градусов по Фаренгейту, но может достигать до 340 °C или 650 градусов по Фаренгейту. Термодесорбция включает в себя физическое разделение компонентов, а не сгорание обработанного материала и может быть использована при восстановлении почв, загрязненных органическими соединениями, не поддающихся биохимическому разложению или устойчивым к деградации, а также при содержании асфальтовых смол и других аналогичных загрязнений.

Мобильная станция термодесорбции может быть транспортирована из одного места в другое на грузовиках.

Станция оснащена всеми необходимыми подсистемами в автоматических и полуавтоматических операциях, обеспечивая очистку почв и подачу шлама, загрязненного углеводородами.

Деконтаминация почв включает следующие операции:

- питание (дозировка) твердой фракции в десорбер;
- десорбция углеводородов в противотоке. Максимальная температура газа 450 °C;
- охлаждение обработанной фракции твердых веществ;
- разделение пыли в циклоне;
- окисление углеводородов при температуре 850 °C;
- охлаждение газов ниже 160 °C для фильтровальных мешков;

фильтрация горячего газа. Управление параметрами газоочистки в периодическом режиме.

До помещения в установку по термической десорбции загрязненный материал - почва подвергается предварительной обработке: корректировка рН, влажности, дробление и гомогенизация (просеивание). Для оптимальной работы установки термической десорбции необходимо в среднем 15 % влажности и 5 % содержание углеводородных компонентов в обрабатываемом материале. Материал - почва, предварительно подготовленная для деконтаминации должна в достаточном объеме, храниться на площадке временного размещения, для бесперебойной подачи в автоматическую установку термической десорбции.

Достигнутые экологические выгоды

Процесс термальной десорбции предусматривает выделение загрязняющих веществ путем температурного нагревания без горения, что снижает образование парниковых газов непосредственно из процесса деконтаминации. Процесс позволяет осуществить восстановление почвы из опасного отхода, позволяет уменьшить объем отходов, направляемых на захоронение, снижает расходы на рекультивацию.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Температурный диапазон: в зависимости от типа отходов и целей обработки нужно поддерживать выше 100 0С. Требуется установка фильтров для очистки газов и жидкостей.

Кросс-медиа эффекты

Потребление энергии.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо в местах, загрязненных нефтепродуктами и их гомологами, т.е. веществами, принадлежащими к одному классу, сходными по составу, строению и свойствам.

Технология распространена в промышленных установках в ЕС (Румыния, Чехия).

Экономика

Снижение затрат на ремедиацию.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства.

5.4.4. Термомеханическое разделение на фазы

Описание

Извлечение углеводородной фракции из нефтесодержащих отходов. Метод основан на разделении нефтесодержащих отходов на фазы: углеводородную, водную, твердый остаток.

Техническое описание

В установке термомеханической очистки нефтесодержащих отходов посредством механического воздействия достигается повышение температуры выше точки кипения воды и нефтепродуктов, входящих в состав отходов. Основной частью

технологического блока установки является мельница, на которой происходит интенсивное (на высокой скорости) перемешивание нефтесодержащих отходов с выделением тепла вследствие сил трения. Все крупные частицы перемалываются в пыль, а полученное тепло используется для испарения нефти и воды из нефтесодержащих отходов. Мелкие частицы шлама, увлекаемые парами нефти и воды, улавливаются в гидроциклоне и передаются на первичный охлаждающий конвейер. Работа конденсаторного блока предусматривает: подвод охлаждающей технической воды, отвод извлеченной воды в резервуар, отвод извлеченной нефти в резервуар восстановления нефти, отвод нагретой воды на охлаждение в аппарат воздушного охлаждения, подачу воды в установку дополнительной очистки, отвод летучих фракций, подвод восстановленной нефти в контейнер.

Для удаления незначительного остатка неконденсируемого газа (легких фракций углеводородов) служит система дожига летучих газов при температуре 700 - 800 °С в течение 1 - 2 секунд.

Переработанный шлам, во избежание его распыления, подвергается охлаждению и увлажнению в установке регидратации, после чего выгружается в бункер. Конечными продуктами процесса являются извлеченная нефть и минеральный остаток (кек). Вторичным продуктом является очищенный грунт, который может использоваться для рекультивации, а также в строительных целях - в том числе в виде подсыпок при строительстве дорог.

Достигнутые экологические выгоды

Выделение вторичных ресурсов (металлы, пластики, органика) снижает потребность в добыче первичных материалов, позволяет уменьшить объем отходов, направляемых на захоронение до 70 %.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Температурный диапазон: в зависимости от типа отходов и целей обработки составляет 100 - 300 °С. Требуется установка фильтров для очистки газов и жидкостей.

Кросс-медиа эффекты

Образование отходов, требующих обработки и обезвреживания.

Технические соображения, касающиеся применимости

Высокое содержание влаги в отходах может снижать эффективность. Требуется предварительная сортировка для исключения опасных отходов (батареи, ртутные лампы).

В Германии и Австрии - термомеханическое разделение отходов на фазы используется для обработки твердо бытовых отходов с целью выделения металлов, пластика и органической фракции.

Завод по переработке отходов в Вене (Австрия) использует термомеханические процессы для разделения смешанных бытовых отходов на различные фракции, что позволяет эффективно перерабатывать и утилизировать материалы. Такой же подход

используется на заводе по переработке отходов в Любляне (Словения), где применяется термомеханическое разделение для обработки твердых бытовых отходов с высокой степенью извлечения вторичных ресурсов.

Экономика

Продажа вторичных ресурсов. Снижение затрат на захоронение.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.4.5. Бародеструкционная технология изделий из резины, утративших потребительские свойства, в том числе резиновых шин, покрышек и камер

Описание

В основу бародеструкционной технологии утилизации отходов изделий из резины заложено явление "псевдосжижения" резины при высоких давлениях. Во время этого процесса имеющийся металл и бортовые кольца отделяются от основной резиновой массы, которая направляется для дальнейшего измельчения и сепарации.

Техническое описание

Основные этапы утилизации отходов изделий из резины, утративших потребительские свойства, в том числе резиновых шин, покрышек и камер, включают: резку и прессование, обработку на агрегатах с высоким давлением, окончательную очистку и получение товарного продукта.

Достигнутые экологические выгоды

95 % перерабатываемых шин превращаются в полезные продукты: технический углерод, пиролизное масло и металл.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

На этапе окончательной очистки резиновая масса направляется для окончательной очистки от металлокорда; освобожденная от металлокорда резиновая масса подается в роторную дробилку на измельчение. В корд отделителе происходит отделение резины от текстильного корда и разделение резиновой крошки на фракции.

В настоящее время реализованы и успешно работают 2 перерабатывающих завода: "Астор" (Пермь), Лениногорский перерабатывающий завод (Лениногорск, Татарстан).

Кросс-медиа эффекты

Утилизация отходов изделий из резины сопровождается выбросами пыли от дробилок и измельчителей, образованием отходов металлокорда и текстильного корда.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо для изделий из резины, утративших потребительские свойства, в том числе резиновых шин, покрышек и камер.

Экономика

Продажа вторичных ресурсов.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.4.6. Измельчение

Описание

Процессы измельчения широко распространены в технологии переработки твердых отходов и являются важной стадией подготовки отходов к дальнейшему восстановлению, включая производство альтернативного топлива (RDF), повторную переработку материалов и механическую сортировку.

Техническое описание

Для измельчения отходов используют раздавливание, раскалывание, для измельчения отходов применяются следующие методы: раздавливание, раскалывание, размалывание, резание, распиливание, истирание, а также различные их комбинации. В зависимости от способа воздействия различают следующие типы оборудования:

измельчители раскалывающего и разламывающего действия;

щечковые, конусные, зубовалковые дробилки;

измельчители раздавливающего действия - гладковалковые дробилки, роliko-кольцевые, вертикальные и горизонтальные мельницы;

измельчители истирающе-раздавливающего действия - бегуны, шаро-кольцевые, бисерные мельницы и другие;

измельчители ударного действия - молотковые, бильные, шахтные мельницы, дезинтеграторы, центробежные, газоструйные мельницы;

ударно-истирающие и колющие - вибрационные, планетарные, виброкавитационные мельницы;

прочие (пуансоны, пилы и другие).

Методы измельчения классифицируются также по температурному режиму (низкотемпературное и нормальное измельчение) и по механическому принципу воздействия (удар, сжатие, сдвиг, резка, истирание и другое).

Например, при измельчении пластмасс получают крошку и порошки, пригодные для последующего литья под давлением. Электрическое и электронное оборудование измельчается, после чего магнитной сепарацией извлекаются металлы. Автомобильные аккумуляторы также проходят стадию измельчения корпусов перед выделением активных компонентов.

Одна из ключевых сфер применения измельчения - подготовка фракций для производства RDF-топлива (Refuse Derived Fuel), которое получают из несортированных остатков ТКО и промышленных отходов, не пригодных к переработке, но обладающих высокой теплотворной способностью. RDF формируется из предварительно отсортированных отходов путем их измельчения, обезвоживания и прессования. RDF используется как замещающее топливо на цементных заводах, ТЭЦ и других промышленных объектах.

Достигнутые экологические выгоды

Интенсивность и эффективность большинства химических, физико-химических и биохимических процессов возрастает с уменьшением размеров кусков (зерен) перерабатываемых материалов.

Одним из методов утилизации твердых бытовых отходов является производство твердого топлива. Твердое RDF-топливо из твердых бытовых отходов используется в качестве полного или частичного замещения основного вида топлива, например, для цементной промышленности, в энергетических установках.

Твердое RDF-топливо из твердых бытовых отходов получают путем измельчения, сепарации и обезвоживания предварительно отсортированных отходов. Твердое RDF-топливо может использоваться в измельченном состоянии или в виде спрессованных брикетов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Измельчение требует дополнительных энергозатрат, сопровождается шумом и вибрацией. Побочные эффекты включают образование пыли, выбросы органических соединений (например, при переработке пластмасс), загрязнение сточных вод в случае "мокрого" измельчения.

Кросс-медиа эффекты

Физические методы утилизации полимерных отходов сопровождаются образованием выбросов пыли и загрязненных сточных вод.

К примеру, в процессе измельчения или дробления пластмассовых изделий с получением мелкофракционных хлопьев производится выброс полимерной пыли. В процессе работы экструдеров, термопластавтоматов в атмосферный воздух выделяются углерода оксид, смесь углеводородов предельных.

Сточные воды в процессе утилизации образуются от мойки измельченных отходов при "мокроем" методе при эксплуатации гидроциклонов, центрифуг, флотационных ванн.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо для твердых видов отходов.

Экономика

Продажа вторичных ресурсов. Снижение затрат на захоронение.

Получение дохода от производства и реализации RDF как товарного топлива.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.4.7. Метод повторного плавления полимерных отходов для получения изделий экструзией или литьем под давлением

Описание

Способ переработки пластмассовых отходов позволяет изготавливать гранулят, применяя технологию литья под давлением либо экструзию.

Техническое описание

Литье под давлением - процесс, включающий измельчение отходов пленок и листов, формирование нового изделия методом литья под давлением.

Для переработки отходов методом литья под давлением применяют машины с постоянно вращающимся шнеком, конструкция которого обеспечивает самопроизвольный захват и гомогенизацию отходов.

Экструзия - метод заключается в непрерывном продавливании расплавленного полимерного сырья через специальную формирующую головку. Благодаря выходному каналу определяется профиль будущего изделия. Для осуществления экструзионного процесса используют экструдер. В экструдере материал пластицируется, гомогенизируется и при необходимости дегазируется.

Достигнутые экологические выгоды

Метод энергетически более выгоден, чем пиролиз, так как в оборот возвращаются высококачественные химические продукты.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Наиболее распространенные виды оборудования для переработки полимерных отходов методом термоформования: червячные прессы; выдувные агрегаты; линии для производства рукавной пленки; трубные линии и оболочковые трубные линии; линии для производства гофрированных шлангов; термопластавтоматы; экструдеры.

Кросс-медиа эффекты

Потребление энергоресурсов, водных ресурсов (для охлаждения расплавленной массы), сжатого воздуха (дегазация оборудования и обрабатываемого материала).

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо для полимерных отходов.

Экономика

Продажа вторичных ресурсов. Снижение затрат на захоронение.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.4.8. Стерилизация медицинских отходов

Описание

К основным физическим методам обезвреживания медицинских отходов относится стерилизация под давлением водяным паром; микроволновая обработка; стерилизация ионизирующим и инфракрасным излучением.

Техническое описание

Физические методы обеззараживания медицинских отходов определенных классов включает воздействие водяным насыщенным паром под избыточным давлением,

радиационным, электромагнитным излучением, применяются при наличии специального оборудования - установок для обеззараживания медицинских отходов.

Обработка с помощью микроволн - это сравнительно новый способ дезинфекции, который основывается на излучении, которому подвергаются обеззараживаемые объекты. В результате этого процесса уничтожаются микроорганизмы на потенциально инфицированных и инфицированных опасных медицинских отходах.

Наиболее распространенным и эффективным методом является автоклавирование, при котором отходы подвергаются воздействию насыщенного водяного пара под высоким давлением и температурой, что обеспечивает уничтожение патогенных микроорганизмов.

Время цикла зависит от объема и типа отходов, обычно составляет 30-60 минут, объем загрузки варьируется от небольших настольных автоклавов до крупных промышленных установок, способных обрабатывать сотни литров отходов за цикл.

Достигнутые экологические выгоды

С экологической точки зрения наиболее безопасный вариант, но только в том случае, если процесс ведется на исправном, герметичном оборудовании.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В автоклаве происходит дезинфекция медицинских отходов паром. Медицинские отходы, подвергшиеся такой дезинфекции, необходимо дополнительно обработать - спрессовать, измельчить или раздробить, так, чтобы отходы были неидентифицируемы и не могли быть повторно использованы в других целях. Процесс дополнительной обработки существенно уменьшает объем медицинских отходов.

Плазменная стерилизация является экономически эффективным методом стерилизации медицинских отходов из материалов, чувствительных к действию высокой температуры и влаги. В плазменном стерилизаторе допускается обрабатывать изделия, потерявшие потребительские свойства, из полимеров, электроинструменты и кабели, оптоволоконные, световодные системы, электронные устройства, изделия из оптического стекла и др.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо для медицинских отходов.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.4.9. Дистилляция (регенерация)

Описание

Метод утилизации и обезвреживания отходов органических растворителей, не содержащих галогены, утративших потребительские свойства.

Техническое описание

Дистилляция (регенерация) предназначена для разделения отработанных растворителей на растворители, подлежащие повторному использованию, и остатки, не подлежащие повторному использованию. Дистилляция применима для всех растворителей и хладагентов, подлежащих регенерации.

Дистилляторы (регенераторы) растворителей - оборудование, обеспечивающее очистку загрязненных растворителей без потери их свойств.

Если отработанные растворители содержат воду, то предварительное обезвоживание производится с помощью фильтров-отстойников.

Загрязненный растворитель (органический или водный) в ходе процесса дистилляции испаряется и затем конденсируется. Грязный растворитель закачивается насосом в так называемую рабочую камеру. Нагревание потока, подаваемого на дистилляцию, происходит с помощью нагревательных элементов (теплообменников), обеспеченных надлежащей теплоизоляцией или электрическим нагревателем. При достижении точки кипения растворитель начинает испаряться. Пары растворителя проходят через конденсатор. Конденсат - прозрачный и очищенный растворитель - вытекает из установки. Загрязненный остаток (твердые примеси) удаляется.

Достигнутые экологические выгоды

Восстановление растворителей для повторного использования позволяет существенно сократить потребление первичных ресурсов и минимизировать образование отходов, внося значительный вклад в развитие экономики замкнутого цикла. За счет регенерации и очистки отработанных растворителей достигается снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду, связанной с производством новых химических продуктов и утилизацией опасных отходов. Это не только уменьшает объемы вредных выбросов и сбросов, но и сокращает энергозатраты на изготовление свежих растворителей, что в совокупности способствует устойчивому развитию производства и соблюдению экологических нормативов. Таким образом, внедрение технологий восстановления растворителей обеспечивает двойной экологический эффект - за счет сокращения как ресурсопотребления, так и отходаобразования.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Эффективность утилизации отработанных растворителей возможно повысить за счет применения азеотропной дистилляции, применения вакуумной дистилляции, использования пленочных испарителей.

Вакуумная дистилляция предназначена для обработки растворителей с высокими температурами кипения (выше 200 °С).

Азеотропная дистилляция обычно используется для улучшения качества регенерации растворителей. Азеотропная дистилляция состоит в добавлении вещества (обычно пара) для формирования азеотропной смеси с растворителем, который подлежит последующей регенерации. Азеотропная смесь имеет более низкую температуру кипения, чем исходный растворитель, и извлечение растворителя таким образом облегчается.

Применение вакуумной дистилляции и предварительный нагрев растворителя снижают энергопотребление при дистилляции.

В процессе утилизации и обезвреживания отходов органических растворителей потребляются водные ресурсы (в процессе конденсации и нагрева потока, подаваемого на дистилляцию), энергоресурсы, реагенты (вода, растворы реагентов), уголь, ионообменные смолы и т. п. В процессе регенерации отходов растворителя образуются отходы - кубовые остатки.

Кросс-медиа эффекты

Применение вакуумной дистилляции и предварительный нагрев растворителя снижают энергопотребление при дистилляции.

Технические соображения, касающиеся применимости

В ходе утилизации отходов растворителей возможно повышение концентрации вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.4.10. Конденсация и криогенная конденсация

Описание

Криогенная конденсация - это высокоэффективная технология улавливания ЛОС и других парообразных загрязнителей из газовых потоков за счет резкого понижения температуры газа до значений ниже точки росы компонентов.

Техническое описание

Криогенная конденсация - это высокоэффективная технология улавливания летучих органических соединений (ЛОС) и других парообразных загрязнителей из газовых потоков за счет резкого понижения температуры газа до значений ниже точки росы компонентов. Она применяется в промышленности как один из завершающих этапов очистки газов, особенно при низких концентрациях загрязнителей и высоких требованиях к степени очистки.

Основная идея криогенной конденсации заключается в том, что понижение температуры газового потока вызывает конденсацию содержащихся в нем паров

загрязняющих веществ. После конденсации они превращаются в жидкость, которую можно собрать и переработать или утилизировать.

Охлаждение достигается использованием:

жидкого азота (температура кипения 196 °С) - наиболее часто используемый криогенный агент.

механических или каскадных холодильных установок - применяются при умеренных температурах (от - 40 °С до - 80 °С).

Достигнутые экологические выгоды

Применение криогенной конденсации для улавливания ЛОС и других загрязняющих веществ из газовых выбросов позволяет обеспечить высокий уровень экологической безопасности и соответствует современным требованиям природоохранного законодательства.

В результате внедрения данной технологии достигаются следующие экологические эффекты:

существенное снижение выбросов ЛОС в атмосферу: технология обеспечивает эффективность улавливания на уровне до 99 % и выше, включая соединения с низким давлением насыщенного пара. Это снижает уровень загрязнения атмосферного воздуха в пределах санитарно-защитной зоны и за ее пределами;

предотвращение образования вторичных загрязнителей: процесс не сопровождается сгоранием, что исключает образование таких побочных продуктов, как оксиды азота (NO_x), оксид углерода (СО), диоксины и другие токсичные соединения;

снижение углеродного следа: отсутствует необходимость сжигания улавливаемых веществ, что позволяет минимизировать выбросы углекислого газа (СО). Повторное использование улавливаемых растворителей дополнительно снижает потребность в производстве и транспортировке новых химических реагентов;

сокращение объема образования опасных отходов: улавливаемые вещества могут быть возвращены в технологический процесс, что снижает нагрузку на системы утилизации и обезвреживания отходов;

минимизация риска загрязнения почвы и водных объектов: герметичность оборудования и работа в замкнутом контуре исключают вероятность аварийных утечек и проливов, предотвращая загрязнение компонентов окружающей среды;

обеспечение соответствия экологическим нормативам и международным стандартам: технология позволяет соблюдать требования по предельно допустимым выбросам (ПДВ), санитарно-гигиеническим нормативам и принципам НДТ.

Таким образом, внедрение криогенной конденсации способствует достижению устойчивого экологического эффекта, снижает техногенную нагрузку на окружающую среду и повышает экологическую ответственность предприятия.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Применение технологии криогенной конденсации позволяет не только эффективно улавливать ЛОС из отходящих газов, но и восстанавливать (рекуперировать) ценные компоненты с последующим возвратом их в производственный цикл. Данная технология соответствует принципам НДТ и обеспечивает высокие экологические и технико-экономические показатели.

С экологической точки зрения, установка криогенной конденсации обеспечивает снижение выбросов ЛОС в атмосферу до 99 - 99,9 %. Это позволяет существенно уменьшить загрязнение окружающей среды, особенно в пределах санитарно-защитной зоны предприятия. Объемы предотвращенных выбросов достигают от 100 до 500 кг/сут . в пересчете на массу улавливаемых веществ, что особенно актуально при очистке выбросов с концентрациями ЛОС от 0,5 до 5 г/м³.

Одним из ключевых преимуществ технологии является предотвращение образования вторичных загрязнителей, поскольку процесс не сопровождается сгоранием и не приводит к образованию оксидов азота, угарного газа или диоксинов. Это, в свою очередь, снижает углеродный след предприятия за счет исключения необходимости термической деструкции и позволяет сократить выбросы CO на 30 - 40 % по сравнению с традиционными методами утилизации.

Рекуперированные вещества могут быть использованы повторно в технологическом процессе. При этом достигается выход полезного продукта до 95 % от массы улавливаемого компонента, с уровнем чистоты 95 - 99 %, что в большинстве случаев устраняет необходимость в дополнительной доочистке. Таким образом, значительно снижается объем образования отходов I - II классов опасности и сокращается нагрузка на системы утилизации и обезвреживания.

В эксплуатационном плане технология характеризуется следующими параметрами: рабочая температура процесса - от - 40 °С до - 120 °С; удельные энергозатраты - от 0,2 до 0,4 кВт·ч/м³ газа при использовании холодильных машин или до 0,6 кг жидкого азота на 1 м³ газа при глубокой конденсации; производительность установок - от 500 до 10 000 м³/ч в зависимости от конкретной конфигурации оборудования.

Оборудование функционирует в герметичном и изолированном контуре, что исключает утечки и минимизирует риски загрязнения почвы и водной среды. Также технология не приводит к образованию сточных вод и характеризуется низким уровнем шумового и теплового воздействия на окружающую среду.

Таким образом, криогенная конденсация представляет собой экологически чистый и экономически целесообразный метод улавливания и восстановления летучих загрязняющих веществ, обеспечивающий высокую степень очистки, сокращение отходов и повторное использование ресурсов в рамках замкнутого производственного цикла.

Кросс-медиа эффекты

Криогенная конденсация как метод улавливания ЛОС отличается минимальным воздействием на другие компоненты окружающей среды, что позволяет отнести ее к числу экологически безопасных и сбалансированных технологий. В отличие от термического окисления и других методов, данная технология не приводит к переносам загрязняющих веществ из одного природного компонента в другой.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость криогенной конденсации определяется рядом технических и эксплуатационных факторов, которые необходимо учитывать при выборе данной технологии.

Состав и концентрация загрязнителей.

Технология особенно эффективна при высокой концентрации ЛОС в выбросах (более $0,5 \text{ г/м}^3$) и малом объеме газового потока. В разбавленных выбросах с низкой температурой конденсации компонентов целесообразно использовать метод как завершающий этап очистки после предварительной конденсации или адсорбции.

Температурный режим.

Для эффективного улавливания требуется снижение температуры до $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ и ниже. При содержании водяного пара необходима предварительная осушка газового потока, чтобы предотвратить обмерзание оборудования.

Энергообеспечение и хладагенты.

Использование жидкого азота требует наличия соответствующей инфраструктуры и систем безопасного обращения. Альтернативой может быть применение каскадных холодильных машин при умеренных температурах ($-40 \text{ }^\circ\text{C}$... $-80 \text{ }^\circ\text{C}$).

Тип производства и возможность рекуперации.

Наилучшие результаты достигаются в производственных процессах, где уловленные вещества можно повторно использовать - например, при работе с растворителями в химической, фармацевтической, лакокрасочной промышленности.

Там, где возврат невозможен, возможна организация сбора и утилизации рекуперата через лицензированные организации.

Интеграция в существующие системы очистки.

Криогенная конденсация может применяться как автономно, так и в составе комбинированных схем очистки выбросов (например, перед адсорбцией - для снижения нагрузки на адсорбент, или после - для доочистки остаточных паров).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.5. Техники для биологической обработки отходов

Биологическая обработка применяется для следующих видов отходов:

опасные отходы;
нефтесодержащие отходы;
отходы органического происхождения;
отходы электрического и электронного оборудования;
твердые промышленные отходы;
горнодобывающие и металлургические отходы;
отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;
коммунальные отходы;
промышленные и строительные отходы.

5.5.1. Биоремедиация

Описание

Биоремедиация - метод разложения нефти и нефтепродуктов введенными в нефтесодержащий отход нефтеокисляющими микроорганизмами. Применяется для грунтов, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, нефтесодержащих отходов с содержанием нефти не более 20 %.

Техническое описание

Метод заключается в применении микроорганизмов, способных обезвреживать углеводороды в процессе своей жизнедеятельности. В ходе биоремедиации углеводороды нефти и нефтепродуктов частично преобразуются в углекислый газ, частично переходят в биомассу клеток. Микроорганизмы, окисляющие углеводороды, могут вноситься извне (биопрепараты) либо активируют аборигенную микрофлору. Метод реализуется на операционных площадках либо в биологических реакторах.

На технологической площадке для проведения биоремедиации либо площадке складирования нефтесодержащих отходов перед загрузкой в биологический реактор предусматриваются сооружения, исключающие попадание загрязняющих веществ в почву и подземные горизонты.

Достигнутые экологические выгоды

Экологические преимущества технологии, реализуемой в биологических реакторах: короткий срок проведения процесса биоремедиации относительно проведения процесса на технологических площадках, проведение процесса в биологических реакторах в сравнении с биоремедиацией, проводимой на операционных полях, требует отведения меньших земельных площадей.

Экологические преимущества технологии, реализуемой на технологических площадках: проведение процесса биоремедиации на операционных площадках в сравнении с процессом, проводимым в реакторе, позволяет обезвреживать большие количества нефтесодержащих отходов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При проведении работ будут образовываться выбросы в атмосферный воздух, связанные с испарением нефти и нефтепродуктов, а также работой двигателей автотранспортных средств и спецтехники.

Кросс-медиа эффекты

Образуются вторичные отходы, требующие утилизации.

Технические соображения, касающиеся применимости

Необходим контроль обезвреживаемых отходов на остаточное содержание в них нефти и нефтепродуктов. Остаточное содержание углеводородов нефти и нефтепродуктов должно составлять не более 5 г в 1 кг получившегося продукта обезвреживания.

Содержание нефти в обезвреженном отходе - менее 5 г/кг.

Длительный срок переработки и значительный расход ресурсов (водных) в процессе их ремедиации.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.5.2. Фиторемедиация

Описание

Фиторемедиация - это технология очистки нефтесодержащих отходов с использованием растений и их ассоциированных микроорганизмов. Она основана на способности некоторых видов растений поглощать, накапливать и разлагать нефтяные углеводороды, превращая их в менее токсичные соединения.

Техническое описание

Фиторемедиацию можно разделить на несколько видов в зависимости от механизмов восстановления и происхождения загрязнителей: для восстановления почв, загрязненных неорганическими веществами и для органического загрязнения.

Каждый из методов имеет свои особенности и может быть эффективно применен в зависимости от типа загрязнения и условий на местности для восстановления экосистем.

В целом, процесс состоит из следующих этапов:

выбор растений устойчивые к определенным концентрациям загрязняющих веществ. Например, исследования показали эффективность использования плевела (*Lolium*) для очистки нефтешламов.

подготовка участка, предварительная обработка отходов, включая смешивание с почвой и добавление биогенных элементов, таких как азот и фосфор, для оптимизации условий роста растений и микроорганизмов.

посадка и уход, необходимые условия для роста, включая полив и аэрацию.

мониторинг и оценка результативности процесса.

Достигнутые экологические выгоды

Основное преимущество фиторемедиации заключается в ее доступности и безопасности для окружающей среды. Этот метод не требует дорогостоящего оборудования и подходит для устранения широкого спектра загрязнителей. Применение фиторемедиации не приводит к потере плодородия почвы и способствует восстановлению биоразнообразия экосистемы.

Фиторемедиация позволяет уменьшить содержание нефтяных углеводородов в отходах до 90 %, что подтверждается снижением токсичности по отношению к различным тест-организмам.

На ОАО "Нижнекамскнефтехим" (Россия) были проведены лабораторные и пилотные испытания фиторемедиации нефтешламов с использованием плевела, что подтвердило эффективность метода.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Для успешной реализации фиторемедиации необходимы растения, обладающие способностью быстрого роста и производящие значительное количество биомассы. В долгосрочной перспективе важным свойством таких растений является высокое содержание лигнина, целлюлозы и лигноцеллюлозы, которые определяют качество производимой биомассы. Соответственно, подбор растений соответствующие всем необходимым требованиям становится сложным процессом.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Длина корней растений может ограничивать глубину проникновения в почву, а длительный период восстановления растения замедляет процесс очищения почвы. Климатические условия также влияют на эффективность этой технологии.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае. Фиторемедиация требует инвестиций в подбор растений, подготовку участка и мониторинг. Однако использование местных видов растений и минимизация механических вмешательств снижают общие расходы.

Метод является менее затратным по сравнению с традиционными физико-химическими методами очистки и обеспечивает долгосрочное улучшение экологической обстановки.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.5.3. Утилизация биоэнергетическим методом сушки в замкнутом контуре

Описание

Технология утилизации биологических отходов с получением кормовых добавок, биотоплива, удобрений методом сушки в герметичной камере с обогревом через стенку

Техническое описание

В процессе сушки загруженная масса отходов перемешивается и нагревается для испарения влаги. Образовавшийся пар возвращается в камеру.

Избыток влаги выводится из системы через конденсатор. При достижении влажности продукта от 5 до 10 %, установка автоматически отключается. Температура в реакторе и длительность пребывания в нем отходов (8-10 часов) обеспечивает стерильность получаемого продукта.

Процесс состоит из следующих этапов:

подготовка отходов, содержащих биомассу: предварительно измельчаются и гомогенизируются для обеспечения равномерной сушки;

отходы помещаются в сушильную установку, где влага испаряется при повышенной температуре. Замкнутый контур предотвращает выброс паров в атмосферу, обеспечивая их конденсацию и возможное повторное использование;

высушенная биомасса может быть использована в качестве топлива для выработки тепловой или электрической энергии.

Достигнутые экологические выгоды

Замкнутый контур сушки предотвращает выбросы паров и загрязняющих веществ в атмосферу.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Метод позволяет перерабатывать биомассу, уменьшая объем отходов, подлежащих захоронению.

Технология биоэнергетической сушки для обработки древесных отходов на ООО "ЭкоЭнерго" (Россия) позволило сократить объемы захоронения и обеспечить собственные энергетические потребности.

ЗАО "БиоТех" (Россия) использует замкнутый цикл сушки для переработки сельскохозяйственных отходов, получая при этом биотопливо для собственных нужд.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо.

Экономика

Уменьшение объемов отходов приводит к снижению расходов на их транспортировку и захоронение. Производство собственной энергии из биомассы позволяет предприятиям сокращать расходы на покупку электроэнергии и топлива.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.5.4. Технология компостирования

Описание

Описан аэробный процесс, в ходе которого кислород реагирует при определенных условиях с органическими материалами, образуя CO_2 , воду и гумусовые соединения.

Техническое описание

Компостирование - это биологический процесс разложения органических отходов микроорганизмами в аэробных условиях, приводящий к образованию стабильного гумусоподобного вещества, известного как компост. Этот метод широко применяется для переработки сельскохозяйственных, пищевых и бытовых органических отходов, обеспечивая их утилизацию и получение ценного удобрения.

Существуют две системы компостирования: открытое (буртовое) компостирование, закрытое компостирование.

Открытое компостирование.

Открытое буртовое компостирование предусматривает укладку отходов в бурты высотой от 1,80 до 3,00 м. Возможная форма буртов: треугольная, трапециевидная или плоская. Средняя длительность процесса гниения органических отходов около 10-60 недель.

Известны технологии компостирования отсева, полученного при сортировке твердых бытовых отходов и иных органических биоразлагаемых отходов в климатической камере, которая проводится с использованием специального укрывного материала - полупроницаемой мембраны из многослойного пластика. Мембрана позволяет существенно снизить эмиссии продуктов разложения органических отходов в окружающую среду.

Благодаря мембране исключается доступ к компостируемому субстрату насекомых, животных и т.п. Технологией предусмотрен контроль и автоматизация принудительной аэрации, обеспечивающей поддержание уровня кислорода в компостируемой смеси. Равномерное распределение кислорода и влаги по объему бурта обеспечивается избыточным парциальным давлением кислорода за счет полупроницаемой мембраны и регулярного нагнетания воздуха.

Технологией также предусмотрен автоматический контроль температуры, для подтверждения достижения и поддержания температуры 80 °С для обеззараживания компостируемой массы.

Производственный цикл обезвреживания отходов определяется температурными условиями проведения процесса и может составить для целей обезвреживания 28 - 56 дней. Для получения качественного компоста требуется более длительный период времени.

Закрытое компостирование.

Цеховое компостирование (в плоских буртах) проводится в помещениях. Отходы закладываются на компостирование в виде непокрытых плоских буртов в закрытых помещениях. Увлажнение происходит непрерывно через спринклерные системы и/или периодически при перемешивании. Аэрация буртов производится вытяжным способом.

Воздух из цеха очищается в биологическом фильтре.

Туннельное компостирование.

Разложение органических отходов происходит в полностью закрытом туннеле с подвижным днищем. Отходы непрерывно перемешиваются с деаэрацией и увлажнением в зависимости от степени гниения. Отработанный воздух отводится и очищается.

Боксы и контейнеры.

Система работает в режиме загрузки-разгрузки со стационарным или передвижным днищем. Аэрация происходит через перфорированное днище, отработанный воздух отсасывается и очищается. По аналогии с туннельным способом интенсивный процесс длится 8 - 10 суток.

Горизонтальные вращающиеся барабаны (биобарабаны). В системе используются перфорированные вращающиеся чаны или барабаны. Данный метод обеспечивает хорошую гомогенизацию и механическое расщепление отходов.

Для получения компоста высокого качества необходимо устранить попадание в готовый продукт вредных веществ из состава бытовых отходов. Для этого органические биоразлагаемые отходы следует собирать отдельно и подвергать предварительной механической обработке перед компостированием (отделение примесей и металлов, измельчение).

В результате компостирования происходит стабилизации отходов, что позволяет уменьшить вес и объем обезвреженных органических отходов из отсева бытовых отходов.

При использовании закрытых и утепленных вертикальных биореакторов объем органической части отходов уменьшается до 70 % от изначального, а в случае использования полевого компостирования - до 40 %.

Достигнутые экологические выгоды

Аэробный процесс компостирования минимизирует образование метана, который выделяется при анаэробном разложении органики на свалках

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В течение всего процесса контролируются температура (оптимально 55 - 65 °С), влажность (50 - 60 %) и аэрация для обеспечения активности микроорганизмов. При необходимости бурты переворачиваются для равномерного распределения тепла и кислорода.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимо для бытовых отходов. В 2014 году ОАО "Завод по переработке бытовых отходов" (Россия) переработало более 118 000 тонн отходов, из которых было получено 6 900 тонн гумусоподобной смеси.

Экономика

Компостирование уменьшает объем отходов, требующих захоронения, что снижает расходы на транспортировку и размещение на полигонах.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.5.5. Технология сбраживания органических отходов, собранных отдельно или выделенных при сортировке твердых бытовых отходов

Описание

Сбраживание органических отходов представляет собой анаэробный процесс разложения органических веществ - биохимический процесс разложения органических отходов в бескислородной среде, приводящий к образованию биогаза (метан и углекислый газ) и дигестата - остаточного продукта, используемого в качестве удобрения.

Техническое описание

Различают два основных температурных режима сбраживания: мезофильное (диапазон температур до +35 °С) и термофильное (диапазон температур до +55 °С).

Сбраживание может осуществляться в накопительных установках (длительность процесса от 18 до 21 дня) и в проточных установках (время процесса 1 - 5 дней).

Установки для сбраживания органических отходов подразделяются на мокрые (содержание сухих веществ до 15 %) и сухие (содержание сухих веществ от 20 до 40 %) процессы ферментации, мезофильные (диапазон температур до +35 °С) и термофильные процессы (диапазон температур до +55 °С). Установки для сбраживания органических отходов также подразделяются на накопительные и проточные, время осуществления процессов сбраживания в которых составляет от 18 до 21 дня для накопительных и 1-5 дней для проточных установок.

Достигнутые экологические выгоды

Анаэробное сбраживание предотвращает образование метана на свалках, снижая выбросы парниковых газов. По данным Всемирного банка, при производстве биогаза путем анаэробного сбраживания органических отходов количество вырабатываемой энергии может варьироваться от 203 до 2950 МДж/т.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В результате процесса сбраживания получается биогаз и остатки брожения.

Свойства биогаза: плотность 1,22 кг/м³; теплотворная способность 4,5 - 6,5 кВт·ч/м³; содержание метана 55 - 65 % (55-75 % в случае проточных установок); содержание углекислого газа 35 - 45 %.

Остатки сбраживания возможно использовать в сельскохозяйственных целях как удобрение при подтверждении соответствия установленным требованиям.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Мощность установки биометанизации в Рио-де-Жанейро (Бразилия) составляет около 3 000 тонн органических отходов в год, что эквивалентно отходам города с населением более 15 000 человек. Источники отходов включают пищевые отходы муниципальных школ, супермаркетов и ресторанов.

Экономика

Влажные отходы технологически целесообразно сбраживать в реакторах с последующим получением биогаза. Проекты по анаэробному сбраживанию, получению биогаза и последующей выработке энергии требуют затрат от 5000 до 23 000 евро на 1 тонну используемых отходов в сутки при сроке окупаемости от 6 до 14 лет.

Использование зеленого тарифа (ЗТ) при продаже электрической энергии, получаемой из биогаза, сократит срок окупаемости до 4-8 лет.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.5.6. Технология сушки органических отходов, собранных отдельно

Описание

Собранные отдельно органические отходы (пищевые отходы) подвергаются сушке с получением продукции (кормовые добавки, удобрение, биотопливо).

Техническое описание

Сушка осуществляется в герметично закрытой камере, в которой производится одновременно перемешивание и нагрев загруженных отходов до 100 °С. Образующийся пар удаляется из камеры в конденсатор, где происходит его частичная конденсация, избыток пара возвращается в камеру для поддержки влажности отходов, конденсат выводится из конденсатора. При остаточной влажности продукта от 5 до 10 % происходит прекращении поступления пара в конденсатор, установка автоматически отключается. Время обработки (8 - 10 часов или 24 ч. в зависимости от модели оборудования, влажности отходов), температура обеспечивают стерилизацию продукции.

По окончании процесса сухая стерильная масса выгружается из камеры. Выгрузка продукции осуществляется через окно выгрузки, при запуске соответствующего

автоматического режима, в любую подходящую емкость или мешок. Одновременно можно взять образцы отработанного остатка для проведения лабораторных исследований.

Герметичная камера и замкнутый контур циркуляции паровоздушной смеси обеспечивают отсутствие выбросов, испарений и запаха. В течение процесса выводится конденсированная вода, которую можно собирать в емкость или отводить в систему канализации.

В зависимости от характеристик отходов и требуемого конечного продукта применяются различные методы сушки: термическая сушка, вакуумная сушка, сублимационная сушка (лиофилизация).

Достигнутые экологические выгоды

Снижение объема и массы отходов: Сушка позволяет уменьшить объем и массу органических отходов до 50 - 80 %, что снижает затраты на транспортировку и захоронение.

При правильном выборе метода сушки сохраняются питательные вещества, что позволяет использовать высушенный продукт в качестве удобрения или корма.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

В зависимости от выбранного метода используются различные сушильные установки: барабанные сушилки, ленточные сушилки, конвейерные системы, вакуумные сушилки.

Важными параметрами являются температура, скорость потока воздуха, время пребывания материала в сушилке и остаточная влажность продукта.

Высушенные органические отходы могут использоваться в качестве топлива, удобрений или сырья для производства кормов.

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Veolia Environnement S.A. применяет технологии сушки осадков сточных вод в различных городах, включая Париж (Франция) и Берлин (Германия), где осадки высушиваются и используются в качестве альтернативного топлива или удобрений.

Waste Management, Inc. в Хьюстоне (США) использует сушильные технологии для обработки пищевых отходов, снижая объемы захоронения и производя компост.

Экономика

Стоимость установки сушильного оборудования зависит от выбранной технологии и производительности и может составлять от нескольких сотен тысяч до нескольких миллионов долларов. Получение прибыли от продажи высушенного продукта в качестве топлива, удобрения или корма, а также экономия на затратах по захоронению отходов.

Срок окупаемости зависит от масштабов проекта, рыночных цен на продукты сушки и может составлять от 3 до 7 лет.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.5.7. Когенерация

Описание

Когенерация или совместное производство тепловой и электрической энергии представляет собой эффективную технологию использования энергетического потенциала метана, выделяемого в процессе разложения органических веществ. Суть технологии заключается в утилизации метана путем его сжигания в специальных когенерационных установках, где происходит одновременная выработка электричества и тепла. Такой подход не только позволяет снизить выбросы парниковых газов, но и обеспечивает энергетическую самодостаточность объекта, снижая потребность в традиционных источниках энергии, основанных на ископаемом топливе.

Техническое описание

Когенерационная система включает в себя несколько ключевых компонентов. В первую очередь используется газозаправочная станция с нагнетателями, предназначенная для извлечения метанообразующего газа из среды, его компримирования и подачи в когенерационные модули. Далее газ поступает в установку, где происходит его сжигание с выделением тепловой и электрической энергии. Полученное тепло может использоваться локально, например, для отопления производственных помещений, а электроэнергия - подаваться во внутреннюю сеть предприятия или передаваться в общую энергосистему. Весь процесс сопровождается непрерывным контролем состава газа, что позволяет поддерживать стабильность и эффективность работы оборудования.

Достигнутые экологические выгоды

С экологической точки зрения когенерация на основе метана обладает значительными преимуществами. Основной экологический эффект заключается в утилизации метана - одного из самых агрессивных парниковых газов, в 25 раз более опасного для климата, чем углекислый газ. Сжигание метана с энергетическим извлечением позволяет значительно сократить общий углеродный след объекта. Кроме того, техника способствует снижению потребления внешней электроэнергии и тепла, что в совокупности уменьшает выбросы загрязняющих веществ от традиционных источников энергии.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Экологические показатели когенерационных установок зависят от состава поступающего газа, объемов его генерации и степени зрелости органической массы. Метаносодержащий газ, используемый в установках, как правило, содержит 60 - 63 %

СН. При этом на начальных стадиях формирования газа может наблюдаться повышенное содержание углекислого газа (более 35 %), характерное для кислотообразующей фазы, с последующим постепенным нарастанием метаногенеза. Это влияет на стратегию управления процессом и корректировку режимов работы оборудования. Эффективность когенерационных установок достигает 85-90 % по совокупной выработке энергии, при этом уровень шумов, пылеобразования и образования других загрязнений минимален.

Кросс-медиа эффекты

Среди кросс-медиа эффектов особенно стоит отметить снижение потребления внешней тепловой и электрической энергии. Технология не приводит к образованию сточных вод или загрязнению почвы, поскольку весь процесс реализуется в герметичных и контролируемых условиях. Это делает когенерацию удобной и с точки зрения промышленной санитарии, и в плане интеграции с другими инженерными системами предприятия.

Технические соображения, касающиеся применимости

Применимость технологии зависит от ряда факторов. Когенерационные установки особенно эффективны при наличии устойчивого источника метанообразующего газа объемом не менее 200 м³/ч. Техника широко применяется в различных секторах, включая переработку органических отходов, агропромышленность, биореакторы, компостные станции и очистные сооружения. Также возможна модернизация существующих объектов с целью энергоэффективного использования метана. Успешные примеры включают внедрение когенерации на базе газопоршневых агрегатов в Германии, Китае и США, где производимые электрическая и тепловая энергия покрывают собственные потребности предприятий и передаются в общие сети.

Экономика

Экономическая эффективность когенерации подтверждается практикой. При достаточном объеме поступающего органического сырья, наличии системы сбора газа и рациональном использовании вырабатываемого тепла срок окупаемости оборудования составляет от 3 до 6 лет. Инвестиции в установку зависят от ее мощности и варьируются в пределах от 300 млн до 1 млрд тенге. Доход может быть дополнительно увеличен за счет участия в схемах торговли квотами на выбросы парниковых газов, реализации "зеленых" сертификатов и участия в программах государственной поддержки возобновляемой энергетики.

Движущая сила внедрения

Движущей силой внедрения когенерационных технологий на основе метана является комплекс факторов, направленных на повышение экологической устойчивости и энергетической эффективности предприятий. В первую очередь, это стремление к сокращению выбросов парниковых газов, что соответствует международным климатическим обязательствам и национальным целям по снижению

углеродного следа. Также важным мотивом является необходимость повышения энергонезависимости и снижение затрат на потребление традиционных энергоресурсов, что улучшает экономическую устойчивость объектов.

5.6. Техники для физико-химической обработки отходов

Физико-химическая обработка применяется для следующих видов отходов:

медицинские и биологические отходы;

опасные отходы;

нефтедержащие отходы;

отходы органического происхождения;

отходы электрического и электронного оборудования;

твердые промышленные отходы;

горнодобывающие и металлургические отходы;

отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;

коммунальные отходы;

промышленные и строительные отходы.

5.6.1. Адсорбция

Описание

Используется для очистки отходов минеральных масел всех видов, для утилизации растворителей, не содержащих галогены, утративших потребительские свойства.

Адсорбционная очистка заключается в использовании способности веществ, служащих адсорбентами, удерживать загрязняющие продукты на наружной поверхности гранул и на внутренней поверхности пронизывающих гранулы капилляров.

Техническое описание

В качестве адсорбентов применяют вещества природного происхождения (отбеливающие глины, бокситы, природные цеолиты) и полученные искусственным путем (силикагель, окись алюминия, алюмосиликатные соединения, синтетические цеолиты). Адсорбционная очистка может осуществляться контактным методом - масло перемешивается с измельченным адсорбентом, перколяционным методом - очищаемое масло пропускается через адсорбент, методом противотока - масло и адсорбент движутся навстречу друг другу. К недостаткам контактной очистки следует отнести необходимость утилизации большого количества адсорбента, загрязняющего окружающую среду. При перколяционной очистке в качестве адсорбента чаще всего применяется силикагель, что делает этот метод дорогостоящим. Наиболее перспективным методом является адсорбентная очистка масла в движущемся слое адсорбента, при котором процесс протекает непрерывно, без остановки для периодической замены или регенерации адсорбента, однако применение этого метода

связано с использованием довольно сложного оборудования, что сдерживает его широкое распространение.

Достигнутые экологические выгоды

После адсорбции очищенные масла и растворители могут быть регенерированы и повторно использованы, что уменьшает потребность в первичных ресурсах.

Эффективность очистки может достигать 95 - 99 %, в зависимости от используемого адсорбента и типа загрязнителя.

Снижение выбросов ЛОС может составлять до 80 % при использовании современных адсорбционных материалов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Существует ряд способов утилизации хлорсодержащих растворителей, таких как адсорбция на углях, адсорбция на молекулярных ситах. Но эти методы являются сложными и малопроизводительными.

Кросс-медиа эффекты

Снижение объемов отходов, отправляемых на полигоны, уменьшает риск загрязнения почвы тяжелыми металлами и токсичными органическими соединениями.

Технические соображения, касающиеся применимости

Метод подходит для предприятий нефтепереработки и машиностроения, лабораторий и производств, использующих органические растворители, очистки аварийных разливов масел и химических веществ.

Примеры применяемых адсорбентов:

активированный уголь с высокой емкостью;

цеолиты эффективны для селективной адсорбции;

синтетические полимеры подходят для специфических типов загрязнителей.

К примеру, БАСФ внедрила адсорбционные процессы для очистки промышленных растворителей, позволяющие эффективно удалять загрязняющие вещества и повторно использовать очищенные растворители в производстве, что привело к уменьшению образования опасных отходов на 40 %.

Экономика

Использование регенерированных растворителей и масел снижает затраты на покупку новых.

Продукты переработки могут быть реализованы, создавая дополнительный источник дохода.

Внедрение адсорбционной установки окупается в среднем за 2-4 года благодаря снижению затрат и повышению ресурсной эффективности.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.6.2. Селективное растворение (ионообменная очистка)

Описание

Удаление растворенных металлов/металлоидов из сточных вод. Осуществляется с применением различных ионнообменных смол.

Техническое описание

Удержание ионных загрязняющих веществ из сточных вод и замена их более приемлемыми ионами с помощью ионообменной смолы. Загрязняющие вещества временно удерживаются и затем сбрасываются в регенерационную или промывочную жидкость. Кислоты и ионносвязанные металлы в сточных водах из первой кислотной ступени мокрого скруббера пропускаются через ртутный ионообменник. Загрязняющие вещества отделяются в смоляном фильтре. Затем кислота нейтрализуется известковым молоком.

Достигнутые экологические выгоды

Высоконадежное снижение эмиссий металлов/металлоидов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Зависят от типа установки и процесса.

Кросс-медиа эффекты

Регенерация смолы.

Технические соображения, касающиеся применимости

Широко применимо в предприятиях по переработке металлов.

Экономика

Сообщается, что этот метод является дорогостоящим по сравнению с альтернативами.

Движущая сила внедрения

Законодательные требования РК.

5.6.3. Сорбционный метод

Описание

Снижение количества загрязняющих веществ, металлов. Связывание металлов с минералами путем сорбции.

Техническое описание

Процесс включает некоторую форму поглощения/солюбилизации тяжелых металлов в материале и последующее осаждение в новых минералах или сорбцию на них.

Достигнутые экологические выгоды

Ограничение распространения опасных веществ.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Во многих случаях оба типа реагентов - сорбенты и связующие вещества - используются одновременно. В некоторых случаях реагенты содержатся в отходах и, следовательно, добавляются в смесь через саму подачу отходов. Некоторые из

наиболее часто используемых связующих материалов: цемент, пуццоланы (алюмосиликатный материал, реагирующий с известью и водой), известь, растворимые силикаты, органически модифицированные глины или известь, терморезистивные органические полимеры, термопластичные материалы. При использовании цемента - затвердевание цемента уменьшает контакт между водой и отходами, и в некоторой степени образование менее растворимых гидроксидов или карбонатов металлов. Амфотерные металлы также могут быть обработаны. Затвердевший продукт относительно легко обрабатывать, и риск образования пыли очень низок. Выделение тяжелых металлов из продуктов в краткосрочной перспективе обычно относительно низко.

Кросс-медиа эффекты

Потребление сорбента, необходимость укладки на полигон опасных отходов/или их сжигание.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо.

Экономика

Зависит от доступности, количества и типа сорбента. При смешивании подходящих видов отходов для желаемой сорбции между ними (реагенты содержатся в отходах) процесс экономически более выгоден. . Потребление энергии и воды варьируется и не поддается количественной оценке. Эксплуатация и управление оборудованием, используемым в этой технологии, считаются относительно простыми и сопоставимыми со стандартными методами в бетонной промышленности.

Движущая сила внедрения

Управление опасными отходами.

5.6.4. Стабилизация

Описание

Загрязняющие вещества (например, тяжелые металлы) полностью или частично связываются путем добавления поддерживающих сред, связующих веществ или других модификаторов.

Техническое описание

Стабилизация достигается путем смешивания отходов с реагентом (в зависимости от типа отходов и запланированной реакции, это могут быть, например, частицы глины ; гуминовые органические вещества, такие как торф; активированный уголь; окислители; восстановители; осаждающие реагенты) для минимизации скорости миграции загрязнений из отходов, тем самым снижая токсичность отходов. Процесс включает физико-химическое взаимодействие между реагентом и отходами. Среди других возможностей стабилизация может быть выполнена с использованием фосфата или извести в качестве стабилизирующего агента.

Процесс обработки состоит из:

смесительного устройства (например, глиномялки), в которое отходы подаются с контролируемой скоростью и смешиваются с запатентованной формой растворимого фосфата;

конвейера в конце смесителя, который удаляет обработанный продукт.

Достигнутые экологические выгоды

Подготовка опасных отходов к безопасному захоронению.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Физические механизмы, используемые при стабилизации, следующие: макроинкапсуляция, микроинкапсуляция, абсорбция, адсорбция, осаждение и детоксикация.

Кросс-медиа эффекты

Не указаны.

Технические соображения, касающиеся применимости

Процесс относительно прост в использовании, а необходимые технические знания широко доступны. Характеристики выщелачивания затвердевшего продукта могут быть значительно улучшены по сравнению с необработанными отходами.

Экономика

Зависит от типа реагента, его количества и доступности.

Движущая сила внедрения

Законодательные требования к управлению опасными отходами.

5.6.5. Инертизация опасных отходов (in-situ и ex-situ)

Описание

Технология физическо-химической обработки отходов производства нефтеперерабатывающей промышленности (кислые гудроны и сопутствующее загрязнение почвы). Деятельность состоит из сбора и обработки жидких отходов (нефтешламов, буровой раствор, шлам сточных вод, эмульсий и т.д.).

Достигнутые экологические выгоды

Преимуществами, которые предоставляет технология, являются:

восстановление нефтяных отходов или других опасных промышленных отходов, в композиционные материалы с характеристиками неопасных отходов или инертного твердого материала;

окончательное удаление отходов и возможность их преобразования в твердое топливо. Процесс стабилизации с минеральными вяжущими сочетает химическую стабилизацию - образование нерастворимых соединений загрязняющих веществ (карбонаты, гидроксиды тяжелых металлы); и адсорбцию путем добавления гидрата в матрицу минералов и их последующее отвердевание.

После завершения обработки, пререработанный отход меняет свои характеристики с опасного на неопасный и его можно использовать, как в качестве наполнителя или пломбирочного материала для закрытия определенных несоответствующих хранилищ или других вариантов восстановления. Срок достижения твердого состояния может длиться от нескольких дней до нескольких недель (в зависимости от гидравлических свойств).

Техническое описание

Инертизация - это процесс сокращения мобильности загрязнителей и предотвращения их миграции в окружающую среду путем сокращения контакта поверхности с их уязвимостью, или выщелачивания через химическое укрепление посредством связи между загрязняющим веществом и твердой матрицей почвы.

В стабилизационных процессах, основанных на минеральных вяжущих, используются многочисленные реагенты:

известь, цемент, бетон;

летучая зола, шлак, стальной лом, шлаковый цемент;

другие реагенты, такие, как силикагели, глины, цеолиты и активированный уголь.

IMERCEM - целый ряд специально разработанных гидравлических связующих для следующих областей применения:

стабилизация и/или отверждение отходов с целью получения инертного твердого материала, который может храниться, или может быть использован в качестве материала покрытия/закрытия несоответствующих полигонов, мест размещения, которые достигли максимального заполнения, а также в проектах восстановления участков с загрязненными почвами и т.д. с соблюдением действующих правил.

В зависимости от выбранного варианта смешивания отходов с минеральными связующими веществами (in-situ, ex-situ) производится механическое перемешивание во вращающейся установке или различных машинах (погрузчик, трактор плуг, экскаваторы и т.д.), загрязненного материала с выбранным реагентом. Дозирование производится на основе характеристик восстанавливаемого материала и двух наполнителей, необходимых для инертизации. Для процессов (in-situ, ex-situ) могут быть использованы мобильные установки. В смесителе установки смешиваются три компонента: контаминированный основной материал и инертирующие материалы, на выходе из установки инертный стабилизированный материал, который может быть размещен на полигоне или быть использован в другом месте, как материал для рекультивации. Например, мобильная установка, используемая в Румынии, работает в полуавтоматическом режиме и управляется двумя операторами.

Экономика

Зависит от типа реагента, его количества и доступности.

Движущая сила внедрения

Законодательные требования к управлению опасными отходами.

5.6.6. Использование гуминовых препаратов

Описание

Гуминовые препараты служат как заменители ионитов для очистки сточных вод различных промышленных предприятий.

Техническое описание

Полифункциональные сорбенты как заменители анионитов и ионитов представляют собой химически модифицированные аналоги полимеров гуминовых кислот и угля, отличающиеся природой введенных в их состав функциональных групп. В зависимости от выбранного модификатора можно получить amino-, сульфо-, нитрогуминовые кислоты или другие соответствующие производные угля. Методом формирования привитого слоя гуминовых кислот на поверхности алюмосиликатных матриц - вмещающей или горелой пород получены гуминоминеральные сорбенты.

Повышенная функциональность и природа введенных функциональных групп определяют в гуминовых сорбентах их комплексообразующие свойства, прочность, большую устойчивость к изменениям кислотности среды, возможность проведения сорбции в широком диапазоне рН-концентраций, приемлемую гидролитическую и химическую стойкость. Повышение эксплуатационных свойств новых сорбентов достигается при незначительном расходе дорогостоящего модификатора.

Достигнутые экологические выгоды

Гуминовые кислоты ведут себя как комплексообразующие сорбенты, удерживая и концентрируя элементы тяжелых металлов в почвах, взвесах вод, донных отложениях, углеродистых породах. Полученные гуминовые продукты экологически безвредны, так как полностью приготовлены из природного сырья.

Степень очистки колеблется в пределах 54 - 99 % в зависимости от природы сорбента, концентрации и ионного состояния металла в многокомпонентном растворе. Очистка воды происходит до концентрации ионов металла ниже ПДК.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

По результатам исследований разработана технология получения ряда сорбентов на полимерной и минеральной основе: гуминосиликатных, гуминополимерных, аминокуминополимерных и гуминоминеральных. Проверка эффективности полученных сорбентов производилась на очистных сооружениях крупных горно-металлургических предприятий РК.

При более низкой стоимости гуминовых сорбентов их технические показатели в сравнении с синтетическими аналогами находятся на одинаковом уровне (сорбционные емкости по ионам металлов - в пределах 0,8 - 3,0 мг-экв/г).

Кросс-медиа эффекты

Переработка выветрелых углей Шубаркольского месторождения.

Технические соображения, касающиеся применимости

На основе гуминовых кислот в АО "Шубарколь комир" разработана технология получения полифункциональных сорбентов - целого перечня продуктов, которые производятся из выветрелых углей Шубаркольского месторождения.

Экономика

Сорбенты являются эффективными заменителями синтетических полимерных ионитов, которые имеют высокую стоимость (в 1,5 - 2 раза выше) и в Казахстане не производятся. По сравнению с синтетическими ионитами (КУ-2-8, КБ-4-П2, КУ-1Г) предлагаемые природные сорбенты доступны, дешевы и получены по простой технологии.

Движущая сила внедрения

В АО "Шубарколь комир", входящем в группу компаний ERG, ведутся исследования по созданию технологии выпуска полифункциональных сорбентов из местных выветрелых углей.

5.6.7. Капсулирование

Описание

Капсулирование - это метод утилизации отходов, при котором опасные материалы упаковывают в контейнеры, изготовленные из непроницаемого и неактивного материала. Контейнеры загерметизированы с бетоном, пластмассой или сталью для захоронения или хранения. Обычно в процессе используется бетон, поскольку он дешевый, сильнощелочной и может включать в себя влажные отходы.

Техническое описание

Применяется для выбранных опасных отходов перед их размещением на полигоне опасных отходов.

Достигнутые экологические выгоды

Снижения рисков при утилизации опасных отходов.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Способствует компактной укладке отходов, предотвращения смешивания отходов и предотвращает реакцию между отходами, уложенными на полигоне.

Кросс-медиа эффекты

Не указаны.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо.

Экономика

Дорогостоящий метод.

Движущая сила внедрения

Законодательные требования по управлению отходами.

5.6.8. 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 восстановления отходов таких как: пластмассы и полимеры, шины, автомобильный скрап, кабели, нефтешламы, отходы бурения, отработанные масла, загрязненную 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): 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

Рост тарифов на захоронение отходов, потребность в утилизации высококалорийных отходов и снижение выбросов парниковых газов стимулируют внедрение пиролизных решений. В Казахстане особенно актуально для полигонов с перегрузкой, объектов без доступа к централизованной энергосети, а также промышленных предприятий, заинтересованных в автономных источниках энергии. Поддержка "зеленых" технологий и потенциальный экспорт пиролизного масла открывают перспективы для устойчивого развития.

5.6.9. Переработка жидких углеводородных отходов методом термokatалитического крекинга

Описание

Переработка токсичных нефтесодержащих отходов и получение товарного автомобильного топлива - является наиболее продвинутым и экологичным способом утилизации. Технология и оборудование для термokatалитической обработки и деструкционной переработки жидких углеводородов с последующей ректификацией предназначены для получения компонентов легких фракций товарных нефтепродуктов из тяжелых и токсичных углеводородных отходов таких как: отработанные масла, смеси нефтяных отходов, маслошламы, нефтешламы, каменноугольная смола. Данные виды отходов образуются в результате деятельности предприятий различных секторов экономики: электроэнергетической, нефтегазовой, горнодобывающей, металлургической, химической и обрабатывающей промышленности. Технология

позволяет изменять физико-химические свойства сырья по заданным параметрам, благодаря использованию продвинутой каталитической системы, для получения наиболее востребованных коммерческих продуктов.

В основе технологии лежит способ переработки сырья, который относится к термической конверсии и термокаталитической деструкции в присутствии маслорастворимого катализатора. В процессе используется блок подготовки механохимической активации сырья - где происходит сдвиговое разрушение с участием атомов наночастиц асфальтенов в дисперсной фазе коллоидной системы, вызванное разрушением стабилизирующих оболочек смол, и блок ввода катализатора - где происходят гидродинамические эффекты сверхзвуковых парожидкостных течений, а также выброкавитационных процессов, характеризующихся наличием высоких напряжений, скоростей сдвига и высокочастотных пульсаций потоков. Также используются проточные реакторы с давлением 0,1-2 МПа с образованием водорода и сокатализатора в зоне реакции. Далее сырье нагревается в печи при температуре 350-420 °С и подается в пленочную колонну разделения. Результат применения технологии - повышение глубины переработки сырья с увеличением выхода дистиллятных фракций до 90 % (в зависимости от физико-химического состава сырья). Кубовый остаток - гудрон, проходя через блок окисления, превращается в модифицированный битум высокого качества и упаковывается в биг-беги либо в металлические евробочки. Все это позволяет осуществлять переработку без образования отходов, а также летучих выбросов за счет фильтрации и катализаторов горения.

Оборудование позволяет максимально увеличить выход товарных нефтепродуктов (соответствует экологическому классу Евро-5) и полностью исключить выход твердых отходов. Установка способна производить дизельное топливо и бензин без какой-либо дополнительной обработки после его перегонки.

Достигнутые экологические выгоды

Технология термокаталитического крекинга (ТКК) позволяет не образовывать летучие выбросы и твердые отходы от утилизационной деятельности за счет применения маслорастворимых катализаторов, позволяющие превращать и расщеплять тяжелые углеводородные соединения в светлые товарные нефтепродукты. А кубовый остаток (гудрон) от процесса перегонки - в модифицированный строительный и дорожный битум.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Промышленное применение технологии в закрытом ангаре показало отсутствие выбросов от ректификации за счет использования дизельной автоматической горелки немецкого производства и специальных катализаторов горения. Остаточным продуктом переработки является гудрон, который, проходя через блок окисления, превращается в модифицированный дорожный битум марки БНД 90/130.

Кросс-медиа эффекты

При применении технологии термокаталитического крекинга (ТКК) достигается снижение общей нагрузки на окружающую среду за счет: а) сокращения объема отходов, направляемых на захоронение; б) уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (по сравнению с сжиганием); в) исключения риска загрязнения почвы и водных объектов. Отсутствие образования побочных продуктов упрощает процесс утилизации и снижает потребность в дополнительных мерах контроля.

Применимость

Технология ТКК с применением маслорастворимых катализаторов для переработки токсичных нефтесодержащих отходов является одним из эффективных методов по превращению отходов в коммерческий продукт. Данный метод полностью совпадает с глобальной Концепцией циркулярной (замкнутой) экономики, основанной на возобновлении ресурсов, так как является неоспоримой альтернативой традиционной линейной экономики.

Экономика

Превращение углеводородных отходов в товарные нефтепродукты класса Евро-5 является экологически оправданным и экономически рентабельным способом утилизации токсичных отходов, чем их использование для выработки тепловой энергии путем сжигания. Производство дизельного топлива и бензина из углеводородных отходов имеет высокую валовую рентабельность (40 - 50 %), положительную операционную доходность с первого месяца работы и быстрый срок достижения точки окупаемости инвестиций - 18 месяцев с момента запуска производства. Но все зависит от типа углеводородных отходов. Например, переработка КУС на предприятиях горнодобывающей промышленности является высокорентабельной за счет получаемых ароматических углеводородов, стоимость которых на рынке очень высока.

Эффект от внедрения

На рынке в данный момент представлены разные по производительности примитивные крекинговые установки от производителей РФ и Китая. Часть из них сертифицирована, остальные - кустарного производства. Данные установки не предполагают использование: каталитических систем, различного вида сырья/отходов и способов его подготовки для качественного извлечения нефтепродуктов. Существенными недостатками такого оборудования являются низкое качество получаемой прямогонной продукции (не товарной); образование и накапливание значительного количества промежуточных отходов, требующее утилизации; и прямые выбросы в атмосферу вредных веществ.

Пример

На сегодняшний день промышленное применение технологии осуществляется на территории Армении и Российской Федерации (Новошахтинск (НПЗ)). Переработка битумной нефти, мазутов и отработанных масел в Армении (Ереван) проводилось по технологии компании, состоящей из 4 блочно-модульных комплексов:

- 1). блок подготовки и обработки углеводородного сырья с вводом катализаторов;
- 2). блок переработки (ректификации) производительностью 30 тонн в сутки по сырью;
- 3). блок сероочистки методом фильтрации на алюмооксидных катализаторах легированными различными металлами в различных комбинациях;
- 4). блок окисления гудрона, с целью получения модифицированного дорожного или строительного битума.

В результате переработки тяжелого углеводородного сырья были получены бензин и дизельное топливо класса Евро-5.

5.7. НДТ, направленные на предотвращение и снижение организованных выбросов

5.7.1. 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 5.1. 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
1	2	3	4	5	6
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	С р о к эксплуатации рукава	мес.	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. Циклоны считаются подходящими устройствами для искрового гашения. Большинство современных фильтров расположены в нескольких отсеках, поэтому в случае необходимости поврежденные отсеки могут быть изолированы.

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, гидроксид 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 $<0,1 \text{ нг.м}_H^{-3}$ 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.

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 РК. Экономия ресурсов.

5.7.2. 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.

Движущая сила внедрения

Сокращение выбросов пыли.

5.7.3. 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 (ФКИ), позволяет достигать остаточной концентрации твердых частиц на выходе из такой установки 5 мг/м^3 при начальной запыленности потока 127878 мг/м^3 . Жесткие фильтрующие элементы на основе керамики можно применять для очистки газов с температурой до $1000 \text{ }^\circ\text{C}$.

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.

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.

5.7.4. 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 рекомендуется 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 komponуют 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 зависят 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 5.2. 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 вирируется 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 неслипающихся пылей в циклонах диаметром 800 мм и более допускается до 400 г/Нм³. Для слипающихся пылей и циклонов меньших размеров концентрация пыли 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 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.

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).

5.7.5. 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 ссыпаются 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 5.3. Схема устройства электрофильтра
(показаны только две зоны).

Частицы удаляются из потока газа в четыре этапа:

- 1) наведение электрического заряда на частицы пыли;
- 2) подача заряженной пыли в электрическое поле;
- 3) улавливание пыли с помощью коллекторного электрода;
- 4) 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 газопроводов 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, связанные с использованием электрофильтров

№ п/п	Загрязняющее вещество	Эффективность очистки, %	Примечание	
			Сухой фильтр	Мокрый фильтр
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
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 МЕЕР могут достигать концентраций пыли в диапазоне от 2 до 20 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.

5.7.6. 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 5.4.

Рисунок 5.4. 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 с 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 некоторые дополнительные сокращения 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 (полихлордibenзо-п-диоксины и фураны) - если при восстановлении отходов используются упаковочные или сорбирующие материалы, пропитанные углеродом, типичное снижение концентрации данных соединений может достигать 70 % при использовании стандартных систем очистки. Однако применение многоступенчатых систем, содержащих достаточные объемы углеродных материалов, позволяет обеспечивать уровни выбросов значительно ниже 0,1 нг МГЭ/Нм³ даже на объектах, обрабатывающих смешанные, в том числе опасные, отходы.

В целях дополнительной очистки возможно добавление активированного угля или кокса в системы мокрой или сухой газоочистки (например, в скрубберы), что обеспечивает аналогичную эффективность удаления ПХДД/Ф. В случае отсутствия углеродных добавок эффективность удаления данных стойких органических загрязнителей остается крайне низкой.

Применение подобных мер способствует достижению высоких экологических стандартов при осуществлении процессов восстановления отходов, особенно в отношении контроля загрязняющих веществ первого класса опасности.

Hg²⁺ - если используется скруббер первой ступени с низким pH (~ 1), а концентрации HCl в отходах обеспечивают подкисление этой стадии, то ртуть удаляется в виде HgCl₂; элементарная ртуть, как правило, не затрагивается.

Другие загрязнители - 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 ($\Delta p = 10 \div 20$ кПа) и, следовательно, значительных затрат энергии на очистку газа. Степень улавливания SO₂ водой обычно составляет 40 - 50 %.

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 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.

5.7.7. 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, подпадающим под область применения справочника по НДТ. Такие реагенты, как известняк, негашеная известь, гашеная известь, улучшенная (с увеличенной удельной поверхностью) гашеная известь, гидроксид натрия и бикарбонат натрия, широко применяются в процессах восстановления отходов, в том числе для очистки выбросов и газов, образующихся при физико-химической обработке.

В США функционирует свыше 300 центров по восстановлению материалов (MRF), общий объем рынка которых составляет около 6,6 млрд долларов. Крупнейший

оператор отрасли - Waste Management - управляет 97 предприятиями по переработке, 254 активными полигонами и 135 проектами по утилизации свалочного газа.

Таким образом, использование перечисленных реагентов и подходов в международной практике восстановления отходов подтверждает их эффективность и соответствие стандартам НДТ, обеспечивая снижение уровня загрязнения окружающей среды и достижение устойчивого развития.

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.

5.7.8. Применение методов для снижения выбросов ртути

5.7.8.1. Мокрая очистка с низким pH 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 pH 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, применяемого при восстановлении отходов, поддерживается рН ниже 1, эффективность удаления ионной ртути в виде HgCl_2 , которая часто образуется в процессе физической и физико-химической обработки отходов, может превышать 95 %. Однако при этом удаление металлической ртути остается на низком уровне: порядка 0 - 10 %, что объясняется в основном ее конденсацией при температуре раствора в скруббере около 60 - 70 °С.

Для повышения эффективности адсорбции металлической ртути до 20 - 30 % применяются следующие методы: добавление соединений серы в раствор скруббера; введение активированного угля в рабочую жидкость; использование окислителей (например, перекиси водорода) для перевода металлической ртути в растворимую ионную форму (HgCl_2), что значительно повышает эффективность ее удаления.

Общая эффективность удаления ртути - как ионной, так и металлической - при применении этих методов может достигать порядка 85 %.

Существуют данные, что эффективность удаления ртути свыше 90 % может быть достигнута также за счет введения бромсодержащих веществ в рабочую среду на этапах восстановления, что способствует окислению ртути и повышению ее растворимости.

Для систем с переменным поступлением ртутных соединений, характерным для обработки коммунальных или смешанных отходов, использование низких доз добавок (0,5-2 л/ч) обеспечивает базовую защиту. При выявлении пиковых концентраций ртути дозировка увеличивается до 10-20 л/ч. В таких условиях применение аддитивов позволяет достичь эффективности удаления до 99 % и снижать содержание ртути в выбросах до уровня ниже 30 мкг/Нм³ в краткосрочном среднем значении.

Этот подход широко используется на установках по восстановлению отходов в странах с развитыми системами экологического регулирования и соответствует принципам НДТ.

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).

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов ртути.

5.7.8.2. 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/Нм^3 .

Кросс-медиа эффекты

Отсутствуют.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам, связанным с восстановлением отходов, включая физико-химическую и термохимическую обработку, где происходят процессы газовой выделенной. Впрыск активированного угля используется как на новых, так и на действующих установках, занимающихся комплексной обработкой и утилизацией отходов, включая установку рекуперации металлов и сорбционных материалов.

Отдельный впрыск серой пропитанного активированного угля, управляемый на основе данных непрерывного мониторинга содержания ртути в газовых выбросах, успешно применяется на объектах восстановления отходов в Германии. Например, на установке по рекуперации и переработке сложных бытовых и промышленных отходов "Rugenberger Damm" в Гамбурге система введена с 2012 года. Применение технологии обеспечило достижение уровней остаточной ртути в выбросах ниже 1 мкг/Нм³, соответствующих самым строгим европейским стандартам в сфере охраны окружающей среды. Такие решения также внедряются на объектах, использующих технологии пиролиза, газификации и мокрой очистки технологических газов, где контроль ртутных соединений критичен для соблюдения требований по экологической безопасности.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов ртути.

5.7.8.3. 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.

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/Нм^3 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. Эта технология применима ко всем методам восстановления отходов, использующих мокрую очистку. Наилучший эффект достигается, если скруббер расположен ниже рукавного фильтра с впрыском углерода.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Снижение выбросов ртути.

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

5.8.1. 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 скребкового устройства для нескольких отделений. К недостаткам их относится необходимость применения большего числа отстойников вследствие ограниченной ширины.

Рисунок 5.5. Принцип горизонтального отстойника.

1 - подводящий лоток; 2 - полупогружная доска; 3 - скребковая тележка; 4 - отводящий лоток; 5 - жиросборный лоток; 6 - удаление осадка.

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.

Экономика

Основные факторы, влияющие на цену очистных сооружений:

Требования к качеству очищенной воды и качественный состав загрязненных сточных вод.

Уровень автоматизации

Производительность очистных сооружений.

Движущая сила внедрения

Снижение сбросов взвешенных веществ в сточных водах.

5.8.2. 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, гидроксид кальция, гидроксид 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 рН в течение всего процесса очистки стоков также имеет первостепенную важность, поскольку некоторые соли металлов нерастворимы только в очень небольшом диапазоне значений рН. При выходе за пределы этого диапазона эффективность удаления металла стремительно снижается. В целях максимальной эффективности удаления металлов процесс очистки следует проводить при различных значениях рН с использованием различных реагентов. Кроме выбора реагента и значения рН, 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	2	3	4	5
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.
5	Hg	Na ₂ S (сульфид натрия)	Hg ₂ S	В реальных сточных водах, содержащих и другие соли, растворимость Hg ₂ S 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/дм ³
6	As	NaHS (сульфогидрат натрия) Na ₂ S (сульфид натрия)	(As ₂ S ₃)	Зависит от температуры и протекает достаточно медленно при значениях температуры ниже 50 - 60°С. Трехвалентный мышьяк выпадает в осадок в виде трехвалентного сульфида мышьяка (As ₂ S ₃), который необходимо отделить от воды при значениях pH ниже 4 - 5. При повышении значения pH и наличии As ₂ S ₃ существует риск возвращения мышьяка в раствор. Недостатком реакции является образование незначительного количества сульфида мышьяка (As ₂ S ₅).

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:

- выбор химического осаждающего реактива;
- количество добавляемого осаждающего реактива;
- эффективность удаления осаждаемого металла;
- поддержание необходимого значения pH в течение всего процесса очистки;
- использование железистых солей для удаления определенных металлов;
- использование флокулянтов или коагулянтов;
- изменение состава сточных вод;

присутствие 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.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства. Социально-экономические аспекты. Сокращение сбросов загрязняющих веществ в естественные водные объекты.

5.8.3. 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 проскок 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 проскоков через фильтры.

Достигнутые экологические выгоды

Сокращение выбросов органических веществ, ртути и драгоценных металлов в воду

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

К основным преимуществам применения метода абсорбции относятся:
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 неудобен. Использование же активированного угля как одноразовой загрузки зачастую экономически нерентабельно.

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 сбросов загрязняющих веществ.

Требования экологического законодательства РК.

5.8.4. Нейтрализация

Описание

Очистка сточных вод, содержащих слабые кислоты (стоки сернокислотного производства или различные кислые промывочные воды), с использованием соответствующего реагента (обычно, гидроксида железа).

Технологическое описание

В большинстве кислых сточных вод содержатся соли тяжелых металлов, которые необходимо выделять. Для этих целей применяют реакцию нейтрализации, при которой ионы водорода взаимодействуют с ионами гидроксида с образованием молекулы воды. В качестве нейтрализующих реагентов могут использоваться NaOH, KOH, Na₂CO₃, NH₄OH, CaCO₃, MgCO₃ или 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 выпадают в осадок;

сточные воды, содержащие сильные кислоты (например, HNO_3). Так как соли этих кислот хорошо растворимы в воде, отсутствует сложность при выборе реагента;

сточные воды, содержащие слабые кислоты (H_2CO_3 , CH_3COOH). 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 хлопьеобразования 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.

Экономика

В зависимости от применяемого метода в каждом конкретном случае.

Движущая сила для осуществления

Требования экологического законодательства РК. Экономические выгоды (получение готового для реализации товарного продукта).

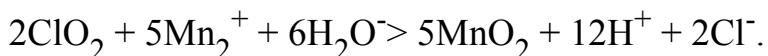
5.8.5. Окисление

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.

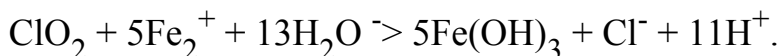
Техническое описание

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.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации.

Движущая сила внедрения

Соблюдение требований экологического законодательства РК. Социально-экономические аспекты. Сокращение сбросов загрязняющих веществ.

5.8.6. Коагуляция, флокуляция.

Коагуляция

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 и, таким 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 pH 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 рН в течение всего процесса очистки стоков, также имеет первостепенную важность, поскольку некоторые соли металлов нерастворимы только в очень небольшом диапазоне значений рН.

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.

Экономика

В каждом отдельном случае стоимость техники индивидуальна.

Движущая сила внедрения

Соблюдение требований экологического законодательства РК. Социально-экономические аспекты. Сокращение сбросов загрязняющих веществ в естественные водные объекты.

5.8.7. 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, имеющих в структуре ионообменника. Как правило, ионообменный процесс используется при концентрации металлов менее 500 мг/л.

Емкость ионообменника ограничена количеством ионов, имеющих 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.

Экономика

Рассчитывается согласно проектно-сметной документации.

Движущая сила внедрения

Сокращение сбросов в водные объекты.

5.8.8. Биологическая очистка

Описание

Биологическая очистка сточных вод основана на использовании жизнедеятельности микроорганизмов (бактерий). Бактерии очищают за счет окисления органических веществ, находящиеся в загрязненных водах в растворенном состоянии. Биохимическим методом удается освободиться от органических загрязнений, остающихся в воде после механической очистки на 90 % и выше.

Техническое описание

Наиболее эффективным, достаточно простым и доступным является метод биологической очистки. Он основан на природной способности естественных экосистем утилизировать разнообразные неорганические и органические вещества с помощью сообщества микроорганизмов, то есть активного ила. Данный вид очистки предпочтителен для сточных вод, содержащих органические соединения. При биологической очистке удаляют из сточной жидкости наиболее мелкие взвешенные вещества, оставшиеся после механической очистки. После полной биологической очистки получается незагнивающая жидкость, содержащая растворенный кислород и нитраты.

Биологическую очистку ведут в условиях, близких к естественным или искусственно созданным. Естественная биологическая очистка сточной воды происходит на полях орошения, полях фильтрации и в биологических прудах. Процесс

очищения происходит медленно за счет запаса кислорода в воде биологических прудов и в почве, а также в результате деятельности микроорганизмов-минерализаторов, которые окисляют органические загрязнения.

Искусственная биологическая очистка производится на биологических фильтрах, или аэротенках. Очистительные сооружения, в которых очистка вод осуществляется в искусственно контролируемой среде (например, аэротенки и биологические фильтры). В этих установках создаются условия, ускоряющие процесс биоочистки. Осветленную сточную жидкость, получающуюся в процессе очистки, выпускают в водоемы после ее обеззараживания посредством хлорирования. Для естественной биологической очистки отводят и специально оборудуют поля орошения или поля фильтрации. Очистные станции с биофильтрами сооружают для средних и малых населенных пунктов.

В процессе биологической очистки, так же как механической, получают большие количества осадка (ила), который направляется в метантенк для сбраживания. Затем осадок обезвоживают, то есть подсушивают на иловых площадках или искусственными методами (вакуум-фильтрацией, термической сушкой). После обезвоживания сброженный осадок можно использовать как удобрение.

Биологический и биохимический метод

Метод позволяет очистить воду от примесей железа, сероводорода, аммония, марганца, уменьшить жесткость воды, удалить привкусы и цвет, обеззаразить от бактерий.

Метод заключается в переработке загрязнений микроорганизмами активного ила и последующем разьединении прореагировавшей смеси. Механизм процесса состоит из нескольких стадий:

Сорбционное накопление загрязняющих веществ на поверхности биомассы;

Расщепление высокомолекулярных органических веществ за счет внешних ферментативных воздействий до молекул небольших размеров и проникновение их внутрь клетки;

Реакции с внутренними ферментами клетки, сопровождающиеся окислением низкомолекулярных веществ до H_2O , CO_2 и синтезом новых клеточных веществ.

Анаэробная очистка

Такой процесс очистки ведется при помощи бактерий, которым для жизнедеятельности не требуется кислород. Его принято называть брожением.

Анаэробные процессы необходимы для перевода трудно окисляемых веществ до легко усваиваемых на следующей аэробной зоне. Часть органики подвергается деструкции, а остальная используется на прирост биомассы. Часто такие аппараты проектируются в две ступени. На первой - в цилиндрическую емкость организуется рецикл иловой смеси, для наращивания концентрации биоценоза. Перемешивание организуется мешалками или насосным оборудованием. Вторая оборудована конусным

днищем, где происходит накопление осадка. На этой ступени наблюдается доокисление органических веществ, а также осаждение и уплотнение скопления микроорганизмов.

Очистку проводят в метантенках - закрытый резервуар с трубой для отвода биогаза, образующегося в результате брожения. Степень очистки составляет 85 %.

Аэробная очистка

Происходит в результате жизнедеятельности микроорганизмов активного ила в присутствии кислорода.

При анаэробной очистке сточных вод протекают два процесса - сорбция загрязнений активным илом и их внутриклеточное окисление микроорганизмами.

В ходе аэробной очистки растворенные органические соединения, а также взвешенные вещества адсорбируются и усваиваются микроорганизмами, в результате чего они преобразуются в биомассу активного ила.

В таких сооружениях обычно устанавливается загрузка, на которой непрерывно развиваются прикрепленные аэробно-факультативные микроорганизмы, обеспечивающие совместно с рециркулируемым активным илом деструкцию органических загрязнений. Для протекания биоокислительных процессов и перемешивания сточных вод с активным илом в зоны аэрации блоков биоочистки постоянно должен подаваться сжатый воздух. Очистку проводят в аэротенках и биофильтрах. Степень очистки достигает 99 %.

Достигнутые экологические выгоды

Глубокая очистка сточных вод от наиболее мелких взвешенных веществ.

Сокращение сбросов загрязненных сточных вод в природные водные объекты.

Экологические характеристики и эксплуатационные данные

Биологический способ очистки является наиболее эффективным и простым в обслуживании, так как:

очистка от загрязнений осуществляется за счет метаболизма микроорганизмов. Коагулянты и флокулянты для очистки воды в отличие от флотационной очистки не требуются;

данный метод наиболее экономичный. Физико-химические методы очистки требуют применение большого количества дорогостоящих реагентов, которые еще к тому же дополнительно загрязняют сточные воды. Также флотатор работает 24 часа и потребляет много эл/энергии;

процесс биологической очистки осуществляется самотеком без дополнительных перекачек;

использование биологической схемы очистки одновременно решает вопрос минерализации образовавшихся осадков и значительно сокращает их объем;

минерализованный дегельминтизированный осадок после биологических очистных сооружений соответствует 4 классу опасности и спокойно вывозится на утилизацию на

полигон ТБО. По согласованию с экологическими службами может применяться в качестве с/х удобрения;

степень очистки гораздо выше.

Очистка сточных вод биологическим методом имеет высокую эффективность: КПД автономной системы достигает 99 %, что отвечает требованиям экологического законодательства. Сравнительная характеристика аэробной и анаэробной очистки показана ниже.

Таблица 5.4. Сравнительная характеристика аэробной и анаэробной очистки

№ п/п	Аэробная	Анаэробная
1	Удаление 99 % органических загрязнений, соединений азота и фосфора	Степень очистки - 85 %
2	Требуется кислород	Требуется углекислый газ и нитраты
3	Воздух подается воздуходувками	Бактерии выделяют метан, поэтому необходима система вентиляции
4	Аэробные микроорганизмы на фоне окисления распадаются на углекислый газ, воду и минеральный осадок	Микроорганизмы присутствуют в стоках в малых количествах

Основными преимуществами биологической очистки являются:

удаление широкого спектра загрязняющих веществ - азотных и фосфорных групп, нефтепродуктов, фенолов, СПАВ, соединений во взвешенной, растворенной, коллоидной формах;

экологическая безопасность. Сложные вещества используются живой экосистемой как средство питания, при этом они перерабатываются до простых безвредных продуктов, таких как вода, диоксид углерода и т.п.;

низкая себестоимость очистки. По сравнению с физико-химической очисткой применение реагентов сводится к минимуму;

использование образующегося в процессе очистки активного ила в качестве удобрений и для рекультивации почв после его обеззараживания. Он содержит большое количество питательных элементов, необходимых для роста и развития растений.

Кросс-медиа эффекты

Очистка сточных вод в основном только от органических загрязнений.

Требуется предварительная очистка от кислот.

Технические соображения, касающиеся применимости

Общеприменимо для предприятий, осуществляющих сбросы сточных вод.

Экономика

Низкая себестоимость очистки.

Низкие эксплуатационные затраты.

По сравнению с другими методами очистки применение реагентов сводится к минимуму.

Движущая сила внедрения

Экологическая безопасность.

Требования экологического законодательства РК.

Социально-экономические аспекты.

Сокращение сбросов загрязняющих веществ в естественные водные объекты.

5.8.9. Флотация

Описание

Флотация основана на всплывании дисперсных частиц вместе с пузырьками воздуха. Метод применяется для очистки сточных вод, содержащих ПАВ, нефть и нефтепродукты, жиры, масла, волокнистые частицы. Процесс очистки заключается в образовании комплексов "частицы - пузырьки воздуха", всплывании этих комплексов на поверхность жидкости с образованием пенного слоя, содержащего загрязнения, и последующего удаления этого слоя с поверхности.

Техническое описание

Существует три метода флотации, отличающиеся между собой способом добавления воздуха:

вакуумная флотация, где воздух растворяется при атмосферном давлении, с последующим падением давления для образования пузырьков;

принудительная флотация воздухом (IAF), где мелкие пузырьки втягиваются в сточную воду через индукционное устройство, например трубку Вентури или сужающее устройство;

флотация растворенным воздухом (DAF), где воздух под давлением (0,40,8 МПа или 1,01,2 МПа для соединений алюминия) растворяется в сточной воде или части общей сточной воды и затем выпускается с образованием небольших пузырьков.

Для поддержки процесса флотации обычно используются флокулянтные добавки, такие, как соли алюминия и железа, активный диоксид кремния и различные органические полимеры. Их функция, помимо коагуляции и флокуляции, заключается в создании поверхности или структуры, способной поглощать или захватывать пузырьки воздуха.

Одним из наиболее перспективных методов удаления из сточных вод нерастворенных примесей является флотация. Флотационный метод выделения грубодисперсных частиц (от 3 мм до мм) из суспензий основан на способности последних при определенных условиях закрепляться на границе раздела фаз "жидкость - газ".

Суть метода основана на том, что частицы примесей слипаются с пузырьками тонкодиспергированного в воде воздуха и выносятся на пузырьках к поверхности раствора, где концентрируются и собираются тем или иным способом.

Наиболее широкое применение в практике очистки сточных вод получили установки компрессионной флотации, отличающиеся простотой конструкции и надежностью в работе. Эти установки включают следующие основные элементы: сборные (приемные) резервуары для сточных вод, насосно-эжекторную или компрессионную, установку для подачи воздуха, напорный резервуар (сатуратор) для насыщения воды воздухом, флотационную камеру с оборудованием для сбора и удаления всплывающей (часто пенообразной) массы загрязнений.

Для повышения эффективности флотационной очистки предусматривают предварительное введение в сточные воды коагулянтов или флотореагентов-собирателей.

Объем сатуратора рассчитывают на пребывание в нем воды в течение 2 - 3 мин. при давлении 3 - 5 атм.; во флотационной камере - в течение 10 - 20 мин. Количество растворяющегося в сатураторе воздуха составляет не менее 3 % объема очищаемой жидкости.

Достигнутые экологические выгоды

При незначительном времени пребывания сточных вод во флотационных установках (20 - 40 мин.) обеспечивается весьма высокий эффект очистки (до 90 - 98 %) от нерастворимых примесей и взвешенных веществ. Это предопределило перспективность метода и возможность его использования для очистки сточных вод как промышленных, так и бытовых. Очистка флотацией сточных вод сопровождается одновременно такими явлениями, как аэрация, снижение концентрации поверхностно-активных веществ, бактерий и микроорганизмов, что способствует дальнейшей очистке сточных вод, улучшает их общее санитарное состояние, а иногда может иметь самостоятельное значение и быть решающим фактором при выборе метода предварительной очистки.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

При обычном ведении флотационного процесса может быть достигнуто заметное снижение концентрации поверхностно-активных веществ (на 40 - 60 % в зависимости от интенсивности аэрации, пенообразования и концентрации нерастворенных загрязнений). При интенсивной аэрации и обеспечении хорошего вспенивания снижение концентрации поверхностно-активных веществ может достигать 80 - 90 %.

Существенным преимуществом флотации перед отстаиванием является получение флотационного шлама с более низкой влажностью (90 - 95 %), чем влажность осадка, образующегося при отстаивании (95 - 99,8 %). Поэтому шлама получается в 2 - 10 раз меньше, чем осадка при отстаивании.

Основные преимущества:

низкозатратность метода;

относительно простое устройство флотаторов всех видов, не требующее особых усилий и средств в обслуживании;

эффективность очищения водных растворов;

высокая скорость флотационного процесса;

возможность удаления из раствора продуктов нефтепереработки.

Кросс-медиа эффекты

Постоянный контроль работы флотаторов для получения газовых пузырьков нужного размера, добавление гидрофобизирующих реагентов, вспенивателей можно отнести к недостаткам данного способа очистки промывных вод.

Технические соображения, касающиеся применимости

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

Для очистки сточных вод на одном из предприятий Казахстана применена система водоочистки на основе флото-фильтрационных установок, сочетающих в себе процесс флотационной очистки от основной массы взвешенных веществ и доочистку в слое песчаной загрузки в одной установке.

Флотофильтры комбинированного действия, объединяющие в одном аппарате процессы флотации и фильтрации.

Верхняя часть - это зона флотации, где происходит флотационное разделение воды и загрязнений. В этой части так же расположена каретка, на которой смонтированы спиральный сборник для удаления флотошлама и промывная головка для промывки фильтрующей загрузки.

Нижняя часть флотофильтра - это зона фильтрации. Фильтрационная зона разбита на нечетное количество сегментов. По специальной программе на основании показаний датчиков уровня производится промывка одного фильтрующего сегмента, при этом все остальные сегменты продолжают процесс фильтрации. Время промывки составляет несколько минут, при этом часть промывной воды сбрасывается вместе с флотошломом

Экономика

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

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

5.8.10. Биофильтр

Описание

Биофильтрация - это технология очистки загрязненных газовых выбросов, основанная на биологическом окислении загрязняющих веществ микроорганизмами, обитающими в пористом слое фильтрующего материала.

Техническое описание

Технически биофильтр представляет собой камеру с уложенным слоем органического или инертного пористого материала. В качестве фильтрующей среды используются такие вещества, как компост, торф, древесная кора, хвойные породы, а также синтетические материалы - активированный уголь, полиуретан, керамзит и глина. Эти материалы обеспечивают подходящую структуру для заселения и функционирования активной микробиоты. Конструкция фильтра подбирается с учетом типа выбросов, объема газа и желаемой эффективности очистки. Обычно высота фильтрующего слоя составляет от 0,5 до 1,5 м, а продолжительность контакта газа с биосредой - от 20 до 60 секунд. Для поддержания активности микроорганизмов необходима стабильная влажность (в пределах 40 - 70 %) и температура в диапазоне от 15 до 40 °С. Система вентиляции обеспечивает равномерное распределение газового потока, а контроль влажности и температуры позволяет сохранить стабильность процесса биологического разложения.

Достигнутые экологические выгоды

С экологической точки зрения биофильтрация позволяет достичь высоких результатов: уровень удаления загрязняющих веществ, в том числе ЛОС и запахов, достигает 90 - 99 %. Отсутствие химических реагентов и термических процессов делает технологию безопасной как для окружающей среды, так и для обслуживающего персонала. Использование природных механизмов утилизации загрязнителей способствует снижению вторичных загрязнений, а также исключает образование побочных вредных продуктов. Благодаря замкнутому циклу увлажнения исключается образование сточных вод. В целом, внедрение биофильтра способствует улучшению санитарно-гигиенических условий, особенно в районах с плотной жилой застройкой.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Эксплуатационные показатели технологии подтверждают ее высокую эффективность и надежность. Установки биофильтрации могут обрабатывать от 500 до 100 000 м³ воздуха в час, при этом сохраняется стабильная эффективность очистки при умеренном энергопотреблении. Биофильтры работают тихо (уровень шума менее 70 дБ) и не требуют постоянного обслуживания. Единственным отходом является отработанный фильтрующий материал, который подлежит замене через 2 - 5 лет в зависимости от состава выбросов и интенсивности эксплуатации. При этом замена фильтра осуществляется просто и без значительных затрат.

Кросс-медиа эффекты

Технология не вызывает кросс-медиа эффектов, поскольку в процессе эксплуатации не образуются жидкие отходы и не происходит загрязнения почвы. Воздействие на

воздух ограничивается целевым удалением загрязняющих веществ. Фильтрующий материал удерживает загрязнители, не допуская их миграции в другие компоненты окружающей среды. Герметичность конструкции исключает проливы и утечки, а отсутствие реагентов и сжигания - образование побочных соединений. Таким образом, биофильтрация может быть отнесена к числу наиболее экологически сбалансированных методов очистки газов

Технические соображения, касающиеся применимости

С точки зрения применимости, биофильтры эффективны при работе с относительно разбавленными газовыми потоками с низкой и средней концентрацией загрязнителей. Технология особенно подходит для стабильных источников выбросов, таких как очистные сооружения, предприятия пищевой, химической и целлюлозно-бумажной промышленности, мусороперерабатывающие комплексы. Для газов с переменным составом, высокой токсичностью или температурой требуется предварительная подготовка - осушка, охлаждение или инертизация. Также важным условием является отсутствие пыли и агрессивных химикатов, которые могут подавить активность микрофлоры. При соблюдении технологических требований биофильтр работает надежно и стабильно, не требуя сложного управления.

Экономика

Экономически биофильтрация относится к доступным технологиям очистки. Хотя первоначальные затраты на строительство могут быть выше по сравнению с простыми вентиляционными системами, последующие эксплуатационные расходы минимальны. Энергопотребление ограничено работой вентиляторов и системы увлажнения, не требуется закупка реагентов или замена дорогостоящих компонентов. Замена фильтрующего слоя проводится один раз в несколько лет и не вызывает значительных затрат. Благодаря этому, срок окупаемости оборудования составляет в среднем 3-6 лет. Использование биофильтрации также может способствовать снижению платы за выбросы и улучшению экологической репутации предприятия.

Движущая сила внедрения

Внедрение технологии биофильтрации в первую очередь обусловлено необходимостью соответствия нормативным требованиям в области охраны атмосферного воздуха, особенно в части предельно допустимых концентраций ЛОС, аммиака и других соединений. Кроме того, важным фактором является стремление предприятий к экологически безопасным и устойчивым решениям, соответствующим современным стандартам (например, ISO 14001, ESG-ориентированное управление). Повышенное внимание к вопросам санитарно-гигиенической безопасности и жалобы со стороны населения также становятся важным стимулом к внедрению данной технологии. Биофильтрация позволяет эффективно решать задачи по снижению воздействия на окружающую среду без ущерба для производственного процесса.

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

Описание

В данном подразделе используется термин "отходы" для обозначения твердых побочных продуктов, образующихся в результате деятельности по переработке отходов. Этот термин не относится напрямую к видам отходов, поступающих на переработку, а описывает именно побочные продукты самого процесса переработки. Подход согласуется с международной практикой унифицированной терминологии.

Основная цель управления отходами заключается в предотвращении или снижении их образования, а также в оптимизации повторного использования, регенерации, вторичной переработки и рекуперации, при обеспечении безопасной утилизации тех потоков, которые не могут быть переработаны.

Техническое описание

Существует ряд техник и практик, позволяющих минимизировать образование отходов. Они варьируются от простых организационных мер до внедрения технологических решений:

Основные приемы ведения хозяйственных операций.

Включают регулярное техническое обслуживание, поддержание чистоты рабочих зон, снижение утечек и предотвращение смешивания разных потоков отходов. Даже простые действия (например, подметание перед мойкой полов) могут существенно сократить их образование.

Применение статистических методов измерения и анализа.

Систематический учет и анализ потоков отходов позволяет выявлять узкие места, оценивать эффективность мероприятий по их сокращению и планировать оптимальные решения.

Использование экологически чистых технологий.

Современные установки позволяют снижать объем образования твердых побочных продуктов за счет более эффективных процессов фильтрации, осаждения и переработки.

Повторное использование упаковки и использование отходов в качестве топлива.

Повторное применение бочек, контейнеров и других емкостей при условии их очистки и восстановления.

Применение отходов с достаточной теплотворной способностью в качестве альтернативного топлива.

Достигнутые экологические выгоды

Реализация перечисленных мер обеспечивает:

снижение объемов образования отходов;

рациональное использование природных ресурсов;

сокращение выбросов, возникающих при обращении с отходами;

оптимизацию маршрутов утилизации и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

необходимость удаления маркировки и надписей с тары перед повторным использованием;

обеспечение контроля за составом осадков и пылевых скоплений;

достижение минимального содержания сухого вещества $\geq 15\%$.

Кросс-медийные эффекты

Следует учитывать, что некоторые техники минимизации могут приводить к дополнительным нагрузкам на другие среды. Например, сжигание отходов может сопровождаться повышенными выбросами в атмосферу по сравнению с использованием традиционного топлива.

Технические соображения, связанные с применимостью:

концентрации металлов в осадках могут быть слишком низкими для рентабельной экстракции;

использование тары ограничивается требованиями безопасности и регламентами (например, ДОПОГ);

применение остатков как топлива зависит от наличия лицензированных установок.

Экономика:

переработка осадков и обращение с остатками требует капитальных и эксплуатационных затрат;

повторное использование тары может быть экономически выгодно, если есть рынок вторичных материалов;

использование остатков как топлива может снижать затраты на энергоресурсы.

Движущая сила внедрения

Требования экологического законодательства РК.

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/нм^3 ;

технологические показатели по сбросам в водные объекты выражаются как масса сброса на объем сточных вод, выраженная в мг/л;

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 среднее пропорциональной пробы (или в виде среднее пропорциональной 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 недопустимы, применяется соответствующий период отбора проб .

6.1. Общие НДТ

Если не указано иное, заключения по НДТ, представленные в настоящем разделе, являются общеприменимыми.

НДТ для конкретных процессов, указанные в разделах 6.2. - 6.6., применяются в дополнение к общим НДТ, приведенным в настоящем разделе.

6.1.1. Система экологического менеджмента

НДТ 1.

В целях улучшения общей экологической эффективности НДТ заключается в реализации и поддержании системы экологического менеджмента (СЭМ), которая включает в себя все следующие функции:

заинтересованность и ответственность руководства, включая высшее руководство;

определение экологической политики, которая включает в себя постоянное совершенствование установки (производства) со стороны руководства;

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

внедрение процедур, в которых особое внимание уделяется:

структуре и ответственности,

подбору кадров,

обучению, осведомленности и компетентности персонала,

коммуникации,

вовлечению сотрудников,

документации,

эффективному контролю технологического процесса,

программам технического обслуживания,

готовности к чрезвычайным ситуациям и ликвидации их последствий, обеспечению соблюдения экологического законодательства;

проверка производительности и принятие корректирующих мер, при которых особое внимание уделяется:

мониторингу и измерениям,

корректирующим и предупреждающим мерам,

ведению записей,

независимому (при наличии такой возможности) внутреннему или внешнему аудиту для определения соответствия СЭМ запланированным мероприятиям, ее внедрению и реализации;

анализ СЭМ и ее соответствия современным требованиям, полноценности и эффективности со стороны высшего руководства;

отслеживание разработки экологически более чистых технологий;

анализ возможного влияния на окружающую среду при выводе установки из эксплуатации, на стадии проектирования нового завода и на протяжении всего срока его эксплуатации;

проведение сравнительного анализа (бенчмарк) по отрасли на регулярной основе;

составление и выполнение программы управления отходами.

Разработка и реализация плана мероприятий по неорганизованным выбросам загрязняющих веществ и использование системы управления техническим обслуживанием, которая особенно касается, эффективности систем снижения запыленности также являются частью СЭМ.

Область охвата (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. НДТ в области энергосбережения и повышения энергоэффективности

6.1.2.1. Управление энергопотреблением, энергоэффективностью

НДТ 2.

Наилучшей доступной техникой является сокращение потребления тепловой и электрической энергии путем применения одной или комбинации нескольких из перечисленных ниже техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Использование системы управления эффективным использованием энергии (например, в соответствии со стандартом ISO 50001)	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

2	Применение частотно-регулируемых приводов и энергоэффективных компрессоров	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Использование вторичных энергоресурсов	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.

Наилучшей доступной техникой 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 от основных источников выбросов всех процессов, для которых указаны технологические показатели, связанные с применением НДТ при восстановлении отходов.

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	2	3	4	5
Механическая и физическая переработка отходов				
1	Пыль	НДТ 11	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
2	Летучие органические соединения	НДТ 14	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
3	As, Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Sb, V, Al, Fe	НДТ 11	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
4	Ртуть (Hg)	НДТ 12	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
5	Серная кислота	НДТ 13	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
6	Углеводороды предельные	НДТ 14	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
Биологическая переработка отходов				
1	Пыль	НДТ 15	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
2	Летучие органические соединения	НДТ 15	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
3	Аммиак (NH ₃)	НДТ 16	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
4	Метан (CH ₄)	НДТ 16	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
Физико-химическая переработка отходов				
1	Пыль	НДТ 17	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество

2	Летучие органические соединения	НДТ 18	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
3	Гидрохлорид (HCl) (Соляная кислота, Водород хлорид)	НДТ 19	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
4	Серная кислота (H ₂ SO ₄)	НДТ 19	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
5	Углеводороды предельные	НДТ 18	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
6	As, Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Sb, V, Al, Fe	НДТ 17	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество
7	Ртуть (Hg)	НДТ 20	В соответствии с программой ПЭК	Маркерное вещество

1) непрерывный мониторинг проводится посредством автоматизированной системы мониторинга на организованных источниках согласно требованиям, предусмотренным действующим законодательством Республики Казахстан;

**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 от процесса восстановления отходов из очистных сооружений в соответствии с национальными и/или международными стандартами, регламентирующими предоставление данных эквивалентного качества.

№ п/п	Параметр	Минимальная периодичность контроля
-------	----------	------------------------------------

1	2	3
1	Температура (С ⁰)	Непрерывно*
2	Расходомер (м ³ /час)	Непрерывно*
3	Водородный показатель (ph)	Непрерывное *
4	Электропроводность (мкс - микросименс)	Непрерывное*
5	Мутность (ЕМФ-единицы мутности по формазину на литр)	Непрерывное*
6	Общий органический углерод	В соответствии с программой ПЭК **
7	Химическая потребность в кислороде (ХПК)	В соответствии с программой ПЭК **

8	Взвешенное вещество	В соответствии с программой ПЭК **
9	Нефтепродукты	В соответствии с программой ПЭК **
10	Фосфор (P)	В соответствии с программой ПЭК **
11	Фенольный индекс	В соответствии с программой ПЭК **
12	Цианид	В соответствии с программой ПЭК **
13	Адсорбируемые органически связанные галогены (АОХ)	В соответствии с программой ПЭК **
14	Мышьяк (As)	В соответствии с программой ПЭК **
15	Кадмий (Cd)	В соответствии с программой ПЭК **
16	Хром (Cr)	В соответствии с программой ПЭК **
17	Шестивалентный хром (Cr(VI))	В соответствии с программой ПЭК **
18	Медь (Cu)	В соответствии с программой ПЭК **
19	Свинец (Pb)	В соответствии с программой ПЭК **
20	Никель (Ni)	В соответствии с программой ПЭК **
21	Ртуть (Hg)	В соответствии с программой ПЭК **
22	Цинк (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 средств измерений и аккредитованных организаций в Республике Казахстан.

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

разовая (точечная, простая) проба - одна проба, взятая из потока сточных вод;

составная (усредненная, смешанная) 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;

контрольная точечная проба - смешанная проба из не менее, чем пяти простых проб, отобранных в течение максимум двух часов с интервалом не менее двух минут и затем смешанных.

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	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 удар поглощающего 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 восстановления 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, сокращение 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:

минимизацию количества потенциальных неорганизованных источников эмиссий.

определение и реализацию соответствующих мер и технических решений для предотвращения и/или сокращения неорганизованных выбросов.

НДТ 10

Наилучшей доступной техникой 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 восстановления отходов, относятся:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Снижение числа потенциальных источников выбросов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ
2	Выбор оборудования с высокой степенью надежности и герметичности	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ
3	Предотвращение коррозии	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ
4	Сдерживание и сбор рассеянных выбросов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ
5	Хранение и обращение с отходами	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ
6	Смешивание отходов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ
7	Поддержка и уборка	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ
	Программа обнаружения и ремонта утечек (ОИРУ) для	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим

8	предприятий, работающих с летучими материалами.	процессам согласно области применения справочника по НДТ
---	---	--

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

6.3. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников

6.3.1. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников при механической и физической переработке отходов

6.3.1.1. Выбросы пыли и металлов

НДТ 11

В целях сокращения выбросов пыли и металлов при механической и физической переработке отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	2	3
1	Стерилизация медицинских отходов	Общеприменимо к видам отходов, подлежащим механической и физической обработке
2	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Рукавный фильтр	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.
5	Циклоны	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Электрофильтр	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
7	Керамический и металлические фильтры	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
8	Впрыск воды в измельчитель	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

9	Применение активированного угля для снижения выбросов металлов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
---	--	--

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

Таблица 6.2. Технологические показатели выбросов пыли и металлов при механической и физической переработке отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	2	3
1	Пыль* (группа - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12)	2 - 5 2-20***
2	Металлы As, Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Sb, V, Al, Fe* (группа - 5, 9, 12)	Мониторинг**

*Группы отходов:

- 1 - медицинские и биологические отходы;
- 2 - опасные отходы;
- 3- нефтесодержащие отходы;
- 4 - отходы органического происхождения;
- 5 - отходы электрического и электронного оборудования;
- 6 - твердые промышленные отходы;
- 7 - жидкие отходы;
- 8 - прочие отходы;
- 9 - горнодобывающие и металлургические отходы;
- 10 - отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;
- 11 - коммунальные отходы;
- 12 - промышленные и строительные отходы;

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;

** мониторинг эмиссий согласно производственному экологическому контролю;

***для группы отходов 9 (горнодобывающие и металлургические отходы).

6.3.1.2. Выбросы ртути Hg

НДТ 12

В целях сокращения выбросов ртути (Hg) при механической и физической переработке отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Мокрый скруббер (с низким рН и впрыскиванием добавок)	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	Скрубберы сухой и полусухой очистки	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.
5	Циклоны	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Керамический и металлические фильтры	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
7	Впрыск активированного угля для адсорбции ртути	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
8	Добавление перекиси водорода в мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

Таблица 6.3. Технологические показатели выбросов ртути (Hg) при механической и физической переработке отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Ртуть Hg* (группа - 2)	0,0003 - 0,007

*Группы отходов:

- 1 - медицинские и биологические отходы;
- 2 - опасные отходы;
- 3- нефтесодержащие отходы;
- 4 - отходы органического происхождения;
- 5 - отходы электрического и электронного оборудования;
- 6 - твердые промышленные отходы;
- 7 - жидкие отходы;
- 8 - прочие отходы;
- 9 - горнодобывающие и металлургические отходы;
- 10 - отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;

- 11 - коммунальные отходы;
- 12 - промышленные и строительные отходы.

6.3.1.3. Выбросы серной кислоты HSO

НДТ 13

В целях сокращения выбросов серной кислоты HSO при механической и физической переработке отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Скрубберы сухой и полусухой очистки	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

Таблица 6.4. Технологические показатели выбросов серной кислоты HSO при механической и физической переработке отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Серная кислота HSO* (группа - 5)	0,01 - 2,8

*Группы отходов:

- 1 - медицинские и биологические отходы;
- 2 - опасные отходы;
- 3- нефтесодержащие отходы;
- 4 - отходы органического происхождения;
- 5 - отходы электрического и электронного оборудования;
- 6 - твердые промышленные отходы;
- 7 - жидкие отходы;
- 8 - прочие отходы;
- 9 - горнодобывающие и металлургические отходы;
- 10 - отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;
- 11 - коммунальные отходы;
- 12 - промышленные и строительные отходы;

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

6.3.1.4. Выбросы летучих органических соединений и углеводородов предельных C_nH_{2n+2}

$2n+2$

НДТ 14

В целях сокращения выбросов летучие органические соединения и углеводороды предельные C_nH_{2n+2} при механической и физической переработке отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Биофильтр	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Криогенная конденсация	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

Таблица 6.5. Технологические показатели выбросов летучие органические соединения и углеводороды предельные C_nH_{2n+2} при механической и физической переработке отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Летучие органические соединения * (группа - 1, 3, 5, 6, 9, 10, 12)	3 - 30
2	Углеводороды предельные C_nH_{2n+2} * (группа - 3, 12)	3 - 10

*Группы отходов:

- 1 - медицинские и биологические отходы;
- 2 - опасные отходы;
- 3- нефтесодержащие отходы;
- 4 - отходы органического происхождения;
- 5 - отходы электрического и электронного оборудования;
- 6 - твердые промышленные отходы;
- 7 - жидкие отходы;
- 8 - прочие отходы;
- 9 - горнодобывающие и металлургические отходы;
- 10 - отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;

11 - коммунальные отходы;

12 - промышленные и строительные отходы;

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки.

6.3.2. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников при биологической обработке отходов

6.3.2.1. Выбросы пыли и летучие органические соединения

НДТ 15

В целях сокращения выбросов пыли и летучие органические соединения при биологической переработке отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Адсорбция	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Биофильтр	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Термическое окисление	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.

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

Таблица 6.6. Технологические показатели выбросов пыли и летучие органические соединения при биологической переработке отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Пыль* (группа - 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12)	2 - 5 2-20***
2	Летучие органические соединения * (группа - 3, 5, 6, 9, 10, 12)	5 - 40

*Группы отходов:

1 - медицинские и биологические отходы;

2 - опасные отходы;

3- нефтесодержащие отходы;

- 4 - отходы органического происхождения;
- 5 - отходы электрического и электронного оборудования;
- 6 - твердые промышленные отходы;
- 7 - жидкие отходы;
- 8 - прочие отходы;
- 9 - горнодобывающие и металлургические отходы;
- 10 - отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;
- 11 - коммунальные отходы;
- 12 - промышленные и строительные отходы;
- * среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;
- ** мониторинг эмиссий согласно производственному экологическому контролю;
- *** для группы отходов 9 (горнодобывающие и металлургические отходы).

6.3.2.2. Выбросы аммиака NH₃ и метана CH₄

НДТ 16

В целях сокращения выбросов аммиак NH₃ и метан CH₄ при биологической переработке отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Биофильтр	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Когенерационные установки	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

Таблица 6.7. Технологические показатели выбросов пыли и летучие органические соединения при биологической переработке отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Аммиак NH ₃ * (группа - 4)	Мониторинг**
2	Метан CH ₄ * (группа - 4)	Мониторинг**

*Группы отходов:

- 1 - медицинские и биологические отходы;
- 2 - опасные отходы;
- 3- нефтесодержащие отходы;
- 4 - отходы органического происхождения;
- 5 - отходы электрического и электронного оборудования;

6 - твердые промышленные отходы;

7 - жидкие отходы;

8 - прочие отходы;

9 - горнодобывающие и металлургические отходы;

10 - отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;

11 - коммунальные отходы;

12 - промышленные и строительные отходы;

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;

** мониторинг эмиссий согласно производственному экологическому контролю;

*** для группы отходов 9 (горнодобывающие и металлургические отходы).

6.3.3. Выбросы загрязняющих веществ от организованных источников при физико-химической обработке отходов

6.3.3.1. Выбросы пыли и металлов

НДТ 17

В целях сокращения выбросов пыли и металлов при физико-химической переработке отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Стерилизация медицинских отходов	Общеприменимо к видам отходов, подлежащим механической и физической обработке
2	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Рукавный фильтр	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.
5	Циклоны	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Электрофильтр	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
7	Керамический и металлические фильтры	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

8	Применение активированного угля для снижения выбросов металлов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
---	--	--

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

Таблица 6.8. Технологические показатели выбросов пыли и металлов при физико-химической переработке отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Пыль* (группа - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12)	2 - 5 10 - 20***
2	Металлы As, Pb, Cr, Cu, Mn, Ni, Sb, V, Al, Fe* (группа - 5, 9, 12)	Мониторинг**

*Группы отходов:

- 1 - медицинские и биологические отходы;
- 2 - опасные отходы;
- 3- нефтесодержащие отходы;
- 4 - отходы органического происхождения;
- 5 - отходы электрического и электронного оборудования;
- 6 - твердые промышленные отходы;
- 7 - жидкие отходы;
- 8 - прочие отходы;
- 9 - горнодобывающие и металлургические отходы;
- 10 - отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;
- 11 - коммунальные отходы;
- 12 - промышленные и строительные отходы;

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;

** мониторинг эмиссий согласно производственному экологическому контролю;

*** для группы отходов 9 (горнодобывающие и металлургические отходы).

6.3.3.2. Выбросы летучих органических соединений и углеводородов предельных C_nH_{2n+2}

НДТ 18

В целях сокращения выбросов летучие органические соединения и углеводороды предельные C_nH_{2n+2} при физико-химической переработке отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
		Общеприменимо к видам деятельности и технологическим

1	Мокрый скруббер	процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Биофильтр	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
3	Криогенная конденсация	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

Таблица 6.9. Технологические показатели выбросов летучие органические соединения и углеводороды предельные C_nH_{2n+2} физико-химической переработке ОТХОДОВ

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Летучие органические соединения * (группа - 1, 3, 5, 6, 9, 10, 12)	3 - 30
2	Углеводороды предельные C_nH_{2n+2} * (группа - 3, 12)	3 - 10

*Группы отходов:

- 1 - медицинские и биологические отходы;
- 2 - опасные отходы;
- 3- нефтесодержащие отходы;
- 4 - отходы органического происхождения;
- 5 - отходы электрического и электронного оборудования;
- 6 - твердые промышленные отходы;
- 7 - жидкие отходы;
- 8 - прочие отходы;
- 9 - горнодобывающие и металлургические отходы;
- 10 - отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;
- 11 - коммунальные отходы;
- 12 - промышленные и строительные отходы;

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;

** мониторинг эмиссий согласно производственному экологическому контролю;

***для группы отходов 9 (горнодобывающие и металлургические отходы).

6.3.3.3. Выбросы гидрохлорида HCl (соляная кислота, водород хлорид) и серной кислоты H₂SO₄

НДТ 19

В целях сокращения выбросов гидрохлорида HCl (соляная кислота, водород хлорид) и серной кислоты H₂SO₄ при физико-химической переработке отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Мокрый скруббер	Общеприменимо к видам отходов, подлежащим физико-химической обработке
2	Скрубберы сухой и полусухой очистки	Общеприменимо к видам отходов, подлежащим физико-химической обработке

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

Таблица 6.10. Технологические показатели выбросов гидрохлорид HCl (соляная кислота, водород хлорид) и серной кислоты H₂SO₄ при физико-химической переработке ОТХОДОВ

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Гидрохлорид HCl (Соляная кислота, Водород хлорид) * (группа - 2, 3, 6)	1 - 5
2	Серная кислота H ₂ SO ₄ * (группа - 5)	0,01 - 2,8

*Группы отходов:

- 1 - медицинские и биологические отходы;
- 2 - опасные отходы;
- 3- нефтесодержащие отходы;
- 4 - отходы органического происхождения;
- 5 - отходы электрического и электронного оборудования;
- 6 - твердые промышленные отходы;
- 7 - жидкие отходы;
- 8 - прочие отходы;
- 9 - горнодобывающие и металлургические отходы;
- 10 - отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;
- 11 - коммунальные отходы;
- 12 - промышленные и строительные отходы;

* среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;

** мониторинг эмиссий согласно производственному экологическому контролю;

*** для группы отходов 9 (горнодобывающие и металлургические отходы).

6.3.3.4. Выбросы ртути Hg

НДТ 20

В целях сокращения выбросов ртути (Hg) при физико-химической переработке отходов НДТ заключается в использовании одной или комбинации техник:

№ п/п	Техники	Применимость
1	Мокрый скруббер (с низким рН и впрыскиванием добавок)	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	Скрубберы сухой и полусухой очистки	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.
5	Циклоны	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
6	Керамический и металлические фильтры	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
7	Впрыск активированного угля для адсорбции ртути	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
8	Добавление перекиси водорода в мокрый скруббер	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.7. Справочника по НДТ.

Таблица 6.11. Технологические показатели выбросов ртути (Hg) при физико-химической переработке отходов

№ п/п	Параметр	НДТ-ТП (мг/Нм ³) *
1	Ртуть Hg* (группа - 2)	0,0003 - 0,007

*Группы отходов:

1 - медицинские и биологические отходы;

2 - опасные отходы;

3- нефтесодержащие отходы;

- 4 - отходы органического происхождения;
- 5 - отходы электрического и электронного оборудования;
- 6 - твердые промышленные отходы;
- 7 - жидкие отходы;
- 8 - прочие отходы;
- 9 - горнодобывающие и металлургические отходы;
- 10 - отходы пластмассовых и резинотехнических изделий;
- 11 - коммунальные отходы;
- 12 - промышленные и строительные отходы;
- * среднесуточное значение или среднее значение за период выборки;
- ** мониторинг эмиссий согласно производственному экологическому контролю;
- *** для группы отходов 9 (горнодобывающие и металлургические отходы).

6.4. Управление водопользованием, удаление и очистка сточных вод

НДТ 21

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	Использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод	На действующих установках применимость может быть ограничена конфигурацией существующих систем очистки сточных вод.
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 22

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.
7	Ионный обмен	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
8	Биологическая очистка	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
9	Флотация	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.

Описание НДТ приведено в разделе 5.8. Справочника по НДТ.

Таблица 6.12. Технологические показатели сбросов сточных водах при восстановлении отходов, поступающих в поверхностные водные объекты

№			

п/п	Параметр	Ед. измерения	НДТ-ТП [*] , ^{**} , ^{***}
1	Общий органический углерод	мг/ дм ³	10 - 100
2	Химическая потребность в кислороде (ХПК)	мг/ дм ³	30 - 300
3	Взвешенное вещество	мг/ дм ³	5 - 60
4	Нефтепродукты	мг/ дм ³	0,5 - 10
5	Фосфор (P)	мг/ дм ³	0,2 - 3
6	Фенольный индекс	мг/ дм ³	0,05 - 0,3
7	Цианид	мг/ дм ³	0,02 - 0,1
8	Адсорбируемые органически связанные галогены (АОХ)	мг/ дм ³	0,2 - 1
9	Мышьяк (As)	мг/ дм ³	0,01 - 0,1
10	Кадмий (Cd)	мг/ дм ³	0,01 - 0,01
11	Хром (Cr)	мг/ дм ³	0,01 - 0,3
12	Шестивалентный хром (Cr(VI))	мг/ дм ³	0,01 - 0,1
13	Медь (Cu)	мг/ дм ³	0,05 - 0,5
14	Свинец (Pb)	мг/ дм ³	0,05 - 0,3
15	Никель (Ni)	мг/ дм ³	0,05 - 1
16	Ртуть (Hg)	мг/ дм ³	0,001 - 0,01
17	Цинк (Zn)	мг/ дм ³	0,1 - 1

* 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.

6.5. Управление отходами

НДТ 23

Чтобы предотвратить или, если предотвращение невозможно, сократить количество отходов, направляемых на восстановление, НДТ подразумевают составление и выполнение программы управления отходами в рамках системы экологического менеджмента (см. Раздел 5.9.), который обеспечивает, в порядке приоритетности, предотвращение образования отходов, их подготовку для повторного использования, переработку или иную утилизацию отходов.

НДТ 24

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:

№	Техники	Применимость
1	Оптимизация сортировки и предварительной подготовки отходов	Общеприменимо к видам деятельности и технологическим процессам согласно области применения справочника по НДТ.
2	Улучшенное управление процессом восстановления	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 при операциях по восстановлению отходов приходится на организованные источники - выбросы с уходящими газами через вентиляционные системы и трубы, составляющие порядка 93 - 99 % от общего объема эмиссий. Среди основных загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу при механической или физико-химической переработке отходов, можно выделить пыль, содержащую тяжелые металлы, органические соединения, в том числе углеводороды, и продукты неполного разложения.

Влияние процессов восстановления отходов на подземные и поверхностные воды зависит от уровня водопотребления и водоотведения, степени очистки сточных вод, а также от характеристик сброса и геологических особенностей площадки. Как правило, производственные сточные воды отсутствуют при наличии замкнутой системы водообеспечения, что снижает нагрузку на водные ресурсы.

Образующиеся в ходе технологических операций остатки (вторичные отходы) могут частично использоваться на предприятии, например, при технической рекультивации, либо передаваться на переработку сторонним специализированным организациям. В отдельных случаях возможно временное накопление или последующая передача на размещение, если материал не пригоден для дальнейшего восстановления.

Согласно требованиям Экологического кодекса, ремедиация подлежит обязательному проведению при наличии признаков экологического ущерба следующим компонентам окружающей среды:

- животному и растительному миру;
- подземным и поверхностным водам;
- земельным участкам и почвенным слоям.

Деятельность по восстановлению отходов может оказывать негативное воздействие на компоненты природной среды в результате выбросов в атмосферу, с последующим переносом загрязняющих веществ и их осаждением на землю, инфильтрацией в водоносные горизонты и воздействием на биоту.

При установлении фактов экологического ущерба в ходе производственного или государственного экологического контроля, а также при закрытии объекта восстановления отходов необходимо проводить оценку изменения состояния компонентов окружающей среды по сравнению с данными базового отчета или эталонного участка. Виновное лицо обязано принять меры по устранению ущерба в соответствии со статьями 131 - 141 Раздела 5 Экологического кодекса и Методическими рекомендациями по разработке программы ремедиации.

Также такие лица обязаны реализовать меры по удалению, локализации или сокращению эмиссий загрязняющих веществ, организовать контрольный мониторинг в установленные сроки и периодичность. Это необходимо для того, чтобы участок, с учетом его текущего или планируемого назначения, не представлял значительного риска для здоровья человека и не создавал долговременного негативного воздействия на окружающую среду.

7. Перспективные техники

7.1. Восстановление синтетического плавикового шпата из сельскохозяйственных отходов

Описание

Эта инновационная технология была разработана и запатентована компанией Fluorsid в последние годы для получения синтетического фторида кальция (или плавикового шпата) в качестве заменителя природного плавикового шпата, важнейшего сырья, получаемого из отходов производства удобрений. В качестве побочного продукта реакции будет получен более зеленый осажденный диоксид кремния, который будет испытан в качестве армирующего наполнителя в шинной промышленности.

Техническое описание

Метод производства синтетического фторида кальция, обеспечивающего замкнутый цикл трех цепочек, замену веществ с карциногенными, мутагенными и нарушающими репродукцию свойствами, использование отходов удобрений и побочное производство промышленного "зеленого" кремния.

Целью проекта LIFE-SYNFLUOR является проверка, оптимизация и валидация инновационной технологии, разработанной и запатентованной компанией Fluorsid в последние годы, для получения синтетического фторида кальция (или плавикового

шпата) в качестве заменителя природного плавикового шпата, важнейшего сырья, на основе отходов производства удобрений. Планируется строительство пилотной установки по производству 1000 тонн синтетического фторида кальция и 250 тонн осажденного кремнезема.

Достигнутые экологические выгоды

Прототипы продукции будут использоваться в конкретных промышленных испытаниях. Для подтверждения их эффективности и устойчивости также будет проведена оценка жизненного цикла.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Ожидаемые результаты проекта LIFE SYNFLUOR:

извлечение 1000 тонн флюорита в конце проекта и предполагаемое количество 120 000 тонн/год через 5 лет после окончания проекта;

избежание утилизации опасных отходов, включая 2760 тонн гексафторкремниевой кислоты в конце проекта и приблизительно 328 000 тонн/год через 5 лет после окончания проекта;

экономия энергии в размере 2141 МДж/тонну при производстве SiO_2 , достигающая в общей сложности 260 250 МДж/тонну/год через 5 лет после окончания проекта;

экономия 155 тонн CO_2 -экв. выбросов при производстве SiO_2 к концу проекта, что приводит к предотвращению 18 900 тонн/год CO_2 - экв.

экономия 1280 м³ воды при добыче флюорита в конце проекта и до 153 600 м³/год через 5 лет после окончания проекта;

сокращение отходов почвы от добычи флюорита на 4543 тонны к концу проекта и ежегодное сокращение на 545 143 тонны/год через 5 лет после окончания проекта.

Кросс-медиа эффекты

В результате реакции будет получен более экологичный осажденный диоксид кремния, который будет испытан в качестве армирующего наполнителя в шинной промышленности.

Технические соображения, касающиеся применимости

Не указаны. Потребность переработки отходов производства удобрений может быть движущим фактором.

Экономика

Общая стоимость проекта 8,196,090 евро.

Движущая сила внедрения

Экономика замкнутого цикла (например, восстановление/повторное использование/переработка отходов, промышленный симбиоз).

Планируется установка компанией FLUORSID SPA в Assemi 9028 Italy.

7.2. Переработка несортированных разнородных пластиковых отходов

Описание

В данной технологии используется высокотемпературный пиролиз для переработки пластиковых отходов с целью стимулирования производства синтез-газа, который можно интегрировать после печи парового крекинга.

Техническое описание

Процесс начнется с предварительной обработки несортированных потоков пластиковых отходов, которые не находят рынка и отправляются на свалку или сжигаются (включая смешанные пластики, топливо, полученное из отходов и текстиль (например, тканый, нетканый, полиэстер)). Компания REZERO предоставит отходы со своих сортировочных объектов, она управляет несортированными пластиковыми отходами в Испании. Также будет протестирован поток отходов, отправленный SCGC (Ассоциация государств Юго-Восточной Азии). Эти потоки будут протестированы и предварительно обработаны с применением соответствующей и совместимой предварительной обработки для достижения параметров, необходимых для процесса пиролизной обработки.

Достигнутые экологические выгоды

Plastics2Olefins - это финансируемый ЕС проект, в рамках которого будет спроектирован, построен и запущен демонстрационный завод по переработке несортированных пластиковых отходов на заводе Repsol в Пуэртольяно (Испания), который будет цифровизирован и работать на 100 % на возобновляемой (электрической) энергии.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Предварительно обработанные отходы будут испытаны в ETIA, где уже находится небольшая пиролизная установка. Параллельно с фазой 1 Repsol построит пилотную установку TRL 7 (включая пиролизную установку, конденсационную установку, систему очистки газа и систему улучшения жидкости) в своей технической лаборатории в Испании. Установка послужит основой для тестирования, проверки и оптимизации всего процесса переработки, который будет масштабирован до демонстрационного масштаба.

На фазе 3 проекта демонстрационная установка будет спроектирована и построена в соответствии с традиционным инженерным рабочим процессом, но также будут разработаны и применены инновационные инженерные решения по мере необходимости. Ближе к концу строительства ввод установки в эксплуатацию заполнит разрыв между строительством и началом эксплуатации установки. Ввод в эксплуатацию является критическим этапом для передачи безопасного, эффективного и готового к эксплуатации объекта. После ввода установки в эксплуатацию запланирована 6-месячный эксплуатационный период в промышленном и интегрированном процессе. Дата разработки методики 1 июня 2022 года. Предполагаемое введение в эксплуатацию 31 мая 2027 года.

Кросс-медиа эффекты

По оценкам, проект позволит сократить выбросы парниковых газов в течение жизненного цикла на 70 - 80 % по сравнению со сжиганием и существующими процессами переработки пластмасс, что внесет важный вклад в достижение ЕС климатической нейтральности к 2050 году и откроет путь для коммерциализации переработанного пластикового сырья вместо ископаемого сырья.

Технические соображения, касающиеся применимости

Соответствующая альтернативная технология- сжигание и существующие процессы переработки пластика.

Экономика

Экономические параметры, такие как цена и доступность пластиковых отходов, будут учитываться при выборе потоков пластиковых отходов. Будет учитываться изменчивость отходов в зависимости от времени и местоположения. Этот шаг необходим для обеспечения оптимизации материалов для наилучшей смеси, необходимой для производства полиолефинов.

Движущая сила внедрения

Экономика замкнутого цикла (например, восстановление/повторное использование/ переработка отходов, промышленный симбиоз).

Планируется установка компанией Repsol Tech Lab Spain.

7.3. Инновационные технологии производства технических промышленных газов

Описание

Установка перерабатывает в качестве входящего материала такие отходы, как полимерные отходы автомобильной промышленности, пластиковая стружка и крошка, макролон, резина, использованные шины, и высушенный осадок сточных вод. Синтезным путем возможно получение технических газов, таких как водород, смесь этилена и азота, CO₂, этилен. Установка может применяться для пиролиза метана (биогаза).

Техническое описание

Реактор представляют собой систему газонепроницаемых сосудов цилиндрической формы из нержавеющей стали в керамической изоляции с системой индукционного нагрева и термостатирования. Входящий на переработку материал помещается в капсулу реактора закрытого типа. Реакторный патрон с системой подачи и фиксации предусматривает легкую замену катализаторов, ингибиторов и устранения из процесса твердого углерода. Материал разлагается под воздействием температуры 1000 °C. Продукты медленного температурного разложения на 70 % состоят из газов. Которые после предварительной очистки, разделения и сжатия газов, могут быть закачаны в баллоны под давлением. Система закаливания и охлаждения газа обеспечивает

эффективное контактное охлаждение пиролизного газа, отведение воды, являющейся продуктом реакции Сабатье, предотвращает образование нежелательных компонентов газовой смеси. Система осушки, компримирования, сепарации и смешивания газа обеспечивает осушку, сепарацию (опционно), смешивание (при необходимости подмешивания газа из

внешних источников), и компримирование газа для хранения при давлении до 200 бар. Может напрямую использоваться в качестве внутрифирменной H₂-CNG-заправочной станции.

Жидкий остаток 15 % состоит из подшипникового масла и жидкого воска. Твердый остаток 15 % выходящего продукта, содержащий углерод, сажу, сорбент, серу.

Достигнутые экологические выгоды

Из отходов получают пригодные к использованию продукты, в основном промышленные газы, без производства CO₂.

Экологические показатели и эксплуатационные данные

Производство водорода и других продуктов методом аналитически контролируемой рекомбинации органических веществ - процесс газовой хроматографии. Система позволяет получать водородсодержащие газы (ВСГ), выделять чистый водород из ВСГ, готовить ВСГ заданного качества из сепарированных фракций.

Кросс-медиа эффекты

При работе на биогазе, как входящем сырье, установка позволяет снижать содержание CO₂ в исходной смеси за счет реакции Сабатье, что делает процесс углероднегативным.

Технические соображения, касающиеся применимости

Высокая стоимость, модулярная конструкция малой мощности.

Экономика

Процесс представляет из себя термодинамически более выгодную альтернативу блендированию водорода, полученного электролизом, в трубопроводную сеть. Обеспечивает прямое приготовление газовой смеси в результате термического процесса.

Движущая сила внедрения

Производство водородосодержащих смесей из метана и биогаза методом пиролитического разложения.

В Чехии установка эксплуатируется компанией Filák, s.r.o.

7.4. Переработка нефтесодержащих отходов методом термокаталитического крекинга с использованием маслорастворимых катализаторов

Технология предназначена для переработки широкого спектра жидких углеводородных отходов, включая отработанные масла, нефтешламы, смеси нефтяных

отходов, маслошамы и отходы коксохимического производства - каменноугольная смола (КУСы, ФУСы), в ценные товарные продукты (синтетическое автомобильное топливо, растворители, битум), в соответствии с принципами циркулярной экономики.

В основе технологии лежит способ переработки сырья, который относится к термической конверсии и термокаталитической деструкции в присутствии маслорастворимого катализатора. В процессе используется блок подготовки механохимической активации сырья - где происходит сдвиговое разрушение с участием атомов наночастиц асфальтенов в дисперсной фазе коллоидной системы, вызванное разрушением стабилизирующих оболочек смол. В блоке ввода катализатора происходят гидродинамические эффекты сверхзвуковых парожидкостных течений, а также выборокавитационные процессы, характеризующихся наличием высоких напряжений, скоростей сдвига и высокочастотных пульсаций потоков. Также, используются проточные реакторы с давлением 0,1 - 2 МПа с образованием водорода и сокатализатора в зоне реакции. Далее сырье нагревается в печи при температуре 350 - 420 °С и подается в колонну разделения. Результат применения технологии - повышение глубины переработки сырья с увеличением выхода дистиллятных фракций до максимально приемлемых значений в зависимости от физико-химического состава сырья. Кубовый остаток - гудрон, проходя через блок окисления, превращается в модифицированный дорожный/строительный битум высокого качества и упаковывается в биг-беги либо в металлические евробочки. Все это позволяет осуществлять переработку без образования отходов и летучих выбросов за счет катализаторов горения, системы фильтрации.

Технология отличается высокой рентабельностью, экологической безопасностью, отсутствием пожароопасных факторов и возможностью автономной мобильной установки, что позволяет проводить переработку отходов непосредственно у источника их образования, снижая логистические и экологические издержки. Таким образом, достигается вовлечение нефтесодержащих отходов в производственный цикл, снижение загрязнения окружающей среды и эффективное ресурсосбережение.

7.5. Гидротермальная карбонизация (Hydrothermal Carbonization)

Данная техника является современным способом переработки органических отходов, особенно влажных. Процесс проходит в водной среде при повышенном давлении и умеренной температуре. Его главное преимущество - нет необходимости в предварительной сушке. В итоге получается твердое топливо, так называемый гидроуголь. Эта технология помогает сократить объемы отходов, уменьшить выбросы парниковых газов и делает шаг к более замкнутой, устойчивой системе обращения с ресурсами.

7.6. Каталитическое разложение пластиковых отходов в топливо

Перспективная техника, направленная на восстановление пластмасс путем их термического разложения в кислородоограниченной среде с использованием катализаторов. Процесс позволяет получать жидкое топливо, газ и твердый остаток с высокой энергетической ценностью. По сравнению с обычным пиролизом, катализ снижает температуру реакции, повышает селективность к жидкому топливу и улучшает качество получаемого продукта. Техника способствует сокращению объемов не утилизируемых пластиков, снижает нагрузку на полигоны и открывает возможности для замещения ископаемых энергоносителей.

7.7. Электрохимическая переработка органических отходов в водород

Инновационная техника, основанная на использовании электрохимических процессов для преобразования органических отходов в водород. В процессе переработки органических материалов (например, пищевых отходов, биомассы или осадков сточных вод) с помощью электрохимической реакции (обычно с применением катализаторов) происходит расщепление углеродных соединений с образованием водорода как побочного продукта.

Эта технология позволяет не только эффективно утилизировать органические отходы, но и производить водород, который может использоваться как чистое топливо для энергетических нужд. В перспективе она может стать важной частью стратегии по переходу к водородной экономике, а также значительно снизить нагрузку на полигоны и уменьшить выбросы парниковых газов.

7.8. Вращающиеся реакторы для переработки отходов

Это перспективная техника, при которой отходы проходят термическую обработку внутри вращающихся барабанов. Благодаря движению материала внутри реактора тепло распределяется равномерно, что помогает лучше разлагать органику и снижает выбросы вредных веществ.

Такие установки подходят для переработки как твердых, так и жидких отходов - от бытовых и промышленных до пластиков. В результате можно получить полезные продукты, например топливо, газ или уголь, при этом затраты на энергию снижаются за счет эффективного теплообмена.

Применение вращающихся реакторов повышает экологическую и энергетическую эффективность переработки отходов, помогает сократить объемы захоронения и делает вклад в развитие экономики замкнутого цикла.

7.9. Сверхкритическая экстракция металлов из отходов электроники

Данная техника является перспективной и современной, позволяющая извлекать ценные металлы из старой электроники, например компьютеров, телефонов и другой техники. В ее основе - использование сверхкритических жидкостей, например, CO₂ или

водяного пара. В таком состоянии вещество ведет себя одновременно как газ и как жидкость проникая глубоко в материал и эффективно растворяет нужные элементы.

Благодаря этому из отходов можно извлекать золото, серебро, медь, палладий и другие ценные металлы без применения агрессивной химии. Технология позволяет снизить экологическую нагрузку, уменьшить потребность в добыче руды и поддерживает развитие экономики замкнутого цикла.

8. Дополнительные комментарии и рекомендации

Справочник по НДТ подготовлен в соответствии со статьей 113 Экологического кодекса Республики Казахстан.

Первым этапом разработки справочника по НДТ было проведение КТА, в процессе которого была дана экспертная оценка текущего состояния предприятий по восстановлению отходов в Республике Казахстан. 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.

Основной целью экспертной оценки являлось определение технологического состояния отрасли Республики Казахстан на существующее положение, а также оценка предприятий в соответствии с параметрами 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.

При КТА был проведен 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 на основании литературных источников, нормативной документации и экологических отчетов.

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.

Справочник по НДТ "Восстановление отходов" составлен 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 № 400-VI ЗРК.

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 Treatment/ Справочный документ по наилучшим доступным технологиям по обращению с отходами (2018 г).

4. Исполнительное решение Комиссии (ЕС) 2018/1147 от 10 августа 2018 г. установление наилучших доступных технологий (НДТ) для обработки отходов в соответствии с Директивой 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета.

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 г., 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 15-2021 Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов).

9. ИТС 52-2022 "Обращение с отходами I и II классов опасности".

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-chto-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 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".

14. Приказ и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 06 августа 2021 года № 314 "Об утверждении Классификатора отходов".

15. ГОСТ Р 56828.17-2017 (Ресурсосбережение. Стратегии и методы термической обработки опасных отходов).

16. <https://aisger.kz/>.

17. Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 30 июля 2021 года № 275 "Об утверждении перечня отходов, не подлежащих энергетической утилизации".

18. Global Waste Management Outlook.

19. Статистический сборник. Охрана окружающей среды в Республике Казахстан 2019 - 2023 г.г.

20. Приказ Министра экологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 26 августа 2024 года № 192 "Об утверждении Перечня отдельных видов отходов, которые утрачивают статус отходов и переходят в категорию готовой продукции или вторичного ресурса (материального или энергетического), критерий для отдельных видов отходов, которые утрачивают статус отходов и переходят в категорию готовой продукции или вторичного ресурса (материального или энергетического), о внесении изменений в приказ исполняющего обязанности Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 18 января 2022 года № 14 "Об утверждении формы отчета по инвентаризации отходов и инструкции по ее заполнению" и о признании утратившим силу приказа исполняющего обязанности Министра энергетики Республики Казахстан от 19 июля 2016 года № 332 "Об утверждении критериев отнесения отходов потребления ко вторичному сырью".

© 2012. РГП на ПХВ «Институт законодательства и правовой информации Республики Казахстан»
Министерства юстиции Республики Казахстан