

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК
ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

ИТС 52-2022

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ I И II КЛАССОВ ОПАСНОСТИ



Москва
2022

Оглавление

| | |
|--|-----|
| Введение | VII |
| Предисловие | IX |
| Область применения | 1 |
| Раздел 1 Общая информация о деятельности по обращению с отходами I и II классов опасности | 3 |
| Раздел 2 Обращение с органическими отходами, образующимися в результате производства основных органических веществ | 5 |
| 2.1 Общая информация о деятельности по обращению с органическими отходами, образующимися в результате производства основных органических веществ | 5 |
| 2.2 Технологические, технические решения и системы менеджмента, используемые в настоящее время при обращении с органическими отходами, образующимися в результате производства основных органических веществ | 8 |
| 2.2.1 Накопление органических отходов, образующихся в результате производств основных органических веществ..... | 11 |
| 2.2.2 Транспортирование органических отходов, образующихся в производствах основных органических веществ..... | 11 |
| 2.2.3 Утилизация и обезвреживание органических отходов, образующихся в результате производств основных органических веществ..... | 12 |
| 2.2.3.1 Сжигание органических отходов | 12 |
| 2.2.3.2 Плазменный способ | 13 |
| 2.2.3.3 Дистилляция | 14 |
| 2.2.3.4 Реэкстракция | 15 |
| 2.2.4 Размещение (в части захоронения) органических отходов, образующихся в результате производств основных органических веществ..... | 15 |
| 2.3 Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду при обращении с органическими отходами, образующимися в результате производств основных органических веществ..... | 16 |
| Раздел 3 Обращение с ртутьсодержащими отходами I и II классов опасности | 17 |
| 3.1 Общая информация о деятельности по обращению с ртутьсодержащими отходами I и II классов опасности..... | 17 |
| 3.2 Технологические, технические решения и системы менеджмента, используемые в настоящее время в области обращения с ртутьсодержащими отходами I и II классов опасности | 25 |
| 3.2.1 Технологии утилизации ртутьсодержащих отходов термическими методами . | 25 |
| 3.2.2 Технологии утилизации и обезвреживания оборудования, содержащего ртуть, основанные на химических методах | 26 |
| 3.2.3 Технологии утилизации оборудования, содержащего ртуть, основанные на физико-химических методах..... | 27 |
| 3.3 Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду при обращении с ртутьсодержащими отходами I и II классов опасности..... | 32 |
| Раздел 4 Обращение с отходами производства и потребления химических источников тока | 35 |
| 4.1 Общая информация о деятельности по обращению с отходами производства и потребления химических источников тока | 35 |

| | | |
|--|---|----|
| 4.1.1 | Общее описание, статистическая информация, краткое описание основных применяемых способов и методов | 35 |
| 4.1.2 | Основные экологические проблемы..... | 42 |
| 4.2 | Технологические, технические решения и системы менеджмента, используемые в настоящее время в области обращения с отходами производства и потребления химических источников тока | 42 |
| 4.2.1 | Накопление отходов производства и потребления химических источников тока | 42 |
| 4.2.2 | Транспортирование отходов производства и потребления химических источников тока | 43 |
| 4.2.3 | Утилизация отходов производства и потребления химических источников тока | 44 |
| 4.2.3.1 | Утилизация отходов щелочно-марганцевых и цинк-угольных источников тока механическим методом | 45 |
| 4.2.3.2 | Утилизация щелочных источников тока комбинацией механических, физических, физико-химических, химических методов | 46 |
| 4.2.3.3 | Утилизация литий-ионных источников тока механическим методом..... | 46 |
| 4.2.3.4 | Утилизация отходов литиевых источников тока комбинацией механических, физических, физико-химических, химических методов | 47 |
| 4.2.3.5 | Утилизация никель-металлогидридных источников тока в перекрестно-поточном измельчителе | 47 |
| 4.2.3.6 | Утилизация никель-металлогидридных источников тока пирометаллургическим методом | 48 |
| 4.2.3.7 | Утилизация различных типов отработанных химических источников тока (марганцево-цинковых, литий-ионных и других) механическим методом | 49 |
| 4.2.3.8 | Утилизация кадмий- и свинецсодержащих источников тока гидрометаллургическим методом..... | 49 |
| 4.2.3.9 | Утилизация отходов свинцово-кислотных источников тока методом ручной разборки и сортировки | 50 |
| 4.2.3.10 | Утилизация отходов свинцово-кислотных источников тока методом разделки | 50 |
| 4.2.3.11 | Утилизация отходов свинцово-кислотных источников тока..... | 50 |
| 4.2.4 | Утилизация и обезвреживание (нейтрализация) отходов электролитов..... | 51 |
| 4.2.4.1 | Утилизация отходов кислоты аккумуляторной серной, отработанной химическим методом | 51 |
| 4.2.4.2 | Обезвреживание (нейтрализация) кислоты аккумуляторной серной отработанной | 51 |
| 4.2.4.3 | Обезвреживание (нейтрализация) щелочи аккумуляторной отработанной | 52 |
| 4.2.5 | Размещение отходов производства и потребления химических источников тока | 53 |
| 4.3 | Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду при обращении с отходами производства и потребления химических источников тока..... | 54 |
| Раздел 5 Обращение с отходами, содержащими галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители | | 57 |

ИТС 52–2022

| | | |
|---|---|----|
| 5.1 | Общая информация о деятельности по обращению с отходами, содержащими галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители..... | 57 |
| 5.2 | Технологические, технические решения и системы менеджмента, используемые в настоящее время при обращении с отходами, содержащими галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители..... | 62 |
| 5.2.1 | Накопление отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители | 62 |
| 5.2.2 | Транспортирование отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители | 63 |
| 5.2.3 | Утилизация и обезвреживание отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители | 64 |
| 5.2.3.1 | Предварительная обработка отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, для дальнейшей утилизации и обезвреживания..... | 64 |
| 5.2.3.2 | Метод щелочного дегидрохлорирования CO ₂ | 66 |
| 5.2.3.3 | Химическое восстановление в газовой фазе (Gas Phase Chemical Reduction (GPCR))..... | 67 |
| 5.2.3.4 | Каталитическое разложение (BCD) | 67 |
| 5.2.3.5 | Окисление в сверхкритической воде (SCWO) | 67 |
| 5.2.3.6 | Восстановление натрием (SR)..... | 68 |
| 5.2.3.7 | Катализируемое основанием разложение (KOP) | 68 |
| 5.2.3.8 | Химическая утилизация отходов, содержащих галогенорганические вещества, стойкие органические загрязнители | 68 |
| 5.2.3.9 | Биологические методы обезвреживания отходов, содержащих CO ₂ | 69 |
| 5.2.3.10 | Физико-химические методы обезвреживания отходов, содержащих CO ₂ | 69 |
| 5.2.4 | Размещение отходов продукции, содержащей галогенированные ароматические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители | 69 |
| 5.3 | Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду | 70 |
| Раздел 6 Обращение с отходами I и II классов опасности, содержащими пестициды | | 72 |
| 6.1 | Общая информация о деятельности по обращению с отходами I и II классов опасности, содержащими пестициды | 72 |
| 6.2 | Технологические, технические решения и системы менеджмента, используемые в настоящее время при обращении с отходами I–II классов опасности, содержащими пестициды..... | 76 |
| 6.2.1 | Накопление отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды | 76 |
| 6.2.2 | Транспортирование отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды. | 77 |
| 6.2.3 | Утилизация и обезвреживание отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды | 77 |
| 6.2.3.1 | Физические методы обезвреживания тары, загрязненной пестицидами | 79 |
| 6.2.3.2 | Физико-химические методы обезвреживания грунтов, загрязненных пестицидами..... | 80 |
| 6.2.3.3 | Низкотемпературное окисление нитратом кальция в реакторе псевдоожиженного слоя [52] | 80 |
| 6.2.3.4 | Метод глубокого каталитического окисления [52] | 80 |

| | |
|---|-----|
| 6.2.4 Размещение отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды | 81 |
| 6.3 Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду | 81 |
| Раздел 7 Методология определения наилучших доступных технологий | 82 |
| Раздел 8 Наилучшие доступные технологии в области обращения с отходами I и II классов опасности | 91 |
| 8.1 Общие НДТ | 92 |
| 8.1.1 Общие экологические показатели | 92 |
| 8.1.2 Контроль | 96 |
| 8.1.3 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух | 103 |
| 8.1.4 Шум и вибрации | 107 |
| 8.1.5 Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты | 108 |
| 8.1.6 Повторное использование упаковки | 113 |
| 8.2 НДТ в сфере обращения с отходами I и II классов опасности (утилизация и обезвреживание отходов, кроме термических способов) | 113 |
| 8.2.1 НДТ по механической переработке отходов | 113 |
| 8.2.1.1 Общие НДТ для механической переработки отходов | 114 |
| 8.2.1.1.1 Выбросы в воздух | 114 |
| 8.2.1.2 НДТ для механической обработки металлических отходов в измельчителях | 115 |
| 8.2.1.2.1 Общие экологические показатели | 115 |
| 8.2.1.2.2 Предотвращение дефлаграции | 115 |
| 8.2.1.2.3 Энергоэффективность | 116 |
| 8.2.1.2.4 Ресурсосбережение | 117 |
| 8.2.1.3 НДТ для обращения с отходами электронного и электрического оборудования, содержащего ЛФУ и ЛХУ | 117 |
| 8.2.1.3.1 Выбросы в воздух | 117 |
| 8.2.1.4 НДТ для механической обработки горючих отходов | 118 |
| 8.2.1.4.1 Выбросы в воздух | 118 |
| 8.2.1.5 НДТ для механической переработки отходов электрического и электронного оборудования, содержащего ртуть | 118 |
| 8.2.1.5.1 Выбросы в воздух | 119 |
| 8.2.2 НДТ для утилизации и обезвреживания отходов биологическими методами .. | 119 |
| 8.2.2.1 Общие НДТ для биологической обработки отходов | 119 |
| 8.2.2.1.1 Выбросы в воздух | 119 |
| 8.2.2.1.2 Сбросы в водные объекты и водопользование | 120 |
| 8.2.2.2 НДТ для анаэробной обработки отходов | 121 |
| 8.2.2.2.1 Выбросы в воздух | 121 |
| 8.2.2.3 НДТ для механобиологической переработки (МБП) отходов | 121 |
| 8.2.2.3.1 Выбросы в воздух | 122 |
| 8.2.3 НДТ для физико-химической переработки отходов | 122 |
| 8.2.3.1 НДТ для физико-химической обработки твердых и/или пастообразных отходов | 122 |
| 8.2.3.1.1 Общие экологические показатели | 122 |
| 8.2.3.1.2 Выбросы в воздух | 123 |
| 8.2.3.2 НДТ при очистке отработанного масла | 123 |

| | |
|---|-----|
| 8.2.3.2.1 Общие экологические показатели | 123 |
| 8.2.3.2.2 Выбросы в воздух | 124 |
| 8.2.3.3 НДТ при физико-химической переработке горючих отходов | 124 |
| 8.2.3.3.1 Выбросы в воздух | 124 |
| 8.2.3.4 НДТ для регенерации отработанных растворителей | 124 |
| 8.2.3.4.1 Общие экологические показатели | 124 |
| 8.2.3.4.2 Выбросы в воздух | 125 |
| 8.2.3.5 НДТ для снижения выбросов органических соединений в атмосферу при очистке отработанного масла, физико-химической обработке горючих отходов и регенерации отработанных растворителей | 125 |
| 8.2.3.6 НДТ для термической обработки отработанного активированного угля, отходов катализаторов и загрязненного грунта | 126 |
| 8.2.3.6.1 Общие экологические показатели | 126 |
| 8.2.3.6.2 Выбросы в воздух | 126 |
| 8.2.3.7 НДТ для промывки водой извлеченного загрязненного грунта | 127 |
| 8.2.3.7.1 Выбросы в воздух | 127 |
| 8.2.3.8 НДТ для дезактивации оборудования, содержащего ПХД | 127 |
| 8.2.3.8.1 Общие экологические показатели | 127 |
| 8.2.4 НДТ по переработке отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | 129 |
| 8.2.4.1 Общие экологические показатели | 129 |
| 8.2.4.2 Выбросы в воздух | 129 |
| 8.3 НДТ в сфере обращения с отходами I и II классов опасности (утилизация и обезвреживание отходов термическими способами) | 130 |
| 8.3.1 Энергоэффективность | 130 |
| 8.3.2 Выбросы в атмосферный воздух | 130 |
| 8.3.2.1 Выбросы в атмосферный воздух неорганизованных источников | 130 |
| 8.3.2.2 Выбросы в атмосферный воздух органических веществ | 131 |
| 8.3.2.3 Выбросы ртути | 134 |
| 8.3.3. Сбросы в водные объекты | 135 |
| 8.3.4 Эффективность использования материалов | 136 |
| Раздел 9 Перспективные технологии в области обращения с отходами I и II классов опасности | 137 |
| 9.1 Технологии сверхкритического водного окисления (процесс SCWO) | 137 |
| Заключительные положения и рекомендации | 138 |
| Приложение А (обязательное) Перечень маркерных веществ и технологических показателей | 139 |
| Приложение Б (обязательное) Перечень НДТ | 145 |
| Приложение В (обязательное) Ресурсная и энергетическая эффективность | 149 |
| Приложение Г (справочное) Термины, определения и сокращения | 150 |
| Приложение Д (обязательное) Заключение по наилучшим доступным технологиям .. | 152 |
| Приложение Е (справочное) Описание технологий | 165 |
| Библиография | 176 |

Введение

В соответствии с Федеральным законом от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [1] применение наилучших доступных технологий (далее – НДТ) направлено на комплексное предотвращение и (или) минимизацию негативного воздействия на окружающую среду.

Цель создания информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям «Обращение с отходами I и II классов опасности» (далее – справочник НДТ) заключается в систематизации сведений о технологических процессах, методах, способах, оборудовании и средствах, применяемых при обращении с отходами I и II классов опасности в Российской Федерации, и в подготовке упорядоченных данных о наилучших доступных технологиях, применяемых в Российской Федерации и направленных на комплексное предотвращение и (или) минимизацию негативного воздействия на окружающую среду.

Настоящий справочник НДТ содержит систематизированные данные в области обращения с отходами I и II классов опасности и разработан с учетом имеющихся в Российской Федерации технологий, оборудования, ресурсов, а также с учетом климатических, геоморфологических, геологических, экономических и социальных особенностей Российской Федерации.

Справочник НДТ разработан в соответствии с ГОСТ Р 113.00.03-2019 «Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника» [2].

Краткое содержание справочника НДТ

Настоящий справочник состоит из 9 основных разделов и содержит введение, предисловие, область применения, заключительные положения, приложения, библиографию.

Введение. Во введении приведено краткое содержание справочника НДТ.

Предисловие. В предисловии указаны краткая характеристика справочника НДТ, цель разработки, его статус, информация о разработчиках, правовой контекст, краткие сведения о сборе данных, взаимосвязь с международными и региональными аналогами, а также порядок его применения.

Область применения. В разделе приводится детализация области применения НДТ, на которую распространяется действие справочника НДТ в соответствии с действующим законодательством.

В разделе 1 дана общая информация о сфере обращения с отходами I и II классов опасности, приведены статистика образования отходов, описание рассматриваемых групп отходов, краткое описание применимых технологических и технических решений; приводится краткий обзор экологических аспектов и связанных с ними основных экологических проблем в рассматриваемой сфере деятельности.

ИТС 52–2022

В разделах 2–6 приводится описание технологий и технологических процессов, используемых в настоящее время в сфере утилизации и обезвреживания различных групп отходов (как в Российской Федерации, так и за рубежом), их основных эколого-энерготехнологических параметров, основных типов существующего оборудования, их преимуществ и недостатков. Также в разделах рассмотрены технологии утилизации и обезвреживания различных групп отходов с точки зрения их воздействия на окружающую среду, приводятся показатели оценки технологий, в том числе маркерные загрязняющие вещества в выбросах в атмосферу, и текущие уровни эмиссии в окружающую среду.

В разделе 7 приводится общая методология определения наилучших доступных технологий при утилизации и обезвреживании отходов, в том числе с использованием методов, позволяющих пошагово рассмотреть несколько технологий и выбрать наилучшую доступную технологию. Приводится описание наилучших доступных технологий по утилизации и обезвреживанию отходов, позволяющих сократить эмиссии в окружающую среду, потребление сырья, воды, энергии и снизить воздействие отходов на окружающую среду. Приводятся данные о потреблении ресурсов и повышении энергоэффективности, технологические показатели НДТ.

В разделе 8 приводится краткое описание наилучших доступных технологий по утилизации и обезвреживанию отходов. Приводятся данные о технологических показателях НДТ.

В разделе 9 рассмотрены новейшие технологии, отвечающие требованиям НДТ, которые находятся на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ или опытно-промышленного внедрения, представлены их перспективные преимущества и существующие проблемы для внедрения.

Заключительные положения и рекомендации. Приведены сведения об использованных материалах при подготовке справочника, а также сведения о разработчиках справочника.

Приложения. Содержат перечень маркерных загрязняющих веществ, характерных для рассматриваемой в справочнике НДТ сферы деятельности, перечень технологических показателей, перечень НДТ, сведения о ресурсной (в том числе энергетической) эффективности, а также «Заключения по наилучшим доступным технологиям».

Библиография. Приведен перечень источников информации, использованных при разработке справочника НДТ.

Предисловие

Цели, основные принципы и порядок разработки справочника установлены Постановлением Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 года № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» [3]. Перечень областей применения наилучших доступных технологий определен Распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 года № 2674-р (ред. от 1 ноября 2021 года) [4].

1 Статус документа

Настоящий информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям (далее – справочник НДТ) является документом по стандартизации.

2 Информация о разработчиках

Справочник НДТ разработан технической рабочей группой «Обращение с отходами I и II классов опасности» (ТРГ 52), состав которой утвержден Приказом Минпромторга России от 15 марта 2022 года № 807 (в редакции Приказа Минпромторга России от 31 августа 2022 г. № 3671).

Справочник НДТ представлен на утверждение Бюро наилучших доступных технологий (далее – Бюро НДТ) (www.burondt.ru).

3 Краткая характеристика

Справочник НДТ содержит описание применяемых в сфере обращения с отходами I и II классов опасности технологических процессов, оборудования, технических способов, методов, в том числе позволяющих снизить негативное воздействие на окружающую среду, водопотребление, повысить энергоэффективность, ресурсосбережение. Из ряда описанных технологических процессов, оборудования, технических способов, методов определены решения, являющиеся наилучшими доступными технологиями. Для наилучших доступных технологий в справочнике НДТ установлены соответствующие технологические показатели.

4 Взаимосвязь с международными, региональными аналогами

Справочник НДТ разработан с учетом следующих справочников Европейского союза по наилучшим доступным технологиям:

- справочник Европейского союза по наилучшим доступным технологиям «Европейская комиссия. Директива о промышленных эмиссиях 2010/75/EU. Комплексное предотвращение и контроль загрязнения. Справочное руководство по наилучшим доступным технологиям. Обработка отходов. 2018 г.» (European Commission. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU. Integrated Pollution Prevention and Control Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment. 2018) [5];

- справочник Европейского союза по наилучшим доступным технологиям «Европейская комиссия. Директива о промышленных эмиссиях 2010/75/EU. Комплексное предотвращение и контроль загрязнения. Справочное руководство по

ИТС 52–2022

наилучшим доступным технологиям. Сжигание отходов. 2019 г.» (European Commission. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU. Integrated Pollution Prevention and Control. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, 2019) [6].

Информация из справочников Европейского союза использовалась с учетом особенностей обращения с отходами I и II классов опасности в Российской Федерации.

5 Сбор данных

Информация о технологических процессах, оборудовании, технических способах, методах, применяемых при обращении с отходами I и II классов опасности в Российской Федерации, была собрана в процессе разработки справочника НДТ в соответствии с Порядком сбора и обработки данных, необходимых для разработки и актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям, утвержденным приказом Минпромторга России от 18 декабря 2019 года № 4841 [7].

6 Взаимосвязь с другими справочниками НДТ

Взаимосвязь настоящего справочника НДТ с другими справочниками НДТ, разрабатываемыми (актуализируемыми) в соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 июня 2022 года № 1537-р «Об утверждении поэтапного графика актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» [8], приведена в разделе «Область применения».

7 Информация об утверждении, опубликовании и введении в действие

Настоящий справочник НДТ утвержден приказом Росстандарта от 22 сентября 2022 года № 2333.

Настоящий справочник НДТ введен в действие с 1 марта 2023 года, официально опубликован в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru).

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ I и II КЛАССОВ ОПАСНОСТИ

HAZARDOUS WASTE TREATMENT

Дата введения — 2023-03-01

Область применения

Настоящий справочник НДТ распространяется на следующие виды деятельности в сфере обращения с отходами I и II классов опасности:

- утилизация и обезвреживание отходов, в том числе термическими методами, включая утилизацию и обезвреживание отходов, являющиеся неотъемлемым процессом обрабатывающих или иных производств, если в соответствующем отраслевом справочнике НДТ они не рассмотрены;
- размещение отходов.

В дополнение, справочник НДТ также распространяется на процессы и методы, связанные с вышеуказанными основными видами деятельности, которые могут оказать влияние на объемы эмиссий и (или) масштабы загрязнения окружающей среды: сбор, накопление, транспортирование и обработка отходов I и II классов опасности.

В настоящем справочнике НДТ отдельно рассматривается деятельность по обращению с отходами I и II классов опасности для следующих групп отходов:

- отходы, образующиеся в результате производства основных органических веществ;
- ртутьсодержащие отходы I и II классов опасности;
- отходы производства и потребления химических источников тока;
- отходы, содержащие галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители;
- отходы I и II классов опасности, содержащие пестициды.

Справочник НДТ не распространяется на:

- деятельность по обращению с радиоактивными отходами;
- деятельность по обращению с отходами при уничтожении химического оружия и отходами сырья для его производства;
- деятельность по обращению с отходами производства взрывчатых веществ;
- деятельность, которая касается исключительно обеспечения промышленной безопасности или охраны труда.

Дополнительные виды деятельности при обращении с отходами I и II классов опасности и соответствующие им справочники НДТ приведены в таблице 1.

ИТС 52–2022

Таблица 1 – Дополнительные виды деятельности при обращении с отходами I и II классов опасности и соответствующие им справочники НДТ

| Вид деятельности | Соответствующий справочник |
|--|--|
| Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами | ИТС 9-2020 «Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами» |
| Утилизация и обезвреживание отходов другими способами | ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» |
| Размещение отходов | ИТС 17-2021 «Размещение отходов производства и потребления» |
| Производственный экологический контроль | ИТС 22.1–2021 «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения» |
| Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов) | ИТС 46-2019 «Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов)» |
| Повышение энергетической эффективности | ИТС 48-2017 «Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности» |

Сфера распространения справочника НДТ представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Сфера распространения справочника НДТ

| ОКВЭД 2 | Наименование вида деятельности по ОКВЭД 2 | ОКПД 2 | Наименование продукции по ОКПД 2 |
|---------|---|----------|---|
| 38.12 | Сбор опасных отходов | 38.12 | Отходы опасные; услуги по сбору опасных отходов |
| 38.2 | Обработка и утилизация отходов | 38.2 | Услуги по обработке и утилизации отходов |
| 38.22 | Обработка и утилизация опасных отходов | 38.22 | Услуги по переработке и утилизации опасных отходов |
| 38.22.9 | Обработка и утилизация опасных отходов прочих, не включенных в другие группировки | 38.22.29 | Услуги по утилизации прочих опасных отходов |
| 38.32 | Утилизация отсортированных материалов | 38.32 | Услуги по сортировке материалов для восстановления; сырье вторичное |

Раздел 1 Общая информация о деятельности по обращению с отходами I и II классов опасности

Проблема обращения с отходами производства и потребления является одной из ключевых в области охраны окружающей среды. Увеличение объема образования отходов производства и потребления при низком уровне их утилизации относится к внутренним вызовам экологической безопасности Российской Федерации [9].

Сложившаяся за десятилетия система обращения с отходами на территории нашей страны требует коренной перестройки: от повсеместного захоронения в пользу эффективно применяемых в мировой экономике технологий ресурсосбережения, обработки, утилизации и обезвреживания таких отходов.

Следовательно, создание, формирование на перспективу отрасли промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов является актуальной задачей развития отечественной экономики.

Существенную угрозу для экологической безопасности России образуют чрезвычайно опасные и высокоопасные отходы. Динамика их образования в Российской Федерации (по данным статистической отчетности) за последнее время практически неизменна [10,11].

Актуальной экологической проблемой государственного администрирования, регулирования и управления в данной сфере является недостаточно качественный уровень экологического нормирования, а также контроля за всеми стадиями обращения отходов.

В результате существует реальная угроза попадания на полигоны и несанкционированные свалки не задекларированных предприятиями и не учтенных в статистической отчетности и нормативно-технической документации чрезвычайно опасных и высокоопасных отходов в общих потоках захораниваемых отходов.

Таким образом, внедрение неотложных мер по организации системы безопасного обращения в соответствии с экологическими, санитарно-гигиеническими и иными требованиями, нормами, правилами, стандартами и нормативами наиболее актуально для отходов I–II классов опасности.

Повышение эффективности системы управления отходами является одной из стратегических задач в Российской Федерации, обозначенных в Национальном проекте «Экология» [12], Указе Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [13].

Одной из задач, решаемых в рамках национального проекта «Экология», является создание инновационной, технико-экономической системы, позволяющей минимизировать количество захораниваемых отходов, максимально обеспечив при этом ресурсосбережение, повторное вовлечение в хозяйственный оборот утилизируемых компонентов отходов в качестве сырья, материалов, изделий, превращение отходов во вторичное сырье для изготовления новой продукции и получения энергии.

На решение этой задачи нацелен федеральный проект «Инфраструктура для обращения с отходами I и II классов опасности» (далее – Проект) [14], обеспечивающий создание новой инфраструктурной отрасли промышленности и народного хозяйства по

ИТС 52–2022

переработке отходов I и II классов опасности со своими технологическими особенностями, кадровыми ресурсами и материальной базой.

Для решения вопросов экологически безопасного обращения с отходами планируется создание современной инфраструктуры, обеспечивающей безопасное обращение с отходами I и II классов опасности, а также по размещению и строительству объектов, использующих наилучшие доступные технологии обработки, обезвреживания и утилизации чрезвычайно опасных и высокоопасных отходов, позволяющей достичь минимизации размещения таких отходов при увеличении доли их утилизации и обезвреживания до уровня ведущих стран мира.

Предусматривается, что к регулируемым видам деятельности в области обращения с отходами I и II классов опасности, осуществляемым федеральным оператором и операторами по обращению с отходами I и II классов опасности, в рамках создаваемой системы относятся:

- сбор отходов I и II классов опасности;
- транспортирование отходов I и II классов опасности;
- обработка отходов I и II классов опасности;
- утилизация отходов I и II классов опасности;
- обезвреживание отходов I и II классов опасности;
- размещение отходов I и II классов опасности.

По данным федерального статистического наблюдения по форме № 2-ТП (отходы) на территории Российской Федерации образовано:

- в 2020 году – 194 268 тонн отходов I и II классов опасности;
- в 2021 году – 223 740 тонн отходов I и II классов опасности.

Всего в Федеральном классификационном каталоге отходов, утвержденном приказом Росприроднадзора от 22 мая 2017 года № 242 (ФККО), насчитывается 485 видов отходов I–II классов опасности. В основном это отходы, которые образует промышленность.

В настоящем справочнике НДТ в разделах 2–6 рассмотрена деятельность по обращению со следующими группами отходов:

- отходы, образующиеся в результате производства основных органических веществ;
- ртутьсодержащие отходы I и II классов опасности;
- отходы производства и потребления химических источников тока;
- отходы, содержащие галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители;
- отходы I и II классов опасности, содержащие пестициды.

Раздел 2 Обращение с органическими отходами, образующимися в результате производства основных органических веществ

2.1 Общая информация о деятельности по обращению с органическими отходами, образующимися в результате производства основных органических веществ

В производствах основных органических веществ образуются отходы I и II классов опасности. Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов (далее – ФККО) к отходам I и II классов опасности относятся 44 вида отходов, входящих в подтип ФККО 3 13 000 00 00 0 «Отходы производства основных органических химических веществ прочих». Перечень отходов, являющихся предметом рассмотрения настоящего раздела ИТС 52, представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень органических отходов I–II классов опасности, образующихся в производствах основных органических веществ

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов по ФККО |
|-------|--------------------------|--|
| 1. | 3 13 011 11 10 2 | Кубовый остаток ректификации бисамина |
| 2. | 3 13 122 01 10 2 | Кубовый остаток ректификации пиперилена |
| 3. | 3 13 123 41 10 2 | Отходы компримирования газов пиролиза, содержащие углеводороды C ₅ и более, при производстве этилена и пропилена из бензина |
| 4. | 3 13 124 82 10 2 | Отходы зачистки оборудования в производстве альфа-бутилена |
| 5. | 3 13 124 83 10 2 | Отходы промывки углеводородами и зачистки оборудования в производстве бутена-1 |
| 6. | 3 13 125 31 31 2 | Изомеры альфа-олефинов при рекуперации аминов в производстве линейных альфа-олефинов, загрязненные аминами |
| 7. | 3 13 131 53 10 2 | Кубовый остаток при выделении оксида пропилена из легкой фракции эпоксида ректификацией в совместном производстве стирола и оксида пропилена |
| 8. | 3 13 133 63 39 2 | Смоляной слой при выделении 2,7-бис[2-(диэтиламино)этокси]флуорен-9-она из реакционной массы в его производстве |
| 9. | 3 13 141 37 30 2 | Отходы зачистки оборудования стадии очистки дихлорэтана в производстве винилхлорид мономера |
| 10. | 3 13 141 56 10 2 | Кубовый остаток ректификации дихлорэтана в производстве винилхлорид мономера |
| 11. | 3 13 141 62 10 2 | Кубовый остаток при ректификации винилиденхлорида-сырца |
| 12. | 3 13 192 13 10 2 | Конденсат хлороформа, загрязненный хладонами, при производстве трифторметана |
| 13. | 3 13 192 31 10 2 | Кубовый остаток синтеза гексафторбутадиена |

ИТС 52–2022

Продолжение таблицы 2.1

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов по ФККО |
|-------|--------------------------|---|
| 14. | 3 13 223 11 10 2 | Кислые полимеры при производстве изопропилового спирта методом сернокислотной гидратации пропилена, содержащие серную кислоту до 30% |
| 15. | 3 13 242 81 30 2 | Отходы (фенольная смола) при чистке оборудования производства фенолов |
| 16. | 3 13 243 14 33 2 | Отходы переработки кубового остатка ректификации 2,6-ди-трет-бутилфенола |
| 17. | 3 13 243 18 10 2 | Тяжелые смолы синтеза 2-трет-бутил-п-крезола |
| 18. | 3 13 243 71 31 2 | Смесь тримеров и тетрамеров пропилена обводненная при их получении для производства алкилфенолов |
| 19. | 3 13 265 21 10 2 | Отходы (остатки) производства пентафторфенола из фенолята калия в среде серной кислоты |
| 20. | 3 13 321 22 32 2 | Кубовые остатки производства винилацетата |
| 21. | 3 13 332 21 10 2 | Конденсат отгонки пиперилена и толуола из реакционной массы при производстве изометилтетрагидрофталевого ангидрида |
| 22. | 3 13 333 68 20 2 | Отходы зачистки оборудования производства фталевого ангидрида |
| 23. | 3 13 338 11 32 2 | Полибутилакрилат от зачистки оборудования производства бутилакрилата |
| 24. | 3 13 338 12 39 2 | Отходы от зачистки оборудования производства акриловой кислоты и ее эфиров |
| 25. | 3 13 341 12 10 2 | Жидкие отходы абсорбции и нейтрализации абгазов хлорирования и гидролиза при производстве дихлорангидрида терефталевой кислоты, содержащие преимущественно трихлорметан |
| 26. | 3 13 412 21 10 2 | Кубовый остаток производства метилдиэтанолamina |
| 27. | 3 13 412 22 10 2 | Промывные воды технологического оборудования производства метилдиэтанолamina |
| 28. | 3 13 412 31 10 2 | Кубовый остаток при ректификации диметилэтанолamina-сырца в его производстве |
| 29. | 3 13 416 11 10 1 | Кубовый остаток дистилляции анилина при его производстве |
| 30. | 3 13 416 12 10 1 | Кубовый остаток ректификации катализата N-метиланилина в производстве анилина |
| 31. | 3 13 416 13 30 2 | Кубовый остаток дистилляции анилина-сырца при его производстве с преимущественным содержанием анилина и его осмоллов |
| 32. | 3 13 513 21 20 2 | Цеолит, отработанный при сушке метилмеркаптана в производстве метионина |
| 33. | 3 13 515 01 31 2 | Кубовые остатки разгонки толуола при производстве морфолинборана |
| 34. | 3 13 515 02 10 2 | Кубовые остатки ректификации сырца триэтилбора |
| 35. | 3 13 515 03 10 2 | Жидкие отходы ректификации сырца метоксидиэтилборана |
| 36. | 3 13 519 32 31 2 | Отходы синтеза триэтилалюминия, содержащие алюминийалкилы |

Окончание таблицы 2.1

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов по ФККО |
|-------|--------------------------|--|
| 37. | 3 13 519 38 32 2 | Отходы очистки оборудования производства триизобутилалюминия |
| 38. | 3 13 523 21 10 2 | Кубовый остаток при регенерации толуола в производстве ацетонанила |
| 39. | 3 13 611 02 31 2 | Жидкие органические отходы очистки и ректификации продуктов в производстве ацетальдегида |
| 40. | 3 13 622 21 10 2 | Кубовый остаток ректификации циклогексанона в его производстве |
| 41. | 3 13 633 22 10 2 | Кубовая жидкость ректификации товарной окиси пропилена |
| 42. | 3 13 910 99 10 2 | Смесь конденсатов факельных газов производств основных органических химических веществ |
| 43. | 3 13 959 11 39 2 | Осадок при очистке смешанных стоков производства ациклических спиртов, альдегидов, кислот и эфиров |
| 44. | 3 13 982 21 42 2 | Пыль газоочистки при термическом разложении смеси жидких отходов производства метионина |

Основная часть отходов представляет собой жидкость или эмульсию, два вида отходов представляют собой твердые вещества (катализатор и цеолиты), один вид отходов представляет собой сыпучий материал в виде пыли, остальные представлены различными видами дисперсных систем.

Согласно федеральному статистическому наблюдению в 2018–2020 годах из 44 видов учтенных органических отходов производств основных органических веществ обращение осуществлялось лишь с 17-18 видами [15–17].

В 2020 году на территории Российской Федерации по данным статистического наблюдения [17] образовалось 17 718 т органических отходов производств основных органических веществ II класса опасности, что меньше объема образования в 2019 году (18 018 т) [16] и больше объема образования в 2018 (15 318 т) [15] и 2021 годах (16 117 т).

В 2020 и 2021 годах 93 и 87 %, соответственно, от общего объема образования приходилось на три вида отходов [17]:

- «кубовый остаток ректификации дихлорэтана в производстве винилхлорид мономера», код по ФККО 3 13 141 56 10 2 (12 268 т);

- «кубовые остатки производства винилацетата», код по ФККО 3 13 321 22 32 2 (2 519 т);

- «жидкие органические отходы очистки и ректификации продуктов в производстве ацетальдегида», код по ФККО 3 13 611 02 31 2 (1 816 т).

В 2018 и 2019 годах данный показатель для этих отходов составлял 90 и 76 %, соответственно [15, 17].

В таблице 2.2 представлены данные по обращению с органическими отходами производств основных органических веществ в 2018–2021 годах по данным статистической отчетности.

ИТС 52–2022

Таблица 2.2 – Данные по обращению с органическими отходами производств основных органических веществ в 2018–2021 годах по данным статистической отчетности

| Год | Наличие на начало года, т | Наличие на конец года, т | Образование, т | Утилизировано, т | Обезврежено, т | Размещено в текущем году т |
|------|---------------------------|--------------------------|----------------|-------------------|------------------|----------------------------|
| 2018 | 42 583 | 43 072 | 15 318 | 3 163 (20,5 %) | 10 320 (67 %) | 1 149 |
| 2019 | 43 072 | 43 969 | 18 018 | 2 857 (15,6 %) | 14 261 (78 %) | 838 |
| 2020 | 43 133 | 45 091 | 17 718 | 3 624 (20 %) | 12 012 (67 %) | 2 567 |
| 2021 | 45 091 | 46 861 | 16 117 | 1 319 (8,2 %) | 12 405 (77 %) | 2 555 |

Основным видом обращения с органическими отходами, образующимся в результате производств основных органических веществ, является обезвреживание. Так, согласно федеральному статистическому наблюдению [15, 17] в 2018 и 2020 годах доля обезвреженных отходов производств основных органических веществ II класса опасности составляла 67 %, а в 2019 и 2021 годах данный показатель составлял 78 [16] и 77 %, соответственно. Утилизации подвергается от 8,2 % (2021 г.) до 20 % (2018 и 2020 годы) рассматриваемых отходов [15, 17]. Под утилизацией обычно имеют в виду процесс сжигания отходов с последующим использованием тепла отходящих газов.

Основная часть отходов подвергается утилизации или обезвреживанию на собственных объектах, на собственных объектах осуществляется и размещение отходов.

В течение 2018–2021 годов вид отходов «кислые полимеры при производстве изопропилового спирта методом сернокислотной гидратации пропилена, содержащие серную кислоту до 30%» (код по ФККО 3 13 223 11 10 2) не образовывался, однако стабильное наличие отходов на начало года в количестве 41 386 т указывает, что он находится на хранении на объекте размещения отходов и работы по его обезвреживанию не производятся [15–17].

2.2 Технологические, технические решения и системы менеджмента, используемые в настоящее время при обращении с органическими отходами, образующимися в результате производства основных органических веществ

Согласно федеральному статистическому наблюдению [17] в 2020 году на территории Российской Федерации осуществлялось обращение с 18 видами органических отходов II класса опасности, образующимися в результате производства основных органических веществ. В таблице 2.3 сведены данные об основных компонентах, содержащихся в видах отходов, с которыми осуществлялось обращение в 2020 году.

Таблица 2.3 – Основные компоненты, содержащиеся в видах отходов, с которыми осуществлялось обращение в 2020 году

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов по ФККО | Основные компоненты вида отходов |
|-------|--------------------------|--|--|
| 1. | 3 13 011 11 10 2 | Кубовый остаток ректификации бисамина | Амины; агидол 1; димеры; тяжелые остатки |
| 2. | 3 13 124 82 10 2 | Отходы зачистки оборудования в производстве альфа-бутилена | Октен; гексан; бутен-1; гексен-1; гептан |
| 3. | 3 13 124 83 10 2 | Отходы промывки углеводородами и зачистки оборудования в производстве бутена-1 | Н-бутан; гексен-1; 3-метилпентен-1; 2-этилбутан-1; октен-1; полиэтилен; бутен-1; диэтилалюминийхлорид; трибутиламин; этилен; тетрагидрофуран; тетрабутоксититан; триизобутилалюминий |
| 4. | 3 13 125 31 31 2 | Изомеры альфа-олефинов при рекуперации аминов в производстве линейных альфа-олефинов, загрязненные аминами | Олефины C8–C10; 2-этилгексиламин |
| 5. | 3 13 141 56 10 2 | Кубовый остаток ректификации дихлорэтана в производстве винилхлорид мономера | Бензол; трихлорэтилен; оксиллол; 1,1,2 – трихлорэтан; хлороформ; толуол; углерод четыреххлористый; метиленхлорид; 1,2-дихлорэтан; дихлорпропан; хлорбензол; хлорпарафины |
| 6. | 3 13 141 62 10 2 | Кубовый остаток при ректификации винилиденхлорида-сырца | 1,2-дихлорэтан; трихлорэтилен; 1,1,2-трихлорэтан; винилиденхлорид; 1,1-дихлорэтан; 1,2-дихлорэтилен |
| 7. | 3 13 223 11 10 2 | Кислые полимеры при производстве изопропилового спирта методом сернокислотной гидратации пропилена, содержащие серную кислоту до 30% | Серная кислота; полиэтилен; полипропилен; вода |
| 8. | 3 13 242 81 30 2 | Отходы (фенольная смола) при чистке оборудования производства фенолов | Фенолсодержащие смолы; сложный фенол; натрия гидроксид; фенол |

ИТС 52–2022

Окончание таблицы 2.3

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов по ФККО | Основные компоненты вида отходов |
|-------|--------------------------|--|--|
| 9. | 3 13 243 14 33 2 | Отходы переработки кубового остатка ректификации 2,6-ди-трет-бутилфенола | Натриевая (кальциевая) соль толуолсульфо кислоты; натрия гидрокарбонат; метаалюминиевая кислота; 2,4,6-три-трет-бутилфенол; 2,4-ди-трет-бутилфенол; 2,6-ди-трет-бутилфенол |
| 10. | 3 13 243 18 10 2 | Тяжелые смолы синтеза 2-трет-бутил-п-крезола | Алкилфенолы; тяжелые смолы; 2,6-бис(1,1-диметилэтил)-4-метилфенол; 2-третбутил-п-крезол |
| 11. | 3 13 321 22 32 2 | Кубовые остатки производства винилацетата | Уксусная кислота; осмолы; гидрохинон; кротоновый альдегид; уксусный ангидрид; этилидендиацетат; уголь |
| 12. | 3 13 338 11 32 2 | Полибутилакрилат от зачистки оборудования производства бутилакрилата | Полибутилакрилат |
| 13. | 3 13 412 21 10 2 | Кубовый остаток производства метилдиэтанолamina | Метилдиэтанолamin; амины высококипящие C15–C19 |
| 14. | 3 13 515 03 10 2 | Жидкие отходы ректификации сырца метоксидиэтилборана | Метоксидиэтилборан; метанол; пивалева кислота |
| 15. | 3 13 519 32 31 2 | Отходы синтеза триэтилалюминия, содержащие алюминийалкилы | Алюминийалкилы; оксид алюминия; триэтилалюминий; натрий; диэтилалюминийгидрид; тринормальныйбутилалюминий; алюминиевый порошок |
| 16. | 3 13 523 21 10 2 | Кубовый остаток при регенерации толуола в производстве ацетонанила | Анилин; толуол; органические примеси |
| 17. | 3 13 611 02 31 2 | Жидкие органические отходы очистки и ректификации продуктов в производстве ацетальдегида | Кротоновый альдегид; ацетон; масла; масляный альдегид; паральдегид; вода; едкий натр; углеводороды предельные C15–C32; ацетальдегид; уксусная кислота; винилацетат |
| 18. | 3 13 622 21 10 2 | Кубовый остаток ректификации циклогексанона в его производстве | Углеводороды высококипящие; циклогексанон |

Из таблицы 2.3 видно, что в органических отходах, образующихся в результате производства основных органических веществ, с которыми осуществлялось обращение

в 2020 году, основными компонентами являются соединения классов: амины, ароматические углеводороды, галогенсодержащие органические соединения, предельные и непредельные углеводороды.

2.2.1 Накопление органических отходов, образующихся в результате производств основных органических веществ

В соответствии с СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [18] накопление промышленных отходов II класса должно осуществляться в надежно закрытой таре (полиэтиленовых мешках, пластиковых пакетах), на поддонах отдельно. Данное требование может применяться к твердым, сыпучим или пастообразным отходам. Поскольку основная часть отходов производств основных органических веществ находится в текучем состоянии, они накапливаются в закрытых технологических емкостях.

2.2.2 Транспортирование органических отходов, образующихся в производствах основных органических веществ

Транспортирование отходов, образующихся в результате производств основных органических веществ, осуществляется в соответствии с требованиями, установленными для перевозки опасных грузов. Перевозка опасных грузов регламентируется в соответствии с требованиями, установленными следующими нормативными правовыми актами:

- Приложениями А и В Соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов от 30.09.1957 г. (ДОПОГ) [19];

- Правилами перевозок грузов автомобильным транспортом, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 21 декабря 2020 года № 2200 [20];

- Правилами перевозок опасных грузов по железным дорогам, утвержденными Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества независимых государств от 5 апреля 1996 года № 15 [21];

Образцы специальных отличительных знаков, обозначающих класс опасности отходов, а также Порядок нанесения их на транспортные средства, контейнеры, цистерны, используемые при транспортировании отходов, утверждены приказом Минтранса России от 22.11.2021 № 399 [63]. Для транспортирования образователь отходов устанавливает принадлежность отходов к конкретному классу опасного груза для обеспечения их безопасной транспортировки.

Жидкие отходы II класса опасности могут доставляться для их утилизации и обезвреживания железнодорожным транспортом в железнодорожных цистернах либо специализированным автомобильным транспортом в герметичных контейнерах.

Применительно к отходам производств основных органических веществ транспортировка практически не осуществляется, поскольку основная часть отходов

удаляется непосредственно на объектах, принадлежащих предприятиям – образователям отходов.

2.2.3 Утилизация и обезвреживание органических отходов, образующихся в результате производств основных органических веществ

Состав отходов производства основных органических веществ представлен органическими веществами (см. таблицу 2.3).

Основными способами удаления таких отходов являются термические методы, которые реализованы на предприятиях – образователях отходов.

Термические методы

2.2.3.1 Сжигание органических отходов

Область применения. Органические отходы в жидком, твердом, газообразном и пастообразном состояниях.

Описание метода. Сжиганием называется контролируемый процесс окисления твердых, жидких или газообразных горючих отходов. При горении образуются диоксид углерода, вода и зола. Сера и азот, содержащиеся в отходах, образуют при сжигании различные оксиды, а хлор восстанавливается до HCl.

Оптимальное проведение процесса сжигания зависит от соблюдения технологических параметров: температуры в огневом реакторе, удельной нагрузки, рабочего объема реактора, дисперсности распыления, аэродинамической структуры и степени турбулентности газового потока в реакторе и др. Пространство внутри печи разделено на несколько зон, где последовательно протекают процессы, в результате которых происходит сжигание отходов.

Процесс сжигания состоит из пяти стадий, которые, как правило, протекают последовательно, но могут проходить и одновременно. Это сушка, газификация, воспламенение, горение и дожигание. В зоне сушки влага, содержащаяся в отходах, превращается в пар. Общая потребность в энергии на этой стадии состоит из двух составляющих: энергии, необходимой для повышения температуры до 100 °С при атмосферном давлении (для подъема температуры воды с 20 до 100 °С необходимо 334 кДж/кг), и энергии, необходимой для превращения воды в пар (2 260 кДж/кг). Температура других компонентов отходов не может превышать 100°С до тех пор, пока вода не превратится в пар.

На следующей стадии в зоне газификации происходит превращение горючих веществ в летучие компоненты. Летучие газы, проходя по топке, попадают в зону воспламенения и загораются при 250°С. Распространение горения увеличивается при росте плотности и объема газового потока. После воспламенения летучие компоненты сгорают, причем дополнительный подвод тепла уже не требуется. В зоне сгорания повышается температура отходов. Для полного их сгорания в этой зоне необходим подвод достаточного количества воздуха, причем необходимо, чтобы отходы долго находились в зоне высоких температур [22].

Способ сжигания опасных отходов приводит к образованию в отходящих газах высокотоксичных веществ, которые должны быть уловлены в системах очистки. Это приводит к высокой стоимости применения данного метода [23].

Сжигание позволяет одновременно проводить высокотемпературное обезвреживание всех типов отходов и рекуперацию тепловой энергии. Выделяющееся в процессе термообезвреживания тепло может быть использовано для выработки пара и электроэнергии.

Огневой способ обезвреживания отходов является наиболее универсальным, надежным и эффективным по сравнению с другими и имеет преимущественное распространение. Во многих случаях он является единственно возможным способом обезвреживания промышленных органических отходов. Способ применяется для обезвреживания отходов в любом физическом состоянии: жидком, твердом, газообразном и пастообразном. При этом может быть использовано различное аппаратное оформление процесса.

В случае сжигания отходов, содержащих воду, они предварительно подвергаются отстаиванию [24]. Наиболее распространено сжигание в циклонных реакторах, снабженных камерами дожига, в которых завершается процесс при повышенных температурах.

Широко применяется комплексный подход к обезвреживанию отходов органических производств, когда одновременно подвергаются сжиганию отходы и химически загрязненные сточные воды.

Твердые отходы подвозятся в контейнерах на участок накопления. Контейнеры с отходами перемещаются вручную к узлу подготовки для опрокидывания в шредер для измельчения. Измельченные отходы поступают в смеситель для гомогенизации. Контейнер с подготовленными отходами перемещается на подъемное устройство. После подъема контейнер опрокидывается, опорожняется в воронку приемного устройства печи и опускается вниз. Равномерность подачи отходов в печь обеспечивается шлюзовыми устройствами и толкателем в узле загрузки печи.

Жидкие отходы транспортируются насосами по трубопроводам к форсункам (горелкам) печи от узла приготовления жидких отходов. Пастообразные отходы от узла приготовления насосами по трубопроводу транспортируются через специальное сопло непосредственно в печь.

2.2.3.2 Плазменный способ

Область применения. Отходы химических производств, в том числе галогенсодержащие органические соединения [25].

Описание метода. Плазмохимическая технология может быть использована для обезвреживания высокотоксичных жидких и газообразных отходов. Процесс осуществляется в плазмотроне за счет энергии электрической дуги при температуре выше 4000 °С. При такой температуре кислород и любые отходы расщепляются до электронов, ионов и радикалов. Степень разложения токсичных отходов достигает 99,9998 %, а в отдельных случаях 99,99995 %. Известны возможности применения плазменного метода для переработки отходов в восстановительной среде с получением товарных продуктов. В Российской Федерации, например, разработана технология пиролиза жидких хлорорганических отходов в низкотемпературной восстановительной

плазме, позволяющая получать ацетилен, этилен, хлористый водород и продукты на их основе.

Схема плазменного агрегата для переработки жидких хлорорганических отходов проста. Плазмообразующий газ (водород, азотоводородная смесь и др.) нагревается электрической дугой в плазмотроне до 4000–5000 °С. Образующаяся низкотемпературная плазма из сопла плазмотрона поступает в плазмохимический реактор, куда форсунками впрыскиваются хлорорганические отходы. При смешивании отходов с плазмой происходит их испарение, термическое разложение (пиролиз) с получением олефиновых углеводородов, хлористого водорода и технического углерода (сажи). Пиролизный газ подвергают скоростной закалке в закалочном устройстве, а затем охлаждают и очищают от сажи. Очищенный газ используется при синтезе хлорорганических продуктов [22].

Высокая энергоемкость и сложность процесса определяют его применение для переработки только отходов, огневое обезвреживание которых не отвечает экологическим требованиям [23].

Более подробно применение термических методов рассмотрено в ИТС 9-2020 [25].

Физические и физико-химические методы – дистилляция и ректификация

2.2.3.3 Дистилляция

Область применения. Используется для утилизации жидких отходов, не содержащих галогенированные углеводороды.

Описание метода. Дистилляция (регенерация) предназначена для разделения отходов органического синтеза на растворители, подлежащие повторному использованию, и остатки, не подлежащие повторному использованию.

Если отходы органического синтеза содержат воду, то производится предварительное обезвоживание с помощью фильтров-отстойников.

Компонент отхода (органический или водный) в ходе процесса дистилляции испаряется и затем конденсируется. Нагревание потока, подаваемого на дистилляцию, происходит с помощью нагревательных элементов (теплообменников), обеспеченных надлежащей теплоизоляцией или электрическим нагревателем. При достижении точки кипения компонент начинает испаряться. Его пары проходят через конденсатор. Конденсат, очищенный компонент отхода, вытекает из установки. Загрязненный остаток (твердые примеси) удаляется.

Эффективность утилизации отходов органического синтеза возможно повысить за счет:

- а) применения азеотропной дистилляции;
- б) применения вакуумной дистилляции;
- в) использования пленочных испарителей.

Метод дистилляции подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

2.2.3.4 Реэкстракция

Область применения. Используется для утилизации отходов, не содержащих галогенированные углеводороды.

Описание метода. Реэкстракция представляет собой процесс обратного извлечения вещества из экстракта путем обработки специальным раствором, который называют реэкстрагентом. В качестве реэкстрагента используют воду, водные растворы, нерастворимые в экстрагенте органические вещества. Получаемый продукт – реэкстракт.

Существует ряд способов утилизации хлорсодержащих растворителей, таких как адсорбция на углях, ректификация, ионный обмен, адсорбция на молекулярных ситах. Но все данные методы являются сложными, малопроизводительными и экономически нецелесообразными.

Метод реэкстракции подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

2.2.4 Размещение (в части захоронения) органических отходов, образующихся в результате производств основных органических веществ

На дату разработки настоящего информационно-технического справочника в Государственном реестре объектов размещения отходов не выявлены объекты захоронения отходов производств основных органических веществ.

Согласно СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [18] в случае захоронения отходов II класса опасности должны соблюдаться следующие условия:

- захоронение твердых и пылевидных отходов II класса опасности, нерастворимых в воде, должно проводиться в котлованах с уплотнением грунтом с коэффициентом фильтрации не более 10^{-6} сантиметров в секунду;

- пастообразные отходы, содержащие растворимые вещества II класса опасности, подлежат захоронению в котлованах с гидроизоляцией дна и боковых стенок.

Требования к противофильтрационным экранам установлены СП 127.13330.2017 Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию. СНиП 2.01.28-85 [27], который включен в Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», утвержденный приказом Росстандарта от 2 апреля 2020 года № 687.

2.3. Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду при обращении с органическими отходами, образующимися в результате производств основных органических веществ

Эмиссии загрязняющих веществ с разной степенью вероятности могут происходить на всех этапах обращения с отходами производств основных органических веществ.

Привнесение загрязняющих веществ в объекты окружающей среды при сборе, накоплении, транспортировании отходов органического синтеза возможно в случае разгерметизации тары, в которой находятся отходы.

В ходе утилизации и обезвреживания органических отходов производств основных органических веществ всеми описанными методами возможно повышение концентрации вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе. Причинами загрязнения атмосферы, как правило, являются потери легколетучих органических веществ через возможные неплотности в герметичном оборудовании (малое дыхание) и выбросы во время опорожнения оборудования (большое дыхание).

В процессе утилизации и обезвреживания органических отходов производств основных органических веществ потребляются водные ресурсы (в процессе конденсации и нагрева потока, подаваемого на дистилляцию), энергоресурсы, реагенты (вода, растворы реагентов), уголь, ионообменные смолы и т.п.

Текущие уровни потребления в процессах утилизации и обезвреживания органических отходов производств основных органических веществ зависят от применяемых технологических процессов и мощности используемого оборудования и установок.

При проведении процесса дистилляции органических отходов производств основных органических веществ возможны выбросы углеводородов в атмосферу и образование сточных вод, которые подлежат очистке. При осуществлении обезвреживания органических отходов производств основных органических веществ термическими методами при очистке выбросов загрязняющих веществ в атмосферу различными методами будут образовываться отходы. .

Раздел 3. Обращение с ртутьсодержащими отходами I и II классов опасности

3.1 Общая информация о деятельности по обращению с ртутьсодержащими отходами I и II классов опасности

К ртутьсодержащим отходам I и II классов опасности относятся:

- отходы оборудования, содержащего ртуть;
- отходы средств индивидуальной защиты, упаковки, тары, материалов, загрязненных ртутью;
- отходы активированного угля, ионообменных смол, загрязненные ртутью в процессе производства химических веществ и оборудования;
- отходы очистки сточных вод, технологических/обжиговых газов, оборудования при производстве химических веществ,
- технологические отходы производства химических веществ и металлов,
- отходы обезвреживания ртутьсодержащих отходов,
- отходы, образующиеся при ликвидации загрязнений ртутью и ее соединениями,
- ртутьсодержащие лабораторные отходы.

Согласно статистическим данным основная масса ртутьсодержащих отходов представлена отходами оборудования, в частности отходами ртутьсодержащих ламп различных модификаций.

К основным источникам ртутьсодержащих отходов производства относятся: хлорно-щелочное производство, производство серной кислоты, производство меди и цинка.

Ежегодные объемы образования ртутьсодержащих отходов по данным статистического наблюдения за 2018–2021 годы колеблются в диапазоне 9 700–20 500 т/год [15–17].

Принимая во внимание, что значительное количество ртутьсодержащих отходов представлено ртутьсодержащими лампами, которые образуются в том числе в бытовом секторе, фактический объем образующихся ртутьсодержащих отходов превышает данные официальной статистики.

Согласно данным федерального статистического наблюдения ежегодно в Российской Федерации [15–17]:

- утилизируют 1 700–2 000 т ртутьсодержащих отходов;
- обезвреживают 5 600–7 500 т ртутьсодержащих отходов.

Перечень видов ртутьсодержащих отходов, отнесенных к I-II классам опасности, представлен в таблице 3.1, сводные данные федерального статистического наблюдения по обращению с ртутьсодержащими отходами I и II классов за 2018–2021 годы приведены в таблице 3.2 [15–17].

ИТС 52–2022

Таблица 3.1 – Перечень видов ртутьсодержащих отходов, отнесенных к I-II классам опасности

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов | Класс опасности |
|-------|--------------------------|--|-----------------|
| 1. | 3 12 152 42 61 1 | Ткань полипропиленовая, отработанная при очистке едкого натра от ртути в производстве хлора и каустика ртутным методом | 1 |
| 2. | 3 12 152 71 39 1 | Смесь осадков механической и физико-химической очистки сточных вод производства хлора и каустика ртутным методом | 1 |
| 3. | 3 12 152 72 20 1 | Уголь активированный, загрязненный ртутью при очистке сточных вод производства хлора и каустика ртутным методом | 1 |
| 4. | 3 12 152 73 20 1 | Ионообменная смола, отработанная при очистке сточных вод производства хлора и каустика ртутным методом | 1 |
| 5. | 3 12 152 91 20 1 | Отходы термической регенерации ртути из ртутьсодержащих отходов производства хлора и каустика ртутным методом | 1 |
| 6. | 3 12 223 01 39 1 | Осадок хлоридов ртути при очистке технологических газов медеплавильного производства от ртути раствором сулемы | 1 |
| 7. | 3 12 224 01 39 1 | Осадок, содержащий ртуть и селен, мокрой очистки обжиговых газов цинкового производства при их утилизации в производстве кислоты серной | 1 |
| 8. | 3 12 832 72 33 1 | Отходы зачистки электролизеров производства хлора и каустика ртутным методом, содержащие преимущественно графит и ртуть | 1 |
| 9. | 3 13 141 54 20 2 | Катализатор на основе активированного угля, пропитанный сулемой, отработанный при гидрохлорировании ацетилена в производстве винилхлорид мономера | 2 |
| 10. | 3 13 141 59 20 2 | Отходы ртутьсодержащие зачистки оборудования гидрохлорирования ацетилена на катализаторе на основе активированного угля, пропитанного сулемой, в производстве винилхлорид мономера | 2 |
| 11. | 3 55 113 11 10 1 | Ртуть конденсированная при переплавке золотосодержащего сырья с содержанием ртути более 0,1% | 1 |
| 12. | 3 72 415 93 40 1 | Уголь активированный, отработанный при газоочистке демеркуризации отходов производства ламп люминесцентных, загрязненный ртутью | 1 |
| 13. | 4 71 101 01 52 1 | Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства | 1 |

Продолжение таблицы 3.1

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов | Класс опасности |
|-------|--------------------------|---|-----------------|
| 14. | 4 71 111 01 52 1 | Реле импульсные ртутьсодержащие, утратившие потребительские свойства | 1 |
| 15. | 4 71 111 21 52 1 | Прессостаты ртутьсодержащие, утратившие потребительские свойства | 1 |
| 16. | 4 71 121 11 53 1 | Элементы гальванические нормальные, содержащие сульфат кадмия, ртуть и ее соединения, утратившие потребительские свойства | 1 |
| 17. | 4 71 121 12 53 1 | Отходы элементов и батарей ртутно-цинковых | 1 |
| 18. | 4 71 311 11 49 1 | Бой стеклянный ртутных ламп и термометров с остатками ртути | 1 |
| 19. | 4 71 411 11 52 1 | Средства индивидуальной защиты органов дыхания от паров ртути и ртутьсодержащих соединений отработанные | 1 |
| 20. | 4 71 421 11 52 2 | Перчатки резиновые, загрязненные ртутью | 2 |
| 21. | 4 71 611 11 29 1 | Упаковка из полимерных материалов, загрязненная ртутью | 1 |
| 22. | 4 71 711 12 40 1 | Уголь активированный, загрязненный ртутью | 1 |
| 23. | 4 71 811 11 10 1 | Ртуть, утратившая потребительские свойства в качестве рабочей жидкости | 1 |
| 24. | 4 71 910 00 52 1 | Отходы вентилях ртутных | 1 |
| 25. | 4 71 920 00 52 1 | Отходы термометров ртутных | 1 |
| 26. | 4 71 931 11 52 1 | Детали приборов лабораторных, содержащие ртуть, утратившие потребительские свойства | 1 |
| 27. | 4 71 941 11 52 1 | Барометр ртутный, утративший потребительские свойства | 1 |
| 28. | 4 71 991 11 52 1 | Отходы вентилях, термометров, ламп ртутных, ртутно-кварцевых, люминесцентных в смеси, утративших потребительские свойства | 1 |
| 29. | 7 47 412 11 33 1 | Ступпа при демеркуризации ртутьсодержащих отходов | 1 |
| 30. | 7 47 421 11 10 1 | Ртуть металлическая при вибропневматической обработке отходов оборудования, содержащего ртуть | 1 |
| 31. | 7 47 421 12 10 1 | Отходы ртути металлической в смеси с люминофором при демеркуризации ртутных, ртутно-кварцевых, люминесцентных ламп | 1 |
| 32. | 7 47 421 13 10 1 | Ртуть металлическая при термической демеркуризации ртутных, ртутно-кварцевых, люминесцентных ламп | 1 |
| 33. | 7 47 425 11 41 1 | Концентрат люминофора при обезвреживании ртутьсодержащих отходов | 1 |
| 34. | 7 47 471 11 20 1 | Химический поглотитель паров ртути на основе угля активированного отработанный | 1 |

ИТС 52–2022*Окончание таблицы 3.1*

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов | Класс опасности |
|-------|--------------------------|---|-----------------|
| 35. | 9 32 101 11 39 1 | Отходы демеркуризации боя ртутьсодержащих изделий мыльно-содовым раствором | 1 |
| 36. | 9 32 201 11 39 2 | Грунт при ликвидации разливов ртути, загрязненный ртутью | 2 |
| 37. | 9 41 451 01 10 1 | Растворы, содержащие соли ртути, отработанные при технических испытаниях и измерениях | 1 |
| 38. | 9 41 451 51 32 1 | Растворы, содержащие оксиды ртути, отработанные при технических испытаниях и измерениях | 1 |

Таблица 3.2 – Данные федерального статистического наблюдения по обращению с ртутьсодержащими отходами I и II классов опасности за 2018–2021 гг. [15–17]

| Год | Образование, т | Поступление, т | Передано для утилизации, т | Утилизировано, т | Передано для обезвреживания, т | Обезврежено, т | Передано на хранение, т | Хранение, т | Передано на захоронение, т | Захоронено в текущем году, т |
|------|----------------|----------------|----------------------------|------------------|--------------------------------|----------------|-------------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|
| 2018 | 20 573,6 | 23 159,7 | 12 417,1 | 1 708,5 | 24 337,2 | 7 421,7 | 200,983 | 22,290 | 523,153 | 7,608 |
| 2019 | 17 093 | 45 445 | 5 172 | 8 114 | 37 106 | 7 456 | 3 011 | 9 | 9 | 3 |
| 2020 | 11 968 | 19 882 | 10 835 | 11 829 | 10 328 | 6 071 | 62 | 51 | 62 | 1 |
| 2021 | 9 725 | 11 615 | 1 871 | 2 161 | 9 102 | 5 687 | 71 | 8 | 12 | 0 |

ИТС 52–2022

Действующим законодательством установлены требования к организации раздельного сбора, накопления, транспортирования, обезвреживания и размещения ртутьсодержащих отходов в независимости от их происхождения [29]. При обращении с ртутьсодержащими отходами требуется:

- использование специальной тары для сбора и транспортировки ртутьсодержащих отходов,
- применение транспортных средств, обеспечивающих безопасную доставку ртутьсодержащих отходов к местам их переработки и обезвреживания;
- использование специального технологического оборудования для переработки и обезвреживания ртутьсодержащих отходов;
- проведение мониторинга состояния окружающей среды с использованием ртутных анализаторов и специальных методик при выполнении работ, связанных со сбором, накоплением, обезвреживанием и размещением ртутьсодержащих отходов;
- привлечение к работам лиц, которые имеют соответствующие сертификаты, дающие право на работу с ртутьсодержащими отходами.

Обращение с отходами ртутьсодержащих ламп осуществляется в соответствии с требованиями, установленными постановлением Правительства РФ от 28 декабря 2020 года № 2314 «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде».

Требования к накоплению отработанных ртутьсодержащих ламп установлены в пп. 3–8 указанных Правил [29].

Транспортирование ртутьсодержащих ламп осуществляется с соблюдением требований следующих документов:

- Правил перевозок грузов автомобильным транспортом, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 21 декабря 2020 года № 2200 [20];
- Правил перевозок опасных грузов по железным дорогам, утвержденных Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества независимых государств от 5 апреля 1996 года № 15 [21];
- Европейского соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов от 30 сентября 1957 года (ДОПОГ), приложения А и В [19];
- установления образцов специальных отличительных знаков, обозначающих класс опасности отходов, а также Порядка нанесения их на транспортные средства, контейнеры, цистерны, используемые при транспортировании отходов, утвержденных приказом Минтранса России от 22 ноября 2021 года № 399 [63].

Накопление промышленных отходов I класса опасности допускается исключительно в герметичных оборотных (сменных) емкостях (контейнеры, бочки, цистерны), II – в надежно закрытой таре (полиэтиленовых мешках, пластиковых пакетах) [18].

Накопление отходов I-II классов опасности осуществляется в закрытых складах раздельно [18].

В Государственный реестр объектов размещения отходов включено 14 объектов хранения отходов и один объект захоронения ртутьсодержащих отходов. В Российской

Федерации функционирует порядка 100 предприятий по переработке ртутьсодержащих отходов потребления.

В некоторых крупных городах, таких как Москва и Санкт-Петербург, специализированные компании бесплатно принимают от населения ртутьсодержащие отходы в экомобилях и из экобоксов [30].

Например, предприятие ООО НПП «ЭКОТРОМ» организовало около 1 300 пунктов приема ртутных ламп от населения. Производственная база предприятия позволяет утилизировать следующие группы отходов:

- прямые люминесцентные лампы;
- энергосберегающие, компактные и светодиодные лампы;
- ртутные термометры и градусники;
- ртутьсодержащие лампы типа ДРЛ, ДНАТ, бактерицидные, кольцевые и др.;
- лампы солярия;
- ртутьсодержащие отходы, в том числе: ртутьсодержащие приборы и оборудование, бой ламп, LCD мониторы и панели, ступа;
- ртуть вторичная (некондиционная), товарная (с истекшим сроком годности), соединения ртути.

В г. Владивостоке в рамках проекта «Утилизируй правильно» оборудуются места для организованного сбора отработанных ртутных ламп, термометров и элементов питания (батареек). Аналогичную деятельность в своих регионах осуществляет ООО «ЭП «Меркурий», организуя передвижные пункты приема от населения вышедших из строя ртутных ламп [31].

Также во многих населенных пунктах устанавливаются специальные контейнеры для сбора старых термометров, ламп и батареек.

В настоящее время в Российской Федерации осуществляет свою деятельность некоммерческое партнерство «Ассоциация предприятий по обращению с ртутьсодержащими и другими опасными отходами» (далее – НП «АРСО») [31]. Оно объединяет более 40 предприятий, расположенных в 24 субъектах Российской Федерации (с филиалами в 27 субъектах). Предприятия НП «АРСО» обрабатывают, обезвреживают и утилизируют практически все виды ртутьсодержащих отходов.

К наиболее крупным предприятиям, осуществляющим переработку ртутьсодержащих отходов, относятся:

- ЗАО «НПП «Кубаньцветмет» – способно перерабатывать практически все виды ртутьсодержащих отходов потребления с получением товарной ртути; имеет значительные мощности по рафинированию черновой (отработанной) ртути и производству различных (в том числе сверхчистых) соединений ртути;

- ООО «Мерком» – осуществляет сбор, транспортировку, обработку, утилизацию отработанной (некондиционной, черновой) металлической ртути, соединений ртути, приборов с ртутным наполнением, ртутных ламп, ртутно-цинковых гальванических элементов, твердых, пастообразных и жидких ртутьсодержащих отходов; осуществляет рафинирование отработанной (некондиционной, черновой) металлической ртути с целью получения товарного (вторичного) металла; основной товарной продукцией предприятия являются металлическая ртуть марок Р0 и Р1 и соединения ртути реактивной чистоты [32];

- ООО «Экорецикл» – перерабатывает до 2 млн ртутных ламп, 0,6–0,7 т ртутных термометров, 0,3–0,4 т ртутных приборов, собирает до 0,3 т черновой ртути [32];

ИТС 52–2022

- ООО «Экологическое предприятие «Меркурий» – обезвреживает до 2 млн ртутных ламп, 1,1 т ртутных термометров, 0,3 т вторичной ртути, до 0,5–0,6 т прочих РСО и до 100–110 т отходов оргтехники [32];

- «Научно-производственное предприятие «Экотром» – перерабатывает до 6,5–7 млн люминесцентных (линейных) ламп, до 1–1,5 млн компактных люминесцентных ламп, 4 т ртутных термометров и приборов, до 1,6 т вторичной ртути, порядка 500 т отходов оргтехники [32].

На некоторых предприятиях, которые являются источниками ртутьсодержащих отходов производства, организована переработка собственных высококонцентрированных ртутьсодержащих отходов. К таким предприятиям относятся: АО «Каустик» (Башкирия), АО «Каустик» (г. Волгоград), ОАО «Белвитамины» (г. Белгород). Данные предприятия осуществляют переработку ртутьсодержащих отходов с целью регенерации ртути. Однако в результате переработки образуются отходы с меньшим содержанием ртути (0,2–0,4%), остающиеся отходами I класса опасности и требующие специальных мероприятий для их хранения [33].

В рамках реализации федерального проекта «Инфраструктура для обращения с отходами I-II классов опасности» Госкорпорацией «Росатом» планируется к 2024 году перепрофилировать ряд объектов по уничтожению химического оружия и ввести в эксплуатацию межрегиональные производственно-технические комплексы, нацеленные на обработку, утилизацию и обезвреживание отходов I и II классов (далее – ПТК). В рамках перепрофилирования создается 4 комплекса. Три комплекса будут введены как объекты нового строительства [34].

В рамках реализации данного проекта для утилизации и обезвреживания ртутьсодержащих отходов было принято использовать технологию, опирающуюся на следующие технологические решения.

Сущность метода утилизации ртутьсодержащих отходов заключается в сортировке отходов, выделении из отхода ртути или ртутьсодержащих компонентов, извлечении из них ртути путем термической демеркуризации, получении товарной продукции (ртути) и материалов, представляющих собой продукцию для вторичного использования.

Указанным методом можно утилизировать широкий спектр ртутьсодержащих отходов, таких как: ртутные лампы всех видов; оборудование и приборы с ртутным наполнением; грунты, шламы очистных систем, катализаторы, адсорбенты и другие виды промышленных отходов.

Кроме ПТК, создаваемых путем перепрофилирования объектов по уничтожению химического оружия, в рамках федерального проекта «Инфраструктура для обращения с отходами I-II классов опасности» на территории бывшего ОАО «Усольехимпром» планируется ввод в эксплуатацию ПТК «Восток» (г. Усолье-Сибирское, Иркутская область) [14].

Для утилизации и обезвреживания ртутьсодержащих отходов на ПТК «Восток» запроектированы технология и оборудование группы компаний «BEAUDIN» (США) и «Verda International» (Франция). Технологический процесс, планируемый к реализации на ПТК «Восток», включает следующие технологические операции [35]:

- предварительная механическая обработка отходов с целью подготовки их к термической обработке (дробление, калибровка, сушка);

- непрямая термическая десорбция подготовленных отходов с очисткой технологических газов, выделением вторичной ртути и обезртученной минеральной составляющей.

В целом для утилизации и обезвреживания ртутьсодержащих отходов используют технологии, основанные на различных методах:

1) технологии утилизации и обезвреживания ртутьсодержащих отходов, основанные на термических методах:

- высокотемпературный обжиг в трубчатой вращающейся печи (прямая термическая десорбция);

- термообработка в шнековой трубчатой печи;

- технология термической вакуумной дистилляции (термовакuumная технология);

- высокотемпературная термическая десорбция в трубчатой вращающейся печи (непрякая термическая десорбция);

2) технологии обезвреживания оборудования, содержащего ртуть, основанные на химических методах:

- метод мокрой химической демеркуризации (гидрометаллургический метод);

3) технологии обезвреживания ртутьсодержащего оборудования, основанные на физико-химических методах:

- технология обезвреживания и утилизации люминесцентных ламп разделением их на компоненты на установках.

3.2 Технологические, технические решения и системы менеджмента, используемые в настоящее время в области обращения с ртутьсодержащими отходами I и II классов опасности

3.2.1 Технологии утилизации ртутьсодержащих отходов термическими методами

Высокотемпературный обжиг

Область применения. Утилизация различных видов ртутьсодержащих отходов с целью выделения вторичной ртути.

Описание метода. Высокотемпературный обжиг заключается в прокаливании (обжиге) ртутьсодержащих отходов в трубчатой вращающейся печи при температуре 450–550 °С в вакуумной среде или при атмосферном давлении с последующей отгонкой ртути, ее улавливанием и конденсацией.

В результате образуются товарная ртуть и вторичные отходы в виде составляющих оборудования, включая бой люминесцентных ламп [34,35].

Метод высокотемпературного обжига подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

Термообработка в шнековой трубчатой печи

Область применения. Метод используется для удаления ртути в люминесцентных лампах и горелках ламп ДРЛ с целью получения вторичной ртути.

Описание метода. Процесс демеркуризации обработанных ртутных ламп состоит из возгонки ртути из предварительно раздробленных ламп, последующей конденсации паров ртути и удаления вторичных продуктов переработки [34, 35].

Метод термообработки в шнековой трубчатой печи подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

Термовакuumная технология

Область применения. Демеркуризация вышедших из строя приборов с ртутным наполнением (термометров, игнитронов, и пр.), загрязненных капельной ртутью строительных материалов (штукатурки), почв, люминесцентных ламп всех типов, горелок ртутных ламп высокого давления типа ДРЛ и энергосберегающих ламп (ЭСЛ).

Установка, в которой реализован термовакuumный метод, не приспособлена к переработке грязных, битых ламп, влажных отходов, отходов с содержанием пластмасс, так как ее вакуумная система выходит из строя как от воды, так и от других веществ, компоненты которых засоряют вакуумную систему [36].

Описание метода. Принцип действия установок, работающих по данной технологии, основан на зависимости давления насыщенного пара ртути от температуры. Обрабатываемые люминесцентные лампы, ртутные колбы и трубки разрушаются в камере установки, нагреваются до температуры быстрого испарения ртути, а пары ртути откачиваются вакуумной системой установки через низкотемпературную ловушку (НТЛ), на поверхности которой происходит конденсация ртути, стекающей в сборник в виде жидкого металла после размораживания ловушки [36].

Термовакuumная технология подробно описана в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

3.2.2 Технологии утилизации и обезвреживания оборудования, содержащего ртуть, основанные на химических методах

Метод мокрой химической демеркуризации (гидрометаллургический метод)

Область применения. Метод используется для утилизации и обезвреживания люминесцентных ламп разных типов и размеров, в том числе компактных люминесцентных ламп, линейных трубчатых люминесцентных ламп, U-образных и фигурных люминесцентных ламп и т.д., а также боя ламп и ртутьсодержащих приборов.

Описание метода. Основная концепция обезвреживания ламп состоит в том, что на поверхность измельчаемых ртутьсодержащих ламп распылением (капельным путем) наносится химический демеркуризатор, при этом металлические цоколи отделяются и поступают в отдельный контейнер. При самопроизвольном высыхании и разложении химических соединений препарата выделяются высокоактивная сера, сероводород, СаО и тепло, которое интенсифицирует дальнейшее разложение препарата и обеспечивает сушку смоченных поверхностей. В процессе смачивания и сушки содержащаяся на поверхности стекла и сорбированная люминофором ртуть преобразуется в сульфидную форму [26].

Метод мокрой химической демеркуризации (гидрометаллургический метод) подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

Термохимическая технология периодического действия

Область применения. Метод применяется для ртутьсодержащих ламп.

Описание метода. Целые лампы нагревают, выдерживают 25 мин при температуре, обеспечивающей десорбцию ртути, и резко охлаждают путем контакта горячей лампы в смесителе с раствором серосодержащего реагента (реже используют йодсодержащий реагент). В итоге происходит термическое разрушение колбы, а ртуть связывается (технология Сэлта); производительность установки – до 180 ламп/ч. Термохимическая технология не может работать в непрерывном режиме [26].

Термохимическая технология периодического действия подробно описана в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

3.2.3 Технологии утилизации оборудования, содержащего ртуть, основанные на физико-химических методах

Технология утилизации ртутьсодержащих отходов с использованием пневмо-вибрационных сепараторов

Область применения. Переработка люминесцентных ламп.

Описание метода. Принцип действия основан на разделении ртутных ламп на главные составляющие: стекло, металлические цоколи и ртутьсодержащий люминофор. Очищенные от ртути стекломой и металлические цоколи (алюминиевые и стальные) используются как вторичное сырье. Люминофор также является сырьем для получения ртути на специализированных предприятиях [37].

Установка состоит из двух основных блоков:

- устройства разделения ламп, состоящего из узла загрузки, пневмо-вибрационного сепаратора с дробилкой, циклона;
- системы очистки, включающей в себя фильтр рукавный, адсорбер и газодувку с компрессором.

Ртутные лампы подаются в узел загрузки. На вибрирующей решетке цоколи отделяются от стекла и удаляются в сборник – технологический контейнер. По мере заполнения цоколями технологический контейнер направляется в демеркуризационно-отжиговую электрическую печь, газовые выбросы из которой поступают в систему очистки. В результате термической обработки цоколи полностью очищаются от остаточных загрязнений ртутью. Доочистка цоколей от ртути может быть осуществлена с применением иных методов.

Отделение люминофора от стекла осуществляется за счет выдувания его в противоточно движущейся системе «стекломой-воздух» в условиях вибрации. Очищенное от люминофора стекло поступает в бункер-накопитель. Основная масса люминофора улавливается в циклоне и попадает в сборник люминофора (представляющий собой транспортную металлическую бочку с полиэтиленовым мешком-вкладышем и специальной крышкой). Остальные 3–5% люминофора осаждаются в приемнике рукавного фильтра и в дальнейшем также упаковываются в транспортные металлические бочки.

Воздушный поток последовательно очищается от люминофора в циклоне, рукавном фильтре и адсорбере.

Технология утилизации ртутьсодержащих отходов подробно описана в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

Технология утилизации и обезвреживания грунтов, загрязненных ртутью

Технология основана на последовательно реализуемых операциях по классификации грунтов, промывке грунта оборотной водой на вибросите, обогащении полученных фракций с получением черновой ртути и шлама, подвергаемого термическому обезвреживанию с выделением черновой ртути [39]

Комплексная установка компании «МРТ», планируемая для запуска на ПТК «Восток» [35]

Область применения. Обезвреживание всех видов ламп; отходов от электротехнических изделий, содержащих ртуть; промышленных PCO – осадки из отстойников систем водоочистки, адсорбенты от систем газоочистки от ртути; отработанные катализаторы химических производств; загрязненный грунт и строительные конструкции; других отходов, содержащих ртуть и ее соединения, с получением вторичной продукции.

Описание метода. Установка состоит из трех независимых модулей, каждый из которых может использоваться самостоятельно:

- модуль по переработке трубчатых и компактных ламп LP 200 (LP 200 – модуль № 1);
- модуль по переработке ламп высокой интенсивности HID LAMP PROCESSOR (HIDP – модуль № 2);
- модуль термообработки различных видов ртутьсодержащих отходов Дистиллер – CPD (CPD – модуль № 3).

Установка функционирует как единая технологическая схема (три модуля включаются в единую технологическую цепочку). При этом каждый модуль установки может функционировать самостоятельно, обеспечивая переработку PCO, соответствующих их функциональному назначению.

При переработке ртутьсодержащих отходов задействуются все три модуля. На модулях № 1 и № 2 выполняются следующие технологические операции:

- дробление (разборка) ламп;
- разделение полученных компонентов ламп на фракции;
- сортировка с получением отдельно собираемых фракций, таких как металлические наконечники, порошок люминофора, фракции стекла;
- загрузка получаемых компонентов в тару;
- передача тары с полученными фракциями на демеркуризацию или на накопление.

Переработка ламп на модулях № 1 и № 2 осуществляется с использованием метода «холодной сухой» сортировки с предварительным дроблением ламп. В процессе переработки достигается разделение массы, образующейся в результате дробления, на составные компоненты: стекло, металл, флуоресцентный порошок или стержень зажигания.

Демеркуризация фракций отходов, содержащих ртуть, выполняется на модуле № 3 с получением ртути (качество P0) и очищенных фракций.

Описание технологии переработки: ртутьсодержащие отходы поступают в бочках по 30 или 200 л. Загруженный материал последовательно проходит три зоны нагрева. Максимальная температура нагрева достигает 700 °С.

Газы, содержащие пары ртути, воды и продуктов горения, подаются из камеры сгорания в конденсатор, где на поверхности теплообменника конденсатора с водяным

охлаждением происходит конденсация паров ртути в жидкую ртуть. Ртуть, смешанная с водой, испарившейся из обработанного материала, накапливается в конденсаторе, отстаивается и сливается. Отработанный воздух поступает на угольный фильтр, фильтруется и сбрасывается в атмосферу. Твердый обезвреженный материал, прошедший через три термокамеры, далее подвергается охлаждению и выгружается через бункер разгрузки в бочки по 200 л.

ПТК «Восток» [35]

Область применения: переработка ртутьсодержащих отходов.

Описание метода. Комплекс установок термодесорбции предусматривает:

- удаление из ртутьсодержащих отходов содержащейся элементарной ртути и ртути, образованной при разложении ее соединений в виде паров, конденсацию паров и сбор ртути;

- дожиг технологических газов и их очистку до установленных в Российской Федерации нормативных значений.

Технологический процесс включает следующие операции:

1. Подготовка ртутьсодержащих отходов для подачи в установки непрямо́й термодесорбции (далее – НТД) и прямо́й термодесорбции (далее – ПТД).

Твердые ртутьсодержащие отходы с участка хранения отходов поступают в секцию хранения и предварительного дробления. После первичного просеивания на вибросите ртутьсодержащие отходы размером <400мм направляются в секцию смешения и хранения.

Далее ртутьсодержащие отходы через второе вибросито (размер ячейки ~ 400мм) направляются в первичную дробилку на измельчение до максимального размера 100 мм.

После первичной дробилки ртутьсодержащие отходы направляются во вторичную дробилку для измельчения до максимального размера в 35 мм. После вторичной дробилки ртутьсодержащих отходов размером <35 мм они направляются в установку НТД.

Пастообразные ртутьсодержащие отходы первоначально поступают в секцию накопления и очистки шлама. В обводненный шлам вводят флокулянты и подвергают центрифугированию. Выделенную твердую фракцию направляют в секцию смешения и хранения установки НТД, а водную – на установку очистки воды.

Ртутьсодержащий осадок/остаток процесса очистки воды является сырьем установки ПТД. Вода направляется в основную установку очистки воды.

2. Процесс непрямо́й термодесорбции (НТД).

Отходы, поступающие на установку НТД:

- грунт при ликвидации разливов ртути, загрязненный ртутью;
- смесь осадков механической и физико-химической очистки сточных вод производства хлора и каустика ртутным методом;

- отходы термической регенерации ртути из ртутьсодержащих отходов производства хлора и каустика ртутным методом;

- лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства;

- бой стеклянный ртутных ламп и термометров с остатками ртути;

- отходы термометров ртутных;

ИТС 52–2022

- концентрат люминофора при обезвреживании ртутьсодержащих отходов;
- осадок (шлам) от очистки сточных вод (от участка обезвреживания РСО);
- шлам от фильтрования сточных вод (от участка обезвреживания РСО) от мытья полов в зданиях 4, 5 и пропарки тары на участке 20).

Через приемный бункер сырье (ртутьсодержащие отходы, просеянные до размера фракции менее 35 мм) подается на загрузочный конвейер установки НТД и далее в сушилку.

Установкой предусмотрено шесть жидкостных горелок мощностью ~ 3,3 ГДж/ч с воздушной тягой, которые обеспечивают правильное сгорание и значительный избыток воздуха. В качестве топлива используется дизельное топливо.

Секция нагрева сушилки находится в изолированной зоне горения. Для сохранения тепла контейнер теплоизолирован высокотемпературной изоляцией толщиной 150мм.

Отработанные горячие отходы из барабана роторной сушилки направляются в охладитель продуктов. Газовая фаза из барабана роторной сушилки направляется в горячий фильтр.

Для охлаждения отработанной среды в охладитель подается вода. В охладителе для предотвращения неконтролируемых выбросов предусмотрен рукавный фильтр. Пыль с рукавного фильтра подается в охладитель винтовым конвейером. Вода, подаваемая в охладитель, частично испаряется, и водяной пар, через фильтр воздуходувкой отводится в атмосферу.

Очищенная почва и отходы выгружаются из охладителя в наклонный конвейер (с ручным приводом и радиальным ходом) и выводятся с установки НТД.

3. Процесс прямой термодесорбции (ПТД).

Отходы, поступающие на установку ПТД:

- уголь активированный, загрязненный ртутью при очистке сточных вод производства хлора и каустика ртутным методом;
- уголь активированный, отработанный при газоочистке демеркуризации отходов производства ламп люминесцентных, загрязненный ртутью;
- отходы ртутьсодержащие зачистки оборудования гидрохлорирования ацетилена на катализаторе на основе активированного угля, пропитанного сулемой, в производстве винилхлорид мономера;
- химический поглотитель паров ртути на основе угля активированного отработанный;
- катализатор на основе активированного угля, пропитанного сулемой, в производстве винилхлорид мономера;
- уголь активированный отработанный от участка обезвреживания РСО;
- осадок (шлам) от очистки сточных вод (от участка обезвреживания РСО);
- шлам от фильтрования сточных вод (от участка обезвреживания РСО: от мытья полов в зданиях 4, 5 и пропарки тары на участке 20).

Подготовленное сырье помещается в загрузочный бункер, откуда шнековым питателем подается в ротационную печь. В качестве топлива используется дизельное топливо.

Сушилка оснащена горелкой, работающей на дизельном топливе, в результате чего образуются продукты сгорания, выступающие в качестве сушильных агентов для сушки отходов. За счет вращения корпуса происходит подача сырья на обработку.

Твердая фракция, выходящая из печи, сбрасывается через поворотный клапан в изолированные приемные бункеры. Газовая фаза (продукты сгорания) из печи направляются в горячий фильтр установки НТД. Система очистки газов общая для установок ПТД и НТД.

4. Система очистки газа

Газовая фаза подвергается нескольким последовательным этапам обработки:

- 1) фильтрация;
- 2) охлаждение потока горячего газа в холодильнике/конденсаторе до температуры не выше 80 °С;
- 3) далее охлажденные газы поступают в трубу Вентури, где выпадают оставшиеся твердые частицы из паровой фазы;
- 4) охлаждение потока газовой фазы в насадочном скруббере до температуры ниже 50 °С;
- 5) охлаждение газов в теплообменнике до температуры ~10 °С;
- 6) подогрев потока газов на 2,5 С в канальном подогревателе для исключения выпадения влаги, подача в угольный абсорбер для снижения концентрации ртути в газовом потоке почти до нулевых значений;
- 7) газовая фаза подается в термоокислитель для сжигания остаточных органических соединений. Газ нагревается до температуры 800–1100 °С;
- 8) после окислителя поток газа подается в охладитель/скруббер для удаления кислых газов (HCl и SO₂), образующихся в окислителе;
- 9) для дополнительной очистки отходящего газа от ртути после скруббера предусмотрен мембранный абсорбционный фильтр, проходя через который, газ направляется в атмосферу через дымовую трубу.

5. Система обработки воды и выделения ртути.

Конденсат, образующийся в системе очистки газов, направляется в емкость-загуститель, которая оснащена переливной перегородкой для раздела фаз. Отделившаяся вода от ртути и примесей насосом подается обратно в систему очистки газов.

Далее происходят выделение из шлама жидкой фазы и обработка ее фильтрующей добавкой (обычно диатомовая земля или гипс), в оставшийся шлам добавляется коагулянт – сульфат алюминия – для улучшения отделения твердых частиц из жидкости. Для удаления твердых частиц из шлама применяются гидравлические фильтр-прессы, куда подается шлам, оставшийся от жидкой фазы. Жидкая фаза после фильтр-прессов отправляется в осветлители. Вначале происходит отделение элементарной ртути от фильтруемой воды при прохождении потока по наклонным пластиковым пластинам.

Далее в поток жидкости подаются сульфид натрия и щелочь для осаждения растворенной ртути. Осажденная ртуть из осветлителя откачивается на фильтр-прессы. Получаемая на фильтр-прессах твердая фаза повторно подается в сушилку для обработки.

Из осветлителя вода подается в накопительный резервуар, далее после предварительной очистки на фильтрах с активированным углем проходит очистку от ртути и затем подается обратно в систему.

6. Ртуть, выделяемая в процессе очистки воды процесса НТД, подвергается следующим трем этапам подготовки:

- «кислородный этап», в результате которого удаляются практически все примеси из ртути (длительность составляет от 3 до 14 дней);
- «азотный этап», в результате которого из ртути удаляется весь кислород (длительность составляет ~ 14 дней);
- крайняя дистилляция, происходит в дистилляторе тонкой очистки.

Рассматриваемая технология утилизации ртутьсодержащих отходов на ПТК «Восток» позволяет не только обезвредить ртутьсодержащие отходы, но и получить товарные вторичные продукты. Переработка ртутьсодержащих отходов позволяет получить товарный продукт – ртуть, в ряде случаев ртуть марки Р0, полученный металл направляется на предприятия промышленности, стекло – на дальнейшую переработку [35].

Продукцией отделения демеркуризации ртутьсодержащих отходов является ртуть по ГОСТ 4658-73 марок Р0, Р1, Р2 и Р3.

3.3 Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду при обращении с ртутьсодержащими отходами I и II классов опасности

При температуре выше 18 °С ртуть обладает высокой токсичностью по отношению к окружающей среде и здоровью человека. В соответствии с этим обращение с ртутьсодержащими отходами должно сопровождаться соблюдением требований безопасности.

Нарушение условий сбора, временного хранения, транспортировки и утилизации ртутьсодержащих отходов может повлечь возникновение как острых, так и хронических отравлений парами ртути. Кроме того, возможно ртутное загрязнение помещений, территории, воздуха, почвы, воды (среды обитания человека).

Отработанные ртутьсодержащие отходы должны храниться на специализированной площадке отдельно от помещений бытового или производственного назначения.

Место временного хранения отходов должно хорошо вентилироваться и быть защищенным от атмосферных явлений, должно быть сделано из водонепроницаемого, не сорбционного материала, предотвращающего попадание вредных паров ртути в окружающую среду, иметь надежно запираемые двери с предупреждением в виде знака ядовитых веществ, а также с данными о лице, которое отвечает за хранение отходов.

Обязательным условием при доставке ртутьсодержащих отходов на утилизацию и обезвреживание является обеспечение целостности и герметичности.

Отходы и приборы с ртутным наполнением должны упаковываться и транспортироваться в специальной таре, соответствующей техническим условиям на тару для сбора и транспортирования ртутьсодержащих отходов и изделий. При транспортировании ртутьсодержащих отходов необходимо обеспечивать обязательную

укладку мест правильными рядами во избежание повреждения тары в пути, потери ртути и заражения транспортных средств и местности ртутью [38].

Работы, связанные с обращением ртутьсодержащих отходов, должны сопровождаться инструментальным контролем на содержание ртути в рабочей зоне, в выбросах из оборудования в окружающую среду и в образующихся вторичных отходах.

На участке обезвреживания и утилизации ртутьсодержащих отходов образуются следующие отходы I и II классов опасности, которые подлежат переработке на установке ПТД на участке обезвреживания и утилизации РСО:

- средства индивидуальной защиты органов дыхания от паров ртути и ртутьсодержащих соединений отработанные;
- химический поглотитель паров ртути на основе угля активированного отработанный;
- осадок (шлам) от очистки и фильтрования сточных вод (от участка обезвреживания РСО);
- перчатки резиновые, загрязненные ртутью.

Рассмотренные термические методы утилизации ртутьсодержащих отходов могут использоваться для получения вторичной ртути из отходов с ртутным наполнением. При этом должна быть обеспечена защита персонала от паров ртути при нестационарных режимах работы: аварийное отключение электропитания, при загрузке и выгрузке отходов, ремонте оборудования и т.п.

Отходами утилизации ртутьсодержащих отходов (ртутьсодержащих люминесцентных ламп) являются [33]:

- стеклобой (стекломасса);
- алюминиевые цоколи;
- концентрат люминофора;
- выбросы (после очистки) отходящих газов в атмосферу.

Стеклобой подлежит накоплению в металлических контейнерах и далее используется в свинцовом производстве (для ошлакования в отражательной печи).

Алюминиевые цоколи используются в качестве восстановителя при очистке оборотной технологической воды от растворимых солей тяжелых металлов в технологическом процессе пирометаллургического передела ртутьсодержащего сырья.

Концентрат люминофора подлежит хранению в герметичной упаковке и по мере накопления перерабатывается в трубчатой печи. Огарки от обжига концентрата люминофора используются для рекультивации старых огарочных отвалов.

Вода после санитарной обработки помещения и периодической демеркуризации установки, скапливаемая в футерованном приемке, идет на смачивание люминофора [37].

Работа на установке ведется под постоянным аналитическим контролем аккредитованной лаборатории на содержание ртути в стеклобое, цоколях и в люминофоре. Определяется содержание паров ртути в воздухе рабочей зоны и на выходе воздушного потока из адсорбера в атмосферу. Анализы проводятся с использованием приборов, внесенных в ФГИС «Аршин» <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry>, на основании методик КХА <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16>. [37].

ИТС 52–2022

При использовании метода мокрой химической демеркуризации (гидрометаллургический метод) для обезвреживания люминесцентных ламп получают сульфидированный бой ламп и вторичный металл в виде цоколей.

В ходе термохимической демеркуризации РСО, а именно отработанных ртутных ламп, производится только их обезвреживание с получением боя ламп.

Процессы утилизации и обезвреживания РСО сопровождаются выделением вторичной ртути и дополнительным получением вторичных материальных ресурсов или связыванием ртути в безопасные соединения.

В обоих случаях при мокрой химической и термохимической демеркуризации отработанных ртутных ламп необходимо контролировать выделение в атмосферу паров ртути и предусматривать дополнительные меры по обращению с образующимися вторичными отходами.

При утилизации и обезвреживании ртутьсодержащего оборудования следует учитывать не только наличие ртути в отходах, но и возможность обезвреживания загрязненной тары и почвы. Последнее представляется особо важным, если учесть тенденции накопления металлической ртути в окружающей среде и особенности миграции ртути грунтовыми водами и донными осадками.

Раздел 4. Обращение с отходами производства и потребления химических источников тока

4.1. Общая информация о деятельности по обращению с отходами производства и потребления химических источников тока

4.1.1. Общее описание, статистическая информация, краткое описание основных применяемых способов и методов

Отходы производства и потребления химических источников тока, отнесенные к I и II классам опасности, представлены 42-мя видами отходов по ФККО, которые включены в следующие группы:

- 3 72 200 00 00 0 «Отходы производства электрических аккумуляторов и аккумуляторных батарей»;
- 4 71 100 00 00 0 «Отходы электрического оборудования, содержащего ртуть»;
- 4 81 200 00 00 0 «Компьютеры и периферийное оборудование, утратившие потребительские свойства»;
- 4 82 200 00 00 0 «Батареи и аккумуляторы, утратившие потребительские свойства, кроме аккумуляторов для транспортных средств, вошедших в Блок 9»;
- 9 20 100 00 00 0 «Отходы аккумуляторов и аккумуляторных батарей транспортных средств»;
- 9 20 200 00 00 0 «Отходы электролитов аккумуляторов и аккумуляторных батарей».

Перечень из 42-х видов отходов производства и потребления химических источников тока приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень видов отходов производства и потребления химических источников тока I и II классов опасности

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов по ФККО |
|-------|--------------------------|--|
| 1. | 3 72 212 12 10 2 | Отходы электролита при производстве первичных диоксидмарганцевых литиевых источников тока |
| 2. | 3 72 224 11 20 2 | Отходы никельсодержащие, включая брак, при производстве никелевых электродов |
| 3. | 3 72 224 21 20 2 | Отходы кадмийсодержащие при приготовлении активной массы, изготовлении и разбраковке кадмиевых электродов |
| 4. | 3 72 224 41 20 2 | Токоотвод, загрязненный кадмием при производстве кадмиевых электродов |
| 5. | 3 72 224 61 20 2 | Обтирочный материал из натуральных и синтетических волокон, отработанный при производстве кадмиевых электродов, загрязненный кадмием (содержание кадмия 15% и более) |
| 6. | 3 72 224 71 52 2 | Картридж целлюлозный фильтра очистки выбросов в производстве кадмиевых электродов, загрязненный кадмием (содержание кадмия 15% и более) |

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов по ФККО |
|-------|--------------------------|---|
| 7. | 3 72 226 21 20 2 | Огарки кадмия при получении оксида кадмия плавкой в производстве никель-кадмиевых аккумуляторов |
| 8. | 3 72 226 62 20 2 | Отходы анодных пластин никель-кадмиевых аккумуляторов |
| 9. | 3 72 226 63 20 2 | Отходы катодных пластин никель-кадмиевых аккумуляторов |
| 10. | 3 72 226 65 42 2 | Пыль кадмийсодержащая при изготовлении и зачистке кадмиевых электродов для никель-кадмиевых аккумуляторов |
| 11. | 3 72 231 12 33 2 | Остатки (отходы) приготовления положительной активной массы электродов при производстве никель-металлогидридных аккумуляторов |
| 12. | 3 72 232 11 52 2 | Отходы и брак отрицательных электродов никель-металлогидридных аккумуляторов и брак в их производстве |
| 13. | 3 72 232 12 52 2 | Отходы и брак положительных электродов никель-металлогидридных аккумуляторов в их производстве |
| 14. | 3 72 233 11 53 2 | Брак никель-металлогидридных аккумуляторов в их производстве |
| 15. | 3 72 242 21 30 2 | Отходы электролита литий-ионных аккумуляторов при их производстве |
| 16. | 3 72 243 11 53 2 | Брак литий-ионных аккумуляторов в их производстве |
| 17. | 3 72 251 11 41 2 | Отходы и брак приготовления положительной активной массы электродов при производстве марганцево-цинковых батарей |
| 18. | 3 72 251 21 33 2 | Отходы и брак приготовления отрицательной активной массы электродов при производстве марганцево-цинковых батарей |
| 19. | 3 72 251 31 33 2 | Отходы и брак электролитной пасты, содержащей гидроксид калия, при приготовлении электролитной пасты в производстве марганцево-цинковых батарей |
| 20. | 4 71 121 11 53 1 | Элементы гальванические нормальные, содержащие сульфат кадмия, ртуть и ее соединения, утратившие потребительские свойства |
| 21. | 4 71 121 12 53 1 | Отходы элементов и батарей ртутно-цинковых |
| 22. | 4 81 211 02 53 2 | Источники бесперебойного питания, утратившие потребительские свойства |
| 23. | 4 82 201 01 53 2 | Химические источники тока литиевые тионилхлоридные неповрежденные отработанные |
| 24. | 4 82 201 11 53 2 | Химические источники тока марганцево-цинковые щелочные неповрежденные отработанные |
| 25. | 4 82 201 21 53 2 | Химические источники тока никель-металлогидридные неповрежденные отработанные |
| 26. | 4 82 201 31 53 2 | Отходы литий-ионных аккумуляторов неповрежденных |
| 27. | 4 82 201 45 53 2 | Химические источники тока первичные диоксидмарганцевые литиевые неповрежденные отработанные |
| 28. | 4 82 201 51 53 2 | Одиночные гальванические элементы (батарейки) никель-кадмиевые неповрежденные отработанные |
| 29. | 4 82 211 02 53 2 | Аккумуляторы компьютерные кислотные неповрежденные отработанные |

Окончание таблицы 4.1

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов по ФККО |
|-------|--------------------------|---|
| 30. | 4 82 211 11 53 2 | Аккумуляторы стационарные свинцово-кислотные, утратившие потребительские свойства |
| 31. | 4 82 211 21 53 2 | Аккумуляторы для портативной техники и устройств свинцово-кислотные, утратившие потребительские свойства |
| 32. | 4 82 212 11 53 2 | Аккумуляторные батареи источников бесперебойного питания свинцово-кислотные, утратившие потребительские свойства, с электролитом |
| 33. | 4 82 212 12 52 2 | Аккумуляторные батареи источников бесперебойного питания свинцово-кислотные, утратившие потребительские свойства, без электролита |
| 34. | 4 82 213 11 52 2 | Водоактивируемые батареи на основе солей свинца, утратившие потребительские свойства |
| 35. | 4 82 231 11 52 2 | Элементы литиевых аккумуляторных батарей, утратившие потребительские свойства |
| 36. | 9 20 110 01 53 2 | Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом |
| 37. | 9 20 110 04 39 2 | Шлам сернокислотного электролита |
| 38. | 9 20 113 11 41 2 | Отходы оксида свинца при обслуживании аккумуляторов свинцово-кислотных |
| 39. | 9 20 120 01 53 2 | Аккумуляторы никель-кадмиевые отработанные неповрежденные, с электролитом |
| 40. | 9 20 130 01 53 2 | Аккумуляторы никель-железные отработанные неповрежденные, с электролитом |
| 41. | 9 20 210 01 10 2 | Кислота аккумуляторная серная отработанная |
| 42. | 9 20 220 01 10 2 | Щелочи аккумуляторные отработанные |

Все отходы производства и потребления химических источников тока (далее – ХИТ) делятся на 3 группы:

- отходы производства химических источников тока;
- отходы химических источников тока;
- отходы электролитов.

Согласно данным федерального статистического наблюдения за 2018–2021 годы образование и дальнейшее обращение по 10-ти из 42-х видов отходов производства и потребления химических источников тока не наблюдается. Фактически не все виды отходов, включенные в ФККО, образуются и в последующем подлежат удалению. К таким видам отходов относятся:

- 3 72 224 41 20 2 «Токоотвод, загрязненный кадмием при производстве кадмиевых электродов»;
- 3 72 224 61 20 2 «Обтирочный материал из натуральных и синтетических волокон, отработанный при производстве кадмиевых электродов, загрязненный кадмием (содержание кадмия 15% и более)»;
- 3 72 224 71 52 2 «Картридж целлюлозный фильтра очистки выбросов в производстве кадмиевых электродов, загрязненный кадмием (содержание кадмия 15% и более)»;

ИТС 52–2022

- 3 72 226 65 42 2 «Пыль кадмийсодержащая при изготовлении и зачистке кадмиевых электродов для никель-кадмиевых аккумуляторов»;
- 3 72 231 12 33 2 «Остатки (отходы) приготовления положительной активной массы электродов при производстве никель-металлогидридных аккумуляторов»;
- 3 72 232 12 52 2 «Отходы и брак положительных электродов никель-металлгидридных аккумуляторов в их производстве»;
- 3 72 251 21 33 2 «Отходы и брак приготовления отрицательной активной массы электродов при производстве марганцево-цинковых батарей»;
- 4 82 211 21 53 2 «Аккумуляторы для портативной техники и устройств свинцово-кислотные, утратившие потребительские свойства»;
- 4 82 213 11 52 2 «Водоактивируемые батареи на основе солей свинца, утратившие потребительские свойства»;
- 9 20 113 11 41 2 «Отходы оксида свинца при обслуживании аккумуляторов свинцово-кислотных».

Данные федерального статистического наблюдения обращения с отходами производства и потребления химических источников за 2018–2021 годы приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Данные федерального статистического наблюдения обращения с отходами производства и потребления химических источников тока за 2018–2021 гг. [15–17]

| Год | Образовано, т | Поступило, т | Утилизировано, т | Обезврежено, т | Передано для утилизации, т | Передано для обезвреживания, т | Наличие на начало года, т | Наличие на конец года, т |
|------|---------------|--------------|------------------|----------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 2018 | 110 550 | 150 998 | 94 042 | 8 518 | 123 627 | 19 577 | 4 233 | 4 823 |
| 2019 | 43 217 | 2 292 931 | 99 432 | 17 201 | 747 943 | 1 436 868 | 26 982 | 44 535 |
| 2020 | 31 972 | 1 168 353 | 143 191 | 8 026 | 1 017 644 | 96 284 | 112 337 | 26 035 |
| 2021 | 64 132 | 341 755 | 175 838 | 9 150 | 129 402 | 23 732 | 15 978 | 36 253 |

ИТС 52–2022

По данным федерального статистического наблюдения за 2018–2021 годы [15–17], объемы образования отходов производства и потребления химических источников тока составляют от 31 972 до 110 550 т.

Принимая во внимание, что значительная часть отработанных химических источников тока образуется в бытовом секторе, фактический объем образующихся отходов превышает данные официальной статистики.

Согласно данным федерального статистического наблюдения ежегодно в Российской Федерации утилизируют от 94 000 до 175 838 т отходов и обезвреживают 8 000–17 000 т отработанных химических источников тока [15–17].

За 2020 год в Российской Федерации, по данным статистического наблюдения, было утилизировано 143 191 т и обезврежено 8 026 т отходов производства и потребления химических источников тока (при образовании 31 972 т) [17]. Разница в количестве образования отходов и их количествах по утилизации и обезвреживанию обусловлена наличием отходов на начало года и поступлением отходов от населения.

По данным федерального статистического наблюдения в 2020 году 84 % от общего количества образования отходов приходится на отходы потребления (отходы источников тока, в том числе аккумуляторы, батарейки, источники бесперебойного питания), из них 77 % на отходы аккумуляторов свинцово-кислотных. 15,5 % от общего количества образования отходов составляют отходы электролитов (отходы обслуживания аккумуляторов свинцово-кислотных). Менее 1 % от общего количества образования отходов приходится на отходы производства химических источников тока.

Аналогичная динамика объемов образования отходов производства и потребления химических источников наблюдается за 2018 и 2019 годы.

Основным видом обращения с отходами производства и потребления химических источников тока является утилизация.

Из общего объема отходов производства и потребления химических источников тока, направленных на утилизацию в 2020 году, практически 99 % представлены отходами источников тока, в том числе отходами аккумуляторов, батареек, источников бесперебойного питания.

Химические источники тока разделяются по химическому составу:

- марганцево-цинковые (ZnMn);
- никель-кадмиевые (NiCd);
- никель-цинковые (NiZn);
- никель-металлогидридные (NiMH);
- литий-ионные (Li-ion);
- литий-полимерные (Li-pol);
- литий-тионилхлоридные (Li-SOCl₂);
- свинцово-кислотные и свинцово-щелочные;
- ртутно-цинковые;
- серебряно-цинковые (AgZn).

Одними из предприятий в области утилизации химических источников тока являются ГК «Мегаполисресурс» (г. Челябинск), ООО «НЭК» (г. Ярославль), ООО «ФРЕГАТ» (Московская обл., г. Воскресенск), ООО «ЭКО Технопарк», ООО «ТехноХИТ», ООО «Экоснаб» (г. Курган), ООО «ЭП «Меркурий» (г. Санкт-Петербург), ОАО «Завод автономных источников тока» (г. Саратов), ОАО «Тюменский аккумуляторный завод» (г. Тюмень).

Основные данные по методам и технологиям обращения с отходами производства и потребления химических источников тока

Методы видов обращения и применяемые технологические процессы в области утилизации различных типов отработанных химических источников тока различаются. Существует 3 основных метода утилизации отходов химических источников тока:

- гидрометаллургический метод;
- пирометаллургический метод;
- механический (физический) метод.

Основными методами утилизации и обезвреживания отходов электролитов являются:

- химический метод с получением кристаллического сульфата натрия;
- нейтрализация кислоты аккумуляторной серной отработанной;
- нейтрализация щелочи аккумуляторной отработанной.

Основные методы утилизации отходов химических источников тока направлены на восстановление различных металлов [26]:

- свинец из отходов может быть выделен двумя способами: а) разделением отработанных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей на компоненты (электролит, пластик, свинецсодержащие материалы) с последующим восстановлением свинецсодержащих материалов до товарного свинца; б) переработкой отработанных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей без предварительной разделки в специальной металлургической печи, где металлы выделяются в конце процесса;

- никель-кадмиевые батареи могут быть переработаны аналогичным способом, при котором восстанавливаются кадмий и железо-никелевый сплав для производства стали; для извлечения кадмия используются пирометаллургические и гидрометаллургические методы. Наибольшее распространение из пирометаллургических методов, основанных на отгонке газообразных соединений кадмия, получила вакуумная дистилляция, которая характеризуется получением оксида кадмия низкого качества и вторичных отходов, использование которых в других отраслях проблематично;

- батареи, содержащие ртуть, чаще всего перерабатываются вакуумно-температурным способом, при котором ртуть испаряется с последующей конденсацией. Вторичная ртуть может быть снова введена в производственный цикл;

- никель-металлгидридные батареи перерабатываются механическим разделением материалов (пластика, водорода и никеля) в вакуумной камере для предотвращения утечки водорода;

- литий-ионные батареи в настоящее время перерабатывают механическим разделением материалов с последующим восстановлением содержащихся металлов;

- цинк-карбоновые (воздушные) и щелочно-марганцевые батареи могут быть переработаны методом механического разделения материалов или различными методами, включающими в себя плавку и другие металлургические процессы нагревания, приводящие к восстановлению металлического содержимого (в частности, цинка).

4.1.2 Основные экологические проблемы

Опасность накопления, транспортирования, утилизации, обезвреживания, а также размещения отходов производства и потребления химических источников тока I-II классов опасности обусловлена содержанием во всех видах отходов токсичных веществ в виде различных металлов и химикатов, которые негативно воздействуют на биотические компоненты при попадании в окружающую среду. Компонентами отходов производства и потребления химических источников тока являются такие металлы, как свинец, никель, кадмий, цинк, ртуть, серебро, кобальт, литий, марганец. Токсичными и коррозионно активными свойствами обладают электролиты аккумуляторов.

При накоплении, транспортировании, утилизации, обезвреживании и размещении отходов производства и потребления химических источников тока, в случае возникновения аварийных ситуаций, существует риск загрязнения почв, поверхностных водных объектов и подземных вод тяжелыми металлами, электролитами, а также загрязнение атмосферного воздуха выбросами в атмосферу паров ртути, хлор- и серосодержащих соединений.

4.2 Технологические, технические решения и системы менеджмента, используемые в настоящее время в области обращения с отходами производства и потребления химических источников тока

4.2.1 Накопление отходов производства и потребления химических источников тока

Накопление отходов производства и потребления химических источников тока должно осуществляться в соответствии с положениями следующих нормативных правовых актов:

- со статьей 13.4 Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [40];

- с требованиями к группам однородных отходов «Батареи и аккумуляторы, утратившие потребительские свойства, кроме аккумуляторов для транспортных средств», «Отходы аккумуляторов и аккумуляторных батарей транспортных средств», «Отходы электролитов аккумуляторов и аккумуляторных батарей», установленными Приказом Минприроды России от 11.06.2021 № 399 [41];

- с пунктом 219 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 3 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [18].

Накопление отходов химических источников тока осуществляется:

- в местах накопления отходов, оборудованных специализированными контейнерами (емкостями), конструкция которых исключает попадание в накапливаемые отходы атмосферных осадков;

- в помещениях, предусматривающих приточно-вытяжную вентиляцию. При этом накопление отходов источников тока, заполненных кислотным и щелочным электролитами, выполняется по отдельности.

Отходы химических источников тока накапливаются:

- отдельно от других отходов. Кроме того, не допускается смешивать рассматриваемые отходы с отходами производства и потребления, в том числе с твердыми коммунальными отходами;

- раздельно от поврежденных отходов источников тока, имеющих признаки течи, нарушения герметичности или целостности, которые следует помещать в кислотоупорную тару либо щелочеустойчивую тару (в зависимости от типа источника тока).

Накопление отходов электролитов выполняется раздельно по видам отходов в соответствии с ФККО двумя способами:

- на открытых площадках в стационарных закрытых специально обустроенных емкостях;

- в помещениях, в закрытых химически стойких емкостях при наличии приточно-вытяжной вентиляции.

Объекты накопления отходов электролитов предусматривают средства для ликвидации возможного пролива отходов электролитов, обеспечивающие их нейтрализацию.

4.2.2 Транспортирование отходов производства и потребления химических источников тока

Транспортирование отходов производства и потребления химических источников тока осуществляется в соответствии:

- с требованиями, установленными в приложениях А и В Европейского соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов от 30.09.1957 [19];

- с Правилами перевозок грузов автомобильным транспортом, установленными Постановлением Правительства Российской Федерации от 21.12.2020 № 2200 [20];

- с Правилами перевозок опасных грузов по железным дорогам, утвержденными СЖТ СНГ от 05.04.1996 № 15 [21];

- с требованиями к группам однородных отходов «Батареи и аккумуляторы, утратившие потребительские свойства, кроме аккумуляторов для транспортных средств», «Отходы аккумуляторов и аккумуляторных батарей транспортных средств», «Отходы электролитов аккумуляторов и аккумуляторных батарей», установленными Приказом Минприроды России от 11.06.2021 № 399 [41];

- с установленными образцами специальных отличительных знаков, обозначающих класс опасности отходов, а также Порядка нанесения их на транспортные средства, контейнеры, цистерны, используемые при транспортировании отходов, утвержденные приказом Минтранса России от 22.11.2021 № 399 [63].

ИТС 52–2022

Транспортирование отходов химических источников тока возможно в контейнерах из ударопрочного кислотостойкого или щелочестойкого пластика в зависимости от типа источника тока.

Существуют случаи транспортирования поврежденных химических источников тока, засыпанных песком, в герметичных металлических контейнерах.

4.2.3 Утилизация отходов производства и потребления химических источников тока

Отходы химических источников тока подлежат обязательной утилизации согласно Перечню товаров, подлежащих утилизации после утраты ими потребительских свойств, который утвержден Распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 3721-р [42].

Сбор отходов ХИТ осуществляется без учета их марки, поэтому перед утилизацией, как правило, необходима их сортировка.

Сортировка смеси отходов химических источников тока по типам и размерам

Область применения. Метод используется для сортировки отходов химических источников тока различных типов и размеров.

Описание метода. Сортировка смеси химических источников тока производится вручную (для средне- и крупногабаритных химических источников тока) и автоматизированными способами.

Линия сортировки и разрядки предназначена для сортировки элементов ХИТ по размерам и типам. При наличии заряда в отходах первичных ХИТ производится разрядка для безопасной утилизации.

Смесь источников тока подается на грохот с крупными отверстиями, на котором производится отделение источников тока больших размеров от малых размеров (AA, AAA и т.д.). В ручном режиме батареи крупного размера сортируются по типам:

- цинк-углеродные;
- марганцево-щелочные (алкалиновые);
- никель-кадмиевые и никель-металлогидридные;
- литиевые батареи.

Отсортированные батареи размещаются в контейнеры и направляются на соответствующие линии для дальнейшей утилизации.

Оставшаяся смесь отходов ХИТ (малых размеров) проходит сквозь грохот и подается в накопительный бункер тонкой сортировки с дальнейшей подачей на 2 ленты ручной сортировки различных типов ХИТ. На ленте остаются отходы щелочно-марганцевых и цинко-угольных ХИТ, а также кнопочные элементы питания, которые подаются на следующий грохот с разделением на:

- щелочно-марганцевые ХИТ размера С и D, направляемые на линию измельчения;

- кнопочные элементы питания (оставшиеся щелочно-марганцевые и цинко-угольные ХИТ), которые подаются на утилизацию отходов первичных ХИТ в гранулятор.

В результате сортировки выделяются следующие фракции отработанных ХИТ:

- цинк-углеродные;
- марганцево-щелочные (алкалиновые);

- никель-кадмиевые и никель-металлогидридные;
- литиевые ХИТ [43].

4.2.3.1 Утилизация отходов щелочно-марганцевых и цинк-угольных источников тока механическим методом

Область применения. Метод используется для утилизации отходов щелочно-марганцевых и цинк-угольных источников тока.

Описание метода. Метод заключается в механической переработке – измельчении и разделении отходов ХИТ. В случае поступления отходов химических источников тока в смеси производится их сортировка по типам.

Гранулятор для измельчения

Отходы щелочно-марганцевых и цинк-угольных источников тока направляются в гранулятор либо на скоростную молотковую мельницу, где производится процесс механического измельчения.

Измельченная смесь подается на вибросито сверхтонкого отсева, после которого выделяются:

- крупная фракция;
- мелкая фракция, направляемая для очистки от мелкодисперсного наполнителя источника тока.

Затем обе фракции подвергаются магнитной сепарации с выделением металлического лома, который направляется в накопительный бункер. Использование магнитного сепаратора позволяет не прерывать процесс разделения на фракции железа и активной фракции.

Активная масса после магнитного сепаратора имеет очень высокую влажность и температуру, которые возникли в результате химических реакций химических элементов источника тока с воздухом и трения при измельчении. Активная фракция с помощью грохочения направляется в охлаждающий бункер, где производится охлаждение оборотной водой. При охлаждении активная фракция эффективно отдает тепло, воду и вредные вещества, после чего данная фракция направляется для повторного использования.

Вредные вещества – электролит, включающий диоксид марганца (MnO_2), хлорида аммония ($ZnCl$) и хлорид цинка (NH_4Cl), выделенные при разборке ХИТ, – направляются на физико-химическую нейтрализацию электролита.

Измельчение

Отходы щелочно-марганцевых ХИТ (марганцево-цинковый элемент, солевой элемент питания) размеров С и D измельчаются на три фракции:

- оксид цинка – продукт;
- оксид марганца с металлическими оболочками;
- металлический лом – вторичное сырье.

Отходы щелочно-марганцевых ХИТ размеров С и D, по одному источнику тока, подаются на автоматическое распилочное устройство и разрезаются на обоих концах (полюсах), после чего удаляется цинковое ядро и складывается в контейнеры.

Оксид марганца с металлической оболочкой передается на утилизацию в перекрестно-поточный измельчитель, где производится отделение оксида марганца в виде порошка от металлических примесей.

При измельчении отходов ХИТ оксид цинка отделяется как чистый продукт.

Металлический лом, образованный после измельчения ХИТ, подается на процесс переработки в гранулятор, после которого складывается в контейнеры.

Гидроксид калия, ртуть, выделенные при разборке ХИТ, направляются на физико-химическую утилизацию электролита [43].

4.2.3.2 Утилизация щелочных источников тока комбинацией механических, физических, физико-химических, химических методов

Область применения. Метод используется для утилизации различных типов щелочных источников тока (марганцово-цинковых, никель-металлогидридных и других).

Описание метода. Суть метода заключается в превращении твердых элементов, содержащихся во внутренней части источников тока, в солевой концентрат (сухой остаток). В случае поступления отходов химических источников тока в смеси производится их сортировка по типам. Отсортированные источники тока от других типов подвергаются дроблению с последующей нейтрализацией щелочного электролита кислотным раствором. В результате данных операций выделяется сухой остаток [26].

Данный метод подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами» [26].

4.2.3.3 Утилизация литий-ионных источников тока механическим методом

Область применения. Метод используется для утилизации литий-ионных источников тока.

Описание метода. В случае поступления отходов химических источников тока в смеси производится их сортировка по типам. После этого отсортированная смесь отходов литий-ионных ХИТ разряжается в устройстве разрядки и в соляных ваннах, в зависимости от размеров источника тока.

Затем осуществляется ручная разборка, в ходе которой отделяются ценные компоненты: пластмассы, электронные компоненты, кабели, алюминий и железо.

Химические и минеральные компоненты источника тока представляют собой активную массу, которая состоит из смеси лития, марганца, кобальта и никеля в различных соотношениях. После демонтажа эта смесь поступает на этап термического воздействия, на котором происходит сжигание электролита с целью последующего извлечения ценных компонентов.

После этапа термического воздействия смесь поступает в шредер. Измельченная масса подается на электрохимическую сепарацию, в процессе которой происходит отделение фракций:

- магнитной (сталь);
- немагнитной металлической (алюминий, медь);
- немагнитной неметаллической (материалы электродов).

Металлические фракции в качестве вторичного материала направляются на переработку.

Неметаллическая фракция, представляющая собой материал электродов, направляется на переработку с выделением кобальта и солей лития [43].

Технологическая схема утилизации литий-ионных источников тока приведена на рисунке 4.1.

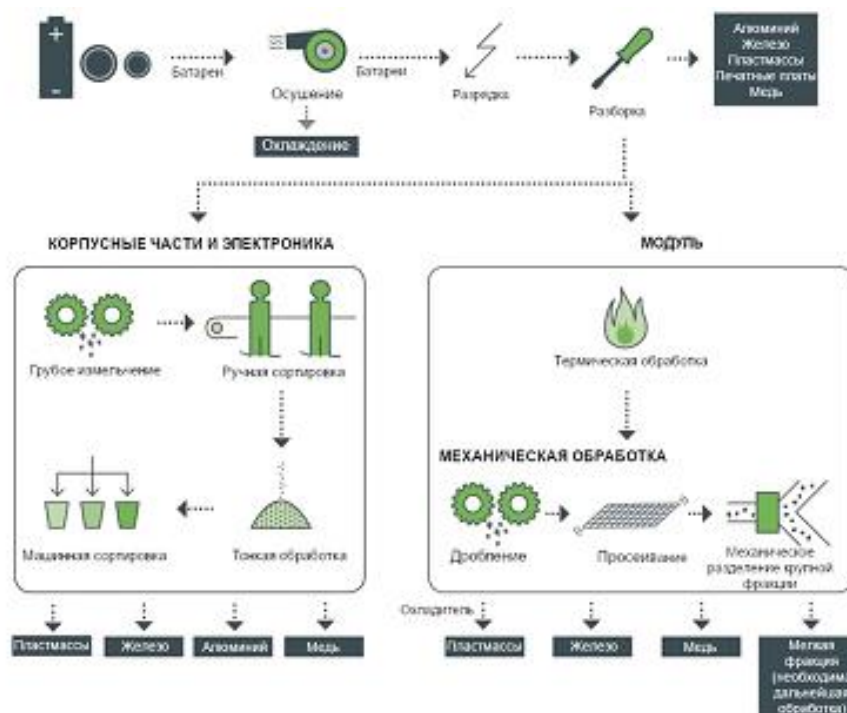


Рисунок 4.1 – Технологическая схема утилизации литий-ионных источников тока [43]

4.2.3.4 Утилизация отходов литиевых источников тока комбинацией механических, физических, физико-химических, химических методов

Область применения. Метод используется для утилизации различных типов литиевых источников тока (литий-ионных, литий-полимерных, литий-тионилхлоридных).

Описание метода. Метод заключается в превращении твердых элементов, содержащихся во внутренней части источников тока, в солевой концентрат.

В случае поступления отходов химических источников тока в смеси производится их сортировка по типам. Разряженные и отсортированные по типам источники тока подвергаются дроблению с последующей нейтрализацией кислотного содержимого щелочным раствором. В результате данных операций выделяется твердая и жидкая фракции, из которых выделяют лом металлов, угольных катодов и солевой (литиево-натриевый) концентрат, соответственно [26].

Данный метод подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

4.2.3.5 Утилизация никель-металлогидридных источников тока в перекрестно-поточном измельчителе

Область применения. Метод используется для утилизации никель-металлогидридных источников тока.

Описание метода. В случае поступления отходов химических источников тока в смеси производится их сортировка по типам. Отсортированные отходы никель-

ИТС 52–2022

металлогидридных ХИТ вскрываются механическим способом на перекрестно-поточном измельчителе, после которого происходит разделение на:

- магнитные металлические – черные металлы и никель-железо;
- немагнитные компоненты, направляемые на звездочный грохот, на котором разделяются пластиковые и бумажные части [43].

Блок-схема утилизации никель-металлогидридных источников тока на перекрестно-поточном измельчителе представлена на рисунке 4.2.

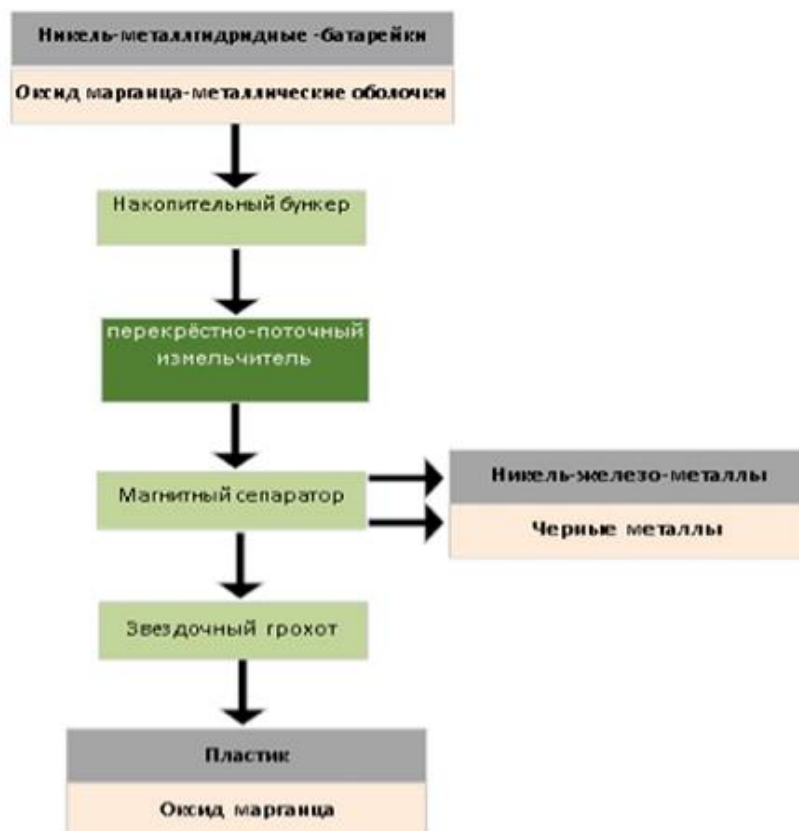


Рисунок 4.2 – Блок-схема утилизации никель-металлогидридных источников тока на перекрестно-поточном измельчителе [43]

4.2.3.6 Утилизация никель-металлогидридных источников тока пирометаллургическим методом

Область применения. Используется для утилизации никель-металлогидридных источников тока.

Описание метода. В случае поступления отходов химических источников тока в смеси производится их сортировка по типам. Отсортированные отходы никель-металлогидридных источников тока разряжаются с последующим измельчением. Измельченные части источника тока подаются в печь, в которой в присутствии кокса (подается отдельно) в качестве агента-восстановителя при температуре свыше 1200°C происходит восстановление металлов. В зависимости от концентрации восстановительного агента состав металлов в получаемом сплаве, восстанавливаемых в ходе процесса может меняться (обычно железо-медь-никель-кобальт). Остальные металлы формируют собой шлак, из которого при последующей переработке могут быть

выделены концентрат редкоземельных элементов (празеодим, церий, лантан, неодим, самарий, гадолиний).

При термическом воздействии происходит возгонка соединений кадмия (при наличии), а также соединений цинка, свинца и других металлов. Газы, содержащие эти элементы, последовательно очищаются в мокром скруббере Вентури и двух рукавных фильтрах. Содержащая соединения металлов вода из скруббера направляется на очистку сточных вод, на которой происходит связывание металлов в их нерастворимые формы в щелочной среде, а затем физическое разделение и утилизация. Очищенная вода возвращается в цикл.

Пыль измельченных частей источников тока вместе с их измельченными частями отправляется на пиromеталлургию [26].

4.2.3.7 Утилизация различных типов отработанных химических источников тока (марганцево-цинковых, литий-ионных и других) механическим методом

Область применения. Метод используется для утилизации различных типов отработанных химических источников тока (марганцево-цинковых, литий-ионных и других).

Описание метода. Метод заключается в превращении твердых элементов, содержащихся во внутренней части источников тока, в порошок. Метод включает следующие этапы:

- ручная сортировка источников тока и их разряжение;
- дробление отсортированных по типам источников тока с последующим просеиванием;
- аэродинамическое сепарирование в воздушной колонне.

Продуктами утилизации являются:

- лом черных и цветных металлов;
- резиновые изоляторы и полимерные оболочки элементов питания;
- порошкообразные компоненты, например, смесь оксида цинка, металлического цинка, диоксида марганца, графита [26].

Данный метод подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

4.2.3.8 Утилизация кадмий- и свинецсодержащих источников тока гидromеталлургическим методом

Область применения. Используется для утилизации кадмий- и свинецсодержащих источников тока.

Описание метода. Метод утилизации отходов описан на примере источников тока, содержащих свинец. На первом этапе сливается электролит из источников тока, которые измельчаются с получением материалов, которые подают в резервуар с каустической содой. Выделенный металлолом превращается в свинцовую пасту, которую затем расплавляют до жидкого состояния с получением чернового свинца. Черновой свинец направляется на стадию рафинирования.

В результате данного метода получают свинец и сплавы свинца либо качественный оксид кадмия [26].

ИТС 52–2022

Данный метод подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

4.2.3.9 Утилизация отходов свинцово-кислотных источников тока методом ручной разборки и сортировки

Область применения. Используется для отработанных свинцово-кислотных источников тока.

Описание метода. Суть метода заключается в ручной разборке отработанного источника тока, который предусматривает слив электролита, промывку источника тока, его разборку с последующей сортировкой полученных составных элементов (свинец, пластмасса) [26].

Данный метод подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

4.2.3.10 Утилизация отходов свинцово-кислотных источников тока методом разделки

Область применения. Используется для отработанных свинцово-кислотных источников тока.

Описание метода. Метод разделки предусматривает ряд этапов:

- слив электролита;
- дробление источника тока и фильтрация полученной массы с выделением свинцово-кислотной пасты;
- разделение измельченной массы на металл и пластмассу.

В результате данного метода выделяются смесь металлов, пластмассовые гранулы, электролит [26].

Данный метод подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

4.2.3.11 Утилизация отходов свинцово-кислотных источников тока

Область применения. Используется для отработанных свинцово-кислотных источников тока различного назначения.

Описание метода. Метод утилизации основан на сочетании последовательных операций: разгрузке отходов свинцово-кислотных источников тока в накопительную емкость, сливе электролита и его утилизации; дроблении отработанных источников тока; грохочении с отмывкой; гидродинамической сепарации; десульфуризации свинцовой пасты; утилизации сернокислотного электролита и кристаллизации солей сульфата натрия, в результате которых образуются продукт – кристаллический сульфат натрия, вторичное сырье – лом свинца, свинцовая паста, полипропилен [26].

Данный метод подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

4.2.4 Утилизация и обезвреживание (нейтрализация) отходов электролитов

Отходы электролитов в основном представлены в жидком агрегатном состоянии. Технологии их утилизации и обезвреживания основаны на химических методах – нейтрализации. Важным условием является выбор нейтрализующего агента, он должен обеспечивать перевод тяжелых металлов в неподвижную форму (малорастворимые соединения).

4.2.4.1 Утилизация отходов кислоты аккумуляторной серной, отработанной химическим методом

Область применения. Используется для утилизации растворов кислоты аккумуляторной серной отработанной.

Описание метода. Кислота аккумуляторная серная отработанная (далее – кислота) поступает в таре из кислотостойкого пластика.

Кислота аккумуляторная серная переливается в накопительную емкость сбора электролита. Далее электролит направляется в реактор, в который в автоматическом режиме подается кальцинированная сода. Посредством химической реакции нейтрализации получается раствор сульфата натрия. Раствор сульфата натрия проходит очистку от тяжелых металлов сульфидным методом. Нерастворимые сульфиды тяжелых металлов отделяются от раствора сульфата натрия на пресс-фильтре. Далее они возвращаются в производство свинца и его сплавов. Очищенный раствор сульфата натрия направляется на кристаллизацию методом выпаривания. В результате процесса утилизации получается чистый готовый продукт кристаллический сульфат натрия. Полученный в результате выпаривания и охлаждения конденсат возвращается в технологический процесс.

4.2.4.2 Обезвреживание (нейтрализация) кислоты аккумуляторной серной отработанной

Область применения. Используется для обезвреживания кислоты аккумуляторной серной отработанной.

Описание метода. Кислота аккумуляторная серная отработанная (далее – кислота) поступает в таре из кислотостойкого пластика.

Далее кислота переливается в ванну нейтрализации, но не более 50 % от общего объема ванны. Затем в ванну нейтрализации добавляется негашеная известь СаО. Дозирование СаО осуществляется из емкости по лотку ручным способом небольшими порциями, аккуратно перемешивая и соблюдая при этом осторожность.

Процесс нейтрализации, включающий в себя формирование осадка и осветление воды после нейтрализации, длится 2-3 часа в зависимости от концентрации кислоты.

После прекращения реакции образуется осадок нейтрализации сернокислотного электролита – гипс и вода. В ванной нейтрализации предусмотрено отверстие, через которое вода сливается в накопительную емкость и затем направляется на выпарные установки.

4.2.4.3 Обезвреживание (нейтрализация) щелочи аккумуляторной отработанной

Область применения. Используется для обезвреживания щелочи аккумуляторной отработанной.

Описание метода. Нейтрализация щелочи аккумуляторной отработанной предусмотрена путем взаимной нейтрализации другим отходом, предварительно подготовленным 30 % водным раствором кислоты аккумуляторной серной отработанной, поступающей на обезвреживание. Принципиальная блок-схема нейтрализации щелочи аккумуляторной отработанной показана на рисунке 4.3.

В основе процесса обезвреживания лежит химическая реакция нейтрализации, протекающая при взаимодействии кислот с основаниями (щелочами). Для поддержания нормальной скорости протекания реакции в реакторе поддерживают температуру в диапазоне 40–50 °С, для этого используют охлаждающий контур.

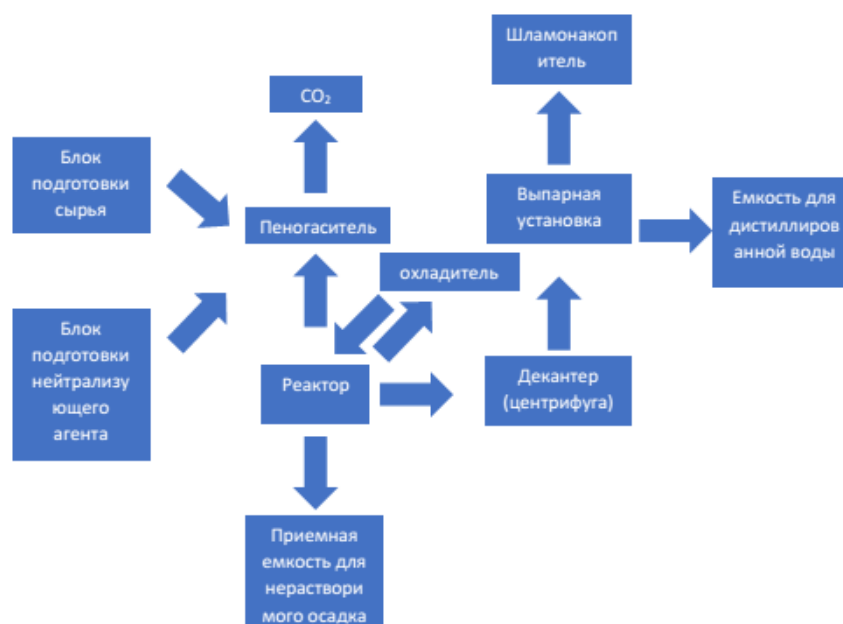


Рисунок 4.3 – Принципиальная блок-схема нейтрализации щелочи аккумуляторной отработанной

В процессе протекания химической реакции возможно образование небольшого количества углекислого газа, который выводится через пеногаситель в окружающую среду. Выделяемая тепловая энергия отводится от реактора с помощью жидкого теплоносителя, циркулирующего по рубашке теплового контура и охладителя.

Для того чтобы реакция проходила интенсивно, смесь в реакторе перемешивается лопастями мешалки. После достижения требуемого значения показателя pH образовавшийся раствор перекачивается из реактора в декантер (центрифугу).

После разделения фракций жидкость поступает в выпарную установку, а обезвоженный шлам направляется в шламонакопитель. Осадок, который не поддается перекачке из реактора, сливается в приемную емкость через сливное отверстие, далее этот осадок загружается в декантер. После дистилляции воды в выпарной установке соль перемещается в шламонакопитель, а вода возвращается в производственный процесс, попадая в емкость хранения дистиллированной воды.

В результате нейтрализации щелочи аккумуляторной отработанной образуются:

- осадок нейтрализации серной кислоты природным известняком;
- жидкие отходы, образующиеся при нейтрализации, которые подлежат повторному использованию (нейтрализация до необходимого pH, фильтрация и возврат обратно в технологический процесс).

В случае получения излишков дистиллированной воды она направляется на выпарные установки. Сброс воды в канализацию либо в окружающую среду исключен.

4.2.5. Размещение отходов производства и потребления химических источников тока

Отходы химических источников тока в соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 июля 2017 года № 1589-р запрещено захоранивать [44].

В Государственный реестр объектов размещения отходов включено 4 объекта хранения отходов производства и потребления химических источников тока.

Хранение отходов производства и потребления химических источников тока должно осуществляться согласно требованиям к группам однородных отходов «Батареи и аккумуляторы, утратившие потребительские свойства, кроме аккумуляторов для транспортных средств», «Отходы аккумуляторов и аккумуляторных батарей транспортных средств», «Отходы электролитов аккумуляторов и аккумуляторных батарей», установленным Приказом Минприроды России от 11.06.2021 № 399 [41].

Хранение отходов химических источников тока осуществляется в помещениях, в которых предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция, в контейнерах из ударопрочного кислотостойкого или щелочестойкого материала, в зависимости от типа источника тока.

Хранение поврежденных отходов источников тока с электролитом, имеющих признаки течи, нарушения герметичности или целостности, исключается.

Отходы химических источников тока подлежат хранению не более 36 месяцев.

Хранение отходов электролитов выполняется отдельно по видам отходов в соответствии с ФККО.

Хранение отходов электролитов осуществляется:

- на открытых площадках в стационарных закрытых специально обустроенных емкостях;
- в помещениях, в закрытых химически стойких емкостях при наличии приточно-вытяжной вентиляции.

Объекты хранения отходов электролитов предусматривают средства для ликвидации возможного пролива отходов электролитов, обеспечивающие их нейтрализацию.

4.3. Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду при обращении с отходами производства и потребления химических источников тока

Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду зависят от применяемого вида обращения (накопление, транспортирование, утилизация, размещение) с отходами производства и потребления химических источников тока.

Эмиссии в окружающую среду при утилизации щелочно-марганцевых и цинк-угольных ХИТ

Линия утилизации полностью закрыта. Вытяжное устройство направляет газы на всех основных этапах на угольный фильтр. Угольные фильтры предотвращают выброс таких вредных веществ, как, например, ртуть и органические вредные вещества, в атмосферу.

Эмиссии в окружающую среду при утилизации литий-ионных источников тока

Линия утилизации полностью закрыта. Вытяжное устройство направляет газы на всех основных этапах на угольный фильтр. Последующие угольные фильтры предназначены для улавливания таких газообразных вредных веществ, как, например, ртуть и органические вредные вещества.

Эмиссии в окружающую среду при утилизации никель-металлогидридных источников тока

Линия утилизация полностью закрыта. Вытяжное устройство направляет газы на всех основных этапах на угольный фильтр. Угольные фильтры предотвращают выброс таких вредных веществ, как, например, ртуть и органические вредные вещества, в атмосферу.

Эмиссии в окружающую среду при утилизации никель-металлогидридных источников тока пирометаллургическим методом

Сведения об эмиссиях в окружающую среду при утилизации никель-металлогидридных источников тока пирометаллургическим методом в открытых источниках не выявлены.

Эмиссии в окружающую среду при утилизации механическим методом

Сведения об эмиссиях в окружающую среду при утилизации механическим методом источников тока, утративших потребительские свойства, в открытых источниках не выявлены.

При этом отмечается, что данный метод отличается низким потреблением электроэнергии и идеально подходит для измельчения твердых материалов.

Исходя из особенностей процесса, можно ожидать образование выбросов взвешенных веществ различного происхождения и различного фракционного состава.

Эмиссии в окружающую среду при утилизации литиевых источников тока комбинацией механических, физических, физико-химических, химических методов

Сведения об эмиссиях в окружающую среду при утилизации литиевых источников тока комбинацией механических, физических, физико-химических, химических методов в открытых источниках не выявлены.

Эмиссии в окружающую среду при утилизации щелочных источников тока комбинацией механических, физических, физико-химических, химических методов

Сведения об эмиссиях в окружающую среду при утилизации щелочных источников тока комбинацией механических, физических, физико-химических, химических методов в открытых источниках не выявлены.

Эмиссии в окружающую среду при утилизации гидрометаллургическим методом

Использование растворов серной кислоты сопровождается выделением в атмосферу сернистых газов, а использование аммиака осложняется его летучестью и проблематичностью регенерации.

Утилизация отходов сопровождается выбросами загрязняющих веществ, номенклатура которых зависит от сочетания выполняемых при утилизации операций.

Эмиссии в окружающую среду при утилизации отходов свинцово-кислотных источников тока методом ручной разборки и сортировки

Сведения об эмиссиях в окружающую среду при утилизации отходов свинцово-кислотных источников тока методом ручной разборки и сортировки в открытых источниках не выявлены.

Эмиссии в окружающую среду при утилизации отходов свинцово-кислотных источников тока методом разделки

Сведения об эмиссиях в окружающую среду при утилизации отходов свинцово-кислотных источников тока методом разделки в открытых источниках не выявлены.

Эмиссии в окружающую среду при утилизации отходов свинцово-кислотных источников тока

Текущие уровни эмиссий в атмосферный воздух при утилизации отходов свинцово-кислотных источников тока показаны в таблице 4.3.

Т а б л и ц а 4.3 – Текущие уровни выбросов при утилизации отходов свинцово-кислотных источников тока

| Загрязняющее вещество | Единица измерения | Текущие уровни выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух |
|-----------------------|-------------------|---|
| Кислота серная | мг/м ³ | 2,797 |
| Свинец | мг/м ³ | 0,567 |
| Пыль сульфата натрия | мг/м ³ | 1,958 |

Сточные воды в процессе утилизации отходов свинцово-кислотных источников тока, как правило, не образуются.

Утилизация отходов свинцово-кислотных источников тока сопровождается в том числе утилизацией отходов кислоты аккумуляторной серной, отработанной химическим методом нейтрализации с применением кальцинированной соды с дальнейшей кристаллизацией сульфата натрия. Данная технология исключает образование отходов в виде осадка нейтрализации сернокислотного электролита, что позволяет снизить нагрузку на окружающую среду.

Эмиссии в окружающую среду при обезвреживании (нейтрализации) кислоты аккумуляторной серной отработанной

Процесс нейтрализации кислоты аккумуляторной серной отработанной сопровождается образованием осадка нейтрализации сернокислотного электролита, который вывозится на полигон ТКО.

Эмиссии в окружающую среду при обезвреживании (нейтрализации) щелочи аккумуляторной отработанной

Процесс нейтрализации может сопровождаться образованием небольшого количества углекислого газа, который выводится через пеногаситель в окружающую среду.

Нейтрализация щелочи аккумуляторной отработанной сопровождается образованием отхода – «осадок нейтрализации серной кислоты природным известняком».

Сброс воды в канализацию либо в окружающую среду исключен.

Раздел 5 Обращение с отходами, содержащими галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители

5.1 Общая информация о деятельности по обращению с отходами, содержащими галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители

Галогенорганические соединения – органические вещества, содержащие хотя бы одну связь: углерод-галоген. Галогенорганические соединения в зависимости от галогена подразделяются на фторорганические, хлорорганические, броморганические, иодорганические соединения. Многие галогенорганические соединения обладают особыми свойствами, которые привели к их широкому использованию в различных сферах деятельности человека. При этом основная часть галогенорганических соединений характеризуется высокой токсичностью. Особой токсичностью обладают вещества, которые определены как стойкие органические загрязнители.

Согласно Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, ратифицированной в Российской Федерации Федеральным законом от 27.06.2011 № 164-ФЗ [45,46] стойкие органические загрязнители (далее – СОЗ) – это вещества, которые обладают токсичными свойствами, проявляют устойчивость к разложению, характеризуются биоаккумуляцией и являются объектом трансграничного переноса по воздуху, воде и мигрирующими видами, а также осаждаются на большом расстоянии от источника их выброса, накапливаясь в экосистемах суши и водных экосистемах.

Токсическое воздействие СОЗ включает в себя летальность, вредное влияние на репродуктивность и развитие, подавление иммунной системы, дерматологические заболевания, мутагенный и канцерогенный эффект.

Стокгольмская конвенция направлена на:

- сокращение использования продукции, содержащей СОЗ;
- прекращение производства и последующую полную ликвидацию промышленного производства СОЗ;
- уменьшение непреднамеренно образующихся выбросов СОЗ.

В перечень наиболее опасных стойких органических загрязнителей биосферы [46] первоначально было включено 12 соединений – альдрин, хлордан, ДДТ, дильдрин, эндрин, гептахлор, мирекс, гексахлорбензол, токсафен, полихлорированные дифенилы (ПХД), полихлорированные бифенилы (ПХБ), полихлорированные дибензо-п-диоксины и дибензофураны (ПХДД/ПХДФ). Затем этот список постепенно пополнялся.

Процессы, приводящие к образованию отходов стойких органических загрязнителей:

- ранее проводимое производство СОЗ для использования в промышленности;
- производство СОЗ для использования в сельском хозяйстве (производство пестицидов, в том числе инсектицидов, гербицидов или фунгицидов);
- непреднамеренное образование СОЗ в качестве нежелательных побочных продуктов в некоторых химических промышленных процессах или непреднамеренное

ИТС 52–2022

образование СОЗ во время процессов горения, включая сжигание в присутствии хлора или других галогенов (например, брома, фтора).

Основное применение СОЗ нашли в электротехническом оборудовании (трансформаторах, конденсаторах, масляных выключателях, вакуумных насосах). Электрооборудование в виде силовых трансформаторов и конденсаторов различной мощности может содержать ПХБ следующего состава [47]:

- в трансформаторах – совтол-10 (90% ПХБ и 10% 1,2,4-трихлорбензола);
- в конденсаторах – 100% ТХБ.

ПХБ-содержащее оборудование классифицируется по следующим типам [47,48]:

- совол пластификаторный – использовался ранее в основном лакокрасочными предприятиями в качестве добавки для улучшения свойств красок, а также в качестве смазок для улучшения жаростойкости и электроизоляционных свойств электропроводов;

- совтол-10 – использовался ранее в качестве диэлектрической жидкости для изготовления трансформаторов;

- трихлорбифенил (ТХБ) – использовался ранее для заполнения конденсаторов.

В Российской Федерации до сих пор используется ПХБ-содержащее электротехническое оборудование: в энергетических системах – около 20 %, на предприятиях машино- и приборостроения – около 18%. ПХБ-содержащее оборудование применяется на предприятиях черной и цветной металлургии, мукомольных предприятиях, рыбоперерабатывающих заводах и др. [49].

Последняя инвентаризация ПХБ и ПХБ-содержащего оборудования проводилась в Российской Федерации в 2000 году.

В 2015 году в рамках выполнения совместного с ЮНИДО исследования Российским энергетическим агентством при поддержке Минэнерго России была проведена пилотная инвентаризация организаций ТЭК на наличие ПХБ-оборудования. Обработка результатов анализа показала, что в 79 организациях накоплено 7 147 тонн синтетического ПХБ-содержащего трансформаторного масла; на балансе организаций находится 152 254 штук электротехнического оборудования, содержащего ПХБ, в т.ч. 1 311 трансформаторов и 150 943 конденсатора [50]. По данным Российского энергетического агентства, в настоящее время наибольшее количество всего ПХБ-содержащего оборудования находится на предприятиях Уральского федерального округа (примерно 60 тыс. штук), наименьшее количество оборудования представлено в Северо-Западном федеральном округе (8,5 тыс. штук) [50].

К отходам продукции, содержащей галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, относятся:

- отходы оборудования (конденсаторов, трансформаторов и прочего оборудования), содержащие галогенированные ароматические органические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители;

- отходы масел (в том числе трансформаторных), содержащие галогенированные ароматические органические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители;

- отходы от обслуживания машин и оборудования, в том числе обтирочный материал, песок и опилки древесные, загрязненные полихлорированными бифенилами (код ФККО 9 19 304 11 60 2 и 9 19 304 21 40 2);

- отходы очистки оборудования, кубовые остатки, смеси галогенсодержащих органических веществ.

Перечень видов отходов, являющихся предметом рассмотрения настоящего раздела ИТС, представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень видов отходов, содержащих галогенированные ароматические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители I и II классов опасности

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов по ФККО |
|-------|--------------------------|---|
| 1. | 4 11 313 51 10 1 | Гексахлорбутадиен, утративший потребительские свойства |
| 2. | 4 72 110 01 52 1 | Отходы конденсаторов с трихлордифенилом |
| 3. | 4 72 110 02 52 1 | Отходы конденсаторов с пентахлордифенилом |
| 4. | 4 72 120 01 52 1 | Отходы трансформаторов с пентахлордифенилом |
| 5. | 4 72 160 01 31 1 | Отходы масел трансформаторных, содержащих полихлорированные дифенилы и терфенилы |
| 6. | 4 72 160 11 10 1 | Отходы масел трансформаторных, содержащих полихлорированные дифенилы и трихлорбензол |
| 7. | 4 72 160 99 31 1 | Отходы прочих масел, содержащих полихлорированные дифенилы и терфенилы |
| 8. | 4 72 301 01 31 2 | Отходы масел трансформаторных и теплонесущих, содержащих галогены |
| 9. | 4 72 302 01 31 2 | Отходы масел гидравлических, содержащих галогены |
| 10. | 9 19 304 11 60 2 | Обтирочный материал, загрязненный полихлорированными бифенилами |
| 11. | 9 19 304 21 40 2 | Песок и опилки древесные в смеси, загрязненные полихлорированными бифенилами (содержание полихлорированных бифенилов менее 20%) |

Согласно данным федерального статистического наблюдения за 2018–2021 годы [15–17] все виды отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители (см. таблицу 5.1), образуются на территории Российской Федерации.

По данным федерального статистического наблюдения за 2018–2021 годы, объем образования отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, в 2021 году примерно в 2,5 раза ниже (1752 т) по сравнению с объемами образования 2019 года (4276 т). [15–17]. Основная масса образующихся отходов представлена: отходами конденсаторов с трихлордифенилом, конденсаторов с пентахлордифенилом, трансформаторов с пентахлордифенилом. Наибольшими объемами образования характеризуется вид отходов «отходы трансформаторов с пентахлордифенилом»: ежегодное образование составляет 609,66 т (2018 г.) – 708,00 (2019 г.) т.

Согласно данным федерального статистического наблюдения за 2021 год в Российской Федерации передано на обезвреживание 2020 т отходов, то есть весь объем образованных отходов, содержащих СОЗ [17].

Согласно данным федерального статистического наблюдения в 2021 году в Российской Федерации обезврежено 1290 т отходов продукции, содержащей

ИТС 52–2022

галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, и утилизировано 554 т [17]. Наибольшими объемами обезвреживания характеризуется вид отходов «отходы трансформаторов с пентахлордифенилом», показатели по обезвреживанию данного отхода составляют от 124 т (2020 г.) до 240 т (2018 г.).

Объем утилизации рассматриваемых отходов имеет активную тенденцию роста: от 4,99 (2018 г.) до 554 т (2021 г.).

В период с 2018 по 2021 год отходы продукции, содержащей галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, направляли на хранение и захоронение. Объем отходов, направляемых на хранение, составляет не более 4 т/год (2020 г.). В среднем ежегодно захоранивали ориентировочно 10% от общего объема образующихся отходов (например, в 2020 году захоронено 135 т отходов). На объектах захоронения в 2020 году размещены отходы конденсаторов с трихлордифенилом (43 т), отходы трансформаторов с пентахлордифенилом (92 т) [17]. В Российской Федерации имеется несколько специализированных полигонов по захоронению опасных отходов, включая отходы продукции, содержащей галогенорганических вещества, в том числе стойкие органические загрязнители.

Данные федерального статистического наблюдения по обращению с отходами, содержащими галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители за 2018–2021 годы, приведены в таблице 5.2 [15–17].

Таблица 5.2 – Данные федерального статистического наблюдения по обращению с отходами, содержащими галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители за 2018–2021 гг. [15–17]

| Год | Образование, т | Поступление, т | Передано для утилизации, т | Утилизировано, т | Передано для обезвреживания, т | Обезврежено, т | Передано на хранение, т | Хранение, т | Передано на захоронение, т | Захоронено в текущем году, т |
|------|----------------|----------------|----------------------------|------------------|--------------------------------|----------------|-------------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|
| 2018 | 1094,44 | 908,35 | 148,93 | 4,99 | 1249,54 | 529,56 | 1,12 | 3,13 | 109,37 | 174,44 |
| 2019 | 4276,00 | 578,00 | 99,00 | 35,00 | 3878,00 | 260,00 | 462,00 | 1,00 | 241,00 | 246,00 |
| 2020 | 1187,00 | 733,00 | 59,00 | 134,00 | 1187,00 | 498,00 | 41,00 | 4,00 | 126,00 | 135,00 |
| 2021 | 1752,00 | 2582,00 | 21,00 | 554,00 | 2020,00 | 1290,00 | 2,00 | 0 | 51,00 | 19,00 |

Основная часть рассматриваемых в данном разделе отходов содержит в своем составе стойкие органические загрязнители (СОЗ), в том числе полихлорированные бифенилы (ПХБ) – группу органических соединений, включающую все хлорзамещенные производные дифенила.

При обращении с отходами трансформаторов, содержащих ПХБ, необходимо придерживаться требований, установленных Стокгольмской конвенцией [45, 46], в соответствии с которой к 2025 году необходимо:

- прилагать активные усилия по выявлению, маркировке и прекращению эксплуатации оборудования, содержащего полихлорированные дифенилы в концентрации более 10 процентов и в объеме более 5 литров;

- прилагать активные усилия по выявлению, маркировке и прекращению эксплуатации оборудования, содержащего более 0,05 процента полихлорированных дифенилов и в объеме более 5 литров;

- стремиться выявить наличие и прекратить эксплуатацию оборудования, содержащего более 0,005 процента полихлорированных дифенилов и в объеме более 0,05 литров.

В настоящее время в Российской Федерации производство и применение практически всех СОЗ запрещены.

5.2 Технологические, технические решения и системы менеджмента, используемые в настоящее время при обращении с отходами, содержащими галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители

5.2.1 Накопление отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители

В соответствии с СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [18] накопление и хранение отходов продукции, содержащей галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, должны осуществляться на поддонах в закрытых складах отдельно. Иные отходы I класса опасности должны храниться в герметичных оборотных (сменных) емкостях (контейнеры, бочки, цистерны), II класса – в надежно закрытой таре (полиэтиленовых мешках, пластиковых пакетах), на поддонах.

Накопление отходов, содержащих ПХБ, должно осуществляться следующим образом [49]:

- оборудование, содержащее ПХБ, не имеющее повреждений и утечек ПХБ, может храниться без упаковки;

- поврежденные трансформаторы, содержащие ПХБ, после их герметизации и устранения утечек ПХБ хранятся без упаковки;

- трансформаторы, содержащие ПХБ, после слива диэлектрика хранятся без упаковки;
- поврежденные конденсаторы должны быть упакованы в контейнеры;
- твердые отходы, содержащие ПХБ (загрязненная почва, опилки, ветошь и другое), должны быть упакованы в контейнеры;
- жидкие ПХБ и отходы, содержащие ПХБ, хранятся в емкостях (бочках, цистернах).

В [49] установлены следующие требования к емкостям для хранения жидких отходов, содержащих ПХБ:

- емкости должны быть герметичными, изготовленными из стали и иметь двойные стенки в целях недопущения утечек содержимого при перевозке;
- не допускается заваривать крышки контейнера;
- емкость/контейнер должны иметь крепления (ручки), необходимые для их подъема при транспортировке.

5.2.2 Транспортирование отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители

Транспортирование отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, осуществляется в соответствии с требованиями, установленными для перевозки опасных грузов. Перевозка опасных грузов регламентируется в соответствии с требованиями, установленными следующими нормативными правовыми актами:

- Правилами перевозок грузов автомобильным транспортом, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 21.12.2020 № 2200 [20];
- Правилами перевозок опасных грузов по железным дорогам, утвержденными Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества независимых государств от 05.04.1996 № 15 [21];
- Приложениями А и В Соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов от 30.09.1957 (ДОПОГ) [19];
- установлением образцов специальных отличительных знаков, обозначающих класс опасности отходов, а также Порядка нанесения их на транспортные средства, контейнеры, цистерны, используемые при транспортировании отходов, утвержденные приказом Минтранса России от 22.11.2021 № 399 [63].

Жидкие отходы I-II классов опасности должны транспортировать в герметичных контейнерах.

Транспортировка отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, допускается только в специально оборудованных транспортных средствах [45].

Для перемещения отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, по территории предприятия могут использоваться тележки, автокары, тракторы, грузовые автомобили, другие транспортные средства, обеспечивающие транспортировку конденсаторов и трансформаторов и исключающие их механические повреждения вследствие опрокидывания, падения и других факторов [49].

Транспортировка оборудования, содержащего ПХБ, должна осуществляться только в вертикальном положении.

При перемещении поврежденного оборудования необходимо использовать специальные приспособления (поддоны, контейнеры), а также сорбирующие материалы, позволяющие локализовать возможные утечки ПХБ [49].

В случае разливов ПХБ при транспортировке необходимо срочно принять меры к ликвидации последствий [49].

5.2.3 Утилизация и обезвреживание отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители

5.2.3.1 Предварительная обработка отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, для дальнейшей утилизации и обезвреживания

К операциям обработки отходов, содержащих галогенорганические вещества для дальнейшей утилизации и обезвреживания, относятся следующие:

Сорбция – процесс, который используется для концентрирования галогенорганических веществ их выделения из водных и газообразных отходов. Полученный концентрат, а также адсорбент или абсорбент могут подлежать соответствующей обработке перед их утилизацией или обезвреживанием.

Сушка – процесс предварительной обработки отходов, с помощью которого из отходов, содержащих галогенорганические вещества, удаляется часть воды.

Перемешивание – смешивание отходов, содержащих галогенорганические вещества, с другими веществами и материалами в целях получения смеси с концентрацией СОЗ, которая ниже нормативно установленного уровня.

Масляно-водяное разделение – в процессе разделения образуется водяная и масляная фазы, которые могут содержать СОЗ и требуют последующей обработки.

Корректировка уровня pH – ряд технологий обработки и утилизации отходов, содержащих СОЗ, наиболее эффективен при определенном уровне pH среды. Регулирование уровня pH достигается с помощью щелочей, кислот или углекислого газа.

Измельчение отходов, содержащих галогенорганические вещества, – применение некоторых технологий утилизации возможно только для отходов, имеющих определенный размер частиц. В таких случаях проводят операцию измельчения отхода.

Перемешивание до пастообразного состояния – условиями ведения процесса утилизации некоторых технологий требуется введение опасных отходов в реактор в пастообразном состоянии.

Промывка отходов, содержащих СОЗ, растворителем – для удаления СОЗ с электроприборов, например с конденсаторов и трансформаторов, может применяться промывка растворителем. Данный метод может применяться для обработки загрязненного грунта и сорбентов, использовавшихся в процессе адсорбционной или абсорбционной предварительной обработки отходов, содержащих СОЗ.

Термодесорбция отходов, содержащих СОЗ, – низкотемпературная термодесорбция (низкотемпературное выпаривание) является технологическим процессом очистки отходов, содержащих СОЗ, который осуществляется в специальной

камере с использованием тепла для механического отделения летучих и труднолетучих соединений и элементов из обрабатываемого отхода. Эта технология может применяться для очистки гладких поверхностей электрооборудования, в частности, корпусов трансформаторов, в которых ранее находилась диэлектрическая жидкость, содержащая ПХД. Термодесорбция отходов, содержащих СОЗ, может приводить к непреднамеренному образованию СОЗ, для удаления которых может потребоваться дополнительная обработка [45, 16].

Слив ПХБ из трансформаторов и отмывка – первым этапом при обработке трансформаторов, содержащих ПХБ, является слив диэлектрической жидкости из них. Для полноты слива ПХБ трансформатор перед сливом, если температура ниже 20–25 °С, необходимо нагреть (совтол-10 представляет собой исключительно вязкую жидкость). После слива ПХБ из трансформатора стенки корпуса, электротехнические обмотки и пакеты трансформаторного железа загрязнены тонким слоем ПХБ. Остаточное количество ПХБ, по данным проведенных исследований, составляет от 2% до 10% от веса ПХБ, залитого в трансформатор. После удаления ПХБ содержащей жидкости трансформаторы, конденсаторы и контейнеры рассматриваются как ПХБ загрязненные отходы, которые необходимо утилизировать экологически приемлемым способом [50].

Конструктивные особенности трансформаторов и конденсаторов определяют пути решения проблемы их уничтожения или регенерации. Три российские технологии отмывки от ПХБ трансформаторов и контейнеров наиболее близки к практической реализации:

- отмывка от ПХБ парами хлористого метилена (опытно-промышленная установка);
- отмывка от ПХБ жидким толуолом (опытно-промышленная установка);
- отмывка от ПХБ водными моющими растворами (опытно-промышленная установка).

В российских технологиях предусмотрена очистка трансформаторов «в сборе» с последующей их разборкой и утилизацией металлических деталей [47].

Оценка и обоснование выбора оптимальной технологии обработки от ПХБ трансформаторов и контейнеров должна быть проведена по техническим показателям, включающим простоту и доступность оборудования и материалов, и экологическому соответствию показателей технологии существующим требованиям охраны окружающей среды [47].

Технология отмывки трансформаторов от ПХБ водным моющим раствором пока не позволяет достичь требуемой полноты очистки. Остаточное содержание ПХБ в трансформаторах составляет 5000 ppm, что по европейским нормативам соответствует опасным отходам, требующим специальных дополнительных мер по их утилизации или уничтожению. По этой причине технология отмывки трансформаторов от ПХБ водными моющими растворами пока не рассматривается.

Технологическая схема отмывки трансформаторов от ПХБ хлористым метиленом имеет много общего в техническом плане со схемой, где для отмывки используется толуол. Каждая из рассматриваемых технологических схем – с использованием хлористого метилена и с использованием толуола – практически может обеспечить снижение концентрации ПХБ на внутренних металлических компонентах до уровня ниже

ИТС 52–2022

50 ppm (мг/кг). Необходимые технологические требования могут быть достигнуты при соответствующем увеличении времени обработки трансформаторов. Отличием технологии с использованием толуола является применение второго компонента – водяного пара для удаления оставшегося толуола из трансформатора после промывки.

После очистки трансформатора по любой из этих двух технологий остаются деревянные и картонные компоненты трансформатора, содержащие более 50 ppm ПХБ и являющиеся опасными отходами.

В настоящее время известны технологии обезвреживания отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, примененные на действующих промышленных предприятиях. Данные технологии характеризуются высокой степенью деструкции СОЗ – от 99,999% до 99,9999% и более. К таким технологиям относится дехлорирование оксидами металлов. К химическим процессам, приводящим к удалению хлора, относятся, в том числе:

- электрохимическое восстановление – дехлорирование металлическим натрием;
- дехлорирование щелочными системами;
- дехлорирование в присутствии полиэтиленгликоля;
- восстановление алкоксидом натрия;
- восстановление высокотемпературной гидрогенизацией;
- каталитическое дехлорирование;
- каталитическая гидрогенизация;
- технология сольватированного электрона;
- биологический метод обезвреживания.

На стадии разработки находятся также фотохимический и радиолизный методы.

Технологии обезвреживания отходов продукции, содержащей галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители, термическими способами представлены в информационно-техническом справочнике ИТС 9-2020 «Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами» [25].

В настоящем разделе рассмотрены технологии обезвреживания отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители отходов, альтернативные термическим способам и примененные на действующих промышленных предприятиях.

5.2.3.2 Метод щелочного дегидрохлорирования СОЗ

Область применения. Используется для обезвреживания отходов, содержащих СОЗ, в том числе ПХДД.

Описание метода. Дегалогенирование СОЗ можно осуществить с помощью смесей водных растворов солей щелочных металлов и полиспиртов. Реакционная смесь выдерживается при температуре 140–220 °С, степень деструкции диоксида достигает 99,95%.

Метод щелочного дегидрохлорирования СОЗ подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

5.2.3.3 Химическое восстановление в газовой фазе (Gas Phase Chemical Reduction (GPCR))

Область применения. Используется для обезвреживания отходов, содержащих СОЗ.

В процессе GPCR реакция разложения СОЗ проходит в разряженной газовой среде в отсутствие кислорода, что предотвращает образование диоксинов и способствует разложению диоксинов, присутствующих в отходах. Процесс основывается на реакции газофазного термхимического восстановления, заключающейся во взаимодействии водорода с органическими и хлорорганическими соединениями [51].

В зависимости от количества отходов и производительности установки с помощью данной технологии можно переработать до 100 т отходов в сутки. Данная технология обезвреживания может применяться для всех СОЗ, в том числе отходов с высокими концентрациями СОЗ, ПХБ содержащих трансформаторов, батареек и использованных масел.

Метод химического восстановления в газовой фазе подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

5.2.3.4 Каталитическое разложение (BCD)

Область применения. Используется для обезвреживания отходов, содержащих СОЗ, в том числе ДДТ, ПХБ, диоксинов и фуранов.

Описание метода. Технология используется для переработки больших объемов отходов с высоким содержанием СОЗ, таких как ДДТ, ПХБ, диоксины и фураны.

В технологии BCD твердые или жидкие отходы подвергаются переработке путем нагревания до 300–350 С в водородной среде при нормальном давлении и присутствии смеси углеводородов с высокой точкой кипения, гидроокиси натрия и катализатора. Технология BCD позволяет утилизировать до 20 т загрязненных твердых отходов в час и до 9000 л жидкости за один раз.

Усовершенствованное оборудование позволяет достичь разложения > 99,99999% для 30-процентного ДДТ и > 99,999999% для 90% ПХБ.

Метод каталитического разложения подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

5.2.3.5 Окисление в сверхкритической воде (SCWO)

Область применения. Используется для обезвреживания отходов, содержащих СОЗ.

Описание метода. Процесс SCWO использовался для обезвреживания широкого спектра материалов, в том числе СОЗ, а также очистки широкого спектра загрязненных объектов, таких как промышленные стоки, илы (шламы), хозяйственно-бытовые сточные воды, загрязненные ПХБ, пестицидами, алифатическими и ароматическими галогенсодержащими веществами. Технологии используют сходные принципы разрушения органических веществ с использованием окислителя, такого как перекись водорода, кислород или нитрит.

ИТС 52–2022

Происходит исчерпывающее окисление органической части перерабатываемых продуктов в основном до углекислого газа и азота.

Метод окисления в сверхкритической воде подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

5.2.3.6 Восстановление натрием (SR)

Область применения. Используется для переработки отработанных масел с содержанием СОЗ, в том числе ПХБ.

Описание метода. Технология широко используется для обезвреживания ПХБ на производственных участках, где располагаются работающие трансформаторы.

В процессе SR хлор, входящий в состав ПХБ, полностью восстанавливается щелочным металлом при рассеивании натрия в минеральных маслах. Процесс дехлорирования осуществляется путем перемешивания реакционной смеси в сухой азотной среде при нормальном давлении.

Побочные продукты реакции: вода, хлорид натрия, гидроокись натрия и бифенилы.

Метод восстановления натрием подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

5.2.3.7 Катализируемое основанием разложение (КОР)

Область применения: используется для обезвреживания отходов, содержащих СОЗ.

Описание метода. Растворы или суспензии СОЗ в высококипящих углеводородах (нефтепродуктах) нагревают в присутствии каустической соды и катализатора. В этих условиях нефтепродукты служат источником водорода, который отщепляется и вступает в реакцию со связанным хлором в составе СОЗ. В присутствии щелочи главными продуктами переработки являются пары воды и хлорид натрия.

Метод подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

5.2.3.8 Химическая утилизация отходов, содержащих галогенорганические вещества, стойкие органические загрязнители

Область применения: отходы масел трансформаторных, содержащих полихлорированные дефинилы и терфинилы.

Краткое описание технологии. Метод заключается в последовательной обработке совтола олеумом и триэтанолламином. Продукт утилизации совтола представляет собой триэтанолламинную соль сульфированного совтола и является смесью органических веществ.

Полученная в результате утилизации отходов масел трансформаторных, содержащих полихлорированные дефинилы и терфинилы, антисептическая паста, по мнению авторов технологии, может быть использована для обработки древесины.

5.2.3.9 Биологические методы обезвреживания отходов, содержащих СОЗ

Область применения. Используется для обезвреживания отходов, содержащих СОЗ, в том числе ПХБ.

Описание метода. Данные методы ограничено пригодны для обезвреживания СОЗ. В первую очередь подвергаются обезвреживанию низкохлорированные ПХБ (моно-, ди-, три- и некоторые тетрахлорбифенилы). Процесс деструкции проходит по схеме действия окислительно-восстановительных ферментов в три стадии:

- образование фермент-субстратного комплекса;
- процесс подготовительного метаболизма;
- стадия дегалогенизации.

Интенсификация механизма обезвреживания отходов обеспечивается за счет применения специально адаптированной анаэробной микрофлоры.

Метод подробно описан в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)» [26].

5.2.3.10 Физико-химические методы обезвреживания отходов, содержащих СОЗ

Шаровая обработка (Ball Milling)

Область применения: Используется для обезвреживания СОЗ и восстановления почв, загрязненных пестицидами.

Краткое описание технологии: Технология Ball Milling сочетает механическое воздействие на отходы и воздействие химическими реагентами для прохождения реакции восстановления обрабатываемых отходов (отходы ПХБ или пестицидов) с целью восстановительного дегалогенирования отходов СОЗ. Отходы, загрязненные СОЗ, помещают в шаровую мельницу с добавкой реагентов (оксид кальция, магний и др.). Процесс проходит при комнатной температуре и включает следующие стадии:

- дегалогенизирование с использованием механохимических реакций;
- механическое разрушение.

Точки соприкосновения шарик-шарик и шарик-поверхность являются основными областями разрушения отхода и инициации химической реакции. Реакции, индуцированные в точке разрушения, включают образование радикалов и перенос электронов, что приводит к разрушению химических связей.

Технология Ball Milling эффективна для разрушения гексабромциклододекана и полибромированных дифениловых эфиров. Данная технология достигает снижения уровня диоксина в почве до 1000 ppt (1 ppb) [52].

5.2.4 Размещение отходов продукции, содержащей галогенированные ароматические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители

Хранение твердых отходов, содержащих ПХБ, образовавшихся при ликвидации разливов ПХБ, а также загрязненного ПХБ грунта должно осуществляться в отдельных контейнерах [49].

Хранение отходов, содержащих ПХБ, должно осуществляться следующим образом [49]:

ИТС 52–2022

- оборудование, содержащее ПХБ, не имеющее повреждений и утечек ПХБ, может храниться без упаковки;
- поврежденные трансформаторы, содержащие ПХБ, после их герметизации и устранения утечек ПХБ хранятся без упаковки;
- трансформаторы, содержащие ПХБ, после слива диэлектрика хранятся без упаковки;
- поврежденные конденсаторы должны быть упакованы в контейнеры;
- твердые отходы, содержащие ПХБ (загрязненная почва, опилки, ветошь и другое), должны быть упакованы в контейнеры;
- жидкие ПХБ и отходы, содержащие ПХБ, хранятся в емкостях (бочках, цистернах).

В [49] установлены следующие требования к емкостям для хранения жидких отходов, содержащих ПХБ:

- емкости должны быть герметичными, изготовленными из стали и иметь двойные стенки в целях недопущения утечек содержимого при перевозке;
- не допускается заваривать крышки контейнера;
- емкость/контейнер должны иметь крепления (ручки), необходимые для их подъема при транспортировке.

Захоронение отходов I–II классов опасности должно осуществляться согласно положениям СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [18].

В соответствии с Государственным реестром объектов размещения отходов в настоящее время зарегистрировано 15 объектов, на которых осуществляется хранение отходов, содержащих галогенорганические вещества. Действующие объекты захоронения таких отходов в государственном реестре объектов размещения отходов не выявлены.

5.3 Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду

Все виды обращения с отходами сопровождаются рисками загрязнения воздуха галогенорганическими веществами.

При накоплении и хранении возможно выделение в атмосферный воздух летучих галогенорганических веществ. В случае отсутствия герметичности контейнеров возможно выделение в атмосферный воздух и более тяжелых органических веществ, в том числе стойких органических загрязнителей.

В процессах утилизации и обезвреживания наряду с галогенорганическими веществами возможно выделение веществ, образующихся в результате протекающих химических процессов. В частности в технологии обработки трансформаторов хлористым метилом образуются газовые выбросы после отдувки газовой фазы растворителя из трансформатора. Данные выбросы проходят через адсорбер с активированным углем для окончательной очистки воздуха от хлорорганических

примесей. Количество активированного угля для адсорбции ПХБ должно подбираться с таким расчетом, чтобы уголь содержал менее 50 мг/кг ПХБ и относился к неклассифицированным отходам по европейским нормам.

В технологии очистки трансформаторов толуолом образуются как газовые выбросы, так и сточные воды, которые требуют очистки.

Эмиссии при обезвреживании стойких органических загрязнителей зависят от применяемых методов.

Сведения о текущих уровнях выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при физико-химической переработке отходов или оборудования, содержащего стойкие органические загрязнители (СОЗ), по данным справочника ЕС по наилучшим доступным технологиям Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment, 2018 [5], приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Текущие уровни выбросов при физико-химической переработке отходов, содержащих стойкие органические загрязнители

| № п/п | Параметр | Тип измерения | Среднее значение |
|-------|--|---------------|------------------|
| 1 | Поток (м ³ /ч) | Периодический | 55 825 |
| 2 | Неметановые летучие органические соединения (мг/м ³) | Непрерывный | 74 |
| 3 | ПХБ (мкг/м ³) | Периодический | 0,5 |
| 4 | Диоксиноподобные ПХБ (нг I-TEQ /м ³) | Периодический | 0,06 |

Эмиссии в окружающую среду при химической утилизации отходов продукции, содержащей галогенированные ароматические вещества, стойкие органические загрязнители, представлены выбросами загрязняющих веществ, перечень и значения которых представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Текущие уровни выбросов загрязняющих веществ при химической утилизации отходов, содержащей галогенорганические вещества

| № п/п | Загрязняющее вещество | Единица измерения | Текущие уровни выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух |
|-------|-----------------------|-------------------|---|
| 1 | Оксид серы (VI) | г/сек | 0,00502 |
| 2 | Толуол | г/сек | 0,000356 |
| 3 | Триэтаноламин | г/сек | 0,0000059 |
| 4 | Трихлорбензол | г/сек | 0,0002 |

Утилизация отходов масел трансформаторных, содержащих полихлорированные дефинилы и терфинилы, сопровождается образованием отработанного сорбента.

Раздел 6. Обращение с отходами I и II классов опасности, содержащими пестициды

6.1. Общая информация о деятельности по обращению с отходами I и II классов опасности, содержащими пестициды

Согласно Федеральному закону от 19.07.1997 № 109-ФЗ (ред. от 28.06.2021) «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» [53]:

- пестицидами являются вещества или смесь веществ, в том числе используемые в качестве регуляторов роста растений, феромонов, дефолиантов, десикантов и фумигантов, и препараты химического или биологического происхождения, предназначенные для борьбы с вредными организмами;

- обращение пестицидов и агрохимикатов включает производство, применение, реализацию, транспортировку, хранение, уничтожение, расфасовку, утилизацию, обезвреживание, захоронение, ввоз в Российскую Федерацию и вывоз из Российской Федерации.

Все пестициды, разрешенные к применению на территории Российской Федерации, вносятся в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов [53].

В Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, на начало 2020 года зарегистрировано 652 единицы разрешенных к применению препаративных форм пестицидов (отдельных и смешанных по действующему веществу), что значительно больше, чем было разрешено к применению в предыдущие годы [54].

К отходам I и II классов опасности, содержащим пестициды, относятся отходы следующего происхождения:

- отходы от предпосевной подготовки семян;
- отходы производства пестицидов и агрохимических продуктов;
- прочие отходы пестицидов и агрохимических продуктов, в том числе отходы органических растворителей, брак средств защиты растений при их производстве;
- отходы тары, упаковки и упаковочных материалов, загрязненные пестицидами;
- отходы государственных стандартных образцов пестицидов, утративших потребительские свойства;
- отходы пестицидов, утративших потребительские свойства;
- смеси пестицидов и агрохимикатов, утратившие потребительские свойства.

Перечень видов отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды, включенных в ФККО и являющихся предметом рассмотрения настоящего раздела ИТС 52, представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень видов отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов по ФККО |
|-------|--------------------------|--|
| 1. | 1 11 010 21 49 2 | Семена зерновых, зернобобовых, масличных, овощных, бахчевых, корнеплодных культур, протравленные фунгицидами и/или инсектицидами, с истекшим сроком годности |
| 2. | 1 14 122 91 29 2 | Гексахлорановые дымовые шашки, утратившие потребительские свойства |
| 3. | 1 14 123 11 41 2 | Фундазол, утративший потребительские свойства |
| 4. | 1 14 128 11 30 2 | Смесь жидких пестицидов 2-3 классов опасности, пригодная для термического обезвреживания |
| 5. | 1 14 128 12 40 2 | Смесь твердых пестицидов 2-3 классов опасности, пригодная для термического обезвреживания |
| 6. | 1 14 128 81 71 1 | Пестициды на основе хлорорганических соединений в смеси, содержащие грунт и остатки упаковки |
| 7. | 1 14 128 91 71 1 | Отходы средств защиты растений неустановленного состава в смеси, содержащие грунт и остатки упаковки |
| 8. | 3 18 125 11 10 1 | Воды промывки оборудования и уборки производственных помещений производства гербицидов |
| 9. | 3 18 125 81 20 2 | Брак гербицидов в смеси |
| 10. | 4 38 194 32 52 2 | Упаковка из разнородных полимерных материалов, загрязненная фунгицидами 2 класса опасности |
| 11. | 4 38 194 43 50 2 | Упаковка из разнородных полимерных материалов, загрязненная биоцидами 2 класса опасности |
| 12. | 3 18 191 12 10 2 | Отходы органических растворителей на основе циклических и ароматических углеводородов, отработанные при промывке оборудования производства средств защиты растений |
| 13. | 3 18 191 32 39 2 | Брак средств защиты растений при их производстве |
| 14. | 3 18 191 71 39 2 | Отходы зачистки оборудования производства средств защиты растений |
| 15. | 4 38 129 82 51 1 | Упаковка полипропиленовая, загрязненная пестицидами 1 класса опасности (содержание пестицидов более 1%) |
| 16. | 4 38 129 84 51 2 | Упаковка полипропиленовая, загрязненная гербицидами 2 класса опасности |
| 17. | 4 38 194 02 52 2 | Упаковка из разнородных полимерных материалов, загрязненная пестицидами 1 класса опасности (содержание пестицидов менее 1%) |
| 18. | 4 38 194 03 52 1 | Упаковка из разнородных полимерных материалов, загрязненная пестицидами 1 класса опасности |
| 19. | 4 38 194 04 52 2 | Упаковка из разнородных полимерных материалов, загрязненная пестицидами 2 класса опасности |
| 20. | 4 38 194 22 52 2 | Упаковка из разнородных полимерных материалов, загрязненная инсектицидами 2 класса опасности |

| № п/п | Код вида отходов по ФККО | Наименование вида отходов по ФККО |
|-------|--------------------------|---|
| 21. | 4 38 194 32 52 2 | Упаковка из разнородных полимерных материалов, загрязненная фунгицидами 2 класса опасности |
| 22. | 4 68 211 21 51 1 | Тара алюминиевая, загрязненная пестицидами 1 класса опасности |
| 23. | 9 41 888 91 31 1 | Отходы государственных стандартных образцов пестицидов в ацетонитриле в смеси |
| 24. | 9 42 881 11 39 2 | Смесь отработанных элюентов обводненная при технических испытаниях хроматографией сырья и готовой продукции производства пестицидов |

Данные федерального статистического наблюдения по обращению с отходами I и II классов опасности, содержащими пестициды, за 2018–2021 годы приведены в таблице 6.2 [15–17].

Согласно данным федерального статистического наблюдения за 2018–2021 годы [3–5] не все виды отходов I и II классов опасности, содержащие пестициды, включенные в ФККО, фактически образуются на территории Российской Федерации. Из 21 вида отходов, включенных в ФККО, обращение осуществляется с 19 видами отходов. В последние годы не осуществляется обращение со следующими отходами: гексахлорановыми дымовыми шашками, утратившими потребительские свойства, пестицидами на основе хлорорганических соединений в смеси, содержащими грунт и остатки упаковки; отходами средств защиты растений неустановленного состава в смеси, содержащими грунт и остатки упаковки.

По данным федерального статистического наблюдения за 2018–2021 годы, наблюдается рост объемов образования отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды, с 31,61 т/год (2018 г.) до 313 т/год (2021 г.) [15–17]. Основная масса образования отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды в 2020 году, представлена отходами «брак средств защиты растений при их производстве» (47 т) и «упаковка из разнородных полимерных материалов, загрязненная пестицидами 2 класса опасности» (29 т).

Согласно данным федерального статистического наблюдения в 2018–2021 годах в Российской Федерации объемы обезвреживания отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды, находились в диапазоне 86–432 т. [15–17].

В течение 2018–2020 годов отходы I и II классов опасности, содержащие пестициды, не направляли на хранение, только в 2021 году подлежали хранению 3 т этих отходов. В то же время согласно Государственному реестру объектов размещения отходов на трех объектах осуществляется хранение отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды.

Захоронение отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды, в количестве 6 т зафиксировано только в 2020 году. Захоронению подвергались следующие отходы: фундазол, утративший потребительские свойства (2 т), смесь твердых пестицидов 2-3 классов опасности, пригодная для термического

Т а б л и ц а 6.2 – Данные федерального статистического наблюдения по обращению с отходами I и II классов опасности, содержащими пестициды, за 2018–2020 гг. [15–17]

| Год | Образование, т | Поступление, т | Передано для утилизации, т | Утилизировано, т | Передано для обезвреживания, т | Обезврежено, т | Передано на хранение, т | Хранение, т | Передано на захоронение, т | Захоронение, т |
|------|----------------|----------------|----------------------------|------------------|--------------------------------|----------------|-------------------------|-------------|----------------------------|----------------|
| 2018 | 31,61 | 214,36 | 5,47 | 0 | 21,70 | 206,46 | 0,85 | 0 | 0 | 0,37 |
| 2019 | 132,00 | 22,00 | 5,00 | 1,00 | 46,00 | 86,00 | 8,00 | 0 | 0 | 0 |
| 2020 | 171,00 | 608,00 | 15,00 | 6,00 | 203,00 | 432,00 | 1,00 | 0 | 0 | 6,00 |
| 2021 | 313,00 | 496,00 | 57,00 | 25,00 | 501,00 | 247,00 | 1,00 | 3,00 | 2,00 | 0 |

обезвреживания (2 т); упаковка полипропиленовая, загрязненная гербицидами 2 класса опасности (1 т) [17], упаковка из разнородных полимерных материалов, загрязненная пестицидами 2 класса опасности (1 т). В Государственном реестре объектов размещения отходов не выявлены объекты захоронения отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды.

В настоящее время обращение с пестицидами (включая запасы устаревших и непригодных химикатов) регулируется международными соглашениями:

- Стокгольмской конвенцией о стойких органических загрязнителях (СОЗ), ратифицированной в Российской Федерации Федеральным законом от 27.06.2011 № 164-ФЗ [45, 46];

- Роттердамской конвенцией о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле [55].

По данным [58] в Российской Федерации на 2010 год размещено около 20 тыс. т запрещенных и непригодных к применению пестицидов. Актуальная информация по наличию этих отходов на действующих объектах не выявлена.

Особую опасность представляют хранящиеся стойкие органические загрязнители: хлорорганические соединения, нитросоединения, ртутьорганические протравители, а также обладающие высокой токсичностью фосфорорганические и медьсодержащие пестициды.

6.2 Технологические, технические решения и системы менеджмента, используемые в настоящее время при обращении с отходами I–II классов опасности, содержащими пестициды

6.2.1 Накопление отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды

Накопление отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды, должно осуществляться согласно положениям СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [18]. В соответствии с указанным документом:

- накопление отходов I класса опасности допускается исключительно в герметичных оборотных (сменных) емкостях (контейнеры, бочки, цистерны), II класса – в надежно закрытой таре (полиэтиленовых мешках, пластиковых пакетах), на поддонах;

- накопление отходов I–II классов опасности должно осуществляться в закрытых складах отдельно [18].

Данные о фактическом накоплении отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды, в действующей системе отчетности, находящейся в открытом доступе, отсутствуют.

В соответствии с [65] отходы пестицидов с нарушенной целостностью упаковки подлежат переупаковке в тару, соответствующую требованиям нормативных

документов. При наличии договора с поставщиком (производителем, импортером, продавцом) металлическая и специальная тара из полимерных материалов может быть возвращена поставщику (производителю, импортеру, продавцу) в необезвреженном виде, но чистая снаружи и плотно закрытая. В противном случае перед ее утилизацией или уничтожением она подвергается обезвреживанию в соответствии с требованиями, изложенными в рекомендациях по обезвреживанию (утилизации, уничтожению) конкретных пестицидов (ядохимикатов).

6.2.2. Транспортирование отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды

Транспортирование отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды, осуществляется в соответствии с требованиями, установленными для перевозки опасных грузов. Перевозка опасных грузов регламентируется в соответствии с требованиями, установленными следующими нормативными правовыми актами:

- Правилами перевозок грузов автомобильным транспортом, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 21.12.2020 № 2200 [20];

- Правилами перевозок опасных грузов по железным дорогам, утвержденными Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества независимых государств от 05.04.1996 № 15 [21];

- Приложениями А и В Соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов от 30.09.1957 (ДОПОГ) [19];

- установлением образцов специальных отличительных знаков, обозначающих класс опасности отходов, а также Порядка нанесения их на транспортные средства, контейнеры, цистерны, используемые при транспортировании отходов, утвержденные приказом Минтранса России от 22.11.2021 № 399 [63].

Жидкие отходы I класса опасности должны доставляться для их утилизации и обезвреживания железнодорожным транспортом либо специализированным автомобильным транспортом в герметичных контейнерах.

Жидкие отходы II класса опасности должны доставляться для их утилизации и обезвреживания железнодорожным транспортом в железнодорожных цистернах либо специализированным автомобильным транспортом в герметичных контейнерах.

Транспортировка отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды, допускается только в специально оборудованных транспортных средствах [45].

6.2.3. Утилизация и обезвреживание отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды

Согласно [65] методы и технологии обезвреживания (утилизации, уничтожения) непригодных пестицидов (ядохимикатов) и тары из-под них разрабатываются производителями пестицидов (ядохимикатов), проходят санитарно-эпидемиологическую и экологическую экспертизу при регистрации пестицидов (ядохимикатов) и включаются в нормативную или техническую документацию на препараты, в паспорта безопасности, а также в тарную этикетку и рекомендации по применению, предоставляемые потребителю поставщиками (производителями, импортерами, продавцами) пестицидов (ядохимикатов). В соответствии с [65]

обезвреживание пестицидов (ядохимикатов) на специализированных установках осуществляется согласно технологиям, указанным в сопроводительной документации на конкретный пестицид (ядохимикат).

Наиболее проблематичным является обращение с отходами неустановленного состава или представляющими собой смесь различных пестицидов.

При обезвреживании пестицидов, непригодных к дальнейшему использованию, в районе их хранения владельцы препаратов выделяют ответственных работников, в присутствии которых происходит обезвреживание [65]. При этом оформляется акт, в котором указываются наименование организации, название обезвреженного пестицида (ядохимиката), его количество, место и способ обезвреживания, фамилия лица, ответственного за проведение работ.

Для утилизации и обезвреживания отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды, используются биологические, химические и термические методы.

Биологическое разложение предполагает использование особых видов бактерий, которые способны перерабатывать ядохимикаты до безопасного состояния. Технология подразумевает применение специальных видов препаратов, в состав которых входят десятки типов бактерий, работающих с различными видами пестицидов.

Химический метод предполагает дезактивацию за счет применения хлора либо других веществ. Однако метод не обеспечивает нужную степень безопасности, так как в ходе реакции могут образовываться токсичные вещества.

Термический метод с помощью сжигания обеспечивает уничтожение практически любых видов пестицидов, а также утилизацию тары из-под пестицидов.

Метод каталитического окисления предполагает для ускорения процесса окисления использование катализаторов, что позволяет проводить процесс при относительно низких температурах по сравнению с процессом термического обезвреживания.

Согласно «СП 127.13330.2017. Свод правил. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию. СП 127.13330.2017», утвержденных приказом Минстроя России от 14.11.2017 № 1533/пр [27] для твердых пестицидов предлагается применение метода термического обезвреживания с утилизацией тепла отходящих газов для выработки водяного пара энергетических параметров в котлах-утилизаторах и с системой очистки отходящих газов от уноса пыли и паров хлористого водорода, фтористого водорода и оксидов серы. Зола и шлак, образующиеся при сжигании отходов, транспортируются на захоронение в специальные карты.

В настоящее время в Российской Федерации большинство пестицидов, утративших потребительские свойства, обезвреживается термическими методами [51].

Наиболее применяемые методы основываются на высокотемпературном (более 1200 С) воздействии на уничтожаемые отходы с последующим резким охлаждением отходящих продуктов горения и сложной системой их фильтрации, обеспечивающей поглощение диоксинов и фуранов. В частности, в России отходы пестицидов сжигают в промышленных печах для обжига цемента или известняка.

Известен способ переработки пестицидов путем их нагревания при 1030–1700 °С в присутствии кислорода и расплава оксидов щелочно-земельных металлов. Для переработки запрещенных к использованию ядохимикатов и различных видов отходов

разработана плазмохимическая технология при температуре выше 10000 °С с последующей абсорбционной системой газоочистки.

Авторами [51] предлагается осуществлять обезвреживание пестицидов следующими способами, а именно путем фильтрационного горения и огневого (термоокислительного) обезвреживания. Несмотря на существенные различия, в основе всех вышеперечисленных методов лежит высокотемпературное окисление с системой очистки отходящих газов.

Согласно [65] бумажная и деревянная упаковка, загрязненная пестицидами, подлежит сжиганию.

Подробный обзор технологий обезвреживания отходов термическими способами представлен в информационно-техническом справочнике ИТС 9-2020 «Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами» [25].

В настоящем разделе рассмотрены технологии обезвреживания отходов I–II классов опасности, содержащих пестициды, альтернативные термическим способам и примененные на действующих промышленных предприятиях.

6.2.3.1 Физические методы обезвреживания тары, загрязненной пестицидами

Метод обезвреживания тары (металлические бочки, канистры, барабаны) растворами солей [57]

Область применения. Используется для обезвреживания тары загрязненной пестицидами.

Описание метода. Обезвреживание производится 5-процентным раствором каустической соды (300–500 г на ведро воды). Тару заполняют этим раствором и оставляют на 6–12 часов, затем многократно промывают водой. При отсутствии соды обезвреживание можно провести древесной золой. Для этого в тару насыпают древесную золу и наливают такое количество воды, чтобы образовалась жидкая каша, хорошо взбалтывают ее (до полного удаления препарата со стенок тары) и оставляют на 12–24 часов. Затем содержимое сливают, а тару многократно промывают водой. Емкость для сбора промывных вод и использованных моющих средств должна иметь герметичную крышку.

Для обезвреживания тары из-под ртутьорганических пестицидов используют одно из нижеприведенных средств:

- 20-процентный раствор хлорного железа;
- 0,2-процентный раствор перманганата калия, подкисленный соляной кислотой (5 мл на 1 л воды);
- пасту «Перегуда», кашу хлорной извести (1 кг на 4 л воды).

Растворами заполняют тару и оставляют на 5-6 часов. Затем обрабатывают 1-процентным раствором перманганата калия. По истечении суток обмывают тару теплой мыльно-содовой водой (4-процентный раствор мыла в 5-процентном растворе кальцинированной соды).

Тару из-под бромистого метила, метилхлорида обезвреживают путем тщательного проветривания, а затем обрабатывают паром (120–130 °С) до исчезновения запаха пестицида.

Тару из-под карбаматных пестицидов обезвреживают 1-процентным раствором перманганата калия, подкисленного соляной кислотой, или кашей хлорной извести.

ИТС 52–2022

6.2.3.2 Физико-химические методы обезвреживания грунтов, загрязненных пестицидами

Шаровая обработка (Ball Milling) [61]

Область применения: применяется для обезвреживания и восстановления хлорированных субстратов, таких как ПХБ или пестициды.

Краткое описание технологии. Технология представляет собой сочетание механического воздействия с химическими реагентами для создания реакции восстановления хлорированных субстратов, таких как ПХБ или пестициды. Отходы помещаются в устройство для шаровой мельницы с соединением щелочного металла, которое действует как донор водорода и энергично вибрирует, чтобы обеспечить перемешивание стальных шариков, реагента и смеси отходов. Процесс проводится при комнатной температуре. Хлор переходит в неорганические соединения – CaCl_2 или $\text{Ca}(\text{ClO})$.

Для обработки используются реагенты – оксид кальция (CaO), магний (Mg), натрий и другие металлы, включая их оксиды.

6.2.3.3 Низкотемпературное окисление нитратом кальция в реакторе псевдоожиженного слоя [52]

Область применения: Используется для обезвреживания отходов пестицидов.

Краткое описание технологии. Технология представляет собой низкотемпературное окисление нитратом кальция в реакторе псевдоожиженного слоя. Метод позволяет минерализовать такие химические элементы, как фтор, фосфор, сера, азот в виде фторапатитов, гидроксиапатитов, гидроксил-карбонатапатитов и сульфата кальция. В процессе происходит окисление органической части перерабатываемых продуктов в основном до углекислого газа и азота, то есть образующиеся газообразные продукты по своему составу близки к составу воздуха.

Технология предусматривает мобильность установок и является более энергосберегающей по сравнению с термическими способами уничтожения ядовитых веществ [52].

6.2.3.4 Метод глубокого каталитического окисления [52]

Область применения: Метод применяется для обезвреживания токсичных отходов: ядовитых веществ, химических удобрений и пестицидов.

Краткое описание технологии. Переработка токсичных отходов осуществляется по технологическому циклу, в соответствии с которым на предприятие поставляются герметичные контейнеры, в которые селективно производится сбор токсичных отходов. В установке, по технологии каталитического окисления, отходы полностью превращаются в продукты природного состояния с гарантированным отсутствием в выбросах токсичных оксидов азота, углерода, углеводов, диоксинов и т.п.

Оборудование размещается на двух платформах автомобильного шасси типа КамАЗ-5140. Производительность по переработке отходов – до 370 кг/час. Температура

процесса каталитического окисления – 450–600 С. Удельное потребление топлива (солярка) – 0,05 т/час. Срок службы установки – не менее 10 лет.

6.2.4 Размещение отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды

Хранение отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды

Согласно Федеральному закону от 19.07.1997 № 109-ФЗ (ред. от 28.06.2021) «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» [53]:

- хранение пестицидов и агрохимикатов разрешается в специализированных хранилищах, предназначенных только для их хранения;
- бестарное хранение пестицидов запрещается.

При хранении пестицидов необходимо соблюдать требования, исключающие причинение вреда здоровью людей и окружающей среде [53].

Способы хранения твердых и жидких затаренных пестицидов подробно рассмотрены в «ИТС 46-2019. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов)» (утв. Приказом Росстандарта от 17.04.2019 № 835) [64].

Захоронение отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды

Согласно положениям СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [18] захоронение пестицидов, признанных непригодными к дальнейшему использованию по назначению, и тары из-под них не допускается.

6.3 Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду

Эмиссии в окружающую среду при накоплении и хранении отходов I и II классов опасности, содержащих пестициды, могут быть связаны с испарением жидких веществ и пылением твердых сыпучих материалов. Загрязнение поверхностных и подземных вод может быть связано с ненадлежащим хранением, когда отходы I и II классов опасности, содержащие пестициды, подвергаются воздействию атмосферных осадков или в случае их проливов и просыпей на открытую поверхность.

При утилизации и обезвреживании объемы и характер эмиссии зависят от применяемого способа удаления отходов. Для всех рассмотренных методов характерны выбросы загрязняющих веществ и образование отходов.

Раздел 7 Методология определения наилучших доступных технологий

В настоящем разделе изложена методология определения наилучших доступных технологий в области обращения с отходами I и II классов опасности (далее – методология).

Назначение методологии

Настоящая методология разработана в целях идентификации технологий (технологических процессов, методов и способов, оборудования и материалов) утилизации и обезвреживания отходов, в том числе термическими способами, размещения отходов в качестве НДТ в процессе разработки и актуализации справочника НДТ ИТС 52 «Обращение с отходами I и II классов опасности».

Методология также может быть использована иными заинтересованными лицами, осуществляющими деятельность в области размещения отходов, для выбора НДТ.

Исходные сведения для определения технологии в качестве НДТ

Источниками информации о применяемых на практике технологиях в области обращения с отходами I и II классов опасности, а также технологических способах, методах, оборудовании и материалах, относящихся к НДТ, являются сведения, полученные по результатам анкетирования организаций, анализа информации из научно-исследовательских и диссертационных работ, монографий и публикаций в ведущих периодических изданиях, статистических сборников, международных справочников НДТ, и сведений, полученных в ходе консультаций с экспертами в области обращения с отходами I и II классов опасности.

С целью сбора актуальной информации проводится анкетирование организаций, эксплуатирующих оборудование, установки, технологические линии, а также организаций, осуществляющих разработку технологических процессов, методов и способов, производство и реализацию материалов и оборудования, используемых в области обращения с отходами I и II классов опасности.

Бюро наилучших доступных технологий проводит сбор данных на основании унифицированных отраслевых шаблонов анкет, осуществляет обработку данных, необходимых для разработки и актуализации справочника, и обеспечивает конфиденциальность информации, необходимой для определения технологических процессов, оборудования, технических способов и методов в качестве наилучшей доступной технологии в ходе разработки и актуализации справочника согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 года № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» (вместе с «Правилами определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям»)» [6].

По результатам анкетирования, а также с использованием открытых данных готовится обзор, содержащий сведения об основных технологических процессах,

технических решениях и оборудовании, которые представляются в разделе/подразделах «Технологические, технические решения и системы менеджмента, используемые в настоящее время в рассматриваемой отрасли промышленности». В разделе/подразделах «Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду» приводятся сведения о мерах, направленных на снижение негативного воздействия на ОС и повышение ресурсоэффективности.

Информация из вышеуказанных разделов положена в основу экспертного анализа при определении технологии в качестве НДТ.

Основополагающие документы

Методология разработана в соответствии с положениями нормативных правовых актов:

- Федерального закона от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [1];

- Федерального закона от 21 июля 2014 года № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [66];

- Федерального закона от 24 июня 1998 года № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [40];

- Постановления Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 года № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям (вместе с «Правилами определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям»)» [3];

- Приказа Минпромторга России от 23 августа 2019 года № 3134 «Об утверждении методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии» [67];

- Распоряжения Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 года № 2674-р «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий» [4].

Основные принципы определения технологии в области обращения с отходами I и II классов опасности в качестве НДТ

Определение НДТ в области обращения с отходами I и II классов опасности основано на сочетании пяти критериев достижения целей охраны окружающей среды для определения наилучшей доступной технологии, которые установлены нормативными правовыми актами, положенными в основу «Методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии» [67].

Критерий 1 – «Наименьший уровень негативного воздействия технологии на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги, либо уровень, соответствующий другим показателям воздействия на окружающую среду, предусмотренным международными договорами Российской Федерации».

ИТС 52–2022

Критерий 2 – «Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации НДТ».

Критерий 3 – «Применение ресурсо- и энергосберегающих методов».

Критерий 4 – «Период внедрения НДТ».

Критерий 5 – «Промышленное внедрение технологических процессов, оборудования, технологических способов, методов на двух и более объектах в Российской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к области применения НДТ».

Рассмотрение критериев достижения целей охраны окружающей среды для определения наилучших доступных технологий осуществляется в последовательности, представленной в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Алгоритм определения технологий (технологических процессов, методов и способов, оборудования и материалов) в качестве НДТ

| Последовательность рассмотрения критериев | Основные действия |
|---|---|
| Критерий 5 | Промышленное внедрение технологии на двух и более объектах |
| Критерий 1 | Определение наименьшего уровня негативного воздействия технологии на окружающую среду |
| Критерий 3 | Выявление применения ресурсо- и энергосберегающих методов |
| Критерия 4 | Рассмотрение периода внедрения технологии |
| Критерий 2 | Определение экономической эффективности внедрения и эксплуатации технологии |
| ИТОГО | Принятие членами ТРГ решения об отнесении технологии к НДТ |

Методы, позволяющие пошагово рассмотреть несколько технологий и определить наилучшую доступную технологию

Рассмотрение критерия 5 «Промышленное внедрение технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду»

С целью выявления технологий, имеющих признаки НДТ, рассматриваются анкеты, содержащие сведения о технологиях, соответствующие критерию 5, т. е. внедренных на двух и более действующих предприятиях Российской Федерации, и представившие наиболее полную информацию.

В случае, когда количество объектов в Российской Федерации составляет менее 2-х, рекомендуется в качестве референтных объектов, демонстрирующих промышленное внедрение технологических процессов, оборудования, технических способов, использовать зарубежные производственные площадки, относящиеся к области применения НДТ.

Результатом оценки технологий по критерию 5 должен стать перечень технологий (технологических процессов, оборудования, технологических методов, способов, приемов и средств) в области обращения с отходами I и II классов опасности, используемых на двух и более действующих предприятиях в Российской Федерации. Дальнейшее рассмотрение технологий (технологических процессов, оборудования,

технологических методов, способов, приемов и средств) в качестве НДТ производится для технологий из данного перечня.

Технологии, имеющие все признаки НДТ, но не соответствующие критерию 5, включаются в перечень перспективных технологий, которые в настоящее время не получили достаточного распространения.

Рассмотрение критерия 1 «Наименьший уровень негативного воздействия технологии на окружающую среду»

Идентификация согласно критерию 1 осуществляется для технологий в области обращения с отходами I и II классов опасности, внедренных на двух и более действующих предприятиях в Российской Федерации.

Оценка наименьшего уровня воздействия на окружающую среду проводится в расчете на единицу поступающих для обращения отходов (тонну, м³) с целью выявления технологических процессов, методов, способов, оборудования, материалов, используемых в области обращения с отходами I и II классов опасности, обеспечивающих наименьшее воздействие на окружающую среду, в том числе наименьшие выбросы и сбросы загрязняющих веществ, образование и размещение вторичных отходов.

Уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу отходов (тонну, м³) оценивается по удельному образованию эмиссий, поступающих в окружающую среду (на 1 т или 1 м³). В случае представления данных в концентрациях загрязняющих веществ оценка проводится путем сопоставления концентраций. Сравнительный анализ проводится только для показателей в сопоставимых единицах.

Оценка уровня негативного воздействия проводится для технологий, имеющих идентичное целевое назначение и применяемых в области обращения с отходами I и II классов опасности.

При оценке уровня воздействия на окружающую среду принимаются во внимание также:

- технологии, направленные на снижение поступления загрязняющих веществ в поверхностные воды, почвы;
- технологии, направленные на снижение поступления выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- технологии, направленные на минимизацию образования и размещения вторичных отходов.

Параметры для сравнения уровня негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу поступающих в систему отходов (тонну, м³) для технологий в области обращения с отходами I и II классов опасности, направленных на снижение рисков поступления загрязняющих веществ в ОС, приведены в таблице 7.2.

ИТС 52–2022

Таблица 7.2 – Параметры для сравнения уровня негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу отходов (тонну, м³)

| № п/п | Назначение технологии: снижение поступления загрязняющих веществ | Параметры сравнения уровня негативного воздействия на окружающую среду по количеству эмиссий загрязняющих веществ |
|-------|--|---|
| 1. | В поверхностные воды, почвы | В поверхностные водные объекты. В почвы с дождевыми и талыми водами |
| | В подземные воды, недра (только для ОРО) | В подземные воды и недра с фильтрационными и дренажными водами |
| 2. | В атмосферный воздух | В атмосферный воздух с выбросами |
| 3. | Физические воздействия | Уровень воздействия. Характер воздействия. |
| 4. | Обращение с вторичными отходами | По классу опасности вторичных отходов. По объемам образования и способам удаления |

При рассмотрении воздействия отходов на окружающую среду учитываются:

- возможность снижения опасных свойств с понижением класса опасности отходов (IV и V классы) и наименьшую степень их распространения;
- возможность в ходе технологического процесса минимизировать или исключить образование вторичных отходов.

В случае, когда для рассматриваемой области имеется ряд альтернативных технологических процессов, предпочтение отдается технологическому процессу, сопровождающемуся уменьшением массы отходов и имеющему наименьшее воздействие на окружающую среду.

Оценка воздействия технологий на атмосферный воздух проводится с применением следующих показателей:

- перечень загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах в атмосферу;
- наличие систем очистки выбросов;
- масса выбросов загрязняющих веществ;
- концентрация (или масса) загрязняющих веществ до очистки;
- концентрация (или масса) загрязняющих веществ после очистки;
- месторасположение объекта;
- возможность очистки выбросов загрязняющих веществ в атмосферу до установленных требований.

Оценка воздействия на водные объекты проводится по следующим показателям:

- объем образования сточных вод;
- концентрация загрязняющих веществ в сточных водах до очистки;
- концентрация загрязняющих веществ в сточных водах после очистки стоков;
- возможность очистки сточных вод до установленных нормативов допустимого сброса;
- направление движения сточных вод.

Приоритет отдается технологиям без образования сточных вод в технологическом процессе, в том числе имеющим систему оборотного водоснабжения.

Оценка физических факторов воздействия на ОС (вибрации, шум, запах, электромагнитные и тепловые воздействия) учитывает:

- уровень воздействия на ОС;
- характер воздействия, постоянный или переменный.

Приоритет отдается технологиям с минимальным уровнем физических факторов воздействия в технологическом процессе и проводящим мероприятия по их снижению.

Оценка образования и размещения вторичных отходов проводится по следующим показателям:

- факт образования вторичных отходов;
- класс опасности вторичных отходов;
- количество образования вторичных отходов (абсолютные и удельные);
- способы удаления вторичных отходов (обезвреживание, утилизация и повторное использование вторичных отходов);
- объемы размещения отходов (абсолютные и удельные).

Основным условием отнесения технологии к НДТ в соответствии с критерием 1 являются наименьшие воздействия на ОС при реализации технологии.

Результатом оценки технологий по критерию 1 являются технологии, обеспечивающие наименьшее совокупное воздействие на ОС.

Рассмотрение критерия 3 «Применение ресурсо- и энергосберегающих методов»

Идентификация технологий в качестве НДТ согласно критерию 3 проводится для технологий, внедренных в Российской Федерации, реализация которых сопровождается наименьшим воздействием на ОС.

Целью оценки технологий на предмет применения ресурсо- и энергосбережения является выявление технологий, характеризующихся минимальным ресурсо- и энергопотреблением, максимальным использованием ресурсного потенциала отходов.

Целью оценки технологий на предмет применения ресурсо- и энергосбережения является выявление технологий обращения с отходами, характеризующихся меньшими затратами энергии и ресурсов.

Оценка потребления основных ресурсов проводится по следующим показателям:

- потребление энергии – уровень энергопотребления и тип топлива (природный газ, бензин, мазут и т. д.);
- потребление воды – объем потребления воды и назначение потребления воды (промывная жидкость, хладагент, сырье и т. д.);
- потребление вспомогательных материалов – объем потребления вспомогательных материалов.

Предпочтение отдается технологиям с использованием оборотных циклов, регенерации и рециклинга веществ, рекуперации тепла и внедренной системой энергоменеджмента.

Результатом оценки по Критерию 3 являются технологии, внедренные в Российской Федерации, обеспечивающие минимальное негативное воздействие на ОС и характеризующиеся меньшими затратами энергии и ресурсов.

Рассмотрение критерия 2 «Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации НДТ»

Идентификация технологий согласно критерию 2 «Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации НДТ» осуществляется для технологий, соответствующих критериям 1, 3, 5.

Целью оценки экономической эффективности внедрения и эксплуатации НДТ является выявление технологий, внедрение и эксплуатация которых являются менее затратными без ущерба для ОС.

Оценка экономической эффективности внедрения и эксплуатации НДТ проводится на основании экономических показателей, полученных в результате анкетирования эксплуатирующих организаций и организаций, осуществляющих разработку технологических процессов, методов и способов, производство и реализацию материалов и оборудования. В качестве показателей рассматриваются:

- капитальные затраты на проектирование и строительство объекта (с указанием года, в соответствии с ценами которого произведен расчет затрат);
- эксплуатационные затраты в ценах текущего года;
- себестоимость обращения с отходами в текущем периоде.

При наличии сведений о ценах и затратах на внедрение конкретных технологий (технологических процессов, оборудования, средств, материалов) проводится их сравнительная оценка.

Для корректного сравнения экономических показателей производится их индексация в цены текущего года с использованием индексов изменения сметной стоимости проектных, изыскательских, строительно-монтажных и пусконаладочных работ. Сравнение технологий проводится по показателю, отражающему приведенные затраты, которые определяются по формуле $PЗ = Э + E * K$, где: Э – эксплуатационные затраты;

К – капитальные вложения (инвестиции), необходимые для реализации технологических решений;

Е – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (равный обратной величине срока окупаемости).

Альтернативой методу затрат и выгод может служить анализ эффективности затрат, который используется для определения того, какие мероприятия являются наиболее предпочтительными для достижения определенной экологической цели при возможно низкой стоимости [67]. Экономическая эффективность технологии может быть определена по формуле:

$$\text{Экономическая эффективность} = \frac{\text{Годовые затраты, руб.}}{\text{Сокращение эмиссий, тонн/год}}$$

В контексте оценки НДТ использование критерия 2 – «Экономическая эффективность» – не является исчерпывающим. Однако ранжирование вариантов НДТ по мере возрастания экономической эффективности является полезным, например, чтобы исключить варианты, которые необоснованно дороги по сравнению с полученной экологической выгодой [67].

Условием определения НДТ в соответствии с критерием 2 является относительно низкий диапазон приведенных затрат при допустимом уровне воздействия на ОС.

Рассмотрение критерия 4 «Период внедрения НДТ»

Идентификация согласно критерию 4 «Период внедрения НДТ» осуществляется для перечня технологий, обеспечивающих снижение негативного воздействия на ОС, характеризующихся меньшими затратами энергии и ресурсов, имеющими эффективные экономические показатели внедрения и эксплуатации.

Оценка периода внедрения НДТ проводится для выявления НДТ с наименьшим периодом внедрения. Периоды внедрения НДТ рассматривались в следующих временных масштабах:

- краткосрочный (от нескольких недель до месяцев);
- среднесрочный (от нескольких месяцев до года);
- долгосрочный (обычно составляет несколько лет).

Предпочтение отдается технологиям, имеющим меньшие периоды внедрения.

Результатом оценки по Критерию 4 являются технологии, соответствующие критериям достижения целей охраны ОС:

- внедренные в Российской Федерации на двух и более действующих предприятиях;
- обеспечивающие снижение негативного воздействия на ОС;
- характеризующиеся меньшими затратами энергии и ресурсов относительно аналогичных технологий;
- имеющие эффективные экономические показатели внедрения и эксплуатации относительно аналогичных технологий;
- характеризующиеся меньшими периодами внедрения. Период внедрения технологии в качестве НДТ может варьироваться исходя из экономической эффективности и доступности технических / технологических решений, но не может превышать десяти лет.

Принятие членами ТРГ решения об отнесении технологии к НДТ

Результатом рассмотрения технологий с применением критериев достижения целей охраны окружающей среды для определения наилучшей доступной технологии, является перечень наилучших доступных технологий, представленный в разделе справочника НДТ «Наилучшие доступные технологии».

При возникновении серьезных разногласий относительно того, какие технологии определить в качестве НДТ, может быть проведена более углубленная комплексная оценка технологий. При возникновении серьезных разногласий относительно экономической эффективности внедрения НДТ проводится дополнительная оценка экономической целесообразности внедрения технологий.

При наличии особого мнения по определению технологии в качестве НДТ, не поддерживаемого всеми членами ТРГ, такая технология может быть определена в качестве НДТ и включена в справочник НДТ. Включение такой технологии в справочник НДТ сопровождается специальными указаниями на особое мнение и допускается при соблюдении следующих условий:

- в основе особого мнения лежат данные, которыми располагают ТРГ и федеральный орган исполнительной власти, ответственный за разработку справочников НДТ, на момент подготовки выводов относительно НДТ;
- заинтересованными членами ТРГ представлены обоснованные доводы для включения технологии в перечень НДТ; доводы являются обоснованными, если они

ИТС 52–2022

подтверждены техническими, экономическими данными, данными о воздействии на различные компоненты окружающей среды, соответствием технологии определению термина «наилучшая доступная технология» и критериям определения НДТ, указанными в 7-ФЗ [1].

Раздел 8 Наилучшие доступные технологии в области обращения с отходами I и II классов опасности

В целях формирования настоящего раздела, в соответствии с приказом Минпромторга России от 23.08.2019 № 3134 [67], использовались сведения об экологической и ресурсной эффективности предприятий, полученные в процессе сбора и обработки данных, необходимых для разработки и актуализации справочника, с использованием унифицированных отраслевых шаблонов, результаты научно-исследовательских и диссертационных работ, монографии и прочие издания (статьи, монографии), технологические регламенты, а также международные справочники по наилучшим доступным технологиям – Справочник Европейского союза по наилучшим доступным технологиям «Европейская комиссия. Директива о промышленных эмиссиях 2010/75/EU. Комплексное предотвращение и контроль загрязнения. Справочное руководство по наилучшим доступным технологиям. Обработка отходов. 2018 г.» (BREF WT) [5], Справочник Европейского союза по наилучшим доступным технологиям «Европейская комиссия. Директива о промышленных эмиссиях 2010/75/EU. Комплексное предотвращение и контроль загрязнения. Справочное руководство по наилучшим доступным технологиям. Сжигание отходов. 2019 г.» (BREF WI) [6].

Приведенные НДТ в данном разделе следует рассматривать совместно с НДТ, представленными в ИТС 15-2021 и ИТС 9-2020.

Технологические показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, соответствующие наилучшим доступным технологиям

Если не указано иное, технологические показатели НДТ, указанные в настоящем разделе, относятся к концентрациям (масса выбрасываемых веществ на объем отходящего газа) при следующих стандартных условиях: сухой газ при температуре 273,15 К и давление 101,3 кПа, без поправки на содержание кислорода и выраженные в мг/нм³ или мг/нм³.

Для периодов усреднения технологических показателей НДТ для выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух применяются следующие **определения**:

| Тип измерения | Период усреднения | Определение |
|---------------|--|---|
| Непрерывный | Среднесуточное значение | Среднее суточное значение на основе действительных почасовых или получасовых средних значений |
| Периодический | Среднее значение за период отбора проб | Среднее значение трех последовательных измерений продолжительностью не менее 30 минут каждое ¹ |

¹ В отношении любого параметра, для которого не подходит 30-минутный отбор проб/период измерений в связи с ограничениями, связанными с отбором проб или проведением анализа, можно использовать более подходящий период измерения. Для ПХДД/Ф или диоксиноподобных ПХБ используется один период отбора проб продолжительностью от 6 до 8 часов.

Технологические показатели сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, соответствующие наилучшим доступным технологиям

Если не указано иное, технологические показатели сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, соответствующие наилучшим доступным технологиям, выражаются концентрационными значениями (масса сбрасываемого вещества на объем воды), выраженными в мкг/л или мг/л.

Если не указано иное, периоды усреднения, связанные с технологическим показателем НДТ, относятся к любому из следующих двух случаев:

- в случае непрерывного сброса – среднесуточные значения, т.е. составные пробы, пропорциональные потоку за 24 часа;
- в случае периодического сброса – средние значения за период сброса, взятые в виде составных проб, пропорциональных потоку, или, при условии, что стоки надлежащим образом перемешаны и однородны, выборочная проба, взятая перед сбросом.

Композитные образцы, пропорциональные времени, могут использоваться при условии, что продемонстрирована достаточная стабильность потока.

Все технологические показатели для сбросов загрязняющих веществ в водные объекты применяются в месте выпуска.

8.1 Общие НДТ

8.1.1 Общие экологические показатели

НДТ 1. Внедрение системы экологического менеджмента (СЭМ), которая включает в себя все следующие функции:

- I Заинтересованность руководства, включая высшее руководство.
- II Определение руководством экологической политики, включающей постоянное улучшение экологических характеристик установки.
- III Планирование и установление необходимых процедур, целей и задач в сочетании с финансовым планированием и инвестициями.
- IV Выполнение процедур, уделяя особое внимание:
 - a) структуре и ответственности;
 - b) обучению, осведомленности и компетентности;
 - c) коммуникации;
 - d) участию сотрудников;
 - e) документации;
 - f) эффективному управлению процессом;
 - g) программе технического обслуживания;
 - h) готовности к чрезвычайным ситуациям и реагированию;
 - i) обеспечению соблюдения природоохранного законодательства.
- V Проверка производительности и принятие корректирующих мер, уделяя особое внимание: производственному экологическому контролю; корректирующим и предупреждающим действиям; ведению учета; независимому (где это возможно) внутреннему или внешнему аудиту для определения того, соответствует ли СЭМ запланированным мероприятиям и правильно ли она внедрена и

- поддерживается. VI Проверка высшим руководством системы ESM и ее постоянной пригодности, адекватности и эффективности.
- VII Отслеживание развития более чистых технологий.
- VIII Учет воздействия на окружающую среду возможного вывода станции из эксплуатации на этапе проектирования новой станции и в течение всего срока ее эксплуатации.
- IX Применение отраслевого бенчмаркинга на регулярной основе.
- X Управление потоком отходов.
- XI Инвентаризация потоков сточных вод и отработанных газов.
- XII План управления вторичными отходами.
- XIII План управления авариями.
- XIV План устранения запаха.
- XV План управления шумом и вибрацией.

Дополнительно, в отношении объектов термической утилизации или обезвреживания отходов и, где это применимо, установок по утилизации или обезвреживанию золошлаковых отходов, к НДТ может относиться включение в систему экологического менеджмента следующих элементов:

- а) для установок по обработке золошлаковых отходов:
- управление качеством отходов на выходе из оборудования;
 - управление неорганизованными выбросами;
- б) для установок термической утилизации или обезвреживания:
- план предотвращения аварийных ситуаций;
 - план ликвидации последствий аварий.

Уровень детализации и степень формализации системы экологического менеджмента, как правило, зависят от характера, масштаба и сложности установки, а также диапазона возможных воздействий на окружающую среду (что также определяется типом и количеством перерабатываемых отходов).

Применимость. Масштаб (например, уровень детализации) и характер СЭМ (например, стандартизированная или нестандартизированная) обычно связаны с характером, масштабом и сложностью установки, а также диапазоном воздействия на окружающую среду, который она может иметь, видами и количеством перерабатываемых отходов.

НДТ 2. Обеспечение экологически безопасного обращения с отходами I-II классов опасности достигается в использовании мер организационного характера, реализуемых на этапе приемки отходов, их последующей утилизации, обезвреживания, размещения. Меры, относящиеся к НДТ, приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – НДТ 2. Меры организационного характера

| № п/п | Меры организационного характера | Описание |
|-------|--|--|
| 1. | Контроль характеристик принимаемых отходов | Меры направлены на обеспечение технологической пригодности операций по обращению с конкретными видами отходов до их поступления на утилизацию или обезвреживание. Они включают в себя анализ документов, содержащих информацию о поступающих отходах, и могут включать при необходимости отбор проб отходов и их исследование для получения достаточных данных о составе отходов. Процедуры предварительной приемки отходов основаны на оценке рисков с учетом, например, опасных свойств отходов, рисков, связанных с отходами с точки зрения технологической безопасности, охраны труда и воздействия на окружающую среду, а также информации, предоставленной предыдущим собственником отходов |
| 2. | Документирование процесса приемки отходов в рамках производственного экологического контроля | Система учета поступающих отходов предназначена для отслеживания местоположения и количества принимаемых и накапливаемых отходов. Она позволяет провести контроль всей информации, полученной в ходе процедур приемки отходов (например, дату прибытия, информацию о предыдущем владельце (владельцах) отходов, результаты анализа перед приемкой и приемкой, вид тары, особенности приемки, планируемых маршрутах дальнейшего обращения) |
| 3. | Внедрение системы управления качеством производимой из отходов продукции или качеством оказываемой услуги по обезвреживанию или размещению отходов | Эта мера включает в себя создание и внедрение системы управления качеством продукции, получаемой при утилизации отходов, или качеством услуги по их обезвреживанию и захоронению Система управления также позволяет контролировать и оптимизировать эффективность обработки отходов и для этой цели может включать анализ потока материалов соответствующих компонентов на протяжении всего процесса обработки отходов. Использование анализа материальных потоков основано на риске с учетом, например, опасных свойств отходов, рисков, связанных с отходами с точки зрения безопасности процесса, охраны труда и воздействия на окружающую среду, а также информации, предоставленной предыдущим собственником отходов |

Окончание таблицы 8.1

| № п/п | Меры организационного характера | Описание |
|-------|---|---|
| 4. | Обеспечение отдельного складирования отходов с учетом их последующей утилизации, обезвреживания, размещения | Отдельное складирование отходов определяется их свойствами, для последующего обращения с ними. Отдельное складирование отходов основано на физическом разделении отходов и условиях, определяющих время и место их складирования. |
| 5. | Контроль совместимости отходов перед их смешиванием для дальнейшего обращения с ними | Совместимость обеспечивается комплексом проверочных мер и испытаний для выявления любых нежелательных и/или потенциально опасных химических реакций между отходами при их смешивании перед переработкой или во время нее |
| 6. | Обработка поступающих на утилизацию, обезвреживание, размещение отходов | Обработка поступающих на утилизацию, обезвреживание, размещение отходов направлена на предотвращение попадания нежелательных материалов в последующий(ие) процессы. Обработка может включать, например: <ul style="list-style-type: none"> - разделение вручную путем визуального осмотра; - разделение черных металлов, цветных металлов или всех металлов; - разделение по плотности, например, с помощью воздушной классификации, плавучих резервуаров, вибрационных столов; - разделение по размеру просеиванием/просеиванием |

НДТ 3. НДТ направлена на сокращение эмиссий в воздух и воду. НДТ заключается в учете и контроле состава сточных вод и выбросов загрязняющих веществ в рамках системы экологического менеджмента (см. НДТ 1), которая включает в том числе:

- результаты инвентаризации выбросов и сбросов загрязняющих веществ;
- информацию о результатах контроля состава и количества образующихся и сбрасываемых сточных вод;
- информацию о результатах контроля состава количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, включая оценку эффективности систем очистки.

Применимость. Общеприменимо с учетом мощности и сложности установки, а также диапазона воздействия на окружающую среду, которое она может иметь (определяется также типом и количеством перерабатываемых отходов).

НДТ 4. НДТ направлена на снижение риска для окружающей среды, связанного с хранением отходов, и заключается в использовании всех методов, приведенных ниже:

| Наименование | Описание | Применимость |
|---|---|------------------|
| Контроль соблюдения параметров вместимости объектов | Принимаются такие меры по предотвращению нарушения сроков складирования, как: - количество складированных отходов не должно превышать проектную вместимость объекта; - количество хранимых отходов регулярно проверяется на соответствие максимально допустимой вместимости; - четко установлено максимальное время пребывания отходов | Обычно применимо |
| Обеспечение безопасной эксплуатации хранилища | Сюда входят такие меры, как: - оборудование, используемое для погрузки, разгрузки и хранения отходов, имеет четкую документацию и маркировку; - отходы, чувствительные к теплу, свету, воздуху, воде и т. д., защищены от таких условий окружающей среды; - контейнеры соответствуют назначению | |
| Организация отдельной зоны для хранения и упаковки/распаковки отходов | При необходимости для хранения и обращения с упакованными опасными отходами используется специальная зона | |

НДТ 5. НДТ направлена на снижение риска для окружающей среды, связанного с обращением с отходами и их перемещением, и соответствует следующим процедурам:

- привлечению к деятельности по обращению с отходами компетентного персонала;
- регламентации всех технологических операций обращения с отходами и проверке выполнения;
- внедрению мер по предотвращению, обнаружению и ликвидации разливов, просыпей.

8.1.2 Контроль

НДТ 6. НДТ предназначена для обеспечения контроля качества сточных вод, сбрасываемых в водные объекты. НДТ заключается в контроле ключевых параметров процесса (например, потока сточных вод, pH, температуры, электропроводности, БПК) в ключевых местах (например, во входе и/или выходе предварительной очистки, на входе окончательной очистки, в точке выхода сбросов в водный объект).

НДТ 7. НДТ заключается в контроле сбросов загрязняющих веществ в водные объекты в соответствии с национальными, международными стандартами и иными документами, обеспечивающими достоверность получаемых данных.

| Вещество/параметр | Процесс обращения с отходами | Минимальная периодичность контроля |
|---|--|------------------------------------|
| Адсорбируемые галогенорганические соединения (АОХ) | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | Раз в день |
| Бензол, толуол, этилбензол, ксилол | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | Раз в месяц |
| Химическое потребление кислорода (ХПК) | Все виды переработки отходов, кроме переработки отходов, представленных водными растворами | Раз в месяц |
| | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | Раз в день |
| Свободный цианид (CN ⁻) | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | Раз в день |
| Содержание нефтепродуктов в воде | Механическая переработка в измельчителях металлических отходов | Раз в месяц |
| | Обработка отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ | |
| | Очистка отработанного масла | |
| | Физико-химическая переработка горючих отходов | |
| | Промывка водой загрязненного грунта | |
| | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | Раз в день |
| Мышьяк (As), кадмий (Cd), хром (Cr), медь (Cu), никель (Ni), свинец (Pb), цинк (Zn) | Механическая переработка в измельчителях металлических отходов | Раз в месяц |
| | Обработка отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ | |
| | Механико-биологическая очистка отходов | |
| | Очистка отработанного масла | |

| Вещество/параметр | Процесс обращения с отходами | Минимальная периодичность контроля |
|------------------------------|---|------------------------------------|
| | Физико-химическая переработка горючих отходов | |
| | Физико-химическая переработка твердых и/или пастообразных отходов | |
| | Регенерация отработанных растворителей | |
| | Промывка водой загрязненного грунта | |
| | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | Раз в день |
| Марганец (Mn) | Переработка отходов, представленных водными растворами | Раз в день |
| Шестивалентный хром (Cr(VI)) | Переработка отходов, представленных водными растворами | Раз в день |
| Ртуть (Hg) | Механическая переработка в измельчителях металлических отходов | Раз в месяц |
| | Обработка отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ | |
| | Механико-биологическая очистка отходов | |
| | Очистка отработанного масла | |
| | Физико-химическая переработка горючих отходов | |
| | Физико-химическая переработка твердых и/или пастообразных отходов | |
| | Регенерация отработанных растворителей | |
| | Промывка водой загрязненного грунта | |
| | Физико-химическая переработка горючих отходов | Раз в день |

Окончание таблицы

| Вещество/параметр | Процесс обращения с отходами | Минимальная периодичность контроля |
|-------------------------------------|--|------------------------------------|
| Перфтороктановая кислота | Все виды переработки отходов | Раз в полгода |
| Перфтороктансульфо кислота | | |
| Фенольный индекс | Очистка отработанного масла | Раз в месяц |
| | Физико-химическая переработка горючих отходов | |
| | Переработка отходов, представленных водными растворами | Раз в день |
| Общий азот (общий N) | Биологическая переработка отходов | Раз в месяц |
| | Очистка отработанного масла | |
| | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | Раз в день |
| Общий органический углерод (ООС) | Все виды обработки отходов, кроме переработки отходов, представленных водными растворами | Раз в месяц |
| | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | Раз в день |
| Общий фосфор (Общий P) | Биологическая переработка отходов | Раз в месяц |
| | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | Раз в день |
| Общее содержание взвешенных веществ | Все виды обработки отходов, кроме переработки отходов, представленных водными растворами | Раз в месяц |
| | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | Раз в день |

НДТ 8. НДТ заключается в контроле выбросов в атмосферный воздух в соответствии с национальными, международными стандартами и иными документами, обеспечивающими достоверность получаемых данных. Минимальная периодичность приведена ниже.

ИТС 52–2022

| Вещество/параметр | Процесс обращения с отходами | Минимальная периодичность контроля |
|---|---|------------------------------------|
| Бромированные антипирены | Механическая переработка в измельчителях металлических отходов | Раз в год |
| Хлорфторуглероды (ХФУ) | Обработка отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ | Раз в полгода |
| Диоксиноподобные ПХБ | Механическая обработка в измельчителях металлических отходов | Раз в год |
| | Дезактивация оборудования, содержащего ПХД | Раз в три месяца |
| Пыль | Механическая обработка отходов | Раз в полгода |
| | Механико-биологическая очистка отходов | |
| | Физико-химическая обработка твердых и/или пастообразных отходов | |
| | Термическая обработка отработанного активированного угля, отходов катализаторов и загрязненного грунта | |
| | Промывка водой загрязненного грунта | |
| Хлористый водород (НСl) | Термическая обработка отработанного активированного угля, отходов катализаторов и вынутого загрязненного грунта | Раз в полгода |
| | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | |
| Неорганические соединения фтора в пересчете на фтор | Термическая обработка отработанного активированного угля, отходов катализаторов и вынутого загрязненного грунта | Раз в полгода |
| Ртуть и ее соединения | Обработка отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ | Раз в три месяца |
| | Обработка отходов ЭЭО, содержащих ртуть | Раз в неделю |
| Сероводород (H ₂ S) | Биологическая переработка отходов | Раз в полгода |
| Металлы и металлоиды, кроме ртути (например, As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Ti, V) | Механическая переработка в измельчителях металлических отходов | Раз в год |
| Аммиак (NH ₃) | Биологическая переработка отходов | Раз в полгода |
| | Физико-химическая обработка твердых и/или пастообразных отходов | Раз в полгода |
| | Обработка жидких отходов на водной основе | |
| ПХДД/Ф | Механическая переработка в измельчителях металлических отходов | Раз в год |

Окончание таблицы

| Вещество/параметр | Процесс обращения с отходами | Минимальная периодичность контроля |
|---|---|------------------------------------|
| Летучие органические соединения (ЛОС) | Механическая переработка в измельчителях металлических отходов | Раз в полгода |
| | Обработка отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ | Раз в полгода |
| | Механическая обработка горючих отходов | Раз в полгода |
| | Механико-биологическая очистка отходов | Раз в полгода |
| | Физико-химическая обработка твердых и/или пастообразных отходов | Раз в полгода |
| | Очистка отработанного масла | |
| | Физико-химическая переработка горючих отходов | |
| | Регенерация отработанных растворителей | |
| | Термическая обработка отработанного активированного угля, отходов катализаторов и вынутого загрязненного грунта | |
| | Промывка водой загрязненного грунта | |
| | Переработка отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | |
| | Дезактивация оборудования, содержащего ПХБ | Раз в три месяца |
| Серная кислота (H ₂ SO ₄): применительно для отходов свинцово-кислотных химических источников тока) | Механическая переработка в измельчителях металлических отходов | См. ИТС 22.1 |
| | Переработка отходов, представленных водными растворами, содержащими серную кислоту | |

НДТ 9. НДТ заключается в контроле ключевых параметров процессов утилизации и обезвреживания органических отходов термическими способами, сопровождающимися эмиссиями в атмосферный воздух и водные объекты, включая приведенные ниже параметры.

| Поток/местоположение | Параметр(ы) | Контроль |
|--|---|-----------------------|
| Дымовой газ от сжигания отходов | Расход, содержание кислорода, температура, давление, содержание водяного пара | Непрерывное измерение |
| Камера сгорания | Температура | |
| Сточные воды, образующиеся в результате мокрой очистки дымовых газов | Расход, pH, температура | |

ИТС 52–2022

НДТ 10. НДТ заключается в контроле выбросов в атмосферный воздух при утилизации и обезвреживании органических отходов термическими методами с периодичностью, указанной ниже.

| Вещество/ Параметр | Процесс | Минимальная периодичность контроля |
|--|--|--|
| NO _x | Сжигание отходов | Непрерывный |
| NH ₃ | Сжигание отходов | Непрерывный |
| N ₂ O | Сжигание отходов в печи с псевдоожиженным слоем Сжигание отходов при использовании системы некаталитического восстановления оксидов азота мочевиной | Ежегодно |
| CO | Сжигание отходов | Непрерывный |
| SO ₂ | Сжигание отходов | Непрерывный |
| HCl | Сжигание отходов | Непрерывный |
| HF | Сжигание отходов | Непрерывный ¹ |
| Взвешенные вещества | Сжигание отходов | Непрерывный |
| Металлы и металлоиды, за исключением ртути (As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, V) | Сжигание отходов | Раз в полгода |
| Hg | Сжигание отходов | Непрерывный ² |
| ПБДД/Ф | Сжигание отходов ³ | Раз в полгода |
| ПХДД/Ф | Сжигание отходов | Раз в полгода для краткосрочного отбора проб |
| | | Раз в месяц для долгосрочного отбора проб ⁴ |
| Диоксиноподобные ПХБ | Сжигание отходов | Раз в полгода для краткосрочного отбора проб |
| | | Раз в месяц для долгосрочного отбора проб ⁵ |
| Бенз[а]пирен | Сжигание отходов | Ежегодно |
| <p>¹ – Непрерывное измерение HF может быть заменено периодическими измерениями с минимальной частотой один раз в полгода, если было доказано, что уровни выбросов HCl достаточно стабильны.</p> <p>² – Для установок, работающих с отходами с доказанным низким и стабильным содержанием ртути (например, в которых используются потоки отходов контролируемого состава), непрерывный контроль выбросов можно заменить долгосрочным отбором проб или периодическими измерениями с минимальной частотой один раз в полгода.</p> <p>³ – Контроль применяется только в отношении сжигания отходов, содержащих бромированные антипирены, или к установкам с непрерывным впрыском брома.</p> <p>⁴ – Если доказано, что уровни выбросов достаточно стабильны, контроль не применяется.</p> <p>⁵ – Контроль не применяется, если доказано, что выбросы диоксиноподобных ПХБ составляют менее 0,01 нг WHO-TEQ/нм³.</p> | | |

НДТ 11. НДТ применяется в отношении сжигания отходов, содержащих СОЗ в концентрациях, превышающих предельно допустимые концентрации, и заключается в определении содержания СОЗ на выходе (например, в шлаковых и золошлаковых отходах, дымовых газах, сточных водах) после ввода в эксплуатацию установки и после каждого изменения, которое может существенно повлиять на содержание СОЗ на выходе.

Описание

Содержание СОЗ на выходе определяется посредством прямых измерений или косвенными методами (например, кумулятивное содержание СОЗ в золошлаковых отходах, сухих остатках и сточных водах после очистки дымовых газов, или, остающемся после очистки сточных вод, может быть определено путем контроля содержания СОЗ в дымовых газах до и после системы очистки дымовых газов) или на основе исследований, являющихся репрезентативными для установки.

НДТ 12. НДТ заключается в контроле диффузных (неорганизованных) выбросов органических соединений в атмосферный воздух при регенерации отработанных растворителей, обезвреживании растворителями оборудования, содержащего СОЗ, и физико-химической обработке растворителей для восстановления их теплотворной способности не реже одного раза в год с использованием одного или комбинации методов, приведенных ниже.

| Наименование | | Описание |
|--------------|-----------------------|--|
| а | Измерение | |
| б | Коэффициенты выбросов | Расчет выбросов на основе коэффициентов выбросов, периодически подтверждаемых (например, раз в два года) измерениями |
| в | Баланс массы | Расчет диффузных выбросов с использованием массового баланса с учетом поступления растворителя, направленных выбросов в воздух, выбросов в воду, растворителя на выходе процесса и остатков процесса (например, дистилляции) |

НДТ 13. НДТ заключается в контроле годового потребления воды, энергии и сырья, а также ежегодного образования отходов и сточных вод с периодичностью не реже одного раза в год.

Описание. Контроль проводится прямыми измерениями (инструментальными методами) либо расчетными методами.

8.1.3 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

НДТ 14. НДТ направлена на предотвращение или, если это практически невозможно, уменьшение диффузных выбросов в воздух, в частности, пыли, органических соединений и запахов и заключается в использовании соответствующей комбинации методов, приведенных ниже. В зависимости от риска, создаваемого

ИТС 52–2022

отходами с точки зрения диффузных выбросов в атмосферу, НДТ 14.4 особенно актуальна.

| № п/п | Наименование метода | Описание | Применимость |
|-------|---|--|---|
| 1. | Минимизация количества потенциальных диффузных источников эмиссий | Сюда входят: <ul style="list-style-type: none">- надлежащее проектирование компоновки трубопроводов (например, минимизация длины участка трубопровода, уменьшение количества фланцев и клапанов, использование сварных фитингов и труб);- предпочтение использованию самотечной перекачки, а не насосов;- ограничение высоты падения материала;- ограничение скорости движения;- использование ветрозащиты | Обычно применимо |
| 2. | Выбор и использование надежного оборудования | Сюда входит использование: <ul style="list-style-type: none">- клапанов с двойным сальниковым уплотнением или равноэффективное оборудование;- прокладок высокой прочности (например, спирально-навитые, кольцевые соединения) для ответственных применений;- насосов/компрессоров/мешалок с механическими уплотнениями вместо набивки;- насосов/компрессоров/мешалок с магнитным приводом;- соответствующих портов доступа к сервисным шлангам, плоскогубцы, сверла, например, при дегазации отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ | Применимость может быть ограничена в случае существующих установок из-за требований к работоспособности |
| 3. | Предотвращение коррозии | Сюда входят: <ul style="list-style-type: none">- правильный выбор строительных материалов;- футеровка или покрытие оборудования и покраска труб ингибиторами коррозии | Обычно применимо |

Окончание таблицы

| № п/п | Наименование метода | Описание | Применимость |
|-------|---|---|--|
| 4. | Предотвращение, организация сбора и очистки эмиссий диффузных (неорганизованных) источников | <p>Сюда входят:</p> <ul style="list-style-type: none"> - хранение, обработка и обращение с отходами и материалами, которые могут генерировать диффузные выбросы в закрытых зданиях и/или закрытом оборудовании (например, конвейерные ленты); - поддержание соответствующего давления в закрытом оборудовании или зданиях; - сбор и направление выбросов в соответствующую систему очистки через систему вытяжки воздуха и/или системы всасывания воздуха рядом с источниками выбросов | <p>Использование закрытого оборудования или зданий может быть ограничено соображениями безопасности, такими как риск взрыва или кислородного истощения. Использование закрытого оборудования или зданий также может ограничиваться объемом отходов</p> |
| 5. | Демпфирование | Демпфирование потенциальных источников диффузных выбросов пыли (например, хранилищ отходов, зон движения и открытых погрузочно-разгрузочных работ) водой или туманом | Обычно применимо |
| 6. | Обслуживание | <p>Сюда входят:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обеспечение доступа к потенциально негерметичному оборудованию; - регулярный контроль защитных средств, таких как ламельные шторы, быстродействующие двери | Обычно применимо |
| 7. | Уборка мест переработки и хранения отходов | Включает в себя такие опции, как регулярная уборка всей зоны обработки отходов (холлы, проезжие части, складские помещения и т. д.), конвейерных лент, оборудования и контейнеров | Обычно применимо |
| 8. | Программа обнаружения и устранения утечек | Когда ожидаются выбросы органических соединений, разрабатывается и реализуется программа обнаружения и устранения утечек с использованием подхода, основанного на оценке риска, с учетом, в частности, конструкции установки, а также количества и природы соответствующих органических соединений | Обычно применимо |

ИТС 52–2022

НДТ 15. НДТ заключается в использовании факельного сжигания только по соображениям безопасности или в нестандартных условиях эксплуатации (например, при пусках, остановках) с использованием одновременно двух методов, приведенных ниже.

| Наименование метода | | Описание | Применимость |
|---------------------|--|--|--|
| а | Проектирование системы рекуперации газа с возможностью удаления на факел | Это включает в себя обеспечение системы рекуперации газа с достаточной производительностью и использование предохранительных клапанов высокой надежности | Обычно применимо к новым объектам. Система регенерации газа может быть модернизирована на существующих заводах |
| б | Управление газовым потоком | Это включает в себя балансировку газовой системы и использование расширенного управления технологическим процессом | Обычно применимо |

НДТ 16. НДТ направлена на сокращение выбросов в атмосферу от факельных установок, когда сжигание в факелах неизбежно, НДТ заключается в использовании одновременно двух методов, приведенных ниже.

| Наименование метода | | Описание | Применимость |
|---------------------|---|--|---|
| а | Правильная конструкция факельных устройств | Оптимизация высоты и давления, поддержка паром, воздухом или газом, тип факельных наконечников и т. д., чтобы обеспечить бездымную и надежную работу и обеспечить эффективное сжигание избыточных газов | Обычно применимо к новым факелам. На существующих установках применимость может быть ограничена |
| б. | Контроль и регистрация как часть управления факелом | Сюда входит непрерывный контроль количества газа, направляемого на сжигание в факелах. Он может включать оценки других параметров (например, состав газового потока, теплосодержание, коэффициент усиления, скорость, расход продувочного газа, выбросы загрязняющих веществ (например, NO _x , CO, углеводороды). Регистрация случаев сжигания в факелах обычно включает продолжительность и количество событий и позволяет количественно определить выбросы и потенциально предотвратить случаи сжигания в факелах в будущем | Обычно применимо |

8.1.4 Шум и вибрации

НДТ 17. НДТ направлена на уменьшение шума и вибрации и заключается в разработке, внедрении и регулярном пересмотре плана контроля физических воздействий в рамках системы экологического менеджмента (см. НДТ 1), который включает в себя все следующие элементы:

- порядок контроля за физическими воздействиями, содержащий соответствующие действия и сроки;
- результаты протокола контроля уровня физических воздействий;
- акт реагирования на выявленные события, связанные с превышением установленных норм физических воздействий;
- программу снижения уровня физических воздействий, предназначенную для выявления источника(ов), измерения/оценки воздействия шума и вибрации, определения вклада источников и осуществления мер по предотвращению и/или снижению уровня шума.

Применимость. Применимость ограничена случаями, когда ожидается и/или доказано негативное воздействие шума или вибрации (превышение установленных норм).

НДТ 18. НДТ направлена на предотвращение, или, если это практически невозможно, уменьшение физических воздействий путем применения методов или их комбинации, изложенных ниже.

| Наименование | Описание | Применимость |
|---|--|--|
| Надлежащее расположение оборудования и зданий | Уровни шума можно снизить, увеличив расстояние между излучателем и приемником, используя здания в качестве шумозащитных экранов и переместив входы и выходы из зданий | Для действующих объектов перемещение оборудования и выходов или входов из здания может быть ограничено нехваткой места или чрезмерными затратами |
| Оперативные меры | Сюда входят такие мероприятия, как: - проверка и обслуживание оборудования; - закрытие дверей и окон закрытых помещений, если это возможно; - эксплуатация оборудования опытным персоналом; - по возможности избегать шумных мероприятий в ночное время; - положения по контролю шума во время технического обслуживания, движения, погрузочно-разгрузочных работ и обработки | Обычно применимо |
| Малозумное оборудование | Это могут быть двигатели с прямым приводом, компрессоры, насосы и факельные установки. | |

Окончание таблицы

| Наименование | Описание | Применимость |
|--|---|---|
| Оборудование для снижения уровня шума и вибрации | Сюда входят такие меры, как: - шумоподавители; - акустическая и виброизоляция оборудования; - ограждение шумного оборудования; - звукоизоляция зданий | Применимость может быть ограничена нехваткой места (для действующих объектов) |
| Шумоподавление | Распространение шума можно уменьшить, установив препятствия между излучателями и приемниками (например, защитные стены, насыпи и здания) | Применимо только к действующим объектам |

8.1.5 Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты

НДТ 19. НДТ для оптимизации водопотребления, уменьшения объема образующихся сточных вод и предотвращения или, где это практически невозможно, сокращения сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, снижения риска загрязнения подземных вод предусматривает использование методов или их комбинации, представленных ниже.

| Наименование метода | Описание | Применимость |
|---|--|------------------|
| Управление потреблением воды | Потребление воды оптимизируется с помощью мер, которые могут включать: - планы водосбережения; - оптимизацию использования воды для мойки; - сокращение использования воды для создания вакуума (например, использование водокольцевых насосов для высококипящих жидкостей). | Обычно применимо |
| Создание системы оборотного водоснабжения | Потоки воды рециркулируют при необходимости после очистки. Степень рециркуляции ограничивается водным балансом установки, содержанием примесей (например, пахучих соединений) и/или характеристиками водных потоков (например, содержанием питательных веществ) | Обычно применимо |
| Использование непроницаемых покрытий | В зависимости от рисков, связанных с загрязнением почвы и/или воды отходами, поверхность всей территории объекта, на котором осуществляется обращение с отходами (например, зоны приема отходов, обработки, хранения, утилизации, обезвреживания и отправки) делается непроницаемой для жидкостей, которые используются в технологическом объекте или для жидкостей, входящих в состав отходов | Обычно применимо |

НДТ 20. НДТ заключается в очистке сточных вод с использованием соответствующей комбинации методов, приведенных ниже.

| Наименование метода | Загрязнители | Применимость |
|---|---|------------------|
| <i>Предварительная и первичная обработка, например</i> | | |
| Усреднение | Все загрязнители | Обычно применимо |
| Нейтрализация | Кислоты, щелочи | |
| Физическое разделение, например, грохоты, сита, сепараторы | Взвешенные вещества, органические вещества | |
| <i>Физико-химическая обработка, например</i> | | |
| Адсорбция | Адсорбируемые растворенные небиоразлагаемые или ингибирующие загрязняющие вещества, например углеводороды, ртуть, АОХ | Обычно применимо |
| Дистилляция / ректификация | Растворенные небиоразлагаемые или ингибирующие загрязняющие вещества, которые можно перегнать, например, некоторые растворители | |
| Осаждение | Осаждаемые растворенные небиоразлагаемые или ингибирующие загрязняющие вещества, например, металлы, фосфор | |
| Химическое окисление | Окисляемые растворенные небиоразлагаемые или ингибирующие загрязняющие вещества, например, нитрит, цианид | |
| Химическое восстановление | Восстанавливаемые растворенные небиоразлагаемые или ингибирующие загрязнители, например, шестивалентный хром (Cr(VI)) | |
| Испарение | Растворимые загрязнения | |
| Ионный обмен | Ионные растворенные небиоразлагаемые или ингибирующие загрязнители, например, металлы | |

| Наименование метода | Загрязнители | Применимость |
|---|--|--|
| Очистка | Поддающиеся удалению загрязняющие вещества, например сероводород (H ₂ S), аммиак (NH ₃), некоторые адсорбируемые органически связанные галогены (АОХ), углеводороды | |
| Биологические методы, например | | |
| Использование активного ила | Биоразлагаемые органические соединения | Обычно применимо |
| Мембранный биореактор | | |
| Удаление азота | | |
| Нитрификация/денитрификация, включая биологическую очистку | Общий азот, аммиак | Нитрификация может быть неприменима в случае высоких концентраций хлоридов (например, выше 10 г/л) и когда снижение концентрации хлоридов перед нитрификацией не оправдано экологическими преимуществами. Нитрификация неприменима при низкой температуре сточных вод (например, ниже 12 °С) |
| Удаление твердых частиц, например | | |
| Коагуляция и флокуляция | Взвешенные твердые частицы и металлы, связанные с твердыми частицами | Обычно применимо |
| Седиментация | | |
| Фильтрация (например, песчаная фильтрация, микрофильтрация, ультрафильтрация) | | |
| Флотация | | |

Таблица 8.2 – Технологические показатели сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, соответствующие наилучшим доступным технологиям. Утилизация и обезвреживания отходов I-II классов опасности, кроме термических способов

| Вещество/параметр | Технологический показатель | Процесс, к которому применяется технологический показатель |
|--|----------------------------|--|
| Общий органический углерод | 10–60 мг/л | Все методы утилизации и обезвреживания отходов за исключением отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| | 10–100 мг/л | Для утилизации и обезвреживания отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Химическое потребление кислорода (ХПК) | 30–180 мгО/дм ³ | Все методы утилизации и обезвреживания отходов за исключением отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| | 30–300 мгО/дм ³ | Для утилизации и обезвреживания отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Взвешенные вещества | 5–60 мг/л | Все методы утилизации и обезвреживания отходов |
| Содержание нефтепродуктов в воде | 0,5–10 мг/л | <ul style="list-style-type: none"> - механическая переработка в измельчителях металлических отходов; - утилизация электронного и электрического оборудования, содержащего ЛФУ или ЛХУ; - очистка отработанного масла; - физико-химическая обработка горючих отходов; - промывка водой загрязненного грунта, утилизация и/или обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Общий азот (общий N) | 1–25 мг/л | -утилизация и обезвреживание отходов биологическими методами; -очистка отработанного масла |
| | 10–60 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |

| Вещество/параметр | Технологический показатель | Процесс, к которому применяется технологический показатель |
|--|----------------------------|--|
| Общий фосфор (общий Р) | 0,3–2 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов биологическими методами |
| | 1–3 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Фенольный индекс | 0,05–0,2 мг/л | - очистка масел; - физико-химические методы переработки горючих отходов |
| | 0,05–0,3 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Цианид-анион (CN ⁻) | 0,02–0,1 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Адсорбируемые галогенорганические соединения (АОХ) | 0,2–1 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Мышьяк и его соединения | 0,01–0,05 мг/л | <ul style="list-style-type: none"> - механическая переработка в измельчителях металлических отходов; - переработка отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ; - механико-биологическая переработка отходов; - очистка отработанного масла; - физико-химическая переработка горючих отходов; - физико-химическая обработка твердых и/или пастообразных отходов; - регенерация отработанных растворителей; - промывка водой загрязненного грунта |
| Кадмий и его соединения | 0,01–0,05 мг/л | |
| Хром (общее содержание) | 0,01–0,15 мг/л | |
| Медь и ее соединения в | 0,05–0,5 мг/л | |
| Свинец и его соединения | 0,05–0,1 мг/л | |
| Никель и его соединения | 0,05–0,5 мг/л | |
| Ртуть и ее соединения | 0,5–5 мкг/л | |
| Цинк и его соединения | 0,1–1 мг/л | |
| Мышьяк и его соединения | 0,01–0,1 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Кадмий и его соединения | 0,01–0,1 мг/л | |
| Хром (общее содержание) | 0,01–0,3 мг/л | |

Окончание таблицы 8.2

| Вещество/параметр | Технологический показатель | Процесс, к которому применяется технологический показатель |
|-------------------------|----------------------------|--|
| Шестивалентный хром | 0,01–0,1 мг/л | |
| Медь и его соединения | 0,05–0,5 мг/л | |
| Свинец и его соединения | 0,05–0,3 мг/л | |
| Никель и его соединения | 0,05–1 мг/л | |
| Ртуть и ее соединения | 1–10 мкг/л | |
| Цинк и его соединения | 0,1–2 мг/л | |

8.1.6 Повторное использование упаковки

НДТ 21. Чтобы уменьшить количество отходов, направляемых на удаление, НДТ заключается в максимальном повторном использовании упаковки в рамках плана управления отходами (см. НДТ 1).

Описание. Упаковка (бочки, контейнеры, поддоны и т. д.) повторно используется для хранения отходов, когда она находится в хорошем состоянии и достаточно чистая, в зависимости от проверки совместимости содержащихся веществ (при последовательном использовании). При необходимости упаковка отправляется на соответствующую обработку перед повторным использованием (например, восстановление, очистка).

Применимость. Некоторые ограничения применимости вытекают из риска загрязнения отходов повторно используемой упаковкой.

8.2 НДТ в сфере обращения с отходами I и II классов опасности (утилизация и обезвреживание отходов, кроме термических способов)**8.2.1 НДТ по механической переработке отходов**

Переработка отходов, в частности отходов химических источников тока, рассмотрена только в части получения продуктов, направляемых на дальнейшую переработку.

Если не указано иное, НДТ применяются к механической переработке отходов, когда она не сочетается с биологической очисткой.

ИТС 52–2022

8.2.1.1 Общие НДТ для механической переработки отходов

8.2.1.1.1 Выбросы в воздух

НДТ 22. НДТ направлена на сокращение выбросов в воздух пыли, в том числе металлической, H_2SO_4 , SO_2 , HCl (применительно для отходов химических источников тока), ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД, НДТ заключается в применении НДТ 14.4 и использовании одного или комбинации методов, приведенных ниже.

| Наименование | | Описание | Применимость |
|--------------|----------------------------|---|--|
| а | Циклон | Циклоны в основном используются в качестве предварительных сепараторов крупной пыли | Обычно применимо |
| б | Тканевый фильтр | | Может не применяться к вытяжным воздуховодам, непосредственно подсоединенным к измельчителю, если нельзя уменьшить влияние дефлаграции на тканевый фильтр (например, с помощью предохранительных клапанов) |
| в | Скруббер | | Обычно применимо |
| г | Впрыск воды в измельчитель | Отходы, подлежащие измельчению, увлажняются путем подачи воды в измельчитель. Количество впрыскиваемой воды регулируется в зависимости от количества измельчаемых отходов (что можно контролировать по энергии, потребляемой двигателем измельчителя). Отходящий газ, содержащий остаточную пыль, направляется в циклон(ы) и/или мокрый скруббер | Применяется только в пределах ограничений, связанных с местными условиями (например, низкая температура, засуха) |

Таблица 8.3 – Технологические показатели НДТ для организованных выбросов H₂SO₄ и пыли в воздух в результате механической обработки отходов

| Параметр | Единица измерения | Технологический показатель | Применимость |
|--|-------------------|----------------------------|---|
| Пыль | мг/м ³ | 2-5 | Общеприменимо |
| Серная кислота | мг/м ³ | ≤ 2,8 * | Для отходов свинцово-кислотных химических источников тока |
| * – по данным ИТС 15-2021, ИТС 13-2020 | | | |

8.2.1.2 НДТ для механической обработки металлических отходов в измельчителях

Если не указано иное, НДТ, представленные в этом разделе, в дополнение к НДТ 22 относятся к механической обработке металлических отходов в измельчителях.

8.2.1.2.1 Общие экологические показатели

НДТ 23. НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и предотвращение выбросов в результате аварий и инцидентов и заключается в использовании НДТ 14.7 и всех перечисленных ниже методов:

- (а) внедрение детальной процедуры проверки пакетированных отходов перед измельчением;
- (б) удаление опасных предметов из входного потока отходов и их безопасная утилизация (например, газовые баллоны, предметы, загрязненные ПХД или ртутью, радиоактивные предметы);
- (в) обработка контейнеров только в том случае, если они сопровождаются декларацией о чистоте;
- (г) разряжение – использование специального устройства разрядки, установленного перед измельчением для отходов химических источников тока, электронного оборудования, содержащего химические источники тока, в том числе батареи, аккумуляторы.

8.2.1.2.2 Предотвращение дефлаграции

НДТ 24. НДТ направлена на предотвращение дефлаграций и сокращение выбросов при возникновении дефлаграций и заключается в использовании методов или их комбинации, приведенных ниже.

| Наименование | | Описание | Применимость |
|--------------|-----------------------------|---|---|
| а | План борьбы с дефлаграцией | Это включает: - программу снижения дефлаграции, предназначенную для выявления источника (источников) и реализации мер по предотвращению возникновения дефлаграции, например, проверка поступающих отходов, удаление опасных предметов; - обзор случаев дефлаграции и средств защиты, а также распространение знаний о дефлаграции; - протокол реагирования на случаи дефлаграции | Обычно применимо |
| б | Демпферы сброса давления | Демпферы сброса давления устанавливаются для уменьшения волн давления, возникающих в результате дефлаграции, которые в противном случае могли бы вызвать серьезные повреждения и последующие выбросы | |
| в | Предварительное измельчение | Использование низкоскоростного измельчителя, установленного перед основным измельчителем | Обычно применимо для новых установок, в зависимости от исходного материала. Применяется для крупных модернизаций завода, где подтверждено значительное количество дефлаграций |

8.2.1.2.3 Энергоэффективность

НДТ 25. Для эффективного использования энергии НДТ заключается в поддержании стабильности подачи отходов в измельчитель.

Описание

Подача в измельчитель выравнивается за счет предотвращения прерывания или перегрузки подачи отходов, что может привести к нежелательным остановкам и запускам измельчителя.

8.2.1.2.4 Ресурсосбережение

НДТ 26. НДТ направлена на уменьшение количества отходов, направляемых на захоронение, и заключается в повторном использовании материального ресурса.

Описание

Использование остатков, уловленных газоочистным оборудованием, в дальнейшей обработке.

8.2.1.3 НДТ для обращения с отходами электронного и электрического оборудования, содержащего ЛФУ и ЛХУ

Если не указано иное, НДТ, представленные в этом разделе, применяются к обращению с отходами ЭЭО, содержащими ЛФУ и/или ЛХУ, в дополнение к НДТ 22.

8.2.1.3.1 Выбросы в воздух

НДТ 27. НДТ направлена на предотвращение или, если это практически невозможно, сокращение выбросов органических соединений в воздух и заключается в применении НДТ 14.4, НДТ 14.8 и использовании одного или одновременно нескольких методов, приведенных ниже.

| Наименование | | Описание |
|--------------|---|---|
| а | Оптимизированное удаление и улавливание хладагентов и масел | Все хладагенты и масла удаляются из отходов ЭЭО, содержащего ЛФУ и/или ЛХУ, и улавливаются системой вакуумного всасывания (например, достигается удаление хладагента не менее чем на 90 %). Хладагенты отделяются от масел, а масла дегазируются. Количество масла, оставшегося в компрессоре, сводится к минимуму (чтобы компрессор не капал) |
| б | Криогенная конденсация | Отходящие газы, содержащие органические соединения, такие как ЛФУ/ЛХУ, направляются в установку криогенной конденсации, где они сжижаются. Сжиженный газ хранится в сосудах под давлением для дальнейшей обработки |
| в | Адсорбция | Отходящие газы, содержащие органические соединения, такие как ЛФУ/ЛХУ, направляются в адсорбционные системы. Отработанный активированный уголь регенерируется с помощью нагретого воздуха, нагнетаемого в фильтр для десорбции органических соединений. Затем отработанный газ регенерации сжимают и охлаждают для сжижения органических соединений (в некоторых случаях путем криогенной конденсации). Затем сжиженный газ хранится в сосудах под давлением. Оставшийся отработанный газ со стадии сжатия обычно направляется обратно в систему адсорбции, чтобы свести к минимуму выбросы ЛФУ/ЛХУ |

ИТС 52–2022

Таблица 8.4 – Технологические показатели НДТ для организованных выбросов летучих органических соединений (ЛОС) и хлорфторуглеродов (ХФУ) в воздух при обработке отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ

| Параметр | Единица измерения | Технологические показатели |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/м ³ | 3–15 |
| Хлорфторуглероды (ХФУ) | мг/м ³ | 0,5–10 |

8.2.1.4 НДТ для механической обработки горючих отходов

В дополнение к НДТ 22 НДТ, представленные в этом разделе, применяются к механической обработке горючих отходов перед применением к ним термических методов утилизации или обезвреживания.

8.2.1.4.1 Выбросы в воздух

НДТ 28. НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух и заключается в применении НДТ 14.4 и использовании одной или комбинации технологий, приведенных ниже.

| Наименование | | Описание |
|--------------|-----------------------|------------------|
| а | Адсорбция | См. Приложение Е |
| б | Биофильтр | |
| в | Термическое окисление | |
| д | Скруббер | |

Таблица 8.5 – Технологические показатели НДТ выбросов летучих органических соединений (ЛОС) в воздух в результате механической обработки горючих отходов

| Параметр | Единица измерения | Технологические показатели |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/м ³ | 10–30 |

8.2.1.5 НДТ для механической переработки отходов электрического и электронного оборудования, содержащего ртуть

Если не указано иное, НДТ, представленные в этом разделе, в дополнение к НДТ 22 относятся к механической обработке отходов электрического и электронного оборудования, содержащих ртуть.

8.2.1.5.1 Выбросы в воздух

НДТ 29. НДТ, направленные на сокращение выбросов ртути в воздух, заключаются в сборе выбросов ртути в источнике, направлении их на очистку от ртути и проведении соответствующего контроля.

Описание

Сюда входят следующие меры:

- оборудование, используемое для переработки отходов ЭЭО, содержащего ртуть, находится в закрытом корпусе, находится под отрицательным давлением и подключено к системе местной вытяжной вентиляции;
- отходящие газы от процессов обрабатываются методами обеспыливания, такими как циклоны, тканевые фильтры и НЕРА-фильтры, с последующей адсорбцией на активированном угле;
- контролируется эффективность очистки отходящих газов;
- уровни ртути в зонах переработки и хранения измеряются часто (например, один раз в неделю) для обнаружения потенциальных утечек ртути.

Таблица 8.6 – Технологические показатели НДТ выбросов ртути при механической переработке отходов ЭЭО, содержащих ртуть (ИТС15-2021)

| Параметр | Единица измерения | Технологический показатель |
|-----------------------|--------------------|----------------------------|
| Ртуть и ее соединения | мг/нм ³ | 0,0003 |

8.2.2 НДТ для утилизации и обезвреживания отходов биологическими методами

Если не указано иное, НДТ применяются к биологической переработке отходов. НДТ не применяются к переработке отходов, представленных водными растворами и эмульсиями.

8.2.2.1 Общие НДТ для биологической обработки отходов

8.2.2.1.1 Выбросы в воздух

НДТ 30 направлена на уменьшение выбросов в воздух пыли, органических соединений и пахучих соединений, включая H₂S и NH₃, и заключается в использовании одного или комбинации методов, приведенных ниже.

| Методы | | Описание |
|--------|-----------------------|--|
| 1 | Адсорбция | См. Приложение Е |
| 2 | Биофильтр | См. Приложение Е В случае высокого содержания NH_3 (например, 5–40 мг/нм ³) может потребоваться предварительная обработка отходящего газа перед биофильтром (например, с помощью водяного или кислотного скруббера) для контроля рН среды и ограничения образования N_2O в биофильтре. Некоторые другие пахучие соединения (например, меркаптаны, H_2S) могут вызывать подкисление среды биофильтра и требуют использования водяного или щелочного скруббера для предварительной обработки отходящего газа перед биофильтром |
| 3 | Тканевый фильтр | См. Приложение Е Тканевый фильтр используется в случае механобиологической очистки отходов |
| 4 | Термическое окисление | См. Приложение Е |
| 5 | Скруббер | См. Приложение Е Водяные, кислотные или щелочные скрубберы используются в сочетании с биофильтром, термическим окислением или адсорбцией на активированном угле |

Таблица 8.7 – Технологические показатели НДТ для переработки отходов биологическими методами, направленные на снижение NH_3 , запаха, пыли и выбросов летучих органических соединений в атмосферу

| Параметр | Единица измерения | Технологический показатель | Процесс обращения с отходами |
|---------------------------------------|--------------------|----------------------------|--|
| NH_3 | мг/нм ³ | 0,3–20 | Все виды биологической переработки отходов |
| Пыль | мг/нм ³ | 2–5 | Механико-биологическая переработка отходов |
| Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/нм ³ | 5–40 | |

Соответствующий контроль приведен в НДТ 8.

8.2.2.1.2 Сбросы в водные объекты и водопользование

НДТ 31 направлена на уменьшение образования сточных вод и сокращение потребления воды и заключается в использовании всех методов, приведенных ниже.

| Наименование | Описание | Применимость |
|-----------------------------------|--|------------------|
| Рециркуляция воды | Рециркуляция потоков технологической воды (например, при обезвоживании жидкого дигестата в анаэробных процессах) или максимально возможное использование других потоков воды (например, водяного конденсата, промывочной воды, поверхностных стоков). Степень рециркуляции ограничивается водным балансом установки, содержанием примесей (например, тяжелых металлов, солей, патогенов, пахучих соединений) и/или характеристиками водных потоков (например, содержанием питательных веществ) | Обычно применимо |
| Минимизация образования фильтрата | Оптимизация содержания влаги в отходах для минимизации образования фильтрата | Обычно применимо |

8.2.2.2 НДТ для анаэробной обработки отходов

Если не указано иное, НДТ, представленные в этом разделе, относятся к анаэробной обработке отходов и в дополнение к биологической обработке отходов.

8.2.2.2.1 Выбросы в воздух

НДТ 32. В целях сокращения выбросов в атмосферу и улучшения общих экологических показателей НДТ заключается в контроле и/или контроле ключевых параметров отходов и процессов.

Описание. Внедрение ручной и/или автоматической системы контроля для обеспечения стабильной работы метантенка;

- сведения к минимуму эксплуатационных трудностей, таких как пенообразование, которое может привести к выделению запаха;
- обеспечения достаточного раннего предупреждения о сбоях системы, которые могут привести к нарушению герметичности и взрывам.

Сюда входит контроль ключевых параметров отходов и процесса, например:

- pH;
- рабочая температура метантенка;
- гидравлические и органические скорости загрузки;
- концентрация летучих жирных кислот (ЛЖК) и аммиака;
- количество биогаза, состав (например, H₂S) и давление;
- уровень жидкости и пены.

8.2.2.3 НДТ для механобиологической переработки (МБП) отходов

Если не указано иное, НДТ, представленные в этом разделе, относятся к МБП и в дополнение к общим НДТ для биологической обработки отходов.

ИТС 52–2022

НДТ анаэробной обработки отходов применимы, когда это уместно, к механической биологической переработке отходов.

8.2.2.3.1 Выбросы в воздух

НДТ 33. НДТ направлена на сокращение выбросов в атмосферу и заключается в использовании методов, приведенных ниже.

| Наименование | Описание | Применимость |
|---------------------------------------|---|--|
| Разделение потоков отработанного газа | Разделение общего потока отходящих газов на потоки отходящих газов с высоким содержанием загрязняющих веществ и потоки отходящих газов с низким содержанием загрязняющих веществ | Обычно применимо к новым объектам. Обычно применимо к существующим объектам с ограничениями, связанными с расположением воздушных контуров |
| Рециркуляция отработанного газа | Рециркуляция отработанного газа с низким содержанием загрязняющих веществ в биологическом процессе с последующей обработкой отходящего газа в соответствии с концентрацией загрязняющих веществ (см. НДТ 30). Использование отходящего газа в биологическом процессе может быть ограничено температурой отходящего газа и/или содержанием загрязняющих веществ. Может оказаться необходимым конденсировать водяной пар, содержащийся в отходящем газе, перед повторным использованием. В этом случае необходимо охлаждение, а сконденсированная вода по возможности рециркулируется (см. НДТ 31) или обрабатывается перед сбросом | |

8.2.3 НДТ для физико-химической переработки отходов

Если не указано иное, НДТ применяются к физико-химической переработке отходов.

8.2.3.1 НДТ для физико-химической обработки твердых и/или пастообразных отходов

8.2.3.1.1 Общие экологические показатели

НДТ 34. НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и заключается в контроле качества поступающих отходов в рамках процедур предварительной приемки и приемки отходов (см. НДТ 2).

Описание. Контроль поступления отходов, например, с точки зрения: содержания органики, окислителей, металлов (например, ртути), солей, пахучих соединений; вероятности образования H_2 при смешивании остатков очистки дымовых газов, например, летучей золы, с водой.

8.2.3.1.2 Выбросы в воздух

НДТ 35. НДТ направлена на сокращение выбросов пыли, органических соединений и NH_3 в воздух и заключается в применении НДТ 14.4 и использовании одного или нескольких методов, приведенных ниже.

| № п/п | Наименование | Описание |
|-------|-----------------|------------------|
| 1 | Адсорбция | См. Приложение Е |
| 2 | Биофильтр | |
| 3 | Тканевый фильтр | |
| 4 | Скруббер | |

Таблица 8.8 – Технологические показатели НДТ организованных выбросов пыли в атмосферу при физико-химической переработке твердых и/или пастообразных отходов

| Параметр | Единица измерения | Технологический показатель |
|----------|--------------------|----------------------------|
| Пыль | мг/нм ³ | 2-5 |

Соответствующий контроль приведен в НДТ 8.

8.2.3.2 НДТ при очистке отработанного масла

8.2.3.2.1 Общие экологические показатели

НДТ 36. НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и заключается в контроле поступающих отходов в рамках процедур предварительной приемки и приемки отходов (см. НДТ 2).

Описание

Контроль поступающих отходов на содержание хлорированных соединений (например, хлорированные растворители или ПХД).

НДТ 37. НДТ направлена на уменьшение количества отходов, направляемых на захоронение, и заключается в использовании одного или комбинации методов, приведенных ниже.

| № п/п | Наименование | Описание |
|-------|---|---|
| 1. | Повторное использование материала | Использование органических остатков вакуумной перегонки, экстракции растворителем, тонкопленочных испарителей и т. д. в производстве асфальта и т. д. |
| 2. | Использование энергетического ресурса отходов | Использование органических остатков от вакуумной перегонки, экстракции растворителем, тонкопленочных испарителей и т. д. для рекуперации энергии |

ИТС 52–2022

8.2.3.2 Выбросы в воздух

НДТ 38. НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух и заключается в применении НДТ 14.4 и использовании одной или нескольких технологий, приведенных ниже.

| № п/п | Наименование | Описание |
|-------|-----------------------|--|
| 1 | Адсорбция | См. Приложение Е |
| 2. | Термическое окисление | Представляет собой сжигание отработанного газа |
| 3 | Скруббер | См. Приложение Е |

8.2.3.3 НДТ при физико-химической переработке горючих отходов

8.2.3.3.1 Выбросы в воздух

НДТ 39. НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух и заключается в применении НДТ 14.4 и использовании одной или комбинации технологий, приведенных ниже.

| № п/п | Наименование | Описание |
|-------|------------------------|------------------|
| 1 | Адсорбция | См. Приложение Е |
| 2 | Криогенная конденсация | |
| 3 | Термическое окисление | |
| 4 | Скруббер | |

8.2.3.4 НДТ для регенерации отработанных растворителей

8.2.3.4.1 Общие экологические показатели

НДТ 40. НДТ направлена на улучшение общих экологических характеристик регенерации отработанных растворителей и заключается в использовании одного или комбинации методов, приведенных ниже.

| № п/п | Наименование | Описание | Применимость |
|-------|---|--|--|
| 1. | Повторное использование материала | Растворители выделяют из остатков перегонки выпариванием | Применимость может быть ограничена, когда процесс требует больших затрат энергии |
| 2. | Использование энергетического ресурса отходов | Остатки дистилляции используются для получения энергии | Обычно применимо |

8.2.3.4.2 Выбросы в воздух

НДТ 41. НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух, НДТ заключается в применении НДТ 14.4 и использовании комбинации методов, приведенных ниже.

| Наименование | | Описание | Применимость |
|--------------|--|--|--|
| а | Рециркуляция технологических отходящих газов в паровом котле | Технологические отходящие газы из конденсаторов направляются в паровой котел, питающий установку | Может не применяться для обработки отходов галогенированных растворителей во избежание образования и выделения ПХБ и/или ПХДД/Ф |
| б | Адсорбция | | Применимость этого метода может быть ограничена по соображениям безопасности (например, слои активированного угля склонны к самовоспламенению при наличии кетонов) |
| в | Термическое окисление | | Может не применяться для обезвреживания отходов галогенированных растворителей во избежание образования и выделения ПХБ и/или ПХДД/Ф |
| г | Конденсация или криогенная конденсация | | Обычно применимо |
| д | Скруббер | | Обычно применимо. |

8.2.3.5 НДТ для снижения выбросов органических соединений в атмосферу при очистке отработанного масла, физико-химической обработке горючих отходов и регенерации отработанных растворителей

Таблица 8.9 – Технологические показатели НДТ выбросов, летучих органических соединений (ЛОС) в атмосферу при очистке отработанного масла, физико-химической обработке горючих отходов и регенерации отработанных растворителей

| Параметр | Единица измерения | Технологический показатель |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/м ³ | 5–30 |

ИТС 52–2022

8.2.3.6 НДТ для термической обработки отработанного активированного угля, отходов катализаторов и загрязненного грунта

8.2.3.6.1 Общие экологические показатели

НДТ 42. НДТ направлена на улучшение общих экологических характеристик термической обработки отработанного активированного угля, отходов катализаторов и загрязненного грунта и заключается в использовании всех методов, приведенных ниже.

| Наименование | Описание | Применимость |
|---|--|--|
| а Рекуперация тепла отходящих газов печи | Рекуперированное тепло можно использовать, например, для предварительного нагрева воздуха для горения или для производства пара, который также используется при реактивации отработанного активированного угля | Обычно применимо |
| б Бесконтактная печь | Печь с непрямым нагревом используется, чтобы избежать контакта между содержимым печи и дымовыми газами из горелки (горелок) | Печи с непрямым нагревом обычно изготавливаются из металлической трубы, и их применение может быть ограничено из-за проблем с коррозией. Также могут существовать экономические ограничения на модернизацию существующих установок |
| в Интегрированные в технологические процессы методы сокращения выбросов в атмосферу | Сюда входят такие техники, как: - контроль температуры печи и скорости вращения вращающейся печи; - выбор топлива; - использование закрытой печи или работа печи при пониженном давлении во избежание диффузных выбросов в воздух | Обычно применимо |

8.2.3.6.2 Выбросы в воздух

НДТ 43. НДТ направлена на сокращение выбросов HCl, HF, пыли и органических соединений в воздух и заключается в применении НДТ 14.4 и использовании одной или нескольких технологий, приведенных ниже.

| Наименование | | Описание |
|--------------|-----------------------|--|
| а | Циклон | Этот метод используется в сочетании с другими методами снижения выбросов |
| б | Электрофильтр (ESP) | |
| в | Тканевый фильтр | |
| г | Скруббер | |
| д | Адсорбция | |
| е | Конденсация | |
| ж | Термическое окисление | |

Соответствующий контроль приведен в НДТ 8.

8.2.3.7 НДТ для промывки водой извлеченного загрязненного грунта

8.2.3.7.1 Выбросы в воздух

НДТ 44. Чтобы сократить выбросы пыли и органических соединений в воздух на стадиях хранения, обработки и мойки, НДТ заключается в применении НДТ 14.4 и использовании одного или комбинации методов, приведенных ниже.

| Наименование | | Описание |
|--------------|-----------------|------------------|
| а | Адсорбция | См. Приложение Е |
| б | Тканевый фильтр | |
| в | Абсорбция | |

8.2.3.8 НДТ для дезактивации оборудования, содержащего ПХД

8.2.3.8.1 Общие экологические показатели

НДТ 45. НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и сокращение организованных выбросов ПХБ и органических соединений в воздух и заключается в использовании всех методов, приведенных ниже.

| Наименование метода | | Описание |
|---------------------|---|--|
| а | Изоляция территории мест хранения и обработки | Сюда входят такие меры, как: смоляное покрытие, нанесенное на бетонный пол всей зоны хранения и обработки |
| б | Внедрение правил доступа персонала для предотвращения распространения загрязнения | Сюда входят такие меры, как: - точки доступа к местам хранения и обработки запираются; - для доступа в зону хранения и обращения с загрязненным оборудованием требуется специальная квалификация; - отдельные «чистые» и «грязные» гардеробы для надевания/снятия средств индивидуальной защиты |
| в | Оптимизированная очистка оборудования | Сюда входят такие меры, как: - внешние поверхности загрязненного оборудования очищаются анионным моющим средством; - опорожнение оборудования насосом или под вакуумом вместо опорожнения самотеком; - определены и используются процедуры заполнения, опорожнения и (от)соединения вакуумного сосуда; - обеспечивается длительный период дренирования (не менее 12 часов) во избежание стекания загрязненной жидкости при дальнейших операциях по очистке после отделения сердечника от корпуса электрического трансформатора |
| г | Контроль выбросов в атмосферу | Сюда входят такие меры, как: - воздух зоны дезактивации собирается и обрабатывается фильтрами с активированным углем; - выхлоп вакуумного насоса подключен к системе очистки на конце трубы (например, к высокотемпературной установке для сжигания отходов, термическому окислению или адсорбции на активированном угле); - организованные выбросы контролируются; - потенциальное атмосферное осаждение ПХД контролируется (например, с помощью физико-химических измерений) |
| д | Обезвреживание остатков переработки отходов | Сюда входят такие меры, как: - пористые, загрязненные части электрического трансформатора (дерево и бумага) отправляются на высокотемпературное сжигание; - ПХБ в маслах разрушаются (например, дехлорирование, гидрирование, процессы сольватации электронов, высокотемпературное сжигание) |
| е | Восстановление растворителя при использовании промывки растворителем | Органический растворитель собирают и перегоняют для повторного использования в процессе |

8.2.4 НДТ по переработке отходов, представленных водными растворами и эмульсиями

Если не указано иное, НДТ применяются к обработке отходов, представленных водными растворами и эмульсиями.

8.2.4.1 Общие экологические показатели

НДТ 46. НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и заключается в контроле поступающих отходов в рамках процедур предварительной приемки и приемки отходов.

Описание

Контроль поступления отходов, например, с точки зрения:

- биоразложения (например, БПК, отношение БПК к ХПК, потенциал биологического ингибирования (например, ингибирование активного ила));
- возможность разрушения эмульсии, например, с помощью лабораторных испытаний.

8.2.4.2 Выбросы в воздух

НДТ 47. НДТ направлена на сокращение выбросов H_2SO_4 , HCl , NH_3 и органических соединений в воздух и заключается в применении НДТ 14.4 и использовании одной или нескольких технологий, приведенных ниже.

| Наименование | | Описание |
|--------------|------------------------|------------------|
| а | Адсорбция | См. Приложение Е |
| б | Биофильтр | |
| в | Термическое окисление | |
| г | Скруббер | |
| д | Хемосорбционный фильтр | |

Таблица 8.10 – Технологические показатели НДТ организованных выбросов HCl и летучих органических соединений (ЛОС) в воздух при обработке отходов, представленных водными растворами и эмульсиями

| Параметр | Единица измерения | Технологический показатель |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Хлористый водород (HCl) | мг/м ³ | 1–5 |
| H_2SO_4 | | ≤ 2,8 |
| Летучие органические соединения (ЛОС) | | 3–20 |

8.3 НДТ в сфере обращения с отходами I и II классов опасности (утилизация и обезвреживание отходов термическими способами)

8.3.1 Энергоэффективность

Уровни энергоэффективности должны соответствовать показателям, приведенным в информационно-техническом справочнике ИТС 9-2020 [25].

НДТ 48. В целях повышения эффективности использования ресурсов объекта термического обезвреживания отходов НДТ предполагает использование котла-утилизатора.

Описание

Энергия, содержащаяся в дымовых газах, рекупируется в котле-утилизаторе, производящем горячую воду и/или пар, которые могут быть направлены для производства электроэнергии или для других производственных и непроизводственных нужд.

Применимость

Применение ограничено такими факторами, как агрессивность дымовых газов или образование отложений золы на поверхности оборудования.

8.3.2 Выбросы в атмосферный воздух

НДТ и уровни организованных выбросов в атмосферный воздух должны соответствовать НДТ и показателям, приведенным в информационно-техническом справочнике по наилучшим доступным технологиям ИТС 9-2020 [25].

8.3.2.1 Выбросы в атмосферный воздух неорганизованных источников

НДТ 49. НДТ направлена на предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов и заключается в следующем:

- хранение твердых и сыпучих пастообразных отходов, которые имеют запах и/или могут выделять летучие вещества, в закрытых помещениях при контролируемом давлении ниже атмосферного;
- хранение жидких отходов в цистернах под соответствующим контролируемым давлением;
- контроль риска появления запаха во время периодов полного останова при отсутствии доступных мощностей для сжигания отходов.

НДТ 50. НДТ направлена на предотвращение неорганизованных выбросов летучих соединений при обращении с газообразными и жидкими отходами, которые имеют запах и/или могут выделять летучие вещества, и заключается в их загрузке в печь прямым методом.

Описание

Применительно к жидким отходам, поставляемым в контейнерах для наливных отходов (например, цистернах), прямая подача осуществляется путем подсоединения

контейнера для отходов к линии загрузки печи. Затем контейнер опорожняют, нагнетая в него азот или, если вязкость достаточно низкая, откачивая жидкость.

Возможна прямая подача жидких отходов непосредственно в печь в контейнерах, если отходы поставляют в контейнерах для отходов, пригодных для сжигания (например, в бочках).

Применимость

Данная технология может быть неприменима для сжигания отходов, которые необходимо перед сжиганием обработать (например, удалить воду или смешать с другими отходами).

8.3.2.2 Выбросы в атмосферный воздух органических веществ

НДТ 51. НДТ направлена на обеспечение полного окисления органических соединений и заключается в подаче достаточного количества кислорода в зону горения. Необходимое количество кислорода определяется следующими параметрами:

- свойства отходов (теплота сгорания, влажность, гетерогенность);
- типа камеры сгорания (для кипящего слоя требуется большее общее количество воздуха вследствие возрастающего перемешивания отходов, что приводит к росту взаимодействия отходов с воздухом).

НДТ 52. НДТ направлена на сокращение организованных выбросов в воздух органических соединений, включая ПХДД/Ф и ПХБ, в процессе сжигания отходов и заключается в использовании технических решений (1), (2), (3), (4), а также одного из технических решений (5)–(8) или их сочетания.

| № п/п | Метод | Описание | Применимость |
|-------|-------------------------------|---|---------------|
| 1. | Оптимизация процесса сжигания | Оптимизация параметров сжигания с целью ускорения окисления органических соединений, включая ПХДД/Ф и ПХБ, присутствующих в отходах, а также с целью предотвращения образования (в том числе повторного) их самих и их предшественников | Общеприменимо |
| 2. | Контроль загрузки отходов | Знание и контроль характеристик горения отходов, загружаемых в печь, с целью обеспечения оптимальных и, насколько это возможно, однородных и стабильных условий сжигания | Общеприменимо |

| № п/п | Метод | Описание | Применимость |
|-------|---|--|---------------|
| 3. | Очистка котла при работающем и выключенном оборудовании | Эффективная очистка пучков труб котлов с целью сокращения времени пребывания и накопления пыли в котле, что позволяет снизить образование ПХДД/Ф внутри котла. Используется сочетание технологий очистки котла при работающем и выключенном оборудовании | Общеприменимо |
| 4. | Быстрое охлаждение дымовых газов | Быстрое охлаждение дымовых газов от температуры выше 400 °С до температуры ниже 250 °С перед обеспыливанием для предотвращения <i>повторного</i> синтеза ПХДД/Ф. Это достигается за счет соответствующей конструкции котла и/или использования системы охлаждения. Последний вариант ограничивает количество энергии, которую можно извлечь из дымовых газов, и используется, в частности, в случае сжигания опасных отходов с высоким содержанием галогенов | Общеприменимо |
| 5. | Введение сухого сорбента | Адсорбция путем введения активированного угля или других реагентов, как правило, в сочетании с использованием рукавного фильтра, при которой в отфильтрованном осадке создается реакционный слой, а образующиеся твердые частицы удаляются | Общеприменимо |

Окончание таблицы

| № п/п | Метод | Описание | Применимость |
|-------|--|--|---|
| 6. | Адсорбция на неподвижном или движущемся слое | | Применимость технологии может быть ограничена общим перепадом давления, обусловленным параметрами системы ОДГ. Для существующих установок применимость технологии может быть ограничена нехваткой места |
| 7. | SCR (селективное каталитическое окисление) | В тех случаях, когда для снижения содержания NOX используется селективное каталитическое восстановление, соответствующая поверхность катализатора системы SCR также обеспечивает частичное сокращение выбросов ПХДД/Ф и ПХБ. Данная технология обычно используется в сочетании с техническими решениями (5), (6) или (8) | Для существующих установок применимость технологии может быть ограничена нехваткой места. |
| 8. | Углеродный сорбент в мокром скруббере | ПХДД/Ф и ПХБ поглощаются угольным сорбентом, который добавляется в мокрый скруббер либо в составе скрубберной жидкости, либо в виде насыщенных сорбентом уплотнительных элементов. Данная технология используется для удаления ПХДД/Ф в целом, а также для предотвращения и/или уменьшения повторных выбросов ПХДД/Ф, накопленных в скруббере (так называемый эффект возвращения к исходному состоянию), возникающих, в частности, во время останова и пуска оборудования | Технология применима только к установкам, оснащенным мокрым скруббером |

8.3.2.3 Выбросы ртути

НДТ 53. НДТ направлена на сокращение организованных выбросов ртути в воздух (включая пиковые выбросы ртути) при сжигании отходов и заключается в использовании одного из следующих технических решений или их сочетания

| № п/п | Метод | Описание | Применимость |
|-------|---|---|--|
| 1. | Мокрый скруббер | <p>Мокрый скруббер, работающий при значении рН около 1.</p> <p>Скорость удаления ртути с помощью данной технологии можно повысить, добавив реагенты и/или адсорбенты в скрубберный раствор, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> – окислители, такие как перекись водорода, для преобразования элементарной ртути в водорастворимую окисленную форму; – соединения серы с образованием устойчивых комплексов или солей с ртутью; – углеродный сорбент, предназначенный для адсорбции ртути, в том числе элементарной. <p>При расчете достаточно высокой буферной емкости для улавливания ртути данная технология позволяет эффективно предотвращать появление пиковых выбросов ртути</p> | Могут быть ограничения по применению технологии по причине нехватки воды |
| 2. | Введение сухого сорбента | Адсорбция путем введения активированного угля или других реагентов, как правило, в сочетании с использованием рукавного фильтра, при которой в отфильтрованном осадке создается реакционный слой, а образующиеся твердые частицы удаляются | Общеприменимо |
| 3. | Введение специального высокореакционного активированного угля | <p>Введение высокореакционного активированного угля с добавками серы или других реагентов для повышения реакционной способности по отношению к ртути.</p> <p>Как правило, введение специального активированного угля не является непрерывным процессом, а происходит только при обнаружении пиковых выбросов ртути. Для этой цели технологию можно использовать в сочетании с непрерывным контролем содержания ртути в неочищенных дымовых газах</p> | Общеприменимо |

Окончание таблицы

| № п/п | Метод | Описание | Применимость |
|-------|--|--|---|
| 5. | Адсорбция на неподвижном или движущемся слое | При расчете достаточно высокой адсорбционной способности данная технология позволяет эффективно предотвращать появление пиковых выбросов ртути | Применимость технологии может быть ограничена общим перепадом давления, обусловленным параметрами системы очистки дымовых газов. Для существующих установок применимость технологии может быть ограничена нехваткой места |

8.3.3. Сбросы в водные объекты

НДТ 54. НДТ направлена на предотвращение загрязнения воды, сокращение сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и повышение эффективности использования ресурсов, заключается в разделении потоков сточных вод и их отдельной очистке в зависимости от характеристик.

Описание

Потоки сточных вод (например, ливневые стоки, вода для охлаждения, сточные воды, образующиеся в процессе очистки дымовых газов и обработки золошлаковых отходов, сточные воды), поступающие с площадок приема, обработки и хранения отходов, собирают отдельно и направляют на очистку в зависимости от их характеристик и требуемого сочетания технологий очистки. Незагрязненные потоки воды отделяются от потоков сточных вод, требующих очистки.

При извлечении соляной кислоты и/или гипса из сточных вод скрубберной установки вода, получаемая на разных стадиях (кислой и щелочной) системы мокрой очистки, должна очищаться отдельно.

Применимость

Общеприменимо для новых установок.

Технология применима к существующим установкам в рамках ограничений, связанных с конфигурацией системы водоотведения.

ИТС 52–2022

Значения технологических показателей НДТ для сбросов загрязняющих веществ водные объекты

| Параметр | Процесс | Единица измерения | Технологический показатель НДТ |
|---|---|-------------------|--------------------------------|
| Общее количество взвешенных твердых веществ | Очистка дымовых газов Обработка золошлаковых отходов | мг/л | 10–30 |
| Общий органический углерод | Очистка дымовых газов Обработка золошлаковых отходов | | 15–40 |
| As | Очистка дымовых газов | | 0,01–0,05 |
| Cd | Очистка дымовых газов | | 0,005–0,03 |
| Cr | Очистка дымовых газов | | 0,01–0,1 |
| Cu | Очистка дымовых газов | | 0,03–0,15 |
| Hg | Очистка дымовых газов | | 0,001–0,01 |
| Ni | Очистка дымовых газов | | 0,03–0,15 |
| Pb | Очистка дымовых газов Обработка золошлаковых отходов | | 0,02–0,06 |
| Sb | Очистка дымовых газов | | 0,02–0,9 |
| Tl | Очистка дымовых газов | | 0,005–0,03 |
| Zn | Очистка дымовых газов | | 0,01–0,5 |
| Аммонийный азот | Обработка золошлаковых отходов | | 10–30 |
| Сульфат-анион (сульфаты) | Обработка золошлаковых отходов | | 400–1 000 |
| ПХДД/Ф | Очистка дымовых газов | нг I-TEQ/л | 0,01–0,05 |

8.3.4 Эффективность использования материалов

НДТ 55. НДТ направлена на повышение ресурсоэффективности и предусматривает переработку золошлаковых отходов и их очистку отдельно от отходов, поступающих с систем очистки дымовых газов.

Раздел 9 Перспективные технологии в области обращения с отходами I и II классов опасности

9.1 Технологии сверхкритического водного окисления (процесс SCWO)

Область применения: используется для обезвреживания отходов, содержащих галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители.

В Российской Федерации реализуется технология (промышленный образец), на которой осуществляется обезвреживание стойких органических загрязнителей методом сверхкритического гидротермального окисления.

Обезвреживание стойких органических загрязнителей реализуется окислительной деструкцией органосодержащих веществ с использованием уникальных свойств воды при сверхкритических параметрах температуры и давления (свыше 375 °С и 220 атм), что обеспечивает уничтожение 99,9 % органических соединений в исходной смеси. В результате разложения образуются экологически безвредные вода, кислород, азот, углекислый газ и твердый осадок 4 класса опасности для окружающей среды.

Описание метода. Процесс сверхкритического водного окисления (SCWO) использовался для обезвреживания широкого спектра материалов, в том числе CO₃, а также очистки широкого спектра загрязненных объектов, таких как промышленные стоки, илы (шламы), хозяйственно-бытовые сточные воды, загрязненные ПХБ, пестицидами, алифатическими и ароматическими галогенсодержащими веществами.

Технологии используют сходные принципы разрушения органических веществ с использованием окислителя, такого как перекись водорода, кислород или нитрит. Происходит исчерпывающее окисление органической части перерабатываемых продуктов в основном до углекислого газа и азота.

Преимущества данного технологического процесса перед стандартными технологиями сжигания: более низкая температура процесса, более высокая устойчивость процесса, пренебрежимо малый конечный выход окислов азота и серы, все конечные продукты локализованы, нет необходимости их улавливать, окисление достигается в гомогенных однофазных условиях, которые обеспечивают отличные условия для смешения компонентов и высокие скорости тепло- и массопереноса; высокая эффективность разрушения токсичных компонентов достигается сравнительно быстро и в сравнительно малых по объему реакторах, процесс происходит в полностью замкнутой системе, позволяющей изоляцию от окружающей среды токсичных и опасных уничтожаемых материалов до проведения процесса, а также сбор и анализ обезвреженных продуктов окисления до их контролируемого выброса в окружающую среду.

Степень проработки: промышленное внедрение.

Достижимые экологические преимущества: зарегистрированная эффективность уничтожения и удаления для технологии СКВО составляет > 99,99994 % для переработки диоксинсодержащих отходов и > 99,999 % для уничтожения различных опасных органических соединений (в том числе хлорсодержащих растворителей, ПХБ и пестицидов).

Заключительные положения и рекомендации

Для разработки справочника была сформирована Техническая рабочая группа «Обращение с отходами I и II классов опасности» (ТРГ 52), в состав которой вошли представители государственных органов власти, промышленных предприятий и ассоциаций, научно-исследовательских институтов и экспертных организаций, образовательных учреждений, научно-производственных и конструкторских компаний, а также некоммерческих и общественных организаций. Состав ТРГ 52 был утвержден приказом Минпромторга России от 15 марта 2022 года № 807 «О создании технической рабочей группы «Обращение с отходами I и II классов опасности» 807 (в редакции Приказа Минпромторга России от 31 августа 2022 г. № 3671).

В целях сбора информации о применяемых на объектах по обращению с отходами I и II классов опасности технологических процессах, оборудовании, об источниках загрязнения окружающей среды, технологических, технических и организационных мероприятиях, направленных на снижение загрязнения окружающей среды и повышение энергоэффективности и ресурсосбережения, была подготовлена анкета для предприятий, содержащая формы для сбора данных, необходимых для разработки проекта настоящего справочника НДТ. В качестве основы для формирования анкеты был использован ГОСТ Р 113.00.04-2020 «Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий».

Анкета была направлена в адреса российских предприятий, на которых согласно данным различных источников информации применяются или могли применяться технологии утилизации и обезвреживания отходов, размещения отходов. Сведения, полученные в результате анкетирования предприятий, были систематизированы и использованы при разработке настоящего справочника НДТ.

Итоги анализа поступивших от предприятий анкет выявили низкую информативность по различным аспектам применения технологий в области утилизации и обезвреживания отходов, размещения отходов. По результатам подготовки данного справочника НДТ можно сделать вывод, что в сфере обращения с отходами I и II классов опасности внедрение современных технологических процессов и оборудования, разработка программ повышения энергоэффективности и ресурсосбережения требуют более активной поддержки, в том числе со стороны государства. Цели, задачи и ожидаемые результаты перехода к технологическому нормированию на основе наилучших доступных технологий в сфере обращения с отходами руководителями предприятий недооценены. Кроме того, как показал анализ анкет, предприятия не готовы или не располагают показателями, которые должны использоваться для сравнительной оценки объектов, на которых технологии реализованы.

Процесс совершенствования справочника должен отражать принцип последовательного улучшения – основной принцип современных систем менеджмента. Разработчики информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям «Обращение с отходами I и II классов опасности» надеются, что коллеги готовы разделить эту позицию и поддержать совершенствование данного документа и продвижение наилучших доступных технологий в сфере обращения с отходами I и II классов опасности.

**Приложение А
(обязательное)**

Перечень маркерных веществ и технологических показателей

А1. Перечень маркерных веществ при утилизации и обезвреживании отходов I и II классов опасности термическими способами

Маркерные вещества и технологические показатели для выбросов в атмосферный воздух приведены в информационно-техническом справочнике по наилучшим доступным технологиям ИТС 9-2020 «Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами» [25].

Т а б л и ц а А1 – Перечень маркерных веществ для водных объектов при утилизации и обезвреживании отходов I-II классов опасности термическими способами

| Для водных объектов |
|----------------------------|
| Общий органический углерод |
| Взвешенные вещества |
| Мышьяк и его соединения |
| Кадмий |
| Хром (общее содержание) |
| Медь |
| Ртуть и ее соединения |
| Никель |
| Свинец |
| Сурьма |
| Теллур |
| Цинк |
| Аммонийный азот |
| Сульфат-анион (сульфаты) |
| ПХДД/Ф |

Т а б л и ц а А2 – Перечень технологических показателей для утилизации и обезвреживания отходов I-II классов опасности термическими способами для водных объектов

| Параметр | Процесс | Единица измерения | Технологический показатель НДТ |
|---------------------|---|-------------------|--------------------------------|
| Для водных объектов | | | |
| Взвешенные вещества | Очистка дымовых газов Обработка золошлаковых отходов | мг/л | 10–30 |

ИТС 52–2022

Окончание таблицы А2

| | | | |
|----------------------------|---|------------|------------|
| Общий органический углерод | Очистка дымовых газов Обработка золошлаковых отходов | | 15–40 |
| Мышьяк и его соединения | Очистка дымовых газов | | 0,01–0,05 |
| Кадмий | Очистка дымовых газов | | 0,005–0,03 |
| Хром (общее содержание) | Очистка дымовых газов | | 0,01–0,1 |
| Медь | Очистка дымовых газов | | 0,03–0,15 |
| Ртуть и ее соединения | Очистка дымовых газов | | 0,001–0,01 |
| Никель | Очистка дымовых газов | | 0,03–0,15 |
| Свинец | Очистка дымовых газов Обработка золошлаковых отходов | | 0,02–0,06 |
| Сурьма | Очистка дымовых газов | | 0,02–0,9 |
| Теллур | Очистка дымовых газов | | 0,005–0,03 |
| Цинк | Очистка дымовых газов | | 0,01–0,5 |
| Аммонийный азот | Обработка золошлаковых отходов | | 10–30 |
| Сульфат-анион (сульфаты) | Обработка золошлаковых отходов | | 400–1 000 |
| ПХДД/Ф | Очистка дымовых газов | нг I-TEQ/л | 0,01–0,05 |

А2. Перечень маркерных веществ при утилизации и обезвреживании отходов I-II классов опасности, кроме термических способов

Таблица А3 – Перечень маркерных веществ при утилизации и обезвреживании отходов I-II классов опасности, кроме термических способов

| |
|--|
| Для водных объектов |
| Общий органический углерод |
| Химическое потребление кислорода (ХПК) |
| Взвешенные вещества |
| Содержание нефтепродуктов в воде |
| Общий азот (общий N) |
| Общий фосфор (общий P) |
| Фенольный индекс |
| Цианид-анион (CN ⁻) |
| Адсорбируемые галогенорганические соединения (АОХ) |
| Хром (общее содержание) |
| Медь |
| Свинец |
| Никель |

Окончание таблицы А3

| |
|--|
| Ртуть и ее соединения |
| Цинк |
| Мышьяк и его соединения |
| Кадмий |
| Хром шестивалентный |
| Для атмосферного воздуха |
| Пыль |
| Летучие органические соединения (ЛОС) |
| Хлорфторуглероды (ХФУ) |
| Ртуть и ее соединения |
| Аммиак |
| Хлористый водород (HCl) |
| Серная кислота (H ₂ SO ₄) |

Таблица А4 – Перечень технологических показателей для утилизации и обезвреживания отходов I-II классов опасности, кроме термических способов

| Для водных объектов | | |
|--|----------------------------|---|
| Вещество/параметр | Технологический показатель | Процесс, к которому применяется технологический показатель |
| Общий органический углерод | 10–60 мг/л | Все методы утилизации и обезвреживания отходов за исключением отходов, представленных водными растворами |
| | 10–100 мг/л | Для утилизации и обезвреживания отходов, представленных водными растворами |
| Химическое потребление кислорода (ХПК) | 30–180 мгО/дм ³ | Все методы утилизации и обезвреживания отходов за исключением отходов, представленных водными растворами |
| | 30–300 мгО/дм ³ | Для утилизации и обезвреживания отходов, представленных водными растворами |
| Взвешенные вещества | 5–60 мг/л | Все методы утилизации и обезвреживания отходов |
| Содержание нефтепродуктов в воде | 0,5–10 мг/л | -механическая переработка в измельчителях металлических отходов; -утилизация электронного и электрического оборудования, содержащего ЛФУ или ЛХУ; -очистка отработанного масла; -физико-химическая обработка горючих отходов; - промывка водой загрязненного грунта, утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами |

| Вещество/параметр | Технологический показатель | Процесс, к которому применяется технологический показатель |
|--|----------------------------|--|
| Общий азот (общий N) | 1–25 мг/л | -утилизация и обезвреживание отходов биологическими методами; -очистка отработанного масла |
| | 10–60 мг/л | - утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Общий фосфор (общий P) | 0,3–2 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов биологическими методами |
| | 1–3 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами |
| Фенольный индекс | 0,05–0,2 мг/л | - очистка масел; - физико-химические методы переработки горючих отходов |
| | 0,05–0,3 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Цианид-анион (CN ⁻) | 0,02–0,1 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Адсорбируемые галогенорганические соединения (АОХ) | 0,2–1 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Мышьяк и его соединения | 0,01–0,05 мг/л | - механическая переработка в измельчителях металлических отходов; - переработка отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ; - механико-биологическая переработка отходов; - очистка отработанного масла; - физико-химическая переработка горючих отходов; - физико-химическая обработка твердых и/или пастообразных отходов; - регенерация отработанных растворителей; - промывка водой загрязненного грунта |
| Кадмий | 0,01–0,05 мг/л | |
| Хром (общее содержание) | 0,01–0,15 мг/л | |
| Медь | 0,05–0,5 мг/л | |
| Свинец | 0,05–0,1 мг/л | |
| Никель | 0,05–0,5 мг/л | |
| Ртуть и ее соединения | 0,5–5 мкг/л | |
| Цинк | 0,1–1 мг/л | |
| Мышьяк и его соединения | 0,01–0,1 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Кадмий | 0,01–0,1 мг/л | |
| Хром (общее содержание) | 0,01–0,3 мг/л | |
| Шестивалентный хром | 0,01–0,1 мг/л | |

Продолжение таблицы А4

| Вещество/параметр | Технологический показатель | Процесс, к которому применяется технологический показатель | | |
|--|---------------------------------------|--|----------------------------|--|
| Медь | 0,05–0,5 мг/л | | | |
| Свинец | 0,05–0,3 мг/л | | | |
| Никель | 0,05–1 мг/л | | | |
| Ртуть и ее соединения | 1–10 мкг/л | | | |
| Цинк | 0,1–2 мг/л | | | |
| Для атмосферного воздуха | | | | |
| Процесс, к которому применяется технологический показатель | Вещество | Единица измерения | Технологический показатель | |
| Технологические показатели НДТ для организованных выбросов пыли в воздух в результате механической обработки отходов | Пыль | мг/нм ³ | 2–5 | |
| Технологические показатели НДТ для организованных выбросов ЛОС и ХФУ в воздух при обработке отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ | Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/нм ³ | 3–15 | |
| | Хлорфторуглероды (ХФУ) | мг/нм ³ | 0,5–10 | |
| Технологические показатели НДТ выбросов ЛОС в воздух в результате механической обработки горючих отходов | Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/нм ³ | 10–30 | |
| Технологические показатели НДТ выбросов ртути при механической переработке отходов ЭЭО, содержащего ртуть | Ртуть и ее соединения | мг/нм ³ | 0,0003 | |
| Технологические показатели НДТ для переработки отходов биологическими методами, направленные на снижение NH ₃ , запаха, пыли и выбросов летучих органических соединений в атмосферу | Аммиак | мг/нм ³ | 0,3–20 | |
| | Пыль | мг/нм ³ | 2–5 | |
| | Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/нм ³ | 5–40 | |
| Технологические показатели НДТ организованных выбросов пыли в атмосферу при физико-химической переработке твердых и/или пастообразных отходов | Пыль | мг/нм ³ | 2–5 | |
| Технологические показатели НДТ выбросов, ЛОС в атмосферу при очистке отработанного масла, физико-химической обработки горючих отходов и регенерации отработанных растворителей | Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/нм ³ | 5–30 | |

ИТС 52–2022*Окончание таблицы А4*

| Процесс, к которому применяется технологический показатель | Вещество | Единица измерения | Технологический показатель |
|---|--|-------------------|----------------------------|
| Технологические показатели НДТ организованных выбросов HCl и ЛОС в воздух при обработке отходов, представленных водными растворами и эмульсиями | Хлористый водород (HCl) | мг/м ³ | 1–5 |
| | Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/м ³ | 3–20 |
| Технологические показатели НДТ организованных выбросов при утилизации свинцово-кислотных химических источников тока | Серная кислота (H ₂ SO ₄) | мг/м ³ | ≤ 2,8 |

Приложение Б
(обязательное)
Перечень НДТ

Является выдержкой из раздела 8 настоящего справочника НДТ. При наличии расхождений следует руководствоваться разделом 8. Приведенные НДТ в данном приложении следует рассматривать совместно с НДТ, представленными в ИТС 15-2021 и ИТС 9-2020.

Таблица Б1 – НДТ в области утилизации и обезвреживания отходов I-II классов опасности

| Номер НДТ | Наименование НДТ |
|------------------|---|
| <i>Общие НДТ</i> | |
| НДТ 1 | Внедрение системы экологического менеджмента (СЭМ) |
| НДТ 2 | Обеспечение экологически безопасного обращения с отходами I-II классов опасности достигается применением мер организационного характера, реализуемых на этапе приемки отходов, их последующей утилизации, обезвреживания, размещения |
| НДТ 3 | НДТ направлена на сокращение эмиссий в воздух и воду. НДТ заключается в учете и контроле состава сточных вод и выбросов загрязняющих веществ в рамках системы экологического менеджмента |
| НДТ 4 | НДТ направлена на снижение риска для окружающей среды, связанного с хранением отходов |
| НДТ 5 | НДТ направлена на снижение риска для окружающей среды, связанного с обращением с отходами и их перемещением |
| НДТ 6 | НДТ предназначена для обеспечения контроля качества сточных вод, сбрасываемых в водные объекты. НДТ заключается в контроле ключевых параметров процесса (например, потока сточных вод, pH, температуры, электропроводности, БПК) в ключевых местах (например, в входе и/или выходе предварительной очистки, на входе окончательной очистки, в точке выхода сбросов в водный объект) |
| НДТ 7 | НДТ заключается в контроле сбросов в водные объекты в соответствии с национальными, международными стандартами и иными документами, обеспечивающими достоверность получаемых данных |
| НДТ 8 | НДТ заключается в контроле организованных выбросов в воздух в соответствии с национальными, международными стандартами и иными документами, обеспечивающими достоверность получаемых данных |
| НДТ 9 | НДТ заключается в контроле ключевых параметров процессов утилизации и обезвреживания органических отходов термическими способами, имеющих отношение к выбросам в воздух и сбросам в воду |
| НДТ 10 | НДТ заключается в контроле организованных выбросов в атмосферу при утилизации и обезвреживании органических отходов термическими методами |

| Номер НДТ | Наименование НДТ |
|-----------------------------------|--|
| НДТ 11 | НДТ применяется в отношении сжигания отходов, содержащих СОЗ в концентрациях, превышающих предельно допустимые концентрации, и заключается в определении содержания СОЗ на выходе (например, в шлаковых и золошлаковых отходах, дымовых газах, сточных водах) после ввода в эксплуатацию установки и после каждого изменения, которое может существенно повлиять на содержание СОЗ на выходе |
| НДТ 12 | НДТ заключается в контроле диффузных (неорганизованных) выбросов органических соединений в атмосферный воздух при регенерации отработанных растворителей, обезвреживании растворителями оборудования, содержащего СОЗ, и физико-химической обработке растворителей для восстановления их теплотворной способности не реже одного раза в год |
| НДТ 13 | НДТ заключается в контроле годового потребления воды, энергии и сырья, а также ежегодного образования отходов и сточных вод с периодичностью не реже одного раза в год |
| НДТ 14 | НДТ направлена на предотвращение или, если это практически невозможно, уменьшение диффузных выбросов в воздух, в частности, пыли, органических соединений и запахов |
| НДТ 15 | НДТ заключается в использовании факельного сжигания только по соображениям безопасности или в нестандартных условиях эксплуатации (например, при пусках, остановах) |
| НДТ 16 | НДТ направлена на сокращение выбросов в атмосферу от факельных установок, когда сжигание в факелах неизбежно |
| НДТ 17 | НДТ направлена на уменьшение шума и вибрации и заключается в разработке, внедрении и регулярном пересмотре плана контроля физических воздействий в рамках системы экологического менеджмента |
| НДТ 18 | НДТ направлена на предотвращение, или, если это практически невозможно, уменьшение физических воздействий |
| НДТ 19 | НДТ для оптимизации водопотребления, уменьшения объема образующихся сточных вод и предотвращения или, где это практически невозможно, сокращения сбросов загрязняющих веществ водные объекты, снижения риска загрязнения подземных вод |
| НДТ 20 | НДТ заключается в очистке сточных вод |
| НДТ 21 | НДТ направлена на уменьшение количества отходов, направляемых на удаление, НДТ заключается в максимальном повторном использовании упаковки в рамках плана управления отходами |
| Кроме термических способов | |
| НДТ 22 | НДТ направлена на сокращение выбросов в воздух пыли и связанных с твердыми частицами металлов, H ₂ SO ₄ , SO ₂ , HCl (применительно для отходов химических источников тока), ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД |
| НДТ 23 | НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и предотвращение выбросов в результате аварий и инцидентов |
| НДТ 24 | НДТ направлена на предотвращение дефлаграций и сокращение выбросов при возникновении дефлаграций |

Продолжение таблицы Б1

| Номер НДТ | Наименование НДТ |
|-----------|--|
| НДТ 25 | Для эффективного использования энергии НДТ заключается в поддержании стабильности подачи измельчителя |
| НДТ 26 | НДТ направлена на уменьшение количества отходов, направляемых на захоронение, и заключается в повторном использовании материального ресурса |
| НДТ 27 | НДТ направлена на предотвращение или, если это практически невозможно, сокращение выбросов органических соединений в воздух |
| НДТ 28 | НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух |
| НДТ 29 | НДТ, направленные на сокращение выбросов ртути в воздух, заключаются в сборе выбросов ртути в источнике, направлении их на очистку от ртути и проведении соответствующего контроля |
| НДТ 30 | НДТ направлена на уменьшение выбросов в воздух пыли, органических соединений и пахучих соединений, включая H ₂ S и NH ₃ |
| НДТ 31 | НДТ направлена на уменьшение образования сточных вод и сокращение потребления воды |
| НДТ 32 | В целях сокращения выбросов в атмосферу и улучшения общих экологических показателей НДТ заключается в контроле ключевых параметров отходов и процессов |
| НДТ 33 | НДТ направлена на сокращение выбросов в атмосферу |
| НДТ 34 | НДТ направлена на улучшения общих экологических показателей и заключается в контроле качества поступающих отходов в рамках процедур предварительной приемки и приемки отходов |
| НДТ 35 | НДТ направлена на сокращение выбросов пыли, органических соединений и NH ₃ в воздух |
| НДТ 36 | НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и заключается в контроле поступающих отходов в рамках процедур предварительной приемки и приемки отходов |
| НДТ 37 | НДТ направлена на уменьшение количества отходов, направляемых на захоронение |
| НДТ 38 | НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух |
| НДТ 39 | НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух |
| НДТ 40 | НДТ направлена на улучшение общих экологических характеристик регенерации отработанных растворителей |
| НДТ 41 | НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух |
| НДТ 42 | НДТ направлена на улучшение общих экологических характеристик термической обработки отработанного активированного угля, отходов катализаторов и загрязненного грунта |
| НДТ 43 | НДТ направлена на сокращение выбросов HCl, HF, пыли и органических соединений в воздух |
| НДТ 44 | Сокращение выбросов пыли и органических соединений в воздух на стадиях хранения, обработки и мытья |
| НДТ 45 | НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и сокращение организованных выбросов ПХБ и органических соединений в воздух |

| Номер НДТ | Наименование НДТ |
|-----------------------------------|--|
| НДТ 46 | НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и заключается в контроле поступающих отходов в рамках процедур предварительной приемки и приемки отходов |
| НДТ 47 | НДТ направлена на сокращение выбросов HCl, NH ₃ и органических соединений в воздух |
| <i>Термические способы</i> | |
| НДТ 48 | НДТ направлена на повышение эффективности использования ресурсов установки по термической утилизации и обезвреживанию органических отходов и предусматривает использование котла- утилизатора |
| НДТ 49 | НДТ направлена на предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов |
| НДТ 50 | НДТ направлена на предотвращение неорганизованных выбросов летучих соединений при обращении с газообразными и жидкими отходами, которые имеют запах и/или могут выделять летучие вещества, и заключается в их загрузке в печь прямым методом |
| НДТ 51 | НДТ направлена на обеспечение полного окисления органических соединений и заключается в подаче достаточного количества кислорода в зону горения |
| НДТ 52 | НДТ направлена на сокращение организованных выбросов в воздух органических соединений, включая ПХДД/Ф и ПХБ, в процессе сжигания отходов |
| НДТ 53 | НДТ направлена на сокращение организованных выбросов ртути в воздух (включая пиковые выбросы ртути) при сжигании отходов |
| НДТ 54 | НДТ направлена на предотвращение загрязнения воды, сокращение сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и повышение эффективности использования ресурсов |
| НДТ 55 | НДТ направлена на повышение ресурсоэффективности и предусматривает переработку золошлаковых отходов и их очистку отдельно от отходов, поступающих с систем очистки дымовых газов |

Приложение В (обязательное) Ресурсная и энергетическая эффективность

В1. Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами

Утилизация и обезвреживание отходов термическим способом является энергоемким процессом.

В сфере утилизации и обезвреживания отходов термическим способом используются такие виды топлива, как природный газ, нефтепродукты, отдельные виды горючих отходов.

Одной из приоритетных задач данной деятельности, в том числе с точки зрения экономической доступности НДТ, является максимальное использование вторичных энергетических ресурсов, образующихся в процессе утилизации и обезвреживания отходов термическим способом.

В связи с большим разнообразием физико-химических характеристик утилизируемых и обезвреживаемых отходов, вариантов применения технологических процессов, уровни потребления материальных и энергетических ресурсов представлены в весьма широких пределах.

В2. Утилизация и обезвреживание отходов, кроме термических способов

Технологические процессы, используемые в области утилизации и обезвреживания отходов (кроме термических способов), являются ресурсосберегающими. Уровни ресурсопотребления сведены к минимуму в связи с тем, что в справочнике используются технологии, направленные на использование ресурсного и энергетического потенциала отходов.

Приложение Г (справочное) Термины, определения и сокращения

Отходы производства и потребления – вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению в соответствии с настоящим Федеральным законом ([40], ст. 1).

Обращение с отходами – деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов ([1], ст. 1).

Обработка отходов – предварительная подготовка отходов к дальнейшей утилизации, включая их сортировку, разборку, очистку ([40], ст. 1).

Утилизация отходов – использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация), а также использование твердых коммунальных отходов в качестве возобновляемого источника энергии (вторичных энергетических ресурсов) после извлечения из них полезных компонентов на объектах обработки, соответствующих требованиям, предусмотренным пунктом 3 статьи 10 настоящего Федерального закона (энергетическая утилизация) ([58], ст. 1).

Обезвреживание отходов – уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств (включая сжигание, за исключением сжигания, связанного с использованием твердых коммунальных отходов в качестве возобновляемого источника энергии (вторичных энергетических ресурсов), и (или) обеззараживание на специализированных установках) в целях снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду ([40], ст. 1).

Объекты обезвреживания отходов – специально оборудованные сооружения, которые обустроены в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и предназначены для обезвреживания отходов ([40], ст. 1).

Вид отходов – совокупность отходов, которые имеют общие признаки в соответствии с системой классификации отходов ([40], ст. 1).

Отходы от использования товаров – отходы, образовавшиеся после утраты товарами, упаковкой товаров полностью или частично своих потребительских свойств ([40], ст. 1).

Группы однородных отходов – отходы, классифицированные по одному или нескольким признакам (происхождению, условиям образования, химическому и (или) компонентному составу, агрегатному состоянию и физической форме) ([40], ст. 1).

Обозначения и сокращения

| | | |
|-----------|---|---|
| BAT | – | Best Available Techniques / Наилучшие доступные технологии |
| BAT-AEL | – | Best Available Techniques –Associated Emission Levels / Уровни эмиссий, соответствующие наилучшим доступным технологиям |
| BCD | – | Base catalysed decomposition / Каталитическое разложение |
| BREF | – | Best Available Techniques Reference Document / Справочный документ по НДТ |
| GPCR | – | Gas-phase chemical reduction / Газифицированно химическое разложение |
| SCR | – | Selective catalytic reduction / селективное каталитическое окисление) |
| SCWO | – | Supercritical Water Oxidation / Сверхкритическое водное окисление |
| WI | – | Waste Incineration / Сжигание отходов |
| WT | – | Waste Treatment / Обращение с отходами |
| ИТС | – | Информационно-технический справочник |
| ЛОС | – | Летучие органические соединения |
| ЛФУ | – | Летучие фторуглероды |
| ЛХУ | – | Летучие хлоруглероды |
| НВОС | – | Негативное воздействие на окружающую среду |
| НДТ | – | Наилучшие доступные технологии |
| ОКВЭД | – | Общероссийский классификатор видов экономической деятельности |
| ОКПД | – | Общероссийский классификатор продукции |
| ОС | – | Окружающая среда |
| ОЭЭО | – | Отходы электрического и электронного оборудования |
| ПТК | – | Производственно-технический комплекс |
| ПХБ | – | Полихлорированные бифенилы |
| ПХДД/ПХДФ | – | Полихлорированные дибензо-п-диоксины и дибензофураны |
| РФ | – | Российская Федерация |
| СОЗ | – | Стойкие органические загрязнители |
| СЭМ | – | Система экологического менеджмента |
| ТП НДТ | – | Технологический показатель наилучшей доступной технологии |
| ФЗ | – | Федеральный закон |
| ФККО | – | Федеральный классификационный каталог отходов |
| ХИТ | – | Химические источники тока |
| ХФУ | – | Хлорфторуглероды |

Приложение Д (обязательное)

Заключения по наилучшим доступным технологиям

Заключения по НДТ совпадают с областью применения информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям ИТС 52-2022 «Обращение с отходами I и II классов опасности» и распространяются на следующие основные виды деятельности:

- утилизация и обезвреживание отходов, в том числе термическими методами, включая утилизацию и обезвреживание отходов, являющиеся неотъемлемым процессом обрабатывающих или иных производств, если в соответствующем отраслевом справочнике НДТ они не рассмотрены;
- размещение отходов.

В дополнение справочник НДТ также распространяется на процессы и методы, связанные с вышеуказанными основными видами деятельности, которые могут оказать влияние на объемы эмиссий и (или) масштабы загрязнения окружающей среды: сбор, накопление, транспортирование и обработку отходов.

В настоящем справочнике НДТ отдельно рассматривается деятельность по обращению с отходами I и II классов опасности для следующих групп отходов:

- отходы, образующиеся в результате производства основных органических веществ;
- ртутьсодержащие отходы I и II классов опасности;
- отходы производства и потребления химических источников тока;
- отходы, содержащие галогенорганические вещества, в том числе стойкие органические загрязнители;
- отходы I и II классов опасности, содержащие пестициды.

Справочник НДТ не распространяется на:

- деятельность по обращению с радиоактивными отходами;
- деятельность по обращению с отходами при уничтожении химического оружия и отходами сырья для его производства;
- деятельность по обращению с отходами производства взрывчатых веществ;
- деятельность, которая касается исключительно обеспечения промышленной безопасности или охраны труда.

Сфера распространения справочника НДТ представлена в таблице Д.1.

Т а б л и ц а Д 1 – Сфера распространения справочника НДТ

| ОКВЭД 2 | Наименование вида деятельности по ОКВЭД 2 | ОКПД 2 | Наименование продукции по ОКПД 2 |
|---------|---|--------|--|
| 38.2 | Обработка и утилизация отходов | 38.2 | Услуги по обработке и утилизации отходов |
| 38.21 | Обработка и утилизация неопасных отходов | 38.21 | Услуги по переработке и утилизации неопасных отходов |

Окончание таблицы Д1

| ОКВЭД 2 | Наименование вида деятельности по ОКВЭД 2 | ОКПД 2 | Наименование продукции по ОКПД 2 |
|---------|---|----------|---|
| | | 38.21.2 | Услуги по удалению неопасных отходов |
| 38.22 | Обработка и утилизация опасных отходов | 38.22 | Услуги по переработке и утилизации опасных отходов |
| 38.22.9 | Обработка и утилизация опасных отходов прочих, не включенных в другие группировки | 38.22.29 | Услуги по утилизации прочих опасных отходов |
| 38.32 | Утилизация отсортированных материалов | 38.32 | Услуги по сортировке материалов для восстановления; сырье вторичное |

Д1 Наилучшие доступные технологии

Заключения по НДТ содержат перечень кратких описаний НДТ, применяемых в области обращения с отходами I и II классов опасности на различных этапах технологического процесса.

Технологии/методы, перечисленные и описанные в настоящем документе в качестве наилучших доступных технологий (НДТ), не являются ни предписывающими, ни исчерпывающими. Могут использоваться другие технологии/методы, которые гарантируют по крайней мере эквивалентный уровень охраны окружающей среды.

Содержащиеся в приведенных ниже заключениях краткие описания НДТ даны в редакции разделов ИТС 52-2022 «Обращение с отходами I и II классов опасности».

Приведенные НДТ следует рассматривать совместно с НДТ, представленными в ИТС 15-2021 [26] и ИТС 9-2020 [25].

Таблица Д1.1 – Перечень НДТ в области утилизации и обезвреживания отходов I-II классов опасности

| Номер НДТ | Наименование НДТ |
|------------------|--|
| Общие НДТ | |
| НДТ 1 | Внедрение системы экологического менеджмента (СЭМ) |
| НДТ 2 | Обеспечение экологически безопасного обращения с отходами I-II классов опасности достигается применением мер организационного характера, реализуемых на этапе приемки отходов, их последующей утилизации, обезвреживания, размещения |
| НДТ 3 | НДТ направлена на сокращение эмиссий в воздух и воду. НДТ заключается в учете и контроле состава сточных вод и выбросов загрязняющих веществ в рамках системы экологического менеджмента |
| НДТ 4 | НДТ направлена на снижение риска для окружающей среды, связанного с хранением отходов |
| НДТ 5 | НДТ направлена на снижение риска для окружающей среды, связанного с обращением с отходами и их перемещением |

| Номер НДТ | Наименование НДТ |
|-----------|--|
| НДТ 6 | НДТ предназначена для обеспечения контроля качества сточных вод, сбрасываемых в водные объекты. НДТ заключается в контроле ключевых параметров процесса (например, потока сточных вод, pH, температуры, электропроводности, БПК) в ключевых местах (например, во входе и/или выходе предварительной очистки, на входе окончательной очистки, в точке выхода сбросов в водный объект) |
| НДТ 7 | НДТ заключается в контроле сбросов в водные объекты в соответствии с национальными, международными стандартами и иными документами, обеспечивающими достоверность получаемых данных |
| НДТ 8 | НДТ заключается в контроле организованных выбросов в воздух в соответствии с национальными, международными стандартами и иными документами, обеспечивающими достоверность получаемых данных |
| НДТ 9 | НДТ заключается в контроле ключевых параметров процессов утилизации и обезвреживания органических отходов термическими способами, имеющих отношение к выбросам в воздух и сбросам в воду |
| НДТ 10 | НДТ заключается в контроле организованных выбросов в атмосферу при утилизации и обезвреживании органических отходов термическими методами |
| НДТ 11 | НДТ применяется в отношении сжигания отходов, содержащих СОЗ в концентрациях, превышающих предельно допустимые концентрации, и заключается в определении содержания СОЗ на выходе (например, в шлаковых и золошлаковых отходах, дымовых газах, сточных водах) после ввода в эксплуатацию установки и после каждого изменения, которое может существенно повлиять на содержание СОЗ на выходе |
| НДТ 12 | НДТ заключается в контроле диффузных (неорганизованных) выбросов органических соединений в атмосферный воздух при регенерации отработанных растворителей, обезвреживании растворителями оборудования, содержащего СОЗ, и физико-химической обработке растворителей для восстановления их теплотворной способности не реже одного раза в год |
| НДТ 13 | НДТ заключается в контроле годового потребления воды, энергии и сырья, а также ежегодного образования отходов и сточных вод с периодичностью не реже одного раза в год |
| НДТ 14 | НДТ направлена на предотвращение или, если это практически невозможно, уменьшение диффузных выбросов в воздух, в частности, пыли, органических соединений и запахов |
| НДТ 15 | НДТ заключается в использовании факельного сжигания только по соображениям безопасности или в нестандартных условиях эксплуатации (например, при пусках, остановках) |
| НДТ 16 | НДТ направлена на сокращение выбросов в атмосферу от факельных установок, когда сжигание в факелах неизбежно |
| НДТ 17 | НДТ направлена на уменьшение шума и вибрации и заключается в разработке, внедрении и регулярном пересмотре плана контроля физических воздействий в рамках системы экологического менеджмента |

Продолжение таблицы Д1.1

| Номер НДТ | Наименование НДТ |
|-----------------------------------|---|
| НДТ 18 | НДТ направлена на предотвращение, или, если это практически невозможно, уменьшение физических воздействий |
| НДТ 19 | НДТ для оптимизации водопотребления, уменьшения объема образующихся сточных вод и предотвращения или, где это практически невозможно, сокращения сбросов загрязняющих веществ водные объекты, снижения риска загрязнения подземных вод |
| НДТ 20 | НДТ заключается в очистке сточных вод |
| НДТ 21 | НДТ направлена на уменьшение количества отходов, направляемых на удаление, НДТ заключается в максимальном повторном использовании упаковки в рамках плана управления отходами |
| Кроме термических способов | |
| НДТ 22 | НДТ направлено на сокращение выбросов в воздух пыли и связанных с твердыми частицами металлов, H ₂ SO ₄ , SO ₂ , HCl (применительно для отходов химических источников тока), ПХДД/Ф и диоксиноподобных ПХД |
| НДТ 23 | НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и предотвращение выбросов в результате аварий и инцидентов |
| НДТ 24 | НДТ направлена на предотвращение дефлаграций и сокращение выбросов при возникновении дефлаграций |
| НДТ 25 | Для эффективного использования энергии НДТ заключается в поддержании стабильности подачи измельчителя |
| НДТ 26 | НДТ направлена на уменьшение количества отходов, направляемых на захоронение, и заключается в повторном использовании материального ресурса |
| НДТ 27 | НДТ направлена на предотвращение или, если это практически невозможно, сокращение выбросов органических соединений в воздух |
| НДТ 28 | НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух |
| НДТ 29 | НДТ, направленные на сокращение выбросов ртути в воздух, заключаются в сборе выбросов ртути в источнике, направлении их на очистку от ртути и проведении соответствующего контроля |
| НДТ 30 | НДТ направлена на уменьшение выбросов в воздух пыли, органических соединений и пахучих соединений, включая H ₂ S и NH ₃ |
| НДТ 31 | НДТ направлена на уменьшение образования сточных вод и сокращение потребления воды |
| НДТ 32 | В целях сокращения выбросов в атмосферу и улучшения общих экологических показателей НДТ заключается в контроле ключевых параметров отходов и процессов |
| НДТ 33 | НДТ направлена на сокращение выбросов в атмосферу |
| НДТ 34 | НДТ направлена на улучшения общих экологических показателей и заключается в контроле качества поступающих отходов в рамках процедур предварительной приемки и приемки отходов |
| НДТ 35 | НДТ направлена на сокращение выбросов пыли, органических соединений и NH ₃ в воздух |
| НДТ 36 | НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и заключается в контроле поступающих отходов в рамках процедур предварительной приемки и приемки отходов |

| Номер НДТ | Наименование НДТ |
|----------------------------|--|
| НДТ 37 | НДТ направлена на уменьшение количества отходов, направляемых на захоронение |
| НДТ 38 | НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух |
| НДТ 39 | НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух |
| НДТ 40 | НДТ направлена на улучшение общих экологических характеристик регенерации отработанных растворителей |
| НДТ 41 | НДТ направлена на сокращение выбросов органических соединений в воздух |
| НДТ 42 | НДТ направлена на улучшение общих экологических характеристик термической обработки отработанного активированного угля, отходов катализаторов и загрязненного грунта |
| НДТ 43 | НДТ направлена на сокращение выбросов HCl, HF, пыли и органических соединений в воздух |
| НДТ 44 | Сокращение выбросов пыли и органических соединений в воздух на стадиях хранения, обработки и мытья |
| НДТ 45 | НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и сокращение организованных выбросов ПХБ и органических соединений в воздух |
| НДТ 46 | НДТ направлена на улучшение общих экологических показателей и заключается в контроле поступающих отходов в рамках процедур предварительной приемки и приемки отходов |
| НДТ 47 | НДТ направлена на сокращение выбросов HCl, NH ₃ и органических соединений в воздух |
| Термические способы | |
| НДТ 48 | НДТ направлена на повышение эффективности использования ресурсов установки по термической утилизации и обезвреживанию органических отходов и предусматривает использование котла-утилизатора |
| НДТ 49 | НДТ направлена на предотвращение или сокращение неорганизованных выбросов |
| НДТ 50 | НДТ направлена на предотвращение неорганизованных выбросов летучих соединений при обращении с газообразными и жидкими отходами, которые имеют запах и/или могут выделять летучие вещества, и заключается в их загрузке в печь прямым методом |
| НДТ 51 | НДТ направлена на обеспечение полного окисления органических соединений и заключается в подаче достаточного количества кислорода в зону горения |
| НДТ 52 | НДТ направлена на сокращение организованных выбросов в воздух органических соединений, включая ПХДД/Ф и ПХБ, в процессе сжигания отходов |
| НДТ 53 | НДТ направлена на сокращение организованных выбросов ртути в воздух (включая пиковые выбросы ртути) при сжигании отходов |
| НДТ 54 | НДТ направлена на предотвращение загрязнения воды, сокращение сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и повышение эффективности использования ресурсов |
| НДТ 55 | НДТ направлена на повышение ресурсоэффективности и предусматривает переработку золошлаковых отходов и их очистку отдельно от отходов, поступающих с систем очистки дымовых газов |

Д2. Перечень маркерных веществ и технологических показателей

Технологические показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, соответствующие наилучшим доступным технологиям

Если не указано иное, технологические показатели НДТ, указанные в настоящем разделе, относятся к концентрациям (масса выбрасываемых веществ на объем отходящего газа) при следующих стандартных условиях: сухой газ при температуре 273,15 К и давление 101,3 кПа, без поправки на содержание кислорода и выраженные в мкг/нм³ или мг/нм³.

Для периодов усреднения технологических показателей НДТ для выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух применяются следующие **определения**:

| Тип измерения | Период усреднения | Определение |
|---|--|---|
| Непрерывный | Среднесуточное значение | Среднее суточное значение на основе действительных почасовых или получасовых средних значений |
| Периодический | Среднее значение за период отбора проб | Среднее значение трех последовательных измерений продолжительностью не менее 30 минут каждое ¹ |
| <p>¹ В отношении любого параметра, для которого не подходит 30-минутный отбор проб/период измерений в связи с ограничениями, связанными с отбором проб или проведением анализа, можно использовать более подходящий период измерения. Для ПХДД/Ф или диоксиноподобных ПХБ используется один период отбора проб продолжительностью от 6 до 8 часов.</p> | | |

Технологические показатели сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, соответствующие наилучшим доступным технологиям

Если не указано иное, технологические показатели сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, соответствующие наилучшим доступным технологиям, выражаются концентрационными значениями (масса сбрасываемого вещества на объем воды), выраженными в мкг/л или мг/л.

Если не указано иное, периоды усреднения, связанные с технологическим показателем НДТ, относятся к любому из следующих двух случаев:

- в случае непрерывного сброса – среднесуточные значения, т.е. составные пробы, пропорциональные потоку за 24 часа;
- в случае периодического сброса – средние значения за период сброса, взятые в виде составных проб, пропорциональных потоку, или, при условии, что стоки надлежащим образом перемешаны и однородны, выборочная проба, взятая перед сбросом.

Композитные образцы, пропорциональные времени, могут использоваться при условии, что продемонстрирована достаточная стабильность потока.

Все технологические показатели для сбросов загрязняющих веществ в водные объекты применяются в месте выпуска.

Д2.1. Перечень маркерных веществ и технологических показателей при утилизации и обезвреживании отходов I-II классов опасности термическими способами

Маркерные вещества и технологические показатели для выбросов в атмосферный воздух приведены в информационно-техническом справочнике по наилучшим доступным технологиям ИТС 9-2020 «Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами» [25].

Таблица Д2.1 – Перечень технологических показателей для утилизации и обезвреживания отходов I-II классов опасности термическими способами для водных объектов

| Параметр | Процесс | Единица измерения | Технологический показатель НДТ |
|----------------------------|---|-------------------|--------------------------------|
| Для водных объектов | | | |
| Взвешенные вещества | Очистка дымовых газов Обработка золошлаковых отходов | мг/л | 10–30 |
| Общий органический углерод | Очистка дымовых газов Обработка золошлаковых отходов | | 15–40 |
| Мышьяк и его соединения | Очистка дымовых газов | | 0,01–0,05 |
| Кадмий | Очистка дымовых газов | | 0,005–0,03 |
| Хром (общее содержание) | Очистка дымовых газов | | 0,01–0,1 |
| Медь | Очистка дымовых газов | | 0,03–0,15 |
| Ртуть и ее соединения | Очистка дымовых газов | | 0,001–0,01 |
| Никель | Очистка дымовых газов | | 0,03–0,15 |
| Свинец | Очистка дымовых газов Обработка золошлаковых отходов | | 0,02–0,06 |
| Сурьма | Очистка дымовых газов | | 0,02–0,9 |
| Теллур | Очистка дымовых газов | | 0,005–0,03 |
| Цинк | Очистка дымовых газов | | 0,01–0,5 |
| Аммонийный азот | Обработка золошлаковых отходов | | 10–30 |
| Сульфат-анион (сульфаты) | Обработка золошлаковых отходов | | 400–1 000 |
| ПХДД/Ф | Очистка дымовых газов | нг I-TEQ/л | 0,01–0,05 |

Д2.2. Перечень маркерных веществ и технологических показателей при утилизации и обезвреживании отходов I-II классов опасности, кроме термических способов

Таблица Д2.2 – Перечень технологических показателей для утилизации и обезвреживания отходов I-II классов опасности, кроме термических способов, для водных объектов

| Вещество/параметр | Технологический показатель | Процесс, к которому применяется технологический показатель |
|--|----------------------------|---|
| Для водных объектов | | |
| Общий органический углерод | 10–60 мг/л | Все методы утилизации и обезвреживания отходов за исключением отходов, представленных водными растворами |
| | 10–100 мг/л | Для утилизации и обезвреживания отходов, представленных водными растворами |
| Химическое потребление кислорода (ХПК) | 30–180 мгО/дм ³ | Все методы утилизации и обезвреживания отходов за исключением отходов, представленных водными растворами |
| | 30–300 мгО/дм ³ | Для утилизации и обезвреживания отходов, представленных водными растворами |
| Взвешенные вещества | 5–60 мг/л | Все методы утилизации и обезвреживания отходов |
| Содержание нефтепродуктов в воде | 0,5–10 мг/л | <ul style="list-style-type: none"> - механическая переработка в измельчителях металлических отходов; - утилизация электронного и электрического оборудования, содержащего ЛФУ или ЛХУ; - очистка отработанного масла; - физико-химическая обработка горючих отходов; - промывка водой загрязненного грунта, утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами |
| Общий азот (общий N) | 1–25 мг/л | <ul style="list-style-type: none"> - утилизация и обезвреживание отходов биологическими методами; - очистка отработанного масла |
| | 10–60 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами |
| Общий фосфор (общий P) | 0,3–2 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов биологическими методами |
| | 1-3 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами |
| Фенольный индекс | 0,05–0,2 мг/л | <ul style="list-style-type: none"> - очистка масел; - физико-химические методы переработки горючих отходов |
| | 0,05–0,3 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами |

ИТС 52–2022

Окончание таблицы Д2.2

| Вещество/параметр | Технологический показатель | Процесс, к которому применяется технологический показатель | |
|--|----------------------------|--|--|
| Цианид-анион (CN ⁻) | 0,02–0,1 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами | |
| Адсорбируемые галогенорганические соединения (АОХ) | 0,2–1 мг/л | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами | |
| Мышьяк и его соединения | 0,01–0,05 мг/л | <ul style="list-style-type: none"> - механическая переработка в измельчителях металлических отходов; - переработка отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ; - механико-биологическая переработка отходов; - очистка отработанного масла; - физико-химическая переработка горючих отходов; - физико-химическая обработка твердых и/или пастообразных отходов; - регенерация отработанных растворителей; - промывка водой загрязненного грунта | |
| Кадмий | 0,01–0,05 мг/л | | |
| Хром (общее содержание) | 0,01–0,15 мг/л | | |
| Медь | 0,05–0,5 мг/л | | |
| Свинец | 0,05–0,1 мг/л | | |
| Никель | 0,05–0,5 мг/л | | |
| Ртуть и ее соединения | 0,5–5 мкг/л | | |
| Цинк | 0,1–1 мг/л | | |
| Мышьяк и его соединения | 0,01–0,1 мг/л | | Утилизация и обезвреживание отходов, представленных водными растворами |
| Кадмий | 0,01–0,1 мг/л | | |
| Хром (общее содержание) | 0,01–0,3 мг/л | | |
| Шестивалентный хром | 0,01–0,1 мг/л | | |
| Медь | 0,05–0,5 мг/л | | |
| Свинец | 0,05–0,3 мг/л | | |
| Никель | 0,05–1 мг/л | | |
| Ртуть и ее соединения | 1–10 мкг/л | | |
| Цинк | 0,1–2 мг/л | | |

Таблица Д2.3 – Перечень технологических показателей для утилизации и обезвреживания отходов I-II классов опасности, кроме термических способов, для атмосферного воздуха

| Вещество | Единица измерения | Технологический показатель | Процесс, к которому применяется технологический показатель |
|---------------------------------|-------------------|----------------------------|--|
| Для атмосферного воздуха | | | |
| Пыль | мг/м ³ | 2–5 | Технологические показатели НДТ для организованных выбросов пыли в воздух в результате механической обработки отходов |

Окончание таблицы Д2.3

| Вещество | Единица измерения | Технологический показатель | Процесс, к которому применяется технологический показатель |
|--|---------------------|----------------------------|--|
| Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/нм ³ | 3–15 | Технологические показатели НДТ для организованных выбросов ЛОС и ХФУ в воздух при обработке отходов ЭЭО, содержащих ЛФУ и/или ЛХУ |
| Хлорфторуглероды (ХФУ) | мг/нм ³ | 0,5–10 | |
| Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/нм ³ | 10–30 | Технологические показатели НДТ выбросов ЛОС в воздух в результате механической обработки горючих отходов |
| Ртуть и ее соединения | мкг/нм ³ | 0,0003 | Технологические показатели НДТ выбросов ртути при механической переработке отходов ЭЭО, содержащего ртуть |
| Аммиак | мг/нм ³ | 0,3–20 | Технологические показатели НДТ для переработки отходов биологическими методами, направленные на снижение NH ₃ , запаха, пыли и выбросов летучих органических соединений в атмосферу |
| Пыль | мг/нм ³ | 2–5 | |
| Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/нм ³ | 5–40 | |
| Пыль | мг/нм ³ | 2–5 | Технологические показатели НДТ организованных выбросов пыли в атмосферу при физико-химической переработке твердых и/или пастообразных отходов |
| Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/нм ³ | 5–30 | Технологические показатели НДТ выбросов, ЛОС в атмосферу при очистке отработанного масла, физико-химической обработки горючих отходов и регенерации отработанных растворителей |
| Хлористый водород (HCl) | мг/нм ³ | 1-5 | Технологические показатели НДТ организованных выбросов HCl и ЛОС в воздух при обработке отходов, представленных водными растворами и эмульсиями |
| Летучие органические соединения (ЛОС) | мг/нм ³ | 3–20 | |
| Серная кислота (H ₂ SO ₄) | мг/нм ³ | ≤2,8 | Технологические показатели НДТ организованных выбросов при утилизации свинцово-кислотных химических источников тока |

Д3 Производственный экологический контроль

Таблица Д3.1 – Методы контроля технологических показателей для утилизации и обезвреживания отходов, кроме термических способов, для выбросов в атмосферный воздух

| Измеряемые показатели | Метод контроля (непрерывный с применением систем автоматического контроля, периодический, расчетный метод) | Методика измерения |
|--|--|--|
| Пыль | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Летучие органические соединения (ЛОС) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Хлорфторуглероды (ХФУ) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Ртуть и ее соединения | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Аммиак (NH ₃) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Хлористый водород (HCl) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Серная кислота (H ₂ SO ₄) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |

Таблица Д3.2 – Методы контроля технологических показателей для утилизации и обезвреживания отходов, кроме термических способов, для сбросов в водные объекты

| Измеряемые показатели | Метод контроля (непрерывный с применением систем автоматического контроля, периодический, расчетный метод) | Методика измерения |
|--|--|--|
| Общий органический углерод | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Химическая потребность кислорода (ХПК) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Взвешенные вещества | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |

Окончание таблицы Д3.2

| Измеряемые показатели | Метод контроля (непрерывный с применением систем автоматического контроля, периодический, расчетный метод) | Методика измерения |
|--|--|--|
| Содержание нефтепродуктов в воде | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Общий азот (общий N) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Общий фосфор (общий P) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Фенольный индекс | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Цианид-анион (CN ⁻) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Адсорбируемые галогенорганические соединения (АОХ) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Мышьяк и его соединения | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Кадмий | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Хром | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Медь | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Свинец | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Никель | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Ртуть и ее соединения | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Цинк | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Шестивалентный хром | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |

ИТС 52–2022

Методы контроля технологических показателей для утилизации и обезвреживания отходов термическими способами для выбросов в атмосферный воздух приведены в информационно-техническом справочнике по наилучшим доступным технологиям ИТС 9-2020 «Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами» [25].

Таблица Д3.3 – Методы контроля технологических показателей для утилизации и обезвреживания отходов термическими способами для сбросов в водные объекты

| Измеряемые показатели | Метод контроля (непрерывный с применением систем автоматического контроля, периодический, расчетный метод) | Методика измерения |
|----------------------------|--|--|
| Общий органический углерод | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Взвешенные вещества | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Мышьяк и его соединения | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Кадмий | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Хром (общее содержание) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Медь | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Ртуть и ее соединения | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Никель | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Свинец | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Сурьма | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Теллур | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Цинк | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Аммонийный азот | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| Сульфат-анион (сульфаты) | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |
| ПХДД/Ф | См. ИТС 22.1-2021 | Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16 |

Приложение Е
(справочное)
Описание технологий

Организованные выбросы в атмосферный воздух

| Метод, оборудование | Уменьшение содержания типичных загрязняющих веществ | Описание |
|---------------------|--|--|
| Адсорбция | Ртуть, летучие органические соединения, сероводород, пахучие вещества | Адсорбция представляет собой гетерогенную реакцию, при которой молекулы газа задерживаются на твердой или жидкой поверхности, в результате чего определенные соединения выводятся из потока газа. После максимальной адсорбции на поверхности адсорбент заменяют или адсорбированное содержимое десорбируется в процессе регенерации адсорбента. При десорбции загрязняющие вещества обычно имеют более высокую концентрацию, и их можно либо выделить, либо утилизировать. Наиболее распространенным адсорбентом является гранулированный активированный уголь |
| Биофильтр | Аммиак, сероводород, летучие органические соединения, пахучие вещества | Поток отработанного газа проходит через слой органического материала (такого как торф, вереск, компост, корневища, кора дерева, хвойная древесина, а также их сочетание) или некоторого инертного материала (такого как глина, активированный уголь и полиуретан), где он биологически окисляется естественными микроорганизмами с образованием углекислого газа, воды, неорганических солей и биомассы. Конструкция биофильтра учитывает типы поступающих отходов. Подбирается соответствующий материал слоя с учетом водоудерживающей способности, насыпной плотности, пористости, структурной целостности. Также важны соответствующая высота и площадь поверхности фильтрующего слоя. Биофильтр подключается к подходящей системе вентиляции и циркуляции воздуха, чтобы обеспечить равномерное распределение воздуха через фильтрующий слой и достаточное время пребывания отработанного газа внутри слоя |

| Метод, оборудование | Уменьшение содержания типичных загрязняющих веществ | Описание |
|--|---|--|
| Конденсация и криоконденсация | Летучие органические соединения | <p>Конденсация представляет собой метод, при котором пары растворителя удаляются из потока отработанного газа путем снижения его температуры ниже точки росы. При криоконденсации рабочая температура может достигать – 120 °С, но на практике в конденсационном устройстве она, как правило, составляет от -40 °С до -80 °С. Криоконденсация может справиться со всеми ЛОС и летучими неорганическими загрязнителями, независимо от их индивидуального давления пара. Применяемые низкие температуры обеспечивают очень высокую эффективность конденсации, что делает данную технологию достаточно эффективной в качестве окончательного метода контроля выбросов ЛОС</p> |
| Циклон | Пыль | <p>Циклонные фильтры используют для удаления более тяжелых частиц, которые «выпадают», когда отходящие газы движутся по кругу перед выходом из сепаратора. Циклоны используют для контроля твердых частиц, в первую очередь PM10</p> |
| Электростатический пылеуловитель (ЭСП) | Пыль | <p>Принцип работы электростатического пылеуловителя: частицы заряжаются и разделяются под действием электрического поля. Электростатические осадители могут работать в широком диапазоне условий. В сухом ЭСП собранный материал удаляется механически (например, встряхиванием, вибрацией, сжатым воздухом), а в мокром ЭСП он смывается подходящей жидкостью, обычно водой</p> |
| Рукавный фильтр | Пыль | <p>Тканевые фильтры, часто называемые рукавными фильтрами, изготавливают из пористого тканого или войлочного материала, через который пропускаются газы для удаления частиц. При использовании тканевого фильтра требуется уделить особое внимание выбору ткани, соответствующей характеристикам дымовых газов и максимальным рабочим температурам</p> |

Окончание таблицы

| Метод, оборудование | Уменьшение содержания типичных загрязняющих веществ | Описание |
|-----------------------|---|---|
| Фильтр HEPA | Пыль | Фильтры HEPA (высокоэффективные фильтры для очистки воздуха от частиц) являются фильтрами высокой эффективности. Фильтрующая среда состоит из бумаги или спрессованного матового стекловолокна. Поток отработанного газа проходит через фильтрующую среду, где собираются твердые частицы. |
| Термическое окисление | Летучие органические соединения | Окисление горючих газов и ароматических веществ в потоке отходящего газа путем нагрева смеси загрязнителей и воздуха или кислорода до температуры выше точки самовозгорания в камере сгорания и поддержание высокой температуры в течение времени, необходимого для завершения горения с образованием диоксида углерода и воды. |
| Мокрая очистка | Пыль, летучие органические соединения, газообразные кислотные соединения (щелочной скруббер), газообразные щелочные соединения (кислотный скруббер) | Удаление газообразных или твердых загрязняющих веществ из газового потока путем переноса массы в жидкий растворитель, часто воду или водный раствор. При этом может происходить химическая реакция (например, в кислотном или щелочном скруббере). В некоторых случаях соединения могут быть уловлены из растворителя. |

Диффузные неорганизованные выбросы органических соединений в атмосферный воздух

| Метод | Уменьшение содержания типичных загрязняющих веществ | Описание |
|---|---|---|
| Программа выявления протечек и ремонта (LDAR) | Летучие органические соединения | Структурированный подход к снижению неконтролируемых выбросов органических соединений путем обнаружения и последующего ремонта или замены негерметичных компонентов. В настоящее время для выявления протечек применяются газоанализаторы (как описано в стандарте EN 15446) и методы оптической визуализации газа. |

| Метод | Уменьшение содержания типичных загрязняющих веществ | Описание |
|----------------------------------|---|---|
| | | <p>Анализ газа: Первым этапом является обнаружение с помощью переносных анализаторов органических соединений, которые измеряют концентрацию вблизи оборудования (например, с помощью пламенной ионизации или фотоионизации). На втором этапе компонент помещают в непроницаемый пакет для проведения прямого измерения на источнике выбросов. Второй этап иногда заменяют математическими корреляционными кривыми, полученными из статистических результатов по большому количеству предыдущих измерений подобных компонентов.</p> <p>Методы оптической визуализации газа: Для оптической визуализации используются легкие ручные камеры, обеспечивающие визуализацию утечек газа в режиме реального времени; утечки отображаются на записи в виде «дыма» вместе с нормальным изображением соответствующего компонента. Это позволяет легко и быстро обнаружить существенные утечки органических соединений. Активные системы получают изображения с помощью рассеянного инфракрасного лазерного излучения, отраженного на компонент и окружающую его среду. Пассивные системы используют естественное инфракрасное излучение оборудования и окружающей его среды</p> |
| Измерение диффузных выбросов ЛОС | Летучие органические соединения | <p>Методы анализа газа и оптической визуализации газа описаны в программе выявления протечек и ремонта.</p> <p>Полный анализ и количественное определение выбросов из установки могут быть выполнены путем подходящего сочетания дополнительных методов, например затемнения потока солнечного излучения (SOF) или лидара дифференциального поглощения (DIAL). Данные результаты можно использовать для оценки тенденции с течением времени, перекрестного контроля и обновления/валидации текущей программы LDAR.</p> |

Окончание таблицы

| Метод | Уменьшение содержания типичных загрязняющих веществ | Описание |
|-------|---|--|
| | | <p>Затемнение потока солнечного излучения (SOF): Данное техническое решение включает запись и спектральный анализ на основе преобразования Фурье широкополосного инфракрасного или ультрафиолетового/видимого солнечного спектра с учетом заданного географического маршрута, направления ветра по данному маршруту и прохождения через контуры ЛОС.</p> <p>Дифференцированное поглощение LIDAR (DIAL): Лазерная технология с применением (оптическая локационная система) дифференциального поглощения LIDAR, которая является оптическим аналогом радара, работающего на радиочастотах. Данная технология учитывает отраженное рассеяние импульсов лазерного пучка от атмосферных аэрозолей и анализирует спектральные свойства возвращенного света, собранного телескопом</p> |

Сбросы в водные объекты

| Метод | Уменьшение содержания загрязняющих веществ | Описание |
|-----------------------------------|--|---|
| Биохимическая очистка сточных вод | Биоразлагаемые органические соединения | Биологическое окисление растворенных органических загрязнителей кислородом в рамках метаболических процессов микроорганизмов. В присутствии растворенного кислорода (подаваемого в составе воздуха или в чистом виде) органические компоненты преобразуются в диоксид углерода, воду или другие метаболиты и биомассу (то есть активированный ил). Микроорганизмы сохраняются во взвеси сточных вод, и вся смесь механически насыщается воздухом. Смесь активированного ила направляется на разделительную установку, а оттуда – на переработку в аэрационный бак |

| Метод | Уменьшение содержания загрязняющих веществ | Описание |
|---------------------------|--|--|
| Адсорбция | Адсорбируемые растворенные небioresлагаемые загрязняющие вещества ингибиторного действия, например, углеводороды, ртуть, АОГ | Метод разделения, при котором соединения (т. е. загрязняющие вещества) в жидкости (т. е. сточных водах) удерживаются на твердой поверхности (обычно на активированном угле) |
| Химическое окисление | Окисляемые растворенные небioresлагаемые загрязняющие вещества ингибиторного действия, например, нитрит, цианид | Органические соединения окисляются до менее вредных и более биioresлагаемых соединений. Технологии включают мокрое окисление или окисление озоном или перекисью водорода, в том числе в присутствии катализатора или под действием УФ-излучения. Химическое окисление также используется для разложения органических соединений, вызывающих запах, вкус и цвет, а также в целях дезинфекции |
| Химическое восстановление | Поддающиеся восстановлению растворенные небioresлагаемые загрязнители ингибирующего действия, например, шестивалентный хром (Cr(VI)) | Химическое восстановление представляет собой преобразование загрязняющих веществ химическими восстановителями в аналогичные, но менее вредные и менее опасные соединения |
| Коагуляция и флокуляция | Взвешенные твердые частицы и металлы, связанные с твердыми частицами | Коагуляция и флокуляция применяются для отделения взвешенных твердых частиц от сточных вод и часто применяются как последовательные этапы процесса. Коагуляция осуществляется путем добавления коагулянтов, заряды которых противоположны зарядам взвешенных твердых частиц. Флокуляция осуществляется путем добавления полимеров с тем, чтобы при столкновении мелких хлопьев образовывались более крупные хлопья. Образовавшиеся хлопья затем отделяются отстаиванием, воздушной флотацией или фильтрацией |

Продолжение таблицы

| Метод | Уменьшение содержания загрязняющих веществ | Описание |
|----------------------------|--|--|
| Дистилляция / ректификация | Растворенные небiorазлагаемые загрязняющие вещества ингибиторного действия, которые можно дистиллировать, например, некоторые растворители | <p>Дистилляция представляет собой метод разделения соединений с разными температурами кипения путем частичного испарения и повторной конденсации.</p> <p>Дистилляция сточных вод – это удаление легкокипящих примесей из сточных вод путем перевода их в паровую фазу. Дистилляцию проводят в колоннах, снабженных пластинами или насадками, с расположенным далее по технологическому циклу конденсатором</p> |
| Усреднение | Все загрязнители | Уравнивание потоков и загрязнителей с помощью резервуаров или других методов управления |
| Испарение | Растворимые загрязнители | Использование дистилляции (см. выше) для концентрирования водных растворов высококипящих веществ для дальнейшего использования, переработки или утилизации (например, сжигания жидких отходов) путем перевода воды в паровую фазу. Как правило, дистилляция происходит в многоступенчатых установках с повышением вакуума, чтобы снизить потребление энергии. Затем водяные пары конденсируются для повторного использования или сброса в качестве сточных вод |
| Фильтрация | Взвешенные твердые частицы и металлы, связанные с твердыми частицами | Отделение твердых веществ от сточных вод путем пропускания через пористую среду, например фильтрация через песок, микрофильтрация, ультрафильтрация |
| Флотация | | Отделение твердых или жидких частиц из сточных вод путем присоединения их к мелким пузырькам газа, обычно воздуха. Плавающие частицы скапливаются на поверхности воды и собираются с помощью пеноудалителей |
| Ионный обмен | Ионосодержащие растворенные небiorазлагаемые загрязняющие вещества ингибиторного действия, например, металлы | Удержание нежелательных или опасных ионных компонентов сточных вод и их замена более приемлемыми ионами с использованием ионообменной смолы. Загрязнители удерживаются на какое-то время, а затем выбрасываются в жидкость для дальнейшей рекуперации или обратной промывки |

| Метод | Уменьшение содержания загрязняющих веществ | Описание |
|---------------------------------------|--|---|
| Мембранный биореактор | Биоразлагаемые органические соединения | Сочетание биохимической очистки сточных вод и мембранной фильтрации. Используются два варианта: а) внешний контур рециркуляции между баком активированного ила и мембранным модулем; и б) погружение мембранного модуля в аэрируемый бак активированного ила, где сток фильтруется, проходя через мембрану из пустотелых волокон, а биомасса остается в баке |
| Фильтрование через мембранные фильтры | Взвешенные твердые частицы и металлы, связанные с твердыми частицами | Микрофильтрация (МФ) и ультрафильтрация (УФ) представляют собой процессы мембранной фильтрации, которые задерживают и концентрируют на одной стороне мембраны загрязняющие вещества, такие как взвешенные частицы и коллоидные частицы, содержащиеся в сточных водах |
| Нейтрализация | Кислоты, щелочи | Регулировка уровня pH сточных вод до нейтрального уровня (примерно 7) путем добавления химических реагентов. Для повышения pH можно использовать гидроксид натрия (NaOH) или гидроксид кальция (Ca(OH) ₂), а для снижения pH можно использовать серную кислоту (H ₂ SO ₄), соляную кислоту (HCl) или диоксид углерода (CO ₂). При нейтрализации некоторые загрязнители могут выпадать в осадок |
| Нитрификация/денитрификация | Общий азот, аммиак | Двухступенчатый процесс, который обычно встраивают в установки биологической очистки сточных вод. Первый этап - аэробная нитрификация, при которой микроорганизмы окисляют аммиак (NH ₄ ⁺) до промежуточного нитрита (NO ₂ ⁻), который затем окисляется до нитрата (NO ₃ ⁻). На следующем этапе бескислородной денитрификации микроорганизмы химически восстанавливают нитрат до газообразного азота |

Окончание таблицы

| Метод | Уменьшение содержания загрязняющих веществ | Описание |
|------------------------------------|--|--|
| Разделение нефтяных фракций и воды | Масло/смазка | Разделение нефти и воды и последующее удаление нефти путем гравитационного отделения свободной нефти с использованием оборудования для разделения или разрушения эмульсии (с использованием химических веществ, разрушающих эмульсию, таких как соли металлов, минеральные кислоты, адсорбенты и органические полимеры) |
| Осаждение | Взвешенные твердые частицы и металлы, связанные с твердыми частицами | Отделение взвешенных частиц путем осаждения под действием силы тяжести |
| Осаждение | Осаждаемые растворенные небiorазлагаемые загрязняющие вещества ингибиторного действия, например, металлы, фосфор | Преобразование растворенных загрязняющих веществ в нерастворимое соединение путем добавления осадителей. Образующийся твердый осадок затем отделяется отстаиванием, воздушной флотацией или фильтрацией |
| Удаление электроосажденных частиц | Отдуваемые загрязнители, например, сероводород (H_2S), аммиак (NH_3), некоторые адсорбируемые органически связанные галогены (АОГ), углеводороды | Удаление отдуваемых загрязняющих веществ из водной фазы с помощью газообразной фазы (например, пара, азота или воздуха), проходящей через жидкость. Затем происходит их извлечение (например, путем конденсации) для дальнейшего использования или удаления. Эффективность удаления можно повысить за счет повышения температуры или снижения давления |

Методы сортировки

| Метод | Описание |
|---------------------|--|
| Воздушная сепарация | Воздушная сепарация (или аэродинамическая сепарация) представляет собой процесс приблизительного разделения сухих смесей с частицами разного размера на группы или марки в точках разделения в диапазоне от 10 меш и меньше. Воздушные сепараторы (также называемые ветровыми сепараторами) дополняют грохоты в тех случаях, когда требуется, чтобы точки отсеки были ниже размеров стандартных промышленных грохотов, а также дополняют сита и грохоты для более грубого отсева, когда это оправдано особыми преимуществами воздушной сепарации |

| Метод | Описание |
|---|--|
| Сепаратор для металлов | Металлы (черные и цветные) сортируются с помощью детекторной катушки, в которой на магнитное поле воздействуют металлические частицы, соединенной с процессором, который управляет воздушной струей для выброса обнаруженных материалов |
| Вихретоковая сепарация цветных металлов | Сортировка цветных металлов выполняется с помощью вихретоковых сепараторов. Вихревой ток индуцируется серией редкоземельных магнитных или керамических роторов в начале конвейера, который вращается с высокой скоростью независимо от конвейера. Этот процесс индуцирует временные магнитные силы в немагнитных металлах той же полярности, что и ротор, в результате чего металлы отталкиваются, а затем отделяются от другого сырья |
| Ручное разделение | Материал отделяется вручную посредством визуального осмотра персоналом на линии сбора или на полу; либо выборочно удаляется из общего потока отходов для удаления загрязнений из потока сырья для повышения чистоты. Данная технология, как правило, предназначена для обработки вторсырья (стекла, пластика и т. д.), а также обработки загрязнителей, опасных материалов и негабаритных материалов, таких как отходы ЭЭО |
| Магнитная сепарация | Черные металлы сортируются с помощью магнита, который притягивает железо из черных металлов. Это можно осуществлять при помощи надленточного магнитного сепаратора или магнитного барабана |
| Спектроскопия в ближней инфракрасной области (NIRS) | Материалы сортируются с помощью датчика, работающего в ближней инфракрасной области, который сканирует всю ширину ленточного конвейера и передает характеристические спектры различных материалов на процессор, управляющий воздушной струей, с помощью которой обнаруженные материалы сбрасываются с конвейера. Как правило, NIRS не подходит для сортировки черных материалов |
| Емкости для разделения всплывающих фракций | Твердые частицы разделяются на два потока за счет использования материалов различной плотности |
| Разделение по размерам | Материалы сортируются по размеру частиц. Это осуществляется с помощью барабанных грохотов, линейных и круглых вибрационных грохотов, опрокидывающих грохотов, плоских грохотов, барабанных грохотов и движущихся решеток |
| Вибрационный стол | Разделение материалов происходит в зависимости от плотности и размера частиц, при этом материалы (в виде суспензии, если используются мокрые столы или мокрые сепараторы) перемещаются по вибрирующему наклонному столу |
| Рентгенографические системы | Композитные материалы сортируются в зависимости от плотности материалов, содержания галогенов или органических компонентов с помощью рентгеновских лучей. Характеристики различных материалов передаются в процессор данных, который управляет воздушной струей, с помощью которой обнаруженные материалы сбрасываются с конвейера |

Методы управления

| Метод | Описание |
|--|---|
| План ликвидации последствий аварий | План ликвидации последствий аварий является частью СЭМ (см. НДТ 1) и определяет опасные факторы, создаваемые установкой, и связанные с ними риски, а также определяет меры по устранению этих рисков. В нем рассматривается перечень загрязнителей, присутствующих или предполагаемых, которые в случае утечки могут иметь экологические последствия |
| План управления мероприятиями по утилизации остатков | План управления мероприятиями по утилизации остатков является частью СЭМ (см. НДТ 1) и представляет собой совокупность мероприятий, направленных на 1) минимизацию образования остатков, возникающих в результате обработки отходов, 2) оптимизацию повторного использования, регенерации, обработки и/или рекуперации энергии, а также 3) обеспечение надлежащей утилизации остатков |

Библиография

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ.
2. ГОСТ Р 113.00.03-2019 Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника (с Поправкой). – М.: Стандартинформ, 2019 год. 17 с.
3. Постановление Правительства РФ от 23.12.2014 № 1458 (ред. от 03.03.2021) «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».
4. Распоряжение Правительства РФ от 24.12.2014 № 2674-р (ред. от 01.11.2021) «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий».
5. Antoine Pinasseau, Benoit Zerger, Joze Roth, Michele Canova, Serge Roudier; Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste treatment Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control); EUR 29362 EN; Publications Office of the European Union, Luxembourg.
6. Frederik Neuwahl, Gianluca Cusano, Jorge Gómez Benavides, Simon Holbrook, Serge Roudier; Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration; EUR 29971 EN; doi:10.2760/761437.
7. Приказ Минпромторга России от 18.12.2019 № 4841 «Об утверждении порядка сбора и обработки данных, необходимых для разработки и актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».
8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 10 июня 2022 года № 1537-р «Об утверждении поэтапного графика актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».
9. Указ Президента РФ от 19.04.2017 № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года».
10. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году». – URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/ (дата обращения 01.04.2022).
11. Основные показатели охраны окружающей среды. Статистический бюллетень. Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2021 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_bul_2021.docx (дата обращения 01.04.2022).
12. Паспорт национального проекта «Экология» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16). – URL: <http://government.ru/info/35569/> (дата обращения 01.04.2022).
13. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012> (дата обращения 01.04.2022).

14. Паспорт федерального проекта «Инфраструктура для обращения с отходами I и II классов опасности». – URL: <https://vyvoz.org/blog/federalnyy-proekt-infrastruktura-dlya-obrashcheniya-s-othodami-1-2-klassov-opasnosti/> (дата обращения 01.04.2022).
15. Данные федерального статистического наблюдения за обращением с отходами производства и потребления в 2018 году по форме 2-ТП «Отходы».
16. Данные федерального статистического наблюдения за обращением с отходами производства и потребления в 2019 году по форме 2-ТП «Отходы».
17. Данные федерального статистического наблюдения за обращением с отходами производства и потребления в 2020-2021 годах по форме 2-ТП «Отходы».
18. СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий», утвержденный постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 3 (ред. от 14.02.2022) // СПС «КонсультантПлюс».
19. «О международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ)»: Европейское соглашение от 30.09.1957 // СПС «КонсультантПлюс».
20. Правила перевозок грузов автомобильным транспортом, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 21.12.2020 № 2200 // СПС «КонсультантПлюс».
21. Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам, утвержденные Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества независимых государств от 05.04.1996 № 15 // СПС «КонсультантПлюс».
22. Г.И. Егорова, И. В. Александрова, А. Н. Егоров «Отходы нефтехимических производств» Монография. Тюмень: ТюмГНГУ, 2014, 126 с.
23. Капашин В.П., Мандыч В.Г., Воронина В.А., Лякин А.С., Исаев И.Н., Коваленко И.В. «Способы ликвидации опасных и токсичных промышленных отходов». Журнал «Теоретическая и прикладная экология», № 4, 2017, с. 49–53.
24. ИТС 18-2019. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Производство основных органических химических веществ (утв. приказом Росстандарта от 12.12.2019 № 2979).
25. ИТС 9-2020 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами (утв. приказом Росстандарта от 23.12.2020 № 2181).
26. ИТС 15-2021 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов) (утв. приказом Росстандарта от 22.12.2021 № 2964).
27. СП 127.13330.2017 Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию. СНиП 2.01.28-85 (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 14.11.2017 № 1533/пр).
28. О необходимости сбора люминесцентных ламп [Электронный ресурс] // URL: http://nparso.ru/images/docs/Sbor_lamp.pdf.
29. Постановление Правительства РФ от 28.12.2020 № 2314 «Об утверждении Правил

- обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде» // СПС «КонсультантПлюс».
30. Утилизация ртутьсодержащих отходов: класс опасности, документация, технологии переработки [Электронный ресурс] // URL: <https://rcycle.net/othody/vidy/utilizatsiya-rtutsoderzhashhih-othodov-klass-opasnosti-dokumentatsiya-tehnologii-pererabotki>.
 31. Ассоциация предприятий по обращению с ртутьсодержащими и другими опасными отходами и ее возможности в решении проблем ртутного загрязнения [Электронный ресурс] // URL: <http://nparso.ru/index.php/informatsiya/nashi-publikatsii>.
 32. Оборот ртути при переработке отходов [Электронный ресурс] // URL: https://www2.mst.dk/udgiv/publications/2005/87-7614-541-7/html/kap05_rus.htm#5.1.3.
 33. Проблемы переработки ртутьсодержащих отходов в России [Электронный ресурс] // URL: <https://link.ac/5KWb9>.
 34. Технологические решения по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов при проектировании производственно-технических комплексов [Электронный ресурс] // URL: https://regnum.ru/uploads/docs/2019/10/21/regnum_file_157163913136271110.pdf.
 35. Оценка воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду (ОВОС) ПТК «Восток» [Электронный ресурс] // URL: <https://link.ac/5KWa99>.
 36. Установка по утилизации люминесцентных ламп и ртутьсодержащих отходов УПЛ-2М [Электронный ресурс] // URL: <http://primtechnopolis.ru/katalog-produkcii/oborudovanie-radiatsionnogo-kontrolya/prochee/ustanovka-po-utilizacii-luminiscentnyh-lamp-i-ptutsoderjashih-othodov-url-2m-detail>.
 37. Экотром-2» – установка для переработки ртутных ламп [Электронный ресурс] // URL: <https://www.solidwaste.ru/recycling/catalog/tech2/105.html>.
 38. ИНСТРУКЦИЯ по сбору, хранению, упаковке, транспортированию и приему ртутьсодержащих отходов [Электронный ресурс] // URL: <https://www.mercom-1.ru/instructions/instruct1.htm>.
 39. Донских Д.К., Донских К.Д. Технология сортировки и обезвреживания грунтов, загрязненных ртутью. Доклад на конференции «Обращением с отходами, последствия «Регуляторной гильотины, год 2021», г. Екатеринбург, 2021 г. https://www.mercom-1.ru/publications/tehnologiya_sortirovki_i_obezvrezhivaniya_gruntov_zagryaznenyh_rt_utiyu.htm.
 40. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» // СПС «КонсультантПлюс».
 41. Приказ Минприроды России от 11.06.2021 № 399 «Об утверждении требований при обращении с группами однородных отходов I–V классов опасности» // СПС «КонсультантПлюс».
 42. Распоряжение Правительства РФ от 31.12.2020 № 3721-п (ред. от 25.11.2021) «Об утверждении перечней товаров, упаковки товаров, подлежащих утилизации после утраты ими потребительских свойств» // СПС «КонсультантПлюс».

43. Обосновывающая документация по объекту «Производственно-технический комплекс по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов I и II классов опасности «Северо-Запад» – Режим доступа: <https://is.gd/2if1xd> (дата обращения 02.06.2022).
44. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.07.2017 № 1589-р «Об утверждении перечня видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается» // СПС «КонсультантПлюс».
45. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях: Стокгольм, 10.05.2001: с изменениями на 10 мая 2019 года – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901821036> (дата обращения 30.05.2022).
46. О ратификации Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях: Федеральный закон от 27.06.2011 № 164-ФЗ – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
47. Иванова Е. А., Соколова Н. Р., Марьев В. А., Никифоров М. П.: Об утилизации ПХБ в рамках выполнения Стокгольмской конвенции о СОЗ в Российской Федерации: вестник «ЮНИДО в России» № 15 – Режим доступа: https://www.unido-russia.ru/archive/num15/art15_4/ (дата обращения 31.05.2022).
48. Сперанская О., Цитцер. О. Стойкие органические загрязнители: обзор ситуации в России: международный проект по ликвидации СОЗ в России – Режим доступа: https://ipen.org/sites/default/files/documents/4rus_russia_country_situation_report_ru.pdf (дата обращения 31.05.2022).
49. Безопасная эксплуатация ПХБ-оборудования, его очистка и уничтожение: Российское энергетическое агентство: Москва, 2016 г. – Режим доступа: <https://phb.ecdl.su/node/95> (дата обращения 30.05.2022).
50. Найти и обезвредить: Коммерсант 31.03.2017 г. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/3249243> (дата обращения 30.05.2022).
51. Методы уничтожения отходов СОЗ без сжигания Информация IPEN по экологически обоснованному регулированию СОЗ – Режим доступа: <http://www.ecoaccord.org/news2019/12.pdf> (дата обращения 31.05.2022).
52. Технологии утилизации и переработки ядохимикатов и пестицидов – Режим доступа: https://vuzlit.com/1271584/tehnologii_utilizatsii_pererabotki_yadokhimikatov_p_estitsidov (дата обращения 31.05.2022).
53. О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами: Федеральный закон от 19.07.1997 № 109-ФЗ (ред. от 28.06.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022) – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
54. Страновой обзор производства и использования особо опасных пестицидов в России: Москва, Россия, 2020 – Режим доступа: <https://is.gd/LB7CQ6> (дата обращения 02.06.2022).
55. Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле (Заключена в г. Роттердаме 10.09.1998) (с изм. от 31.10.2008).
56. Пестициды: угроза реальна: отчет Москва, 2004 г. – Режим доступа: http://www.ecoaccord.org/doc/pestisides_ipen.pdf (дата обращения 30.05.2022).

57. Состояние загрязнения пестицидами объектов природной среды Российской Федерации в 2020 году: ежегодник, ФГБУ «НПО «Тайфун»» Обнинск, 2021 г. – Режим доступа: https://www.rpatyphoon.ru/upload/medialibrary/de0/ezheg_pest_2020.pdf (дата обращения 02.06.2022).
58. О захоронении пришедших в негодность и запрещенных к применению пестицидов: письмо> Роспотребнадзора от 22.05.2009 № 01/6985-9-32 – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
59. Разработка технологических и логистических решений для внедрения системы сбора и утилизации полихлорбифенилов (ПХБ) и ПХБ-содержащего оборудования в арктической зоне Российской Федерации: Итоговый отчет по реализации пилотного проекта ООО «НПО ЦБОО», Санкт-Петербург, 2010 г. – Режим доступа: <https://archive.iwlearn.net/npa-arctic.iwlearn.org/Documents/demos/new/rprts/pcb.pdf> (дата обращения 30.05.2022).
60. Безопасная эксплуатация ПХБ-оборудования, его очистка и уничтожение: Российское энергетическое агентство: Москва, 2016 г. – Режим доступа: <https://phb.ecdl.su/node/95> (дата обращения 30.05.2022).
61. Методы уничтожения отходов СОЗ без сжигания Информация IPEN по экологически обоснованному регулированию СОЗ – Режим доступа: <http://www.ecoaccord.org/news2019/12.pdf> (дата обращения 31.05.2022).
62. Правила по хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов: Минздрав России, Минсельхозпрод России 29.04.1999– Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
63. Приказ Минтранса России от 22.11.2021 № 399 «Об установлении образцов специальных отличительных знаков, обозначающих класс опасности отходов, а также Порядка нанесения их на транспортные средства, контейнеры, цистерны, используемые при транспортировании отходов» – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
64. ИТС 46-2019. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов): приказ Росстандарта от 17.04.2019 № 835 – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
65. Об обязательных требованиях в отношении отдельных видов продукции и связанных с требованиями к ней процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, содержащихся в технических регламентах Республики Казахстан, являющейся государством – участником Таможенного союза: постановление Правительства РФ от 09.03.2010 № 132 (ред. от 27.07.2020) – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
66. Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 21.07.2014 № 219-ФЗ.
67. Об утверждении методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии [Электронный ресурс]: приказ Минпромторга России от 23.08.2019 № 3134.