ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК
ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

ИТС 17-2021

РАЗМЕЩЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ










Москва
2021

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии

_____ _____
(должность)

_____ А.П. Шалаев
(подпись)

«18» ноября 2022 г.

ПОПРАВКА
в информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 17-2021 «Размещение отходов производства и потребления»

Структурный элемент справочника	Напечатано	Должно быть
НДТ 2.11 Захоронение отходов, прошедших сортировку в соответствии с НДТ 2.1 «Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и	*Технологические показатели технологии:* технологические показатели технологии НДТ 2.11 определяются размером выбросов метана: - для территорий с круглогодичным – 365 дней в году – теплым периодом, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С, определяются размером выбросов метана не более 2,2 кг на тонну отходов в год; - для территорий с теплым периодом не более 140 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С, определяются размером выбросов метана не более 1,2 кг на тонну отходов в год.	*Технологические показатели технологии:* технологические показатели технологии НДТ 2.11 определяются размером выбросов метана: - для территорий с теплым периодом 300 дней в году и более, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С, определяются размером выбросов метана не более 2,2 кг на тонну отходов в год; - для территорий с теплым периодом 250 – 299 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С, определяются размером выбросов метана не более 1,9 кг на тонну отходов в год; - для территорий с теплым периодом 200 – 249 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С, определяются размером выбросов метана не более 1,6 кг на тонну отходов в год; - для территорий с теплым периодом 150 – 199 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С, определяются размером выбросов метана не более 1,3 кг на тонну отходов в год; - для территорий с теплым периодом 100 – 149 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С, определяются размером выбросов метана не более 1 кг на тонну отходов в год;

органических биоразлагаемых материалов», стр. 129

- для территорий с теплым периодом менее 100 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С, определяются размером выбросов метана не более 0,6 кг на тонну отходов в год.

Приложение А (обязательное) **Перечень маркерных веществ и технологических показателей.** Таблица – **Технологические показатели НДТ**, стр. 141

Наименование производственной деятельности	Технологический показатель*		Единица измерения	Значение, не более
	маркерное вещество	условие		
Захоронение твердых коммунальных отходов	Метан	для территорий с круглогодичным – 365 дней в году – теплым периодом, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С	кг на тонну отходов в год	2,2
	Метан	для территорий с теплым периодом не более 140 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С	кг на тонну отходов в год	1,2
* – применяется для объектов размещения отходов с подтвержденной государственной экологической экспертизой проектной документацией				

Наименование производственной деятельности	Технологический показатель*		Единица измерения	Значение, не более
	маркерное вещество	условие		
Захоронение твердых коммунальных отходов	Метан	для территорий с теплым периодом 300 дней в году и более, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С	кг на тонну отходов в год	2,2
	Метан	для территорий с теплым периодом 250 – 299 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С	кг на тонну отходов в год	1,9
	Метан	для территорий с теплым периодом 200 – 249 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С	кг на тонну отходов в год	1,6
	Метан	для территорий с теплым периодом 150 – 199 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С	кг на тонну отходов в год	1,1

	Метан	для территорий с теплым периодом 100 – 149 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С	кг на тонну отходов в год	1
	Метан	для территорий с теплым периодом менее 100 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С	кг на тонну отходов в год	0,6
▲ - применяется для объектов размещения отходов с подтвержденной государственной экологической экспертизой пассивной дегазацией				

Руководитель
Бюро НДТ

подпись

Д.О. Скибелев
инициалы и фамилия

Старший научный сотрудник
отдела методологии
ресурсосбережения
ФГАУ «НИИ «ПЭИПТ»
должность исполнителя

подпись исполнителя

А.Ю. Савжаровский
инициалы и фамилия
исполнителя

+7 (495) 240-00-00 доб. 1904
номер служебного
телефона исполнителя

Оглавление

Введение V
Предисловие VIII
Область применения 1
Раздел 1 Общие сведения о размещении отходов производства и потребления 3
1.1 Общая характеристика размещения отходов производства и потребления в Российской Федерации 4
1.2 Экологические аспекты размещения отходов производства и потребления 23
1.3 Основные способы решения проблем взаимодействия объектов размещения отходов и окружающей среды 23
Раздел 2 Описание технологий, используемых при размещении отходов в Российской Федерации 28
2.1 Краткое описание технологического процесса размещения отходов 28
2.2 Технологии, используемые при размещении отходов 29
2.2.1 Технологии, применяемые для обустройства объектов размещения отходов 34
2.2.2 Технологии, применяемые при эксплуатации объектов размещения отходов 57
2.2.3 Технологии, применяемые при закрытии и ликвидации объектов размещения отходов 81
2.3 Производственный экологический контроль при размещении отходов 84
2.4 Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды при размещении отходов 85
Раздел 3 Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду 86
Раздел 4 Определение наилучших доступных технологий размещения отходов производства и потребления 93
4.1 Рассмотрение критерия 5 «Промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» 94
4.2 Рассмотрение критерия 1 «Наименьший уровень негативного воздействия технологии на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем выполняемой работы либо другие предусмотренные международными договорами Российской Федерации показатели» 95
4.3 Рассмотрение критерия 3 «Применение ресурсо- и энергосберегающих методов» 97
4.4 Рассмотрение критерия 4 «Период внедрения НДТ» 97
4.5 Рассмотрение критерия 2 «Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации НДТ» 98
Раздел 5 Наилучшие доступные технологии размещения отходов 100
5.1 Наилучшие доступные технологии при обустройстве объектов размещения отходов 105
НДТ 1.1 Противофильтрационный экран 105
НДТ 1.2 Вертикальная противофильтрационная завеса 107
НДТ 1.3 Укрепление внешних откосов ограждающих устройств 108
5.2 Наилучшие доступные технологии при эксплуатации объектов размещения отходов 109

НДТ 2.1 Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов 110
НДТ 2.2 Измельчение кусковых отходов перед размещением 111
НДТ 2.3 Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их прессования и (или) брикетирования 111
НДТ 2.4 Гидроорошение при размещении отходов добычи и обогащения природных ресурсов навалом (насыпью) 112
НДТ 2.5 Нагнетание отходов, связанных с добычей нефти и газа, в пласт-коллектор, состоящий из песчаников и алевролитов с водоупорными слоями из глинистых пород 113
НДТ 2.6 Заполнение отходами, связанными с добычей нефти и газа, скважинного подземного резервуара в многолетнемерзлых мелкодисперсных породах 114
НДТ 2.7 Уплотнение отходов при их размещении навалом (насыпью) 116
НДТ 2.8 Укрепление внешних откосов отходов при их размещении навалом (насыпью) 117
НДТ 2.9 Гидроорошение твердых коммунальных отходов при их захоронении навалом (насыпью) 117
НДТ 2.10 Послойное покрытие твердых коммунальных отходов при захоронении навалом (насыпью), обеспечивающее соблюдение нормативных требований и сохраняющее вместимость объекта захоронения отходов 118
НДТ 2.11 Захоронение отходов, прошедших сортировку в соответствии с НДТ 2.1 «Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов» 119
НДТ 2.12 Предотвращение пыления сухих пляжей при размещении отходов в хранилищах путем поддержания уровня «водного зеркала» выше верхней границы пляжей 120
НДТ 2.13 Очистка дренажных и ливневых вод перед их сбросом в водные объекты 121
НДТ 2.14 Рециркуляция фильтрационных и дренажных вод при размещении твердых коммунальных отходов 121
НДТ 2.15 Устройство системы дегазации на объекте захоронения твердых коммунальных отходов 122
5.3 Наилучшие доступные технологии при закрытии объектов размещения отходов 123
НДТ 3.1 Устройство верхнего изоляционного покрытия 123
5.4 Наилучшие доступные технологии при контроле состояния систем обустройства объектов размещения отходов и технологий размещения отходов 125
5.5 Наилучшие доступные технологии при мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду 125
Раздел 6. Перспективные технологии размещения отходов 126
6.1 Перспективные технологии при обустройстве объектов размещения отходов .. 126
6.2 Перспективные технологии при эксплуатации объектов размещения отходов .. 128

6.2.1 Перспективные технологии при доставке отходов на объект размещения отходов 128
6.2.2 Перспективные технологии при подготовке отходов к размещению 128
6.2.3 Перспективные технологии при размещении отходов 129
6.2.4 Перспективные технологии при обращении с фильтрационными, дренажными, ливневыми водами 131
6.2.5 Перспективные технологии при обращении с выбросами в атмосферу 132
6.3 Перспективные технологии при закрытии объектов размещения отходов и в постэксплуатационный период 135
6.4 Перспективные технологии при контроле состояния систем обустройства объектов размещения отходов и технологий размещения отходов 136
6.5 Перспективные технологии при мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду 138
Заключительные положения и рекомендации 139
Приложение А (обязательное) Перечень маркерных веществ и технологических показателей 140
Приложение Б (обязательное) Перечень НДТ 142
Приложение В (обязательное) Ресурсная и энергетическая эффективность 146
Приложение Г (обязательное) Заключения по наилучшим доступным технологиям 149
Библиография 152

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 наилучших доступных технологий «Размещение отходов производства и потребления» (далее – справочник НДТ) заключается в систематизации сведений о технологических процессах, методах, способах, оборудовании и средства, применяемых при размещении отходов в Российской Федерации и в подготовке упорядоченных данных о наилучших доступных технологиях размещения отходов, 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 размещения отходов производства и потребления 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 6 основных разделов и содержит введение, предисловие, область применения, заключительные положения, приложения, библиографию.

Введение. Во введении приведены краткое содержание справочника НДТ и цель его разработки.

Предисловие. В предисловии указаны статус справочника НДТ, информация о разработчиках, краткая характеристика справочника НДТ, взаимосвязь с международными и региональными аналогами, краткие сведения о сборе данных.

В разделе 1 справочника НДТ представлена характеристика размещения отходов производства и потребления по отраслевому признаку с указанием типов объектов, на которых размещаются отходы конкретной отрасли; рассмотрены основные экологические аспекты размещения отходов; представлен обзор методов, способов, технологических процессов, используемых для предотвращения негативного воздействия объектов размещения отходов (ОРО) на окружающую среду.

В разделе 2 справочника НДТ последовательно описаны применяемые при размещении отходов производства и потребления технологические процессы подготовки отходов к размещению, непосредственно размещения отходов, обращения со сточными, ливневыми, дождевыми, талыми и фильтрационными водами, образующимися при размещении отходов.

В разделе 3 справочника НДТ по фактическим данным, полученным в результате анкетирования, представлены сведения о текущих уровнях потребления ресурсов и

эмиссий в окружающую среду в отношении видов объектов размещения отходов, относящихся к области применения НДТ.

В разделе 4 справочника НДТ описана методика определения технологии размещения отходов в качестве наилучшей доступной, разработанная в соответствии с приказом Минпромторга России от 23 августа 2019 года № 3134 «Об утверждении методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной» [3] и учитывающая специфику объектов размещения отходов в качестве объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

В разделе 5 справочника НДТ приведено описание наилучших доступных технологий размещения отходов; дается комплексная оценка преимуществ, которые могут быть достигнуты при внедрении НДТ; указываются сведения об ограничении применимости НДТ.

В разделе 6 справочника НДТ описаны технологии, находящиеся на стадии научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ или на стадии опытно-промышленного внедрения, а также технологии, которые не соответствуют в полном объеме критериям отнесения технологий к НДТ, изложенным в п. 4 ст. 28.1 Федерального закона от 10 января 2002 года № 7-ФЗ (ред. от 2 июля 2021 года) «Об охране окружающей среды» [1], но имеют перспективы внедрения в отношении сокращения эмиссий в окружающую среду, снижения количества потребляемых ресурсов, повышения энергоэффективности или уменьшения капитальных или эксплуатационных затрат.

При подготовке справочника НДТ «Размещение отходов производства и потребления» использованы следующие нормативные правовые акты и документы:

- Федеральный закон от 21 февраля 1992 года № 2395-1 (ред. от 11 июня 2021 года) «О недрах» [4];
- Федеральный закон от 24 июня 1998 года № 89-ФЗ (ред. от 2 июля 2021 года) «Об отходах производства и потребления» [5];
- Федеральный закон от 10 января 2002 года № 7-ФЗ (ред. от 2 июля 2021 года) «Об охране окружающей среды» [1];
- Федеральный закон от 3 июня 2006 года № 74-ФЗ (ред. от 2 июля 2021 года) «Водный кодекс Российской Федерации» [6];
- Федеральный закон от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ (ред. от 2 июля 2013 года) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [7];
- Постановление Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 года № 1458 (ред. от 3 марта 2021 года) «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» [9];
- Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года № 2398 (ред. 07 октября 2021 года) «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» [10];
- Постановление Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 года № 1657 «О Единых требованиях к объектам обработки, утилизации, обезвреживания, размещения твердых коммунальных отходов» [16];

- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19 марта 2014 года № 398-р (ред. от 29 августа 2015 года) «Об утверждении комплекса мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы наилучших доступных технологий и внедрение современных технологий» [11];

- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2019 года № 866-р, утверждающее «Поэтапный график актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» [12];

- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 года № 2674-р (ред. от 1 ноября 2021 года), утверждающее «Перечень областей применения наилучших доступных технологий» [13];

- Приказ Минпромторга России от 23 августа 2019 года № 3134 «Об утверждении методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии» [3];

- Приказ Минстроя России от 14 ноября 2017 года № 1533/пр «Об утверждении СП 127.13330.2017 «СНиП 2.01.28-85 Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию» [14];

- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 года № 3 (ред. от 26 июня 2021 года) "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" [15];

- ГОСТ Р 53692-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 15 декабря 2009 года № 1092-ст) [17];

- Протокол Минприроды России от 3 апреля 2007 года № 11-17/0044-пр «Методические рекомендации по обоснованию выбора участков недр для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых» [18];

- Методические указания по лицензированию пользования недрами для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых» (утв. Минприроды России 22 июня 1998 года) [19];

- Свод правил «Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация» СП 320.1325800.2017 (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 ноября 2017 года № 1555/пр) [20].

В дополнение к перечисленным выше нормативным правовым актам и документам при разработке справочника НДТ использованы:

– сведения справочных изданий;

– сведения из открытых источников, в том числе печатных и электронных книг и публикаций в периодических изданиях;

– результаты научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ.

– результаты анкетирования.

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». Перечень областей применения наилучших доступных технологий определен Распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 года № 2674-р (ред. от 1 ноября 2021 года).

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 (ТРГ 17), состав которой утвержден Приказом Минпромторга России от 6 апреля 2021 года № 1224.

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

3 Краткая характеристика

Справочник НДТ не содержит требований к размещению отходов, в том числе требований к обустройству, эксплуатации и закрытию объектов размещения отходов.

Настоящий справочник НДТ содержит описание технологических процессов, методов, способов, оборудования и средств, применяемых в Российской Федерации при обустройстве (проектировании и строительстве), эксплуатации, закрытии объектов размещения отходов, при контроле состояния систем обустройства объектов размещения отходов и технологий размещения отходов, а также при мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду.

Из описанных технологических процессов, методов, способов, оборудования и средств выбраны решения, соответствующие наилучшим доступным технологиям. Эти решения соответствуют современным достижениям науки и техники и отвечают наилучшему сочетанию критериев достижения целей охраны окружающей среды, определенных п. 4 ст. 28.1 Федерального закона от 10 января 2002 года № 7-ФЗ (ред. от 2 июля 2021 года) «Об охране окружающей среды» [1].

Справочник НДТ применяется для достижения целей комплексного предотвращения и (или) минимизации негативного воздействия на окружающую среду при хранении и захоронении отходов производства и потребления.

4 Взаимосвязь с международными, региональными аналогами

При разработке и актуализации Информационно-технического справочника НДТ «Размещение отходов производства и потребления» использовались европейские документы:

1. Справочник ЕС 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).

2. «Окончательный проект руководства по применению наилучших доступных методов (НДМ) в секторе утилизации и удаления отходов: полигоны для захоронения отходов. Агентство по охране окружающей среды (Ирландии). Декабрь 2011 г.» («Final Draft BAT Guidance Note on Best Available Techniques for the Waste Sector: Landfill Activities. Environmental protection agency anGhníomhaireacht um ChaomhnúComhshaoil. December 2011»).

3. «Руководство по проведению проверок на полигонах захоронения отходов. Практическое руководство и методика контроля за деятельностью полигонов (2012 г.)» («Inspection guidance book for Landfill inspection. A practical book with guidance on activities on landfills (2012)»).

4. «Руководство о порядке выдачи экологических разрешений. Директива по полигонам. По Регламенту выдачи экологических разрешений (в Англии и Уэльсе) 2010 г. Вариант 3.1» («Environmental Permitting Guidance. The Landfill Directive. For the Environmental Permitting (England and Wales) Regulations 2010. Version 3.1»).

5. «Руководство для сектора по захоронению отходов. Технические требования Директивы о захоронении отходов на полигонах и Директивы о комплексном контроле и предотвращении загрязнений (IPPC). Техническое руководство IPPCS5.02. Агентство по охране окружающей среды. Служба охраны окружающей среды и наследия Северной Ирландии» («GuidancefortheLandfillSector. Technical requirements of the Landfill Directiveand Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Technical Guidance Note IPPC S5.02. Enviromental protection agency anGhníomhaireacht um ChaomhnúComhshaoil»).

5 Сбор данных

Информация о технологических процессах, оборудовании, технических способах, методах и средствах, применяемых в сфере размещения отходов в Российской Федерации, актуализирована 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.

6 Взаимосвязь с другими справочниками НДТ

Настоящий справочник НДТ является межотраслевым – в нем определены основные аспекты НДТ по размещению отходов и сопутствующая информация, он связан с отраслевыми информационно-техническими справочниками по видам деятельности, в результате которых образуемые отходы направляются на размещение.

Взаимосвязь настоящего справочника НДТ с межотраслевыми справочниками НДТ, актуализируемыми в соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2019 года № 866-р «Об утверждении поэтапного графика

актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» [12], приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Дополнительные виды деятельности, связанные с размещением отходов и соответствующие им справочники НДТ

Вид деятельности	Соответствующий справочник НДТ
Размещение отходов в горнодобывающей промышленности	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 16-2016 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы»
Производственный экологический контроль при размещении отходов	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 22.1-2021 «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения»

7 Информация об утверждении, опубликовании и введении в действие

Настоящий справочник НДТ утвержден приказом Росстандарта от 22 декабря 2021 г. № 2965.

Настоящий справочник НДТ введен в действие с 1 июня 2022 г., официально опубликован в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru).

8 Взамен ИТС 17-2016.

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

РАЗМЕЩЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

WASTE DISPOSAL

Дата введения — 2022-06-01

Область применения

Настоящий справочник НДТ распространяется на технологии размещения отходов (технологические процессы, методы, способы, оборудование и средства) на объектах, предназначенных для:

1) хранения отходов добычи и обогащения природных ресурсов:

- отвалы отходов добычи полезных ископаемых;
- отвалы отходов обогащения полезных ископаемых;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов;

2) хранения отходов, образующихся в обрабатывающих производствах и производствах электроэнергии и пара:

- отвалы отходов обрабатывающих производств;
- отвалы отходов производства электроэнергии и пара;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов;

3) захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов:

- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов;
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов;
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов при захоронении в пласт-коллектор;
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов при захоронении в подземный резервуар;
- системы подземного захоронения твердых и отвержденных отходов;

4) захоронения твердых коммунальных отходов:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

В справочнике НДТ рассматриваются технические, технологические и организационные мероприятия, направленные на предотвращение и/или снижение загрязнения окружающей среды при:

- строительстве и обустройстве;
- эксплуатации;
- консервации и ликвидации объектов размещения отходов.

Справочник НДТ также распространяется на виды деятельности, связанные с хранением и захоронением отходов и влияющие на показатели технологий размещения. К таким видам деятельности относятся:

- раздельный сбор отходов;
- предварительная обработка отходов перед размещением, в том числе сортировка, измельчение, прессование, затаривание, компостирование и т. д.

Эти виды деятельности учитываются при выборе технологических процессов, методов, способов, оборудования и средств, применяемых при эксплуатации объектов размещения отходов.

Виды деятельности, непосредственно не связанные с хранением и захоронением отходов, описываются в той мере, в которой они способствуют снижению негативного воздействия объектов размещения отходов на окружающую среду.

В сферу распространения справочника НДТ не входят технологии в области обращения с радиоактивными отходами и веществами, разрушающими озоновый слой.

Раздел 1 Общие сведения о размещении отходов производства и потребления

По данным федерального статистического наблюдения в период с 2010 по 2020 год на размещение ежегодно направляется около 50 % образуемых отходов.

Согласно Федеральному закону от 24 июня 1998 года № 89-ФЗ (ред. от 2 июля 2021 года) [5] под размещением отходов понимается хранение и захоронение отходов. В свою очередь, под хранением отходов понимается складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем одиннадцать месяцев в целях их последующей утилизации, обезвреживания, захоронения; под захоронением отходов – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду.

Таким образом, объект размещения отходов является специализированным природоохранным техническим сооружением, предназначенным для долгосрочного хранения или захоронения отходов.

При размещении отходов в специализированных сооружениях – объектах размещения отходов – необходимо обеспечить предотвращение или минимизацию, насколько это возможно, воздействия отходов на окружающую среду, в том числе воздействия посредством попадания вредных веществ из отходов в окружающую среду.

Это достигается путем соблюдения требований, предъявляемых к объектам размещения отходов, и применения наилучших доступных технологий размещения отходов на всех этапах жизненного цикла объектов, а именно на этапе проектирования, строительства, в том числе обустройства, эксплуатации, вывода из эксплуатации объекта размещения отходов и в постэксплуатационный период.

В разделе 1 справочника НДТ представлены общие сведения о размещении отходов производства и потребления в Российской Федерации на объектах размещения отходов следующих типов, включенных в область применения справочника.

I. Объекты хранения отходов добычи и обогащения природных ресурсов:

- отвалы отходов добычи полезных ископаемых;
- отвалы отходов обогащения полезных ископаемых;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов.

II. Объекты хранения отходов, образующихся в обрабатывающих производствах и производствах электроэнергии и пара:

- отвалы отходов обрабатывающих производств;
- отвалы отходов производства электроэнергии и пара;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов.

III. Объекты захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов:

- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов;
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов;

- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов при захоронении в пласт-коллектор;
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов при захоронении в подземный резервуар;
- системы подземного захоронения твердых и отвержденных отходов.

IV. Объекты захоронения твердых коммунальных отходов:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

1.1 Общая характеристика размещения отходов производства и потребления в Российской Федерации

Согласно статистическим данным, представленным в государственном докладе, масса отходов, размещенных в специализированных объектах размещения отходов, в период с 2010 по 2020 год составила 34 763,7 млн тонн.

Динамика изменения количества отходов, ежегодно поступающих на размещение с 2010 по 2020 год, представлена на рисунке 1.1.

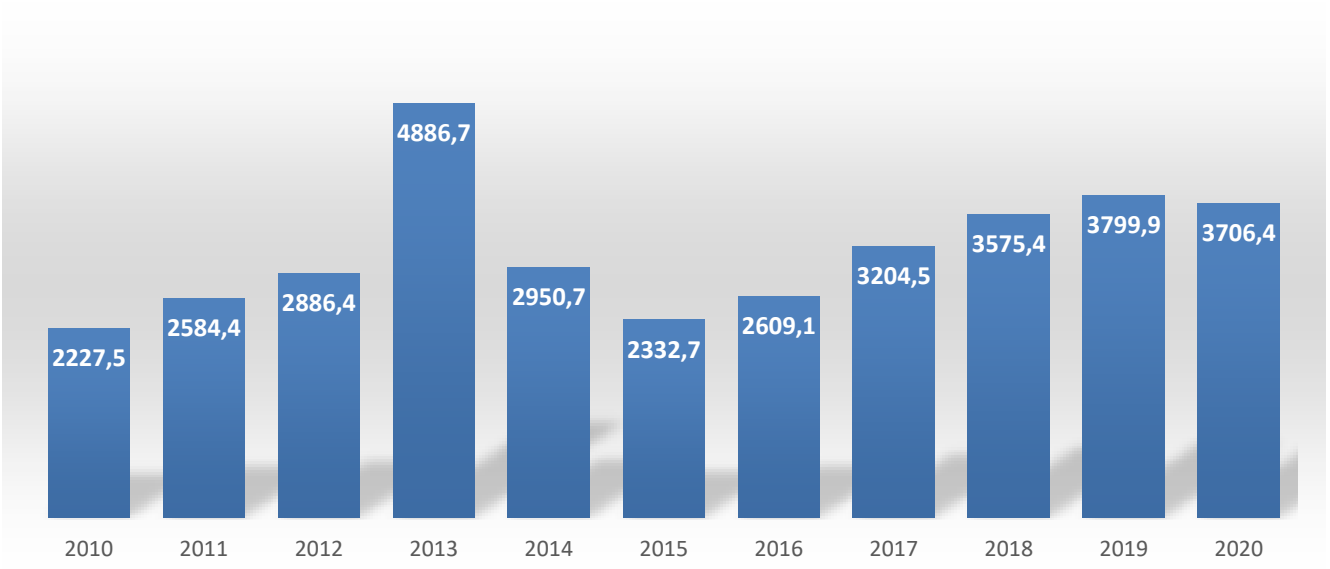


Рисунок 1.1 – Количество отходов, ежегодно поступающих на размещение в Российской Федерации, 2010–2020 гг., млн тонн

Для характеристики размещения отходов в Российской Федерации использованы систематизированные сведения о 3 904 действующих объектах размещения отходов, учтенных в Государственном реестре объектов размещения отходов (ГРОРО) по состоянию на 12 июля 2021 года и включенных в область применения справочника НДТ. Распределение объектов размещения отходов, включенных в государственный реестр объектов размещения отходов, по федеральным округам представлено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Распределение действующих объектов размещения отходов, включенных в область применения справочника НДТ, по федеральным округам (по состоянию на 12.07.2021)

№	Федеральный округ	Объекты хранения отходов	Объекты захоронения отходов	Объекты размещения отходов, всего
1	Центральный	107	260	367
2	Северо-Западный	198	267	465
3	Южный	46	76	122
4	Северо-Кавказский	15	31	46
5	Приволжский	338	290	628
6	Уральский	401	219	620
7	Сибирский	557	392	949
8	Дальневосточный	295	412	707
	Всего по России	1957	1947	3904

Как видно из таблицы 1.1, количество специализированных объектов размещения отходов преобладает в федеральных округах с высокой долей добывающих отраслей промышленности: в Сибирском, Дальневосточном, Уральском; а также в Приволжском федеральных округах с высокой плотностью населения и развитой обрабатывающей промышленностью.

Хранение отходов добычи и обогащения природных ресурсов

Наибольшее количество отходов в Российской Федерации образуется при добыче и обогащении полезных ископаемых. По данным Федеральной службы государственной статистики из 6 956 млн тонн образованных в 2020 году отходов производства и потребления на сектор добычи полезных ископаемых приходится 6 686 млн тонн, что составляет 96 % всех образованных в 2020 году отходов.

Отходы добычи полезных ископаемых представлены:

1. Вскрышными породами, образуемыми при добыче полезных ископаемых открытым способом в количестве 6 036 млн тонн, что составляет 90,27 % всех образованных в 2020 году отходов добычи полезных ископаемых. Из них на размещение поступило 54 % образованных вскрышных пород – 3 260 570 тыс. тонн.

2. Породами от проходки подземных горных выработок в количестве 6,6 млн тонн, что составляет 0,1 % всех образованных в 2020 году отходов добычи полезных ископаемых. Из них на размещение направлено 16 % – 1 050 тыс. тонн.

3. Отходами добычи и обогащения угля (включая вскрышные породы) в количестве 578 млн тонн или 8,31 % всех образованных в 2020 году отходов добычи, в том числе 59 130 тыс. тонн отходов добычи и обогащения угля за исключением вскрышных и проходческих пород, из них на размещение поступило 39 % – 33 340 тыс. тонн.

4. Отходами добычи сырой нефти и природного газа в количестве 9,07 млн тонн или 0,14 % образованных в 2020 году отходов добычи полезных ископаемых. Из них на размещение поступило 15 % – 1 340 тыс. тонн.

5. Отходами добычи и обогащения металлических руд (кроме пород) в количестве 477 млн тонн или 7,14 % образованных в 2020 году отходов добычи полезных ископаемых. Из них на размещение поступило 60 % – 258 370 тыс. тонн.

6. Отходами добычи минерального сырья для химической промышленности и производства минеральных удобрений в количестве 67,65 млн тонн отходов (38 млн тонн отходов добычи соли; 29 млн тонн отходов добычи апатит нефелиновых руд), что составляет 1,01 отходов добычи образованных в 2020 году отходов добычи полезных ископаемых. Из них на размещение поступило 55 % – 36 960 тыс. тонн.

7. Отходами добычи и обогащения прочих полезных ископаемых (кроме пород) в количестве 38 млн тонн или 0,6 % образованных в 2020 году отходов добычи полезных ископаемых. Из них на размещение поступило 60 % – 31 880 тыс. тонн.

Хранение вскрышных пород и пород от проходки подземных горных выработок

Вскрышные породы образуются при добыче полезных ископаемых открытым способом, при проходке подземных горных выработок также образуются пустые породы, не содержащие полезного ископаемого.

Объемы образования таких пород крайне велики. По данным федерального статистического наблюдения за последние десять лет ежегодно образуется от 4 190 до 6 864 млн тонн вскрышных и пустых пород, что составляет более 90 % всех образуемых отходов. Более 50 % вскрышных и пустых пород направляется на размещение.

Хранение вскрышных пород осуществляется главным образом в отвалах.

Отвалы отходов вскрышных и пустых пород от добычи полезных ископаемых имеют значительные размеры и большую вместимость. Площадь отвалов достигает более 1 500 млн м^2, при среднем значении около 8 млн м^2. Вместимость составляет в среднем около 100 млн тонн и достигает более 2 500 млн тонн.

По данным Государственного реестра объектов размещения отходов в Российской Федерации насчитывается 579 отвалов вскрышных и пустых пород, эксплуатируемых по состоянию на 12.07.2021. Кроме того, в период с 2014 года учтено 49 отвалов отходов вскрышных и пустых пород от добычи полезных ископаемых, выведенных из эксплуатации.

Отвалы вскрышных, пустых и вмещающих пород в силу своих размеров, количества размещенных отходов оказывают воздействие на окружающую среду путем изменения природного ландшафта, а также посредством пыления.

Вскрышные и пустые породы, аспекты их воздействия на окружающую среду, а также наилучшие доступные технологии, применяемые при размещении таких пород подробно рассмотрены в ИТС 16 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы» [8].

Хранение отходов добычи и обогащения угля

При добыче и обогащении угля, антрацита и других видов угля образуются отходы вскрышных, пустых и вмещающих пород; отходы добычи и обогащения угля; отходы (осадки) очистки шахтных, карьерных, ливневых вод. Типы объектов размещения отходов, характерные для перечисленных отходов, представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристика специализированных объектов размещения отходов от добычи и обогащения угля

№ пп	Отходы	Преимущественное агрегатное состояние	Конструкция ОРО	Количество ОРО
1	Вскрышные, пустые и вмещающие породы	Твердое	Отвалы	312
2	Отходы добычи и обогащения угля, кроме вскрышных, пустых, вмещающих пород	Дисперсные системы	Хранилища	28
		Твердое, пыль	Отвалы	18
3	Отходы (осадки) очистки шахтных, карьерных, ливневых вод	Дисперсные системы, редко твердое	Хранилища с функциями технологических объектов	106
			Итого	464

Вскрышные, пустые и вмещающие породы размещаются в отвалах, как это описано выше. Всего по состоянию на 12.07.2021 в ГРОРО зарегистрированы 312 отвалов отходов вскрышных, пустых и вмещающих пород от добычи угля. Площадь одного такого отвала по данным инвентаризации составляет в среднем 1 900 тыс. м^2, при максимальном значении – более 320 000 тыс. м^2.

Отходы добычи и обогащения угля, имеют агрегатное состояние и физическую форму преимущественно дисперсные системы, а также твердое и пыль.

Отходы добычи и обогащения угля, имеющие агрегатное состояние и физическую форму дисперсные системы, размещаются в объектах размещения отходов типа хранилищ. Отходы добычи и обогащения угля, представляющие собой твердое и пыль, – в объектах размещения отходов типа отвалов.

Отходы добычи и обогащения угля размещаются преимущественно в объектах размещения отходов типа хранилищ (кроме отвалов), обустроенных с учетом предотвращения инфильтрации жидкой фазы отходов в окружающую среду.

Всего в 2020 году в эксплуатации находятся 28 таких хранилищ, расположенных в Республике Коми, Кемеровской, Иркутской и Челябинской областях.

Согласно данным инвентаризации объектов размещения отходов, хранилища отходов добычи и обогащения угля (кроме отвалов) имеют площади от 11 до 920 тыс. м^2, в среднем около 180 тыс. м^2. Вместимость таких хранилищ составляет от 778 до 1340 тыс. тонн, в среднем около 630 тыс. тонн. Наиболее длительно эксплуатируемые хранилища введены в эксплуатацию в 1960-х годах, располагаются в республике Коми и в Кемеровской области и имеют площадь соответственно 62 тыс. м^2 и 354 тыс. м^2. Хранилища отходов добычи и обогащения угля, введенные в эксплуатацию

в 2000-х годах, располагаются в Кемеровской области и имеют площадь 163 тыс. м^2 и 830 тыс. м^2.

Хранилища отходов добычи и обогащения угля достигают значительных размеров, в них размещается большое количество отходов, в силу чего они оказывают воздействие на окружающую среду, поскольку для их строительства изымаются земельные ресурсы. Воздействие на окружающую среду может быть обусловлено поступлением загрязняющих веществ в подземные водные объекты, в горные породы, в почвы; а также вероятностью поступления загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты или на близлежащие территории. Кроме того, в силу специфики состава размещаемых отходов вероятным воздействием на окружающую среду являются возгорания отходов.

Кроме хранилищ, отходы добычи и обогащения угля преимущественно твердого и пылевидного агрегатного состояния размещаются в объектах размещения отходов типа отвалов.

По состоянию на 12.07.2021 в Государственном реестре объектов размещения отходов зарегистрировано 18 отвалов отходов обогащения и первичной обработки добываемого угольного сырья в Кемеровской области, Республике Коми, Иркутской, Новосибирской и Ростовской областях. Площадь отвалов отходов обогащения и первичной обработки угольного сырья составляет по данным инвентаризации от 90 тыс. м^2 до 6 150 тыс. м^2.

Отходы (осадки) очистки шахтных, карьерных, ливневых вод образуются в результате механической, флотационной или флокуляционной очистки этих вод и размещаются в специализированных хранилищах.

Отходы (осадки) очистки шахтных, карьерных, ливневых вод на предприятиях угольной промышленности размещаются в специализированных объектах размещения отходов по типу хранилищ, а также в отвалах совместно с отходами вскрышных, пустых и вмещающих пород.

Хранилища, в которых размещаются осадки механической очистки шахтных, карьерных, ливневых вод, помимо хранения отходов, выполняют также технологическую функцию механической очистки этих вод.

Всего по состоянию на 12.07.2021 насчитывается 106 хранилищ отходов (осадков) очистки шахтных, карьерных, ливневых вод. Средняя площадь одного такого хранилища составляет 49 тыс. м^2, при максимальном значении – более 1 200 тыс. м^2. Вместимость хранилищ в среднем составляет 44 тыс. тонн и достигает 7 500 тыс. тонн. Размещено в одном хранилище в среднем 838 тонн, максимально в одном хранилище по состоянию на 12.07.2021 размещено 2,5 тыс. тонн.

Наиболее длительно эксплуатируемые хранилища осадков очистки шахтных, карьерных, ливневых вод введены в эксплуатацию в 1960-х годах в Кемеровской области. Имеют площади 9,6 тыс. м^2, 37 тыс. м^2 и 250 тыс. м^2. Хранилище площадью 250 тыс. м^2 имеет также и максимальную вместимость 7 500 тыс. тонн.

Добыча угля, экологические аспекты добычи угля подробно рассмотрены в ИТС 16 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы» [8].

Хранение отходов добычи и обогащения металлических руд

При добыче и обогащении металлических руд образуются:

- отходы добычи и обогащения железных руд;
- отходы добычи и обогащения руд цветных металлов, в том числе отходы добычи и обогащения медных руд, отходы добычи и обогащения алюминийсодержащего сырья (бокситов и нефелин-апатитовых руд), отходы добычи руд и песков драгоценных металлов (золота, серебра и металлов платиновой группы).

Типы объектов размещения отходов, характерные для перечисленных отходов, представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Характеристика специализированных объектов размещения отходов от добычи и обогащения металлических руд (по данным Государственного реестра объектов размещения отходов от 12.07.2021)

№ пп	Отходы	Преимущественное агрегатное состояние	Конструкция ОРО	Количество ОРО
1	Отходы добычи, обогащения и агломерации железных руд	Твердое, сыпучие материалы, пыль	Отвалы	57
		Дисперсные системы	Хранилища	12
2	Отходы добычи и обогащения руд цветных металлов, в том числе			
2.1	Отходы добычи и обогащения медных руд	Дисперсные системы	Хранилища	16
		Твердое, сыпучие материалы	Отвалы	48
2.2	Отходы добычи и обогащения алюминийсодержащего сырья (бокситов и нефелин-апатитовых руд)	Твердое	Отвалы	26
2.3	Отходы добычи руд и песков драгоценных металлов (золота, серебра и металлов платиновой группы)	Твердое, сыпучие материалы	Отвалы	131
		Твердое, сыпучие материалы, дисперсные системы	Отвалы, хранилища	82
			Итого	372

Хранение отходов добычи, обогащения и агломерации железных руд

Отходы добычи, обогащения и агломерации железных руд имеют агрегатное состояние и физическую форму дисперсные системы, а также сыпучие материалы, твердое, пыль, изделия из волокон. Классы опасности отходов добычи и обогащения железных руд – IV, V.

Отходы добычи, обогащения и агломерации железных руд преимущественно твердого, сыпучего и пылевидного агрегатного состояния размещаются в основном в объектах размещения отходов типа отвалов.

Отходы, размещаемые в отвалах, представлены главным образом отходами вскрышных, пустых пород, а также отходами (хвостами) сухой магнитной сепарации железных руд.

Всего в 2020 году в Государственный реестр объектов размещения отходов включены 57 отвалов отходов добычи или обогащения железных руд.

Площадь отвалов составляет от 13 тыс. м^2 до 12 920 тыс. м^2 при среднем значении около 2 500 тыс. м^2. Вместимость отвалов составляет от 75 тыс. тонн до 2 691 360 тыс. тонн. На одном таком отвале размещено в среднем около 350 000 тыс. тонн отходов добычи или обогащения железных руд. Около 80 % всех отвалов отходов добычи или обогащения железных руд введены в эксплуатацию в период с 1950 по 2000 год.

Отходы добычи, обогащения и агломерации железных руд преимущественно дисперсного агрегатного состояния размещаются главным образом в объектах размещения отходов типа хранилищ.

Всего в 2020 году в эксплуатации находятся 12 таких хранилищ, расположенных в Забайкальском крае, в Республике Карелия, в Амурской, Белгородской, Иркутской, Курской, Мурманской, Свердловской областях.

Согласно данным инвентаризации объектов размещения отходов, хранилища отходов добычи или обогащения железных руд имеют площади от 226 до 39 000 тыс. м^2, в среднем около 10 тыс. м^2. Вместимость таких хранилищ составляет от 4 000 до 853 936 тыс. тонн, в среднем около 650 000 тыс. тонн. Наиболее длительно эксплуатируемое хранилище введено в эксплуатацию в 1940-х годах, располагается в Свердловской области и имеет площадь 2 584 тыс. м^2 и вместимость 36 320 тыс. тонн. Более 75 % хранилищ отходов добычи и обогащения железных руд введены в эксплуатацию до 2000 года.

Воздействие отвалов и хранилищ отходов добычи или обогащения железных руд на окружающую среду обусловлено главным образом значительными размерами объектов, большими объемами и агрегатным состоянием размещенных отходов и выражается в основном в изменении ландшафта, изъятии земельных ресурсов, в пылении на отвалах и в рисках инфильтрации загрязняющих веществ в подземные воды. Кроме того, оно выражается в потерях попутно добываемого минерального сырья, которое извлекается из недр в составе вскрышных, пустых и вмещающих пород при добыче железной руды совместно с попутно извлекаемыми породами.

Хранение отходов добычи и обогащения руд цветных металлов

Отходы добычи и обогащения руд цветных металлов представлены в основном отходами добычи и обогащения медных руд, отходами добычи и обогащения алюминийсодержащего сырья (бокситов и нефелин-апатитовых руд), отходами добычи руд и песков драгоценных металлов (золота, серебра и металлов платиновой группы). Отходы добычи и обогащения медных руд, медно-никелевых руд представлены в основном отходами V класса опасности, являющимися дисперсными системами, реже – отходами V, IV и III классов опасности агрегатного состояния дисперсные системы, твердое, твердые сыпучие материалы, пыль, изделия из волокон.

Хранение отходов добычи медных руд

Отходы добычи медных руд представляют собой твердые сыпучие материалы и размещаются в отвалах. Всего по состоянию на 12.07.2021 в Государственном реестре объектов размещения отходов учтено 48 отвалов пород от добычи медных руд открытым и подземным способами, расположенных в Республике Башкортостан, Свердловской и Оренбургской областях, в Карачаево-Черкесской Республике, в Республике Хакасия, Забайкальском крае, Челябинской области. Все учтенные отвалы отходов добычи медных руд введены в эксплуатацию в период с 1953 по 2017 год. Площадь отвалов составляет 10–3 900 тыс. м^2 при среднем значении 750 тыс. м^2. Вместимость – от 1 400 тыс. тонн до 296 000 тыс. тонн при среднем значении около 43 000 тыс. тонн. На одном отвале размещено в среднем 170 000 тыс. тонн отходов добычи медных руд.

В хранилищах размещаются преимущественно дисперсные отходы обогащения медных руд (учтено 14 хранилищ), а также отходы (осадки) механической очистки карьерных вод от добычи медных руд (учтено 2 хранилища).

Хранилища отходов (осадков) механической очистки карьерных вод от добычи медных руд расположены в Челябинской области. Имеют площадь в среднем 65 тыс. м^2, вместимость – около 650 тыс. тонн. Эксплуатируются с 1980–1990-х годов.

Хранилища отходов обогащения медных руд расположены в Республике Башкортостан, Свердловской и Оренбургской области, в Карачаево-Черкесской Республике, Забайкальском крае, Алтайском крае, Челябинской области. Площадь хранилищ 23 – 6 500 тыс. м^2, среднее значение –1 200 тыс. м^2. Вместимость – от 119 до 211 100 тыс. тонн, среднее значение – 35 000 тыс. тонн. В одном хранилище размещено в среднем 4 800 тыс. тонн отходов обогащения медной руды. Около 60 % хранилищ введены в эксплуатацию до 2000 года, отдельные хранилища эксплуатируются с 1960-х годов.

Хранение отходов добычи и обогащения алюминийсодержащего сырья

Отходы добычи и обогащения алюминийсодержащего сырья (бокситов и нефелин-апатитовых руд) представляют собой твердые отходы пород V класса опасности. Размещаются такие отходы в отвалах. Всего по состоянию на 12.07.2021 насчитывается 26 отвалов, расположенных в Республике Коми, в Свердловской и Кемеровской областях.

Все учтенные отвалы отходов добычи алюминийсодержащего сырья введены в эксплуатацию в период с 1964 по 2008 год. Площадь отвалов достигает 3 150 тыс. м^2. Вместимость – от 690 тыс. тонн до 21 060 тыс. тонн. На одном отвале размещено в среднем 1 150 тыс. тонн отходов добычи алюминийсодержащего сырья.

Хранение отходов добычи руд и песков драгоценных металлов

Отходы добычи руд и песков драгоценных металлов представляют собой твердые сыпучие, твердые, дисперсные отходы V и реже IV классов опасности. Это вскрышные породы, а также отходы, образованные в результате промывки золотосодержащих песков, цианирования, флотации, кучного выщелачивания, сорбционного выщелачивания или гравитационного обогащения руд серебряных и золотосодержащих.

Вскрышные породы размещаются в отвалах. По состоянию на 12.07.2021 учтен 131 отвал вскрышных пород отходов добычи руд серебряных и золотосодержащих, расположенных в Дальневосточном федеральном округе (в Республике Саха (Якутия), Хабаровском крае, Забайкальском крае, Магаданском области, Камчатском крае, Чукотской автономной области, Республике Бурятия, Сахалинской области), Уральском федеральном округе в Челябинской и Свердловской областях, Сибирском федеральном округе (в Республике Хакасия, Красноярском крае, Кемеровской области, Иркутской области), Приволжском федеральном округе в Республике Башкортостан. Площадь таких отвалов по данным инвентаризации объектов размещения отходов достигает более 50 000 тыс. м^2, вместимость – более 400 000 тыс. тонн.

Отходы от промывки золотосодержащих песков, цианирования, флотации, кучного выщелачивания, сорбционного выщелачивания или гравитационного обогащения руд серебряных и золотосодержащих размещаются в отвалах (кучах) и в хранилищах, представляющих собой специализированные сооружения с противофильтрационной защитой, в Дальневосточном (Амурская область, Забайкальский край, Камчатский край, Магаданская область, Республика Бурятия, Республика Саха (Якутия), Хабаровский край, Чукотский автономный округ), Сибирском (Иркутская и Кемеровская области, Красноярский край, Республики Алтай и Хакасия) и Уральском федеральных округах (Свердловская и Челябинская области). Всего в Государственном реестре объектов размещения отходов по состоянию на 12.07.2021 насчитывается 82 таких объектов размещения отходов. Их площадь составляет до 7 600 тыс. м^2, вместимость – более 60 400 тыс. тонн.

Хранение отходов добычи сырой нефти и природного газа

При добыче сырой нефти и природного газа образуются отходы от бурения скважин и проходки нефтяных шахт, ремонта оборудования, подготовки добытых нефти и газа к транспортированию. Согласно данным государственной статистической отчетности на размещение направляют в основном отходы IV класса опасности от бурения скважин, представленные буровыми шламами, буровыми растворами, а также отходами от зачистки оборудования. Реже на размещение направляются отходы IV и V классов опасности от ремонта скважин.

Отходы от добычи сырой нефти и природного газа размещаются в специализированных объектах размещения отходов – в хранилищах, полигонах, системах подземной закачки, редко – в горизонтальных отвалах. К объектам хранения относятся специализированные хранилища и горизонтальные отвалы. Полигоны и системы подземной закачки относятся к объектам захоронения и рассмотрены в соответствующем подразделе справочника НДТ.

Всего по данным Государственного реестра объектов размещения отходов по состоянию на 12.07.2021 на территории Российской Федерации учтено 578 хранилищ, предназначенных для хранения отходов от добычи сырой нефти и природного газа, 33 полигона приповерхностного захоронения отходов от добычи сырой нефти и природного газа, 6 систем подземного захоронения отходов от добычи сырой нефти и природного газа, 3 горизонтальных отвала отходов от добычи нефти.

Хранилища представляют собой земляные котлованы, ложе которых обустроено противофильтрационной защитой в целях предотвращения загрязнения подземных вод, грунтов и почв. В них размещаются, как правило, буровые шламы, буровые растворы, представляющие собой дисперсные системы. Такие хранилища располагаются вблизи участков добычи сырой нефти и природного газа – в Дальневосточном, Сибирском, Уральском, Приволжском, Северо-Западном и Южном федеральных округах. Реже в хранилища поступают отходы от зачистки оборудования, загрязненные грунты и изделия утратившие потребительские свойства и загрязненные нефтепродуктами. По данным инвентаризации площадь хранилищ составляет в среднем 20 тыс. м^2, достигая 958 000 тыс. м^2. Вместимость одного хранилища в среднем составляет около 0,4 тыс. тонн, достигая 1 250 тыс. тонн. Наиболее длительно эксплуатируемые хранилища введены в эксплуатацию в 1950-х годах. В то же время за период с 2014 по 2021 год из эксплуатации выведены более 1 100 подобных хранилищ.

В горизонтальных отвалах хранятся отходы добычи высоковязкой нефти или нефтенасыщенной породы из пласта-коллектора с помощью подземных горных выработок. Такие отходы, размещаемые в отвалах, представлены твердыми пустыми породами, не содержащими нефть. По состоянию на 12.07.2021 учтено 3 горизонтальных отвала, расположенных в Республике Коми. Площадь отвалов составляет от 13 тыс. м^2 до 63 тыс. м^2. Все отвалы введены в эксплуатацию в 2003 году.

Хранение отходов добычи соли

При добыче соли на хранение поступают отходы V и IV классов опасности, главным образом сыпучие и дисперсные отходы обогащения сильвинитовой или карналлитовой руд флотационным или галургическим способом, а также твердые отходы от проходки стволов шахт добычи калийных солей и твердые отходы при бурении, связанном с добычей калийных солей, дисперсные отходы добычи поваренной соли методом растворения и выкачивания.

Твердые отходы обогащения сильвинитовой или карналлитовой руд флотационным или галургическим способом, а также твердые отходы от проходки стволов шахт добычи калийных солей и твердые отходы при бурении, связанном с добычей калийных соли, размещаются в отвалах. Всего в Государственном реестре объектов размещения отходов по состоянию на 12.07.2021 учтено 10 таких отвалов, расположенных в Пермском крае и Волгоградской области, площадью в среднем около 1 000 тыс. м^2 (до 1 900 тыс. м^2), введенных в эксплуатацию в 1964–1992 годах.

Дисперсные отходы обогащения сильвинитовой или карналлитовой руды флотационным или галургическим способом, а также дисперсные отходы добычи поваренной соли методом растворения и выкачивания размещаются в хранилищах, обустроенных гидротехническим сооружением. Всего в Государственном реестре объектов размещения отходов по состоянию на 12.07.2021 учтено 10 таких хранилищ, расположенных в Пермском крае, Волгоградской и Иркутской областях, площадью в среднем около 900 тыс. м^2 (до 2 230 тыс. м^2), введенных в эксплуатацию в 1954–2014 годах.

Хранение отходов добычи апатит-нефелиновых руд

При добыче апатит-нефелиновых руд на хранение поступают отходы V класса опасности – твердые отходы вскрышных пород и дисперсные отходы обогащения апатит-нефелиновых руд.

Вскрышные породы от добычи апатит-нефелиновых руд размещаются в отвалах. Всего в Государственном реестре объектов размещения отходов по состоянию на 12.07.2021 учтено 10 таких отвалов, расположенных в Мурманской области, площадью в среднем около 500 тыс. м^2 (до 1 750 тыс. м^2), введенных в эксплуатацию в 1977–2013 годах.

Дисперсные отходы обогащения апатит-нефелиновых руд размещаются в хранилищах, обустроенных гидротехническим сооружением. Всего в Государственном реестре объектов размещения отходов по состоянию на 12.07.2021 учтено 3 таких хранилища, расположенных в Мурманской области, площадью в среднем около 11 500 тыс. м^2 (до 24 400 тыс. м^2), введенных в эксплуатацию в 1963–2008 годах.

Хранение отходов обрабатывающих производств

По данным Федеральной службы государственной статистики за последние десять лет ежегодно образуется от 80 до 110 млн тонн отходов обрабатывающих производств, что составляет около 10 % отходов, образованных при осуществлении хозяйственной деятельности, за исключением деятельности по добыче и обогащению полезных ископаемых. Более 25 % отходов обрабатывающих производств направляется на размещение.

Отходы обрабатывающих производств представлены:

1. Отходами производства бумаги и бумажных изделий в количестве 1 667 тыс. тонн, что составляет 1,8 % от всех образованных в 2020 году отходов обрабатывающих производств. Из них на размещение направлены 46 % – 758 тыс. тонн.
2. Отходами производства кокса, нефтепродуктов в количестве 209 тыс. тонн, что составляет 0,2 % от всех образованных в 2020 году отходов обрабатывающих производств. Из них на размещение направлено 3 %– 7 тыс. тонн.
3. Отходами производства химических веществ и химических продуктов в количестве 13 766 тыс. тонн, что составляет 15,2 % от всех образованных в 2020 году отходов обрабатывающих производств. Из них на размещение направлены 73 % – 10 104 тыс. тонн.
4. Отходами металлургических производств в количестве 41 397 тыс. тонн, что составляет 45,7 % от всех образованных в 2020 году отходов обрабатывающих производств. Из них на размещение направлены 37 % – 21 963 тыс. тонн.

Хранение отходов производства бумаги и бумажных изделий

При производстве бумаги и бумажных изделий образуются отходы агрегатного состояния и физической формы преимущественно дисперсные системы, твердое, смеси твердых материалов. Это отходы производства целлюлозы: кородревесные несортированные при подготовке технологической щепы для варки целлюлозы при её производстве, отходы регенерации смеси отработанных щелоков производства

целлюлозы сульфатным и/или сульфитным способами, отходы древесные процесса сортирования целлюлозы при ее производстве. А также отходы производства бумажной массы, отходы производства бумаги и картона отходы, а именно отходы роспуска макулатуры и очистки макулатурной массы при производстве бумажной массы, смесь отходов роспуска, очистки и сортирования макулатуры и целлюлозы при производстве бумажной массы обезвоженная, обрезь гофрокартона. Классы опасности отходов – IV, V.

Типы объектов размещения отходов, характерные для перечисленных отходов, представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Характеристика специализированных объектов размещения отходов производства бумаги и бумажных изделий (по данным Государственного реестра объектов размещения отходов от 12.07.2021)

№ пп	Отходы	Преимущественное агрегатное состояние	Конструкция ОРО	Количество ОРО
1	Отходы производства бумаги и бумажной массы (отходы производства целлюлозы, отходы производства бумажной массы, отходы производства бумаги и картона)	Твердое, смеси твердых материалов и изделий	Отвалы	4
		Дисперсные системы	Хранилища	13
			Итого	17

Отходы производства бумаги и бумажной массы, имеющие твердое агрегатное состояние, размещаются в отвалах. По состоянию на 12.07.2021 учтено 4 отвала в Пермском крае, Архангельской области, республике Карелия. Площадь отвалов по данным инвентаризации объектов размещения отходов достигает от 84 тыс. м^2 до 350 тыс. м^2, вместимость от 109 тыс. т. до 3400 тыс. т. Введены в эксплуатацию в разные годы в период с 1959 по 2007 годы.

Отходы производства бумаги и бумажной массы преимущественно дисперсного агрегатного состояния размещаются главным образом в объектах размещения отходов типа хранилищ. По состоянию на 12.07.2021 учтено 13 хранилищ в Республике Бурятия, Пермском крае, Нижегородской, Новгородской, Архангельской, Иркутской, Тверской, Тульской областях. Площадь таких хранилищ по данным инвентаризации объектов размещения отходов достигает более 1 000 тыс. м^2, при среднем значении около 600 тыс. м^2. Вместимость достигает 3 900 тыс. м^2, при среднем значении – 1 300 тыс. тонн. Введены в эксплуатацию в период с 1962 по 2007 годы.

Воздействие отвалов и хранилищ по производству бумаги и бумажных изделий на окружающую среду обусловлено главным образом значительными размерами объектов, агрегатным состоянием и рисками инфильтрации загрязняющих веществ в подземные воды. В сухом виде кородревесные отходы в отвалах представляют пожарную опасность.

Хранение отходов производства кокса, нефтепродуктов

При производстве нефтепродуктов образуются: отходы производства масел, смазочных материалов из нефти, в том числе отходы очистки минеральных масел, отходы очистки углеводородного сырья, отходы производства дизельного топлива, бензина и керосина, отходы производства продуктов для производства дорожных покрытий, отходы катализаторов, сорбентов, фильтровальных материалов и другие виды отходов.

У нефтеперерабатывающих заводов можно выделить следующие основные виды отходов, направляемых на размещение: отходы очистки нефтяных резервуаров; шламы водоочистных сооружений; отработанные катализаторы; нефтезагрязненный грунт и песок.

Основные отходы при производстве кокса: пыль угольная газоочистки, сортировки кокса и при сухом тушении кокса, фуксы каменноугольные, отсев коксовый и прочие отходы.

Типы объектов размещения отходов, характерные для перечисленных отходов, представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Характеристика специализированных объектов размещения отходов от производства нефтепродуктов (по данным Государственного реестра объектов размещения отходов от 12.07.2021)

№ пп	Отходы	Преимущественное агрегатное состояние	Конструкция ОРО	Количество ОРО
1	Отходы производства кокса, нефтепродуктов	Дисперсные системы	Хранилища	26
			Итого	26

Отходы производства кокса и нефтепродуктов размещаются в хранилищах. По состоянию на 12.07.2021 учтено 26 хранилищ (Красноярский край, Оренбургская область, Республика Башкортостан, Республика Коми, Республика Татарстан, Рязанская область, Самарская область, Саратовская область, Ярославская область, Тюменская область, Алтайский край). Площадь хранилищ по данным инвентаризации объектов размещения отходов – до 700 тыс. м^2, вместимость – до 100 тыс. тонн. Введены в эксплуатацию как в ранние 1958–1980 годы, так и в 2014 году.

Воздействие хранилищ отходов по производству кокса, нефтепродуктов на окружающую среду обусловлено главным образом значительными размерами объектов, агрегатным состоянием и рисками инфильтрации загрязняющих веществ в подземные воды. Опасное воздействие отходов нефтепродуктов обусловлено разнообразием компонентов отходов, обладающих высокой токсичностью, растворимостью, летучестью и способностью аккумулироваться в окружающей среде. При попадании отходов нефтепродуктов в почву происходят глубокие, зачастую необратимые изменения физических, физико-химических и микробиологических свойств. Кроме того, возможно испарение легких фракций отходов нефтепродуктов с поверхности хранилищ (сажа, оксиды углерода, азота, серы и т. д.).

Хранение отходов производства химических веществ и химических продуктов

При производстве химических веществ и химических продуктов образуются: отходы производства прочих основных неорганических химических веществ, отходы производства фосфорной кислоты, отходы производства карбонатов, отходы производства удобрений, отходы производства хлора, отходы производства порохов, отходы производства синтетического каучука, отходы производства основных органических химических веществ, отходы производства пластмасс и синтетических смол и другие.

Отходы производства химических веществ и химических продуктов размещаются в специализированных хранилищах, в отвалах, на полигонах приповерхностного захоронения, в системах подземного захоронения. Объекты захоронения рассмотрены в соответствующем подразделе справочника НДТ.

Типы объектов хранения отходов, характерные для перечисленных отходов, представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Характеристика специализированных объектов размещения отходов от производства химических веществ и химических продуктов (по данным Государственного реестра объектов размещения отходов от 12.07.2021)

№ пп	Отходы	Преимущественное агрегатное состояние	Конструкция ОРО	Количество ОРО
1	Отходы производства химических веществ и химических продуктов	Твердое	Отвалы	7
		Жидкое, дисперсные системы	Хранилища	67
			Итого	74

Отходы производства химических веществ и химических продуктов имеющие агрегатное состояние и физическую форму твердое размещаются в отвалах. По состоянию на 12.07.2021 учтено 7 отвалов (Забайкальский край, Новгородская область, Ставропольский край, Воронежская область, Московская область, Республика Крым, Волгоградская область). Площадь одного такого отвала по данным инвентаризации объектов размещения отходов составляет в среднем около 320 тыс. м^2, вместимость – до 50 000 тыс. тонн. Введены в эксплуатацию в 1960-1980-х годах.

Отходы производства химических веществ и химических продуктов имеющие агрегатное состояние и физическую форму жидкое, дисперсные системы размещаются в хранилищах. По состоянию на 12.07.2021 учтено 67 хранилищ (Забайкальский край, Самарская область, Республика Татарстан, Оренбургская область, Саратовская область, Республика Башкортостан, Пермский край, Кировская область, Ленинградская область, Новгородская область, Ставропольский край, Томская область, Иркутская область, Кемеровская область, Алтайский край, Челябинская область, Тюменская область, Свердловская область, Тульская область, Смоленская область, Воронежская область, Республика Крым, Волгоградская область, Краснодарский край). Площадь одного хранилища по данным инвентаризации объектов размещения отходов составляет в среднем около 280 тыс. м^2, достигая 4600 тыс. м^2, вместимость – до 50 000

тыс. тонн, при среднем значении 1300 тыс. тонн. Эксплуатируются такие хранилища в основном с 1950-1980-х годов, отдельные хранилища с 2000-х годов.

Воздействие отвалов и хранилищ отходов по производству химических веществ и химических продуктов на окружающую среду (ОС) обусловлено главным образом значительными размерами объектов, агрегатным состоянием и рисками инфильтрации загрязняющих веществ в подземные воды. Опасное воздействие отходов по производству химических веществ и химических продуктов обусловлено разнообразием компонентов отходов, обладающих высокой токсичностью, растворимостью, летучестью и способностью аккумулироваться в окружающей среде.

Хранение отходов металлургических производств

По данным Федеральной службы государственной статистики на сектор металлургических производств приходится 40 млн тонн отходов, что составляет 46 % отходов обрабатывающих производств.

Отходы металлургических производств представлены:

- отходами производства черных металлов (48,2 % отходов металлургических производств);
- отходами производства драгоценных металлов (0,8 %);
- отходами производства цветных металлов, в частотности алюминия, меди, никеля (43,98 %); отходами производства свинца, цинка, олова (0,06 %); отходами литья черных и цветных металлов (2,2 %); отходами обработки черных и цветных металлов (4,12 %); отходами металлов, образующимися при прочих технологических процессах в производстве черных и цветных металлов (1 %).

Типы объектов размещения отходов, характерные для перечисленных отходов, представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Характеристика специализированных объектов размещения отходов металлургических производств (по данным ГРОРО от 12.07.2021)

№ п/п	Отходы	Преимущественное агрегатное состояние	Конструкция ОРО	Количество ОРО
1	Отходы производства черных металлов	Кусковая форма, твердое, пыль	Отвалы	11
		Дисперсная система	Хранилища	44
2	Отходы производства цветных металлов	Дисперсные системы	Хранилища	35
		Твердое, кусковая форма, пыль, прочие формы твердых веществ	Отвалы	16
			Итого	106

Отходы производства черных металлов, имеющие преимущественно агрегатное состояние и физическую форму дисперсные системы, размещаются в объектах размещения отходов типа хранилищ, отходы производства черных металлов, представляющие собой твердые формы и пыль, – в ОРО типа отвалов. Всего в по состоянию на 12.07.2021 согласно данным Государственного реестра объектов размещения отходов в эксплуатации находится 44 хранилища, расположенные в

Приволжском, Северо-Западном, Сибирском, Уральском, Центральном, Южном федеральных округах. Согласно данным инвентаризации объектов размещения отходов хранилища отходов производства черных металлов имеют площади до 13 500 тыс. м^2. Вместимость хранилищ достигает 420 млн тонн. Большая часть объектов введена в эксплуатацию до 2000 года.

Кроме хранилищ, отходы производства черных металлов размещаются в объектах размещения отходов типа отвалов. По состоянию на 12.07.2021 в Государственном реестре объектов размещения отходов зарегистрировано 11 отвалов отходов производства черных металлов в Северо-Западном федеральном округе, Уральском федеральном округе и Сибирском федеральном округе. Площадь отвалов отходов производства черных металлов достигает 2,5 млн м^2, вместимость – 80 млн тонн.

Хранение отходов производства цветных металлов

Отходы производства алюминия преимущественно имеют агрегатное состояния и физическую форму дисперсные системы и размещаются в объектах размещения отходов типа хранилищ.

Всего на 12.07.2021 согласно данным Государственного реестра объектов размещения отходов в эксплуатации находится 18 хранилищ, расположенных в Сибирском, Уральском, Приволжском, Северо-Западном федеральных округах. Согласно данным инвентаризации объектов размещения отходов хранилища отходов производства алюминия имеют площади до 4,5 млн м^2, вместимость – до 58 000 млн тонн.

Кроме хранилищ, отходы производства алюминия размещаются в объектах размещения отходов типа отвалов. По состоянию на 12.07.2021 в Государственном реестре объектов размещения отходов зарегистрировано 2 отвала отходов производства алюминия в Свердловской области. Площадь отвалов отходов производства алюминия составляет от 3 тыс. м^2 до 779 тыс. м^2., вместимость составляет от 27 тыс. тонн до 1,4 млн тонн.

Отходы производства меди преимущественно имеют агрегатное состояние и физическую форму – дисперсные системы, также прочие формы твердых веществ.

Отходы производства меди, имеющие агрегатное состояние и физическую форму дисперсные системы, суспензия, размещаются в объектах размещения отходов типа хранилищ, отходы производства меди, представляющие собой прочие формы твердых веществ, – в объектах размещения отходов типа отвалов.

Данные отходы преимущественно размещаются в хранилищах. Всего по состоянию на 12.07.2021 в Государственном реестре объектов размещения отходов зарегистрировано 7 хранилищ, расположенных в Челябинской и Свердловской областях.

Согласно данным инвентаризации объектов размещения отходов хранилища отходов производства меди (кроме отвалов) имеют площади до 1,3 млн м^2. Вместимость хранилищ достигает 41 млн тонн. Хранилища введены в эксплуатацию в период с 1960 по 1983 год.

Кроме хранилищ, отходы производства меди размещаются в объектах размещения отходов типа отвалов. По состоянию на 12.07.2021 в Государственном

реестре объектов размещения отходов зарегистрировано 5 отвалов отходов производства меди в Свердловской и Оренбургской областях. Площадь отвала отходов производства меди составляет от 353 тыс. м^2 до 495 тыс. м^2, вместимость составляет от 17,2 млн тонн до 42 млн тонн.

Согласно данным в Государственном реестре объектов размещения отходов по состоянию на 12.07.2021 зарегистрированы 9 отвалов и 8 хранилищ о**тходов производства прочих цветных металлов** (никеля, свинца, цинка, олова и др.), расположенных в Северо-Западном, Северо-Кавказском, Сибирском, Уральском, Центральном федеральных округах, а также – 2 хранилища **отходов производства драгоценных металлов**, расположенных в Хабаровском крае и в Красноярском краях.

Хранение отходов производства электроэнергии и пара

По данным федерального статистического наблюдения за последние десять лет на сектор производства электроэнергии и пара приходится 2% ежегодно образуемых отходов (за вычетом массы пород от проходки открытых и подземных горных выработок), что составляет в среднем 20 млн тонн. Согласно статистическим данным отходы производства электроэнергии и пара направляются на объекты размещения отходов в полном объеме.

Отходы производства электроэнергии и пара представляют собой твердые, твердые сыпучие, дисперсные отходы IV и V классов опасности. Это золы, шлаки, золошлаковые смеси, а также отходы, образованные в результате зачистки оборудования, подготовки воды для технологических нужд.

Золы и шлаки размещаются в отвалах и хранилищах. По состоянию на 12.07.2021 учтен 181 отвал зол и шлаков отходов производства электроэнергии и пара, расположенный в Дальневосточном, Приволжском, Северо-Западном, Сибирском, Уральском, Центральном, Южном федеральных округах. Площадь таких отвалов по данным инвентаризации объектов размещения отходов достигает 330 млн м^2, вместимость – 342 млн тонн.

Отходы золошлаковых смесей при гидроудалении золы-уноса и топливных шлаков размещаются в хранилищах, представляющих собой специализированные гидротехнические сооружения. По состоянию на 12.07.2021 учтено 114 таких объектов размещения отходов, расположенных на территории всех федеральных округов Российской Федерации. Их площадь достигает 6 млн м^2, вместимость – 2 млн тонн.

Захоронение отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов

Захоронение на полигонах приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов

По состоянию на 12.07.2021 в Государственном реестре объектов размещения отходов учтено 203 полигона приповерхностного захоронения отходов производства и потребления (кроме твердых коммунальных отходов), расположенных на территории всех субъектов Российской Федерации. Из них 30 полигонов эксплуатируются предприятиями, специализирующимися на обращении с отходами.

Территориальное распределение объектов захоронения твердых коммунальных отходов представлено в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Распределение полигонов захоронения отходов производства и потребления (кроме твердых коммунальных отходов) по федеральным округам

№ п/п	Федеральный округ	Количество полигонов
1	Центральный	19
2	Северо-Западный	23
3	Южный	10
4	Северо-Кавказский	2
5	Приволжский	34
6	Уральский	46
7	Сибирский	24
8	Дальневосточный	15
	Итого	203

Отходы добывающих, обрабатывающих и иных производств размещаются на специализированных полигонах на территории 55 субъектов Российской Федерации. Согласно данным инвентаризации объектов размещения отходов полигона приповерхностного захоронения отходов производства и потребления (кроме твердых коммунальных отходов) имеют площади до 2,1 млн м^2. Вместимость полигонов достигает до 39 млн тонн. Полигоны введены в эксплуатацию в период с 1942 по 2017 год.

Из них захоронение отходов добычи сырой нефти и природного газа осуществляется на 33 полигонах, расположенных в Ханты-Мансийском автономном округе, Ямало-Ненецком автономном округе, Ненецком автономном округе, Республике Коми, Республике Саха (Якутия), Красноярском крае. На полигонах приповерхностного захоронения отходов от добычи сырой нефти и природного газа захораниваются различные отходы от зачистки оборудования, нефтезагрязненные грунты, изделия и материалы, утратившие потребительские свойства, загрязненные нефтепродуктами, прочие отходы потребления, образующиеся на объектах по добыче нефти и газа, кроме твердых коммунальных отходов. По данным инвентаризации площадь полигонов приповерхностного захоронения отходов от добычи нефти и газа составляет в среднем 106 тыс. м^2, достигая 390 тыс. м^2. Вместимость одного полигона в среднем составляет около 38 тыс. тонн, достигая 160 тыс. тонн. Наиболее длительно эксплуатируемые полигоны введены в эксплуатацию в 1990-х годах.

Захоронение в системах подземного захоронения жидких и разжиженных отходов

Согласно данным Государственного реестра объектов размещения отходов по состоянию на 12.07.2021 захоронение жидких и разжиженных отходов в системах подземного захоронения в пласт-коллектор осуществляется на 12 объектах.

9 систем закачки используются для захоронения жидких и разжиженных отходов от бурения скважин при добыче сырой нефти и природного газа (буровые шламы,

буровые растворы, предварительно подготавливаемые к закачке в недра), расположенные в Сахалинской области и Ханты-Мансийском автономном округе.

3 системы закачки используются для захоронения жидких и разжиженных отходов обрабатывающих производств в Архангельской области, Волгоградской области, Иркутской области.

Захоронение твердых коммунальных отходов

Согласно статистическим данным, представленным в государственном докладе за 2020 год, в период с 2010 по 2020 год ежегодно вывозится от 235 до 336 млн $м^3$ твердых коммунальных отходов.

По состоянию на 12.07.2021 в Государственном реестре объектов размещения отходов учтено 1 142 объекта захоронения твердых коммунальных отходов, расположенных во всех субъектах Российской Федерации.

Территориальное распределение объектов захоронения твердых коммунальных отходов представлено в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Распределение объектов захоронения твердых коммунальных отходов по федеральным округам

№ п/п	Федеральный округ	Количество объектов захоронения твердых коммунальных отходов
1	Центральный	226
2	Северо-Западный	161
3	Южный	62
4	Северо-Кавказский	26
5	Приволжский	250
6	Уральский	145
7	Сибирский	171
8	Дальневосточный	101
	Итого	1 142

Согласно данным инвентаризации объекты захоронения твердых коммунальных отходов имеют площади в среднем около 1 600 тыс. $м^2$, достигая 1,5 млрд. $м^2$. Вместимость объектов захоронения твердых коммунальных отходов в среднем составляет 1 100 тыс. тонн и достигает 72 млн тонн.

Действующие объекты захоронения твердых коммунальных отходов, согласно данным инвентаризации, введены в эксплуатацию: в период с 1946 по 1980 год 12% объектов, в период с 1981 по 2000 год 30 % объектов, в период с 2001 по 2019 год 58 % объектов.

1.2 Экологические аспекты размещения отходов производства и потребления

Размещение отходов осуществляется на объектах, которые являются природоохранными сооружениями, обеспечивающими снижение или предотвращение воздействия размещенных отходов на окружающую среду.

Под экологическими аспектами размещения отходов, в соответствии с определением, данным ГОСТ Р ИСО 14001-2016 Системы экологического менеджмента [23], следует понимать элементы деятельности по размещению отходов и ее результата, которые могут взаимодействовать с окружающей средой.

К основным экологическим аспектам при размещении отходов производства и потребления могут относиться:

- изъятие земельных ресурсов или участков недр под строительство объектов размещения отходов;
- обращение с веществами, опасными для окружающей среды;
- поступление загрязняющих веществ в геологическую среду: подземные водные объекты, горные породы, почвы;
- поступление загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты и на близлежащие территории;
- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- опосредованное воздействие на растительный и животный мир;
- пожароопасность (для отходов, обладающих пожароопасными свойствами, или выделяющими пожароопасные вещества при хранении);
- биологическое загрязнение окружающей среды (при размещении биоразлагаемых отходов, в том числе отходов пищевых продуктов в составе твердых коммунальных отходов, отходов производства пищевой продукции).

В постэксплуатационный период объектов размещения отходов к основным экологическим аспектам могут относиться: воздействие на атмосферный воздух, воздействие на подземные и поверхностные водные объекты.

1.3 Основные способы решения проблем взаимодействия объектов размещения отходов и окружающей среды

Среди экологических аспектов при размещении отходов могут быть выделены значимые экологические аспекты, оказывающие значительное воздействие на окружающую среду, которыми можно управлять. К значимым экологическим аспектам, которыми можно управлять, могут быть отнесены:

- поступление загрязняющих веществ в подземные и поверхностные водные объекты, геологическую среду, почвы;
- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- образование загрязненных сточных вод (фильтрационных, дренажных, ливневых);
- обращение с веществами, опасными для окружающей среды;
- изъятие земельных ресурсов или участков недр под строительство объектов размещения отходов;

- пожароопасность (для отходов, обладающих пожароопасными свойствами, или выделяющими пожароопасные вещества при хранении);

- биологическое загрязнение окружающей среды (при размещении биоразлагаемых отходов, в том числе отходов пищевых продуктов в составе твердых коммунальных отходов, отходов производства пищевой продукции).

Экологически безопасное размещение отходов, учитывающее управление значимыми экологическими аспектами, обеспечивается комплексом систем обустройств объектов размещения отходов, технологиями эксплуатации и закрытия объектов размещения отходов.

Меры, направленные на предотвращение поступления загрязняющих веществ в подземные и поверхностные водные объекты, недра, почвы (обустройство объектов размещения отходов), применяются на всех этапах жизненного цикла объектов размещения отходов: проектирование и строительство, эксплуатация, вывод из эксплуатации.

Системы обустройства, препятствующие загрязнению подземных и поверхностных водных объектов, недр и почв, включают:

- противофильтрационный экран природного происхождения (естественная защита);

- противофильтрационные устройства (противофильтрационные экраны, противофильтрационные завесы и др.) для предотвращения миграции загрязняющих веществ из объектов размещения отходов с фильтрационными водами;

- дренажные системы, предназначенные как для организованного отвода фильтрационных вод из массива размещаемых отходов, так и для отвода поверхностного и подземного стока с прилегающей к объекту размещения отходов территории, с целью предупреждения его загрязнения;

- обвалование объекта размещения отходов для предотвращения поступления загрязняющих веществ с фильтрационными и ливневыми водами на территорию, прилегающую к объекту размещения отходов;

- плотины и дамбы для объектов размещения отходов, представляющих собой гидротехнические сооружения, для предотвращения разлива отходов и загрязнения окружающей среды.

На этапе эксплуатации объектов размещения отходов с целью предотвращения попадания загрязняющих веществ в подземные и поверхностные водные объекты, недра и почвы осуществляются мероприятия:

- использование временных укрывных материалов, навесов для снижения количества атмосферных осадков, поступающих в объекты размещения отходов;

- послойное уплотнение размещаемых отходов для снижения фильтрационных свойств отходов и уменьшения объемов фильтрационных вод;

- обращение с фильтрационными водами, заключающееся в их отводе с помощью дренажных систем, сборе, очистке с последующим сбросом или использованием;

- использование сезоннодействующих-охлаждающих устройств для сокращения времени промерзания отходов, захораниваемых в искусственных полостях в многолетнемерзлых породах.

Меры, направленные на предотвращение поступления загрязняющих веществ в подземные и поверхностные водные объекты, горные породы, почвы на этапе вывода объектов размещения отходов из эксплуатации, заключаются в:

- изоляции отходов для предотвращения образования фильтрационных вод;
- консервации скважин, используемых при эксплуатации объектов размещения отходов для закачки отходов или заполнения подземных искусственных полостей, в том числе подземных резервуаров, создаваемых в многолетнемерзлых породах, для предупреждения вертикальных перетоков, закачанных отходов в вышележащие водоносные горизонты.

Для предотвращения и минимизации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на этапе эксплуатации объектов размещения отходов и после вывода его из эксплуатации применяются следующие способы обращения с выбросами в атмосферу:

- подготовка отходов к размещению, направленная на стабилизацию свойств отходов;
- сбор газа, образующегося в теле объектов размещения отходов и его рассеивание в атмосфере;
- сбор газа, образующегося в теле объектов размещения отходов, и его сжигание (с использованием открытых/закрытых факельных систем или специализированных установок термического обезвреживания);
- сбор газа, образующегося в теле объектов размещения отходов, и его использование (на энергетической установке);
- сбор газа, образующегося в теле объектов размещения отходов, и его биофильтрация;
- применение методов пылеподавления;
- применение других мер против пыления и испарения с поверхности размещенных отходов загрязняющих веществ.

Меры, направленные на безопасное размещение отходов, содержащих вещества, опасные для окружающей среды, включают:

- сооружение систем обустройства объектов размещения отходов, обеспечивающих изоляцию отходов и препятствующих загрязнению окружающей среды (см. выше);
- подготовку отходов к размещению.

Способы подготовки отходов к размещению определяются их составом, классом опасности, наличием опасных свойств, агрегатным состоянием и физической формой. В зависимости от указанных параметров могут применяться следующие способы подготовки отходов:

- сортировка отходов, содержащих полезные компоненты, обеспечивает ресурсосбережение и снижение количества размещаемых отходов;
- предварительное обезвреживание/химическая обработка отходов, обеспечивающая минимизацию негативного воздействия при эксплуатации объектов размещения отходов;
- обезвоживание отходов для минимизации образования фильтрационных вод;

- отстаивание и фильтрация жидких отходов перед их глубинной закачкой для их совместимости с водами и породами пласта-коллектора, предотвращения кольматации призабойной зоны и сохранения приемистости пласта;

- измельчение, разжижение, реагентная обработка для придания отходам необходимых реологических свойств отходов с целью захоронения полученной пульпы в пласте-коллекторе или искусственной полости, в том числе подземных резервуарах в многолетнемерзлых породах;

- брикетирование, комкование отходов, обеспечивающее снижение негативного воздействия отходов на окружающую среду;

- затаривание отходов, обеспечивающее минимизацию миграции загрязняющих веществ в окружающую среду.

Меры, направленные на снижение площадей земельных ресурсов и участков недр, изымаемых под размещение отходов:

- использование для строительства объектов размещения отходов нарушенных земель, обеспечивающее повторное использование нарушенных земель и сохранение земельных ресурсов, пригодных для других целей;

- применение высотной схемы складирования, увеличение коэффициента уплотнения при размещении отходов, позволяющей увеличивать вместимость объекта;

- извлечение из отходов вторичных материальных или энергетических ресурсов, что способствует снижению объема размещаемых отходов, увеличению срока эксплуатации объектов размещения отходов и тем самым сохранению земельных ресурсов.

Меры, направленные на безопасное размещение отходов, обладающих пожароопасными свойствами или выделяющих пожароопасные вещества при хранении:

- предварительная обработка отходов, содержащих в повышенном количестве горючие компоненты (нефтесодержащие и др.);

- поддержание отходов в увлажненном состоянии для снижения вероятности самовозгорания;

- ограничение контакта отходов с факторами, провоцирующими возгорание;

- обеспечение на объектах размещения отходов запаса воды, песка для тушения пожара;

- обеспечение использования инертных изолирующих материалов для пересыпки слоев отходов, размещаемых в объектах размещения отходов.

Меры, направленные на предотвращение биологического загрязнения окружающей среды *при размещении твердых коммунальных отходов*:

- извлечение при сортировке отходов органической фракции, например, для ее компостирования и для снижения или предотвращения биологического загрязнения окружающей среды;

- промежуточная изоляция отходов для ограничения распространения биологического загрязнения птицами, насекомыми, грызунами;

- дезинфекция колес транспортных средств на выезде с объекта размещения отходов для предотвращения биологического загрязнения прилегающих территорий.

С целью контроля управления экологическими аспектами при размещении отходов и для своевременного принятия предупреждающих и корректирующих действий

по устранению несоответствий в обустройстве, эксплуатации, выводе из эксплуатации объектов размещения отходов проводятся мероприятия:

- производственный экологический контроль для оценки сохранности систем обустройства объектов размещения отходов и правильности выполнения технологии размещения отходов с учетом их состава, класса опасности и наличия опасных свойств;

- мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду; мониторинг в соответствии с приказом Минприроды России от 8 декабря 2020 года № 1030 осуществляется в целях предотвращения, уменьшения и ликвидации негативных изменений качества окружающей среды (ОС) [24].

Технологии, методы, способы, применяемые на этапах обустройства, эксплуатации и вывода из эксплуатации объектов размещения отходов в Российской Федерации, подробно рассмотрены в разделе 2 справочника НДТ.

Раздел 2 Описание технологий, используемых при размещении отходов в Российской Федерации

В разделе 2 справочника НДТ описаны технологии размещения отходов производства и потребления, используемые в настоящее время в Российской Федерации.

Раздел подготовлен на основе информации, полученной в результате обработки сведений из открытых информационных источников, сведений, полученных при консультации с экспертами, и сведений, предоставленных в результате анкетирования организациями, разрабатывающими технологии и оборудование для размещения отходов, и организациями, осуществляющими деятельность по размещению отходов в Российской Федерации.

2.1 Краткое описание технологического процесса размещения отходов

В справочнике НДТ размещение (хранение и захоронение) отходов рассматривается в соответствии с основными жизненными циклами ОРО:

- обустройство ОРО на этапе его проектирования и строительства;
- эксплуатация ОРО, включающая технологические операции: доставка отходов на ОРО; подготовка отходов к размещению; размещение отходов; обращение с фильтрационными, дренажными, талыми, дождевыми водами; обращение с выбросами в атмосферу;
- закрытие/консервация ОРО или его ликвидация.

Общая схема жизненного цикла ОРО представлена на рисунке 2.1.

После окончания эксплуатации объекта размещения отходов проводится контроль за состоянием ОРО и его воздействием на окружающую среду, а также выполняются работы по восстановлению нарушенных земель.



Рисунок 2.1 – Общая схема жизненного цикла ОРО

2.2 Технологии, используемые при размещении отходов

Основные технологии обустройства, эксплуатации и закрытия, применяемые на различных видах ОРО в Российской Федерации, представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные технологии обустройства, эксплуатации, закрытия ОРО, применяемые в Российской Федерации

Виды ОРО	Основные технологии, применяемые при обустройстве, эксплуатации и закрытии ОРО						
	Обустройство (проектирование и строительство)	Эксплуатация					Закрытие (рекультивация, консервация, ликвидация)
		Доставка отходов на ОРО	Подготовка отходов к размещению	Размещение	Обращение с фильтрационными, дренажными, ливневыми водами	Обращение с выбросами в атмосферу	
I. Объекты хранения отходов добычи и обогащения природных ресурсов							
- отвалы отходов добычи полезных ископаемых	ПФЭ ДС О	ТА ТГ ТК	Раз Сг	РН РГ	Отв	н/д	н/д
- отвалы отходов обогащения полезных ископаемых	ПФЭ ДС О	ТА ТГ ТК	Раз Сг Обв	РН РГ	н/д	н/д	н/д
- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов	ПФЭ ПФЗ ДС Д	ТА ТГ ТК	Обр Раз Сг	РГ РН	Отв Исп Оч	н/д	ПИ БК
II. Объекты хранения отходов, образующихся в обрабатывающих производствах и и производствах электроэнергии и пара							
- отвалы отходов обрабатывающих производств	ПФЭ О ДС	ТА ТГ ТК	Раз Сг	РН РГ	Исп Оч	н/д	н/д
- отвалы отходов производства электроэнергии и пара	ПФЭ ДС О	ТА ТГ ТК	Раз Сг	РН ГН	н/д	н/д	н/д
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов	ПФЭ ПФЗ ДС Д	ТА ТГ	Отс РФ Раз Сг	РГ РН	Отв Рц Исп Оч	н/д	н/д

Продолжение таблицы 2.1

Виды ОРО	Основные технологии, применяемые при обустройстве, эксплуатации и закрытии ОРО						
	Обустройство (проектирование и строительство)	Эксплуатация					Закрытие (рекультивация, консервация, ликвидация)
		Доставка отходов на ОРО	Подготовка отходов к размещению	Размещение	Обращение с фильтрационными, дренажными, ливневыми водами	Обращение с выбросами в атмосферу	
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов	ПФЭ ПФЗ ДС Д	ТГ	Отс Раз Раз Сг	РГ	Отв Исп	н/д	н/д
III. Объекты захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов							
- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов	ЖБ ПФЭ ПФЗ ДС О	ТА ТР	Зат Обв Обр	РН РТар	Отв Рц Исп Оч	Пред	КЖБ ПИ БК
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов							
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов, при захоронении в пласт-коллектор	НС СПС	ТА ТГ	Изм Отс РО УС Ф Раз	НПл	н/д	н/д	КНС ЛПС
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов, при захоронении в подземный резервуар	СПР	ТА ТГ	Раз	ЗГ НПол	Отв	н/д	ПИ БК

Продолжение таблицы 2.1

Виды ОРО	Основные технологии, применяемые при обустройстве, эксплуатации и закрытии ОРО						
	Обустройство (проектирование и строительство)	Эксплуатация					Закрытие (рекультивация, консервация, ликвидация)
		Доставка отходов на ОРО	Подготовка отходов к размещению	Размещение	Обращение с фильтрационными, дренажными, ливневыми водами	Обращение с выбросами в атмосферу	
- системы подземного захоронения твердых и отвержденных отходов	Г	ТГ ТК ТР ТА	Обр Обв От Пр Зат Раз	ЗГ ЗС	н/д	Пред	н/д
IV. Объекты захоронения твердых коммунальных отходов							
- объекты захоронения твердых коммунальных отходов	ПФЭ ДС О СОБ ССБ	ТА	РСб СР СА Изм Пр Бр ТО БО	РН РБр	Отв Рц Исп Оч	Отв Рас Исп	ПИ БК

Окончание таблицы 2.1

Условные обозначения:

Обустройство

Г – герметизация контактной зоны с подземными водами, **Д** – дамбы, **ДС** – дренажные системы, **ЖБ** – железобетонные бункеры, **НС** – нагнетательные скважины, **О** – обваловка, **ПФЗ** – противофильтрационная завеса, **СПР** – скважинный подземный резервуар; **ПФЭ** – противофильтрационный экран, **СОБ** – системы отвода биогаза, **ССБ** – система сбора биогаза, **СПС** – специальная поглощающая скважина.

Эксплуатация

Способ доставки отходов на ОРО: **ТА** – транспорт автомобильный, **ТГ** – транспорт гидравлический, **ТК** – транспорт конвейерный, **ТР** – транспорт рельсовый.

Подготовка отходов к размещению: **БО** – биологическая обработка, **Бр** – брикетирование, **Зат** – затаривание, **Изм** – измельчение, **Обв** – обезвоживание, **Обр** – обезвреживание, **От** – отверждение, **Отс** – отстаивание, **Пр** – прессование, **Раз** – разжижение, **РО** – реагентная обработка, **РСб** – раздельный сбор, **РФ** – разделение на фракции; **СА** – сортировка автоматическая, **Сг** – сгущение, **СР** – сортировка ручная, **ТО** – термическая обработка, **УС** – усреднение состава, **Ф** – фильтрация.

Размещение: **ЗГ** – размещение закладкой гидравлической, **ЗС** – размещение закладкой сухой, **НПл** – размещение нагнетанием в пласт-коллектор, **НПол** – размещение нагнетанием в полость, **РБр** – размещение в брикетах, **РГ** – размещение гидронамывом, **РН** – размещение навалом (насыпью), **РТар** – размещение в таре.

Обращение с фильтрационными, дренажными, ливневыми водами: **Исп** – использование, **Отв** – отвод, **Оч** – очистка, **Рц** – рециркуляция.

Обращение с выбросами в атмосферу: **Исп** – использование, **Отв** – отвод, **Пред** – предотвращение, **Рас** – рассеивание.

Закрытие

КНС – консервация нагнетательных скважин, **КЖБ –** консервация железобетонных бункеров, **ПИ** – покрытие изоляционное, **БК** – биологический этап консервации, **ЛПС** – ликвидация поглощающей скважины.

н/д – недостаточно данных.

2.2.1 Технологии, применяемые для обустройства объектов размещения отходов

Противофильтрационные устройства

Противофильтрационные устройства ОРО предназначены для предотвращения негативного воздействия размещаемых отходов на подземные воды и недра путем предотвращения прямого контакта отходов и подземных вод и исключения фильтрации жидкой фазы из ОРО вместе с растворенными в ней токсичными веществами.

Противофильтрационные устройства выполняются из материалов, инертных и устойчивых к:

- воздействию веществ, входящих в состав отходов;
- физическим воздействиям (перепадам влажности и температуры);
- механическим воздействиям (деформациям) [25].

Противофильтрационные устройства проектируются и сооружаются с учетом всего срока эксплуатации и постэксплуатационного обслуживания ОРО.

Различают два основных типа противофильтрационных устройств – противофильтрационные экраны и противофильтрационные завесы. В качестве дополнительных противофильтрационных устройств, имеющих ограниченное применение, выделяются железобетонные бункеры и герметизация контактной зоны с подземными водами.

Противофильтрационные экраны

Типы противофильтрационных экранов (далее – ПФЭ):

- противофильтрационные экраны из природных материалов;
- противофильтрационные экраны из искусственных материалов;
- комплексные противофильтрационные экраны из природных и искусственных материалов.

ПФЭ из природных материалов могут быть естественными, когда в основании участка, используемого под обустройство ОРО, залегают глинистые грунты с коэффициентом фильтрации, предусмотренным нормативными документами, и искусственными, сооружаемыми из глинистых грунтов.

Естественный ПФЭ, обеспечивающий нормативный коэффициент фильтрации не более 10^{-7} м/с (0,0086 м/сут.) и мощностью не менее 1 м, не требует специальных мероприятий, оборудования и средств для реализации. Поэтому основными достоинствами естественного ПФЭ являются ресурсо- и энергосбережение, снижение капитальных затрат на строительство ОРО.

При этом глинистые грунты, слагающие геологический барьер уплотняют для обеспечения беспрепятственного проезда техники в период строительства.

Основным ограничением использования естественных ПФЭ, соответствующих нормативным требованиям, является их весьма ограниченное распространение.

ПФЭ, сооружаемые из глинистых грунтов, имеют низкую стоимость. Для устройства ПФЭ из природных материалов необходимо наличие вблизи обустраиваемого участка глинистых грунтов.

Сооружение ПФЭ из природных материалов включает в себя укладку глинистого грунта слоями, не менее чем в два слоя (минимальная толщина одного слоя – 0,25 м), и

его послойного уплотнения с использованием специализированной техники (рисунок 2.2). Степень необходимого уплотнения определяется на основании предварительно проведенных лабораторных исследований.

Толщина глинистого экрана составляет не менее 0,5 м. Коэффициент фильтрации не более 10^{-7} м/с (0,0086 м/сут.). Обеспечивается сохранение противофильтрационных свойств экрана на всем протяжении.



Рисунок 2.2 – Уплотнение глиняного экрана [26]

Для уплотнения глинистых грунтов применяются:

1. Укатка. Грунты уплотняют укаткой катками на пневмоколесном ходу и кулачковыми катками, а также транспортными и землеройно-транспортными машинами. Катками с гладкими вальцами укатывают грунты, главным образом на завершающей стадии уплотнения верхнего слоя. Катками на пневмоколесном ходу могут быть уплотнены все виды грунтов. Кулачковые катки применяют для уплотнения глинистых грунтов с примесью щебня и гравия, а также комковатых грунтов. Кулачковые катки не используются для уплотнения сланцевых глин и сильно увлажненных глинистых грунтов.

2. Трамбование. Трамбующие машины обеспечивают эффективное уплотнение, в том числе с включениями крупнообломочных грунтов, а также сухих комковатых глин. При трамбовании уклон поверхности уплотняемого слоя грунта не должен превышать в поперечном направлении 9 % и в продольном 18 %.

Глинистые грунты малочувствительны к механическим воздействиям, но крайне чувствительны к колебаниям влажности. При низкой влажности в них формируются трещины усыхания [25]. Нарушение сплошности глинистого экрана возможно также в результате неотектонических движений [27].

Проницаемость ПФЭ из глинистых материалов на практике не достигает нуля. Проницаемость ПФЭ из глинистых материалов снижают путем уменьшения на него гидравлической нагрузки. Для этого соблюдаются два основных принципа: коэффициент проницаемости должен быть как можно более низким, гидравлическая нагрузка на экран должна быть минимальной для уменьшения давления.

Для снижения проницаемости ПФЭ из глинистых материалов сооружают двухслойные экраны, где между двумя слоями глины устраивается дренажный слой из песка, а поступившая в дренажный слой вода отводится с помощью дренажной системы.

Снижение проницаемости происходит за счет снижения напора жидкости, действующей на нижний слой, равного высоте жидкости в дренажном слое [14].

К основным недостаткам ПФЭ из глинистых грунтов относятся:

- образование трещин усыхания при низкой влажности;
- постепенное увеличение коэффициента фильтрации вследствие ухудшения коэффициента уплотнения от воздействия сезонных и суточных циклов замораживания-оттаивания;
- подверженность размыванию при высокой влажности;
- неустойчивость к неотектоническим движениям земной коры;
- химическая деградация под воздействием агрессивных фильтрационных вод;
- меньший объем складирования отходов, в сравнении с ПФЭ из искусственных материалов, в связи с большой толщиной ПФЭ (до 1 м и более) (рисунок 2.3).



А Б

Рисунок 2.3 – Устройство ПФЭ из глинистых материалов (А) и из бентонитовых матов (Б) [28]

В качестве разновидности грунтового ПФЭ используется грунтобитумный ПФЭ. Он используется обычно как основание для других типов экранов и представляет собой минеральный естественный грунт, обработанный на глубину 10–15 см жидким битумом или нефтью с добавлением цемента и уплотненный гладкими катками. В случае супесчаных или суглинистых грунтов перед розливом нефти или битума вносятся активные добавки – цемент или известь. Перед внесением добавок грунт протравливается гербицидами на глубину до 20 см [29].

Для ПФЭ из природных материалов как естественных, так и специально сооружаемых, характерны такие экологические преимущества, как: высокая устойчивость к механическим и химическим воздействиям; высокая эффективность предотвращения просачивания фильтрационных вод в подземные воды; способность к физико-химической сорбции загрязнителей; способность к «самозалечиванию» дефектов (трещин и т. п.).

ПФЭ из природных материалов имеют низкую стоимость материалов при их наличии на объекте размещения отходов, что существенно уменьшает капитальные затраты на сооружение экрана; долговечность экрана – уменьшается срок окупаемости технологии вследствие снижения амортизационных затрат на ее внедрение. Возможность применения ПФЭ из природных материалов в условиях сильно промерзающих грунтов требует специального обоснования (из-за риска возникновения морозобойных трещин, трещин в результате циклов интенсивного промерзания – оттаивания).

Также необходимо специальное обоснование при применении технологии в условиях засушливого или очень влажного климата (из-за риска возникновения трещин в результате циклов набухания – усадки, переувлажнения – высушивания).

Основным ограничением применения ПФЭ из природных материалов является необходимость наличия достаточных объемов местных природных глинистых материалов с необходимыми характеристиками. В случае отсутствия местных глинистых материалов необходимо использование привозных материалов, что резко увеличивает затраты на сооружение противофильтрационного экрана (ввиду необходимости больших объемов глин).

Период строительства ПФЭ из природных материалов оценивается как среднесрочный (до 6 месяцев).При устройстве глинистых ПФЭ для используемых грунтов устанавливаются:

а) основные характеристики, предусмотренные СП 39.13330.2012 по проектированию плотин из грунтовых материалов [79];

б) состав и содержание солей, растворимых в жидкой фазе отходов;

в) зависимость набухания (при действии жидкой фазы отходов и воды) от плотности сухого грунта и приложенной нагрузки;

г) данные об изменении коэффициента фильтрации во времени, полученные за период времени от начала фильтрации жидкой фазы до стабилизации процесса.

ПФЭ из искусственных материалов различают следующих видов:

- ПФЭ из бетонных материалов;
- ПФЭ из асфальтовых материалов;
- ПФЭ из геосинтетических материалов (полимерных геомембран, бентонитовых матов).

ПФЭ из бетонных материалов различают железобетонные, бетонопленочные, полимербетонные.

ПФЭ из материалов на основе бетона имеют сравнительно высокий коэффициент фильтрации и слабую трещиностойкость.

В связи с фильтрационными и прочностными особенностями бетонных и железобетонных ПФЭ толщина монолитных или сборных железобетонных плит принимается на практике не менее 10–15 см.

Снижение коэффициента фильтрации до нормативных значений достигают путем торкретирования или силикатизации, что является дорогостоящим процессом.

Бетонные ПФЭ применяются редко и используются в основном в небольших емкостных сооружениях.

Для ПФЭ для ПФЭ из комбинации природных и искусственных материалов на основе бетона характерны такие экологические преимущества, как:: низкая водопроницаемость (kф $<1x10^{-9}$ м/с); химическая стойкость; устойчивость к старению; сохранение сплошности при неравномерных осадках (до 0,5 м на длине 10 м).

ПФЭ на основе бетона: целесообразно использовать при неблагоприятных климатических условиях для укладки других ПФЭ; в сейсмических районах; в местностях с морским умеренно-континентальным климатом.

Период строительства ПФЭ из бетонных материалов оценивается как среднесрочный (до 6 месяцев).

ПФЭ из асфальтовых материалов **различают асфальтобетонные, асфальтополимербетонные**

Противофильтрационные устройства из асфальтовых материалов имеют низкую водопроницаемость, стойки к старению и сохраняют сплошность при неравномерных осадках.

Применение ПФЭ из асфальтовых материалов целесообразно: при отсутствии на месте строительства глинистых грунтов, пригодных для сооружения ПФЭ; при неблагоприятных для укладки глинистых экранов климатических условиях; в сейсмических районах; в местностях с морским умеренно-континентальным климатом.

ПФЭ, выполняемые из гидротехнического мелкозернистого асфальтобетона, укладываются обычно по слою грунта, пропитанного битумом, толщиной 4–6 см, после чего поверхность асфальтобетона покрывается слоем жидкого битума с последующей посыпкой слоем песка толщиной 0,5–1 см. На откосах при необходимости устраивается дополнительное крепление.

ПФЭ из асфальтополимербетонных материалов конструктивно схожи с асфальтобетонными ПФЭ. ПФЭ из асфальтополимербетонов выполняются на модифицированном вяжущем, состоящем из битума с добавлением каучука или других полимеров в количестве 10–20 % от массы битума. Это придает асфальтополимербетону повышенную морозостойкость и эластичность, снижает его водопроницаемость.

ПФЭ из асфальтовых материалов имеют следующие недостатки:

- нестойки к воздействию концентрированных кислот, особенно при температуре свыше 40 °С;
- в щелочной среде, особенно при волновом воздействии или воздействии турбулентного потока, возможно эмульгирование битума;
- в тонком слое нефтяные битумы быстро стареют, особенно при воздействии ультрафиолетовых лучей и повышенной температуры;
- хрупки на морозе.

Асфальтобетонные ПФЭ экономически весьма эффективны при комплексной механизации производственного процесса; с помощью обычных дорожных асфальтобетонных заводов, асфальтоукладчиков и статических или вибрационных катков.

ПФЭ из асфальтовых материалов рекомендуется использовать только в случае, если фильтрационные воды не агрессивны по отношению к этим материалам.

Период строительства ПФЭ из асфальтовых материалов оценивается как среднесрочный (до 6 месяцев).

ПФЭ из геосинтетических материалов (полимерных геомембран, бентонитовых матов, полимернобитумных геомембран) практически полностью исключают фильтрацию жидкой фазы из ОРО.

Геосинтетические материалы делятся на 4 класса, каждый из которых может быть использован при строительстве ПФЭ:

- геотекстили;
- георешетки и геосетки;
- геомембраны;
- геокомпозиты.

По конструкции ПФЭ из геосинтетических материалов (полимерных геомембран, бентонитовых матов) могут быть однослойные и двухслойные. Однослойный ПФЭ из полимерных геомембран состоит из пленочного элемента, укладываемого на подстилающий и защитный слои, двухслойный экран состоит из двух пленочных элементов, разделенных дренажным слоем из песка, подстилающего и защитного слоев.

ПФЭ из геосинтетических материалов (полимерных геомембран, бентонитовых матов) целесообразно применять: при отсутствии достаточного количества грунтов, пригодных для строительства экрана; при наличии неблагоприятных погодных условий, затрудняющих укладку грунтового экрана; в сейсмических районах, где другие виды противофильтрационных устройств могут быть ненадежными.

Геосинтетические материалы, применяемые при строительстве ПФЭ, обладают высокими прочностными характеристиками, устойчивы к гниению и воздействию любых химических веществ и микроорганизмов, характерных для грунтов, подземных и фильтрационных вод. Геосинтетические материалы легко монтируются и долговечны (100–150 лет).

ПФЭ из геосинтетических материалов применяются при строительстве ОРО в различных регионах Российской Федерации.

Противофильтрационный экран из комбинации природных или искусственных материалов, в конструкции которого в качестве гидроизолирующего слоя используется геомембрана из полиэтилена высокой плотности (HDPE) или низкой плотности (LDPE), монтируется из отдельных полотнищ геомембраны путем их сварки (склейки). Осуществляется контроль качества сварного шва.

Перед укладкой геомембраны формируется подстилающий слой, или слой выравнивающего грунта, обустройство которого позволяет исключить риск повреждения геомембраны путем ее растяжения, разрыва или прокола. В качестве подстилающего слоя используется обычно слой грунта толщиной от 0,2 до 0,3 м с крупностью частиц не более 0,5 мм**.** Подготовленная поверхность подстилающего слоя должна быть гладкой и очищенной от мусора, корней и острых камней, органики и другого материала, который может повредить полотнище. Образование трещин по ширине или глубине, появление признаков набухания или вспучивания грунта не допускается, такие дефекты устраняются.

После укладки геомембраны из полиэтилена создается защитный слой, предохраняющий геомембрану от механических воздействий. В качестве защитного слоя используются слой геотекстиля с плотностью не менее 700 г/м^2 и слой мелкого (с частицами не крупнее 0,5 мм) уплотненного песка толщиной не менее 0,15 м (значение плотности зависит от фракционного состава защитного слоя и наличия камней в вышележащем дренажном слое).

Поверх защитного слоя создается дренажный слой, обеспечивающий сток и отведение фильтрационных вод. Для предотвращения заиливания дренажного слоя поверх него при необходимости укладывается дополнительный защитный слой из геотекстиля.

Типовые операции технологического процесса по устройству ПФЭ из

геосинтетических материалов – полимерных геомембран:

- устройство дренажного слоя;
- устройство подстилающего слоя;
- укладка слоя из геосинтетических листов;
- соединение геосинтетических листов;
- устройство защитного слоя;
- укладка защитных прокладок между смежными слоями;
- контроль качества геосинтетических листов, сварных швов;
- контроль качества ПФЭ геофизическими методами;
- проведение гидравлических испытаний ПФЭ.

Подстилающий и защитный слои выполняются из грунта. Поверхность подстилающего слоя очищается от мусора, корней и острых камней, органики или другого материала, который может повредить геосинтетические материалы. При устройстве подстилающего слоя, в случае применения ПФЭ из полимерной геомембраны, исключается образование трещин, появление признаков набухания или вспучивания грунта. Защитный слой обрабатывается гербицидами для исключения прорастания в нем растительности, способной повредить слой из геосинтетических матералов (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Устройство ПФЭ из полимерной геомембраны на ОРО в Московской области [26]

Устройство ПФЭ из геосинтетических материалов на основе полиэтилена – HDPE, LDPE и др. выполняется при положительной температуре воздуха.

Для ПФЭ из комбинации природных и искусственных материалов с гидроизолирующим слоем из полиэтиленовой геомембраны характерны такие экологические преимущества, как: устойчивость к химическим агрессивным средам; прочность структуры; устойчивость в отношении проколов и прочих механических повреждений, отличная растяжимость, безусадочность, гибкость; наличие высоких антикоррозийных свойств; устойчивость к воздействию ультрафиолетового излучения; устойчивость к процессам гниения.

Экономическими преимуществами ПФЭ с гидроизолирующим слоем из полиэтиленовой геомембраны являются: длительный (более 80 лет) срок эксплуатации без потери базовых свойств и характеристик, уменьшается срок окупаемости технологии

вследствие снижения амортизационных затрат на ее внедрение; в сравнении с ПФЭ из глинистых грунтов, разница затрат может составлять до 30–60 % в пользу описываемого ПФЭ; за счет высокой степени эластичности пленки ее можно укладывать на горизонтальных поверхностях и откосах со скоростью до 2500 $м^2$ в течение одной рабочей смены, что способствует значительному сокращению сроков сооружения ПФЭ.

При использовании ПФЭ из комбинации природных и искусственных материалов с гидроизолирующим слоем из полиэтиленовой геомембраны в условиях вечной мерзлоты необходимо использовать дополнительный слой из теплоизоляционных материалов, препятствующих оттаиванию подстилающих грунтов.

Для ПФЭ из комбинации природных и искусственных материалов с гидроизолирующим слоем из бентонитовых матов характерны такие экологические преимущества, как: коэффициент фильтрации 10^{-11}–10^{-14} м/с в зависимости от типа материала; способность «самозалечиваться» ввиду значительного увеличения объема в замкнутом пространстве при гидратации; высокая устойчивость к механическим и химическим воздействиям; высокая способность к физико-химической сорбции загрязнителей; устойчивость при pH 5–10; стойки к неполярным жидкостям (нефтепродуктам) после гидратации, выдерживают неограниченное число циклов «замораживание – оттаивание» и «гидратация – дегидратация».

Основным ограничением применения ПФЭ из комбинации природных и искусственных материалов с гидроизолирующим слоем из полиэтиленовой геомембраны являются:

А. Риск повреждения геомембраны в процессе ее укладки. Сложность ремонта в случае повреждения на эксплуатируемом участке. Высокая стоимость материалов.

Б. Невозможность монтажа при температурах окружающего воздуха ниже плюс 5 °С и ветре. Требуются дополнительные меры по укреплению мембраны на откосах более 1:5 во избежание сползания защитного слоя. Высокий коэффициент температурного расширения полиэтилена (до 200 $°C^{-1}$) создает напряжение в материале, его подвижки и перетирания, повреждения при отрицательных температурах при его эксплуатации. Высокие требования к квалификации рабочих монтажной организации. Необходимость специализированного сварочного оборудования.

Противофильтрационный экран состоит из комбинации природных или искусственных материалов, в конструкции которого в качестве гидроизолирующего слоя используются геотекстильные бентонитовые маты

Устройство ПФЭ из геосинтетических материалов на основе бентонита может производиться как при положительной, так и при отрицательной температуре воздуха.

Гидроизоляционный геокомпозитный материал, изготовленный из тканого (с одной стороны) и нетканого (с другой стороны) геотекстиля, соединенных в каркас прошиванием или иглопробиванием, внутри которого заключены гранулы или порошок природного натриевого или активированного бентонита. Полотнища бентонитовых матов укладываются внахлест с просыпанием мест стыков бентонитовыми гранулами, порошком или используют маты с саморегулирующимися краями. Маты необходимо предохранять от намокания до того, как на них будет расположен пригрузочный слой.

Перед укладкой бентонитовых матов формируется подстилающий слой, или слой выравнивающего грунта, обустройство которого позволяет исключить риск повреждения

полотна путем его растяжения или разрыва. В качестве подстилающего слоя может использоваться слой грунта или уплотненное грунтовое основание При использовании уплотненного грунтового основания его очищают от мусора, острых камней, растений и других материалов, которые могут повредить полотнище. Исключаются трещины по ширине или глубине, признаки набухания или вспучивания грунта. Образование трещин по ширине или глубине, появление признаков набухания или вспучивания грунта не допускается, такие дефекты подлежат устранению.

После укладки бентонитового мата создается пригрузочный слой, обеспечивающий требуемое давление, как правило не менее 200 кг/м^2, и предохраняющий бентонитовые маты от механических воздействий. В качестве пригрузочного слоя может использоваться песчаногравийный слой (с частицами обычно не крупнее 15 мм) или слой уплотненного песка.

Поверх пригрузочного слоя создается дренажный слой, обеспечивающий сток и отведение фильтрационных вод. Для предотвращения заиливания дренажного слоя поверх него при необходимости укладывается дополнительный защитный слой из геотекстиля.

Типовые операции технологического процесса по устройству ПФЭ из геосинтетических материалов – бентонитовых матов:

- устройство дренажного слоя;
- устройство подстилающего слоя;
- укладка слоя из бентонитовых матов;
- визуальный контроль качества: сплошность покрытия, достаточность нахлестов;
- устройство пригрузочного слоя.

На рисунке 2.5 представлена конструкция ПФЭ с из бентонитовых матов.

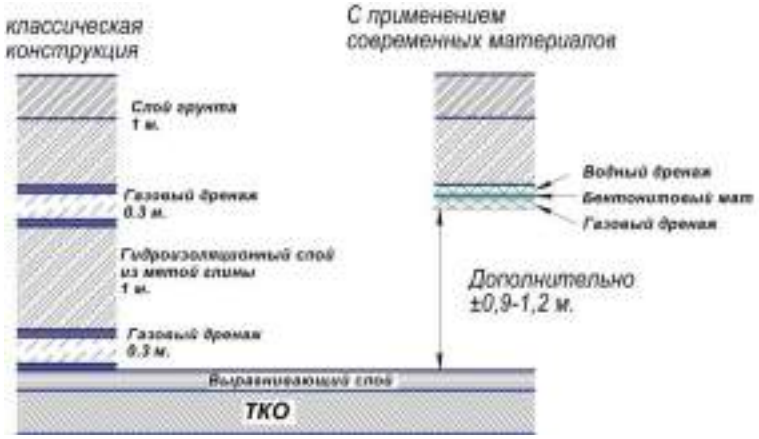


Рисунок 2.5 – Конструкция ПФЭ с использованием бентонитового мата [28]

В случае применения ПФЭ из бентонитовых матов обработка гербицидами не требуется, так как материал стоек к прорастанию корней.

Экономическими преимуществами ПФЭ для ПФЭ с гидроизолирующим слоем из бентонитовых матов являются: долговечность гидроизоляции, обусловленная неизменностью свойств со временем; в сравнении с ПФЭ из глинистых грунтов, разница затрат составляет до 60 % в пользу описываемого ПФЭ, в сравнении с ПФЭ из полимерных материалов до 30 % в пользу описываемого ПФЭ; легко крепятся с

помощью анкеров на откосах 1:3 и более; обладает более высоким показателем на сдвиг, в сравнении с полимерными мембранами; можно укладывать на горизонтальных поверхностях и откосах со скоростью до 10 000 м^2 в течение одной рабочей смены, это способствует значительному сокращению сроков сооружения ПФЭ; не требует сварки швов; монтаж не требует высокой квалификации рабочих, используется только общедоступная строительная техника; возможность движения строительной техники на пневмоходу непосредственно по ПФЭ из бентонитовых матов без пригрузочного слоя.

ПФЭ из комбинации природных и искусственных материалов с гидроизолирующим слоем из бентонитовых матов применяют всесезонно, не используя адгезивы или предварительную подготовку. При использовании в условиях вечной мерзлоты необходимо использовать дополнительный слой из теплоизоляционных материалов, препятствующих оттаиванию подстилающих грунтов.

Основным ограничением применения ПФЭ из комбинации природных и искусственных материалов с гидроизолирующим слоем из бентонитовых матов является то, что: бентонитовые маты запрещено устанавливать в стоячей воде, допускается влажная поверхность; минимальный пригруз не менее 200 кг/м^2 и крупность включений не более 15 мм; ограничение по кислотности фильтрата в диапазоне pH 5-10; высокая стоимость материалов.

Системы гидроизоляции на основе битумной геомембраны

Перед укладкой битумной геомембраны выполняется подготовка основания путем планировки, выравнивания и утрамбовки грунта. На поверхности не должно быть крупных выпуклостей, выступов и отверстий.

Благодаря своей толщине и использованию геотекстиля в качестве армирования в структуре геомембраны к ней применяются менее жесткие требования относительно размеров частиц грунта. Обычно допускается размер частиц грунта 0/50мм. Он может быть даже большим (до 0/400 мм) при условии равномерного распределения частиц или достаточного количества мелких частиц.

Далее на подготовленное грунтовое основание битумная геомембрана с типичной шириной полотен в 5 м укладывается в один этап. Швы мембраны выполняются внахлет и свариваются при помощи газовой горелки. Наличие электросетей на площадке необязательно, необходимы только газовые баллоны, горелка, кельма, нож, линейка. В качестве механизма для раскатки рулонов нужен экскаватор, оборудованный траверсой.

Если требуется укрытие защитным слоем грунта, его можно уложить непосредственно на битумную геомембрану, размер частиц должен составлять 0/150 мм или в отдельных случаях, как описано выше. Допускается движение легкой малогабаритной техники по поверхности битумной геомембраны или по покровному слою с достаточной толщиной гравия или бетона, железобетона или асфальтобетона.

Битумную геомембрану можно оставить без какого-либо защитного слоя.

Водонепроницаемость достигается благодаря битуму, входящему в армированную структуру, а также битумному покрытию самого армирования. Механические свойства обеспечиваются армированием, обычно в виде синтетического нетканого материала. Битум обеспечивает водонепроницаемость и устойчивость к воздействию химических веществ.

Качество сварного шва проверяется, как визуально, так и механически. Проверяется вытекание битума за края рулона или состояние краев рулонов верхним

краем кельмы. Качество места шва также можно проверить при помощи ультразвука, вакуумного колпака или механическим способом (разрушающий контроль) путем отбора образцов шва без потери качества, с последующей установкой заплаты.

Экологическими преимуществами ПФЭ из битумной геомембраны являются:

- большая механическая прочность на прокол, статический и динамический;
- благодаря вязкоупругим и механическим свойствам, вероятность случайного повреждения битумной геомембраны весьма низкая; водонепроницаемость;
- химическая стойкость (кроме жидких нефтепродуктов и кислот высокой концентрации);
- сохранение сплошности при неравномерных осадках;
- высокий коэффициент растяжения битумной геомембраны, при котором она сохраняет свои первоначальные свойства (по результатам испытаний, составляет 34 %);
- за счет верхнего песчаного слоя битумная геомембрана способна удерживать на поверхности откоса грунт под углом в 32 градуса;
- битумная мембрана ремонтопригодна. Ремонтные работы могут проводиться на эксплуатируемых ОРО, в том числе под водой.

ПФЭ на основе полимерно-битумной геомембраны экономически эффективен за счет малого количества слоев, низких требований к качеству подготовки подстилающего земляного полотна благодаря своим физическим и механическим свойствам. А также экономическим преимуществом такой системы является процесс укладки в один этап – на укладку требуется меньше времени и трудозатрат.

ПФЭ из битумной геомембраны не применим на участках ОРО, где планируется размещать нефтесодержащие жидкие отходы или отходы, содержащие кислоты высокой концентрации.

ПФЭ из комбинации природных и искусственных материалов на основе полимерно-битумной геомембраны достаточно хорошо укладывается в условиях высокой влажности, в также во время умеренного снега или дождя. Укладку геомембраны можно производить при температуре не ниже -40 °С, в любое время года.

Комплексные ПФЭ сооружают одновременно с использованием природных и искусственных материалов. В качестве природных материалов используются глинистые грунты, в качестве искусственных – геосинтетические материалы с использованием геомембраны на основе полиэтилена, геотекстильных бентонитовых матов и др.

Комплексный ПФЭ состоит из двух или трех противофильтрационных слоев, например:

1. Верхний слой – из геомембраны; нижний слой – из уплотненных глинистых материалов с коэффициентом фильтрации, предусмотренным нормативными документами.
2. Верхний слой – из бентонитовых матов; нижний слой – из уплотненных глинистых материалов с коэффициентом фильтрации, предусмотренным нормативными документами.
3. Верхний слой – из геомембраны; нижний слой – из бентонитового мата.
4. Верхний слой – из геомембраны; промежуточный слой – из бентонитовых матов; нижний слой – из уплотненных глинистых материалов с коэффициентом фильтрации, предусмотренным нормативными документами.

Комплексный ПФЭ обеспечивает высокую степень защиты подземных вод и недр на весь срок эксплуатации ОРО и на длительный постэксплуатационный период.

Контроль качества гидроизоляционных свойств поверхности противофильтрационного экрана и сварочных швов

Контроль качества гидроизоляционных свойств поверхности противофильтрационного экрана, нахлестов и сварочных швов для ПФЭ из искусственных материалов является необходимым условием исключения протечек на объектах размещения отходов.

Выполнение контроля гидроизоляционных свойств ПФЭ проводится подрядной организацией в процессе строительства, а также экспертами от одной или двух независимых организаций на всех этапах строительства.

Строгий перекрестный контроль качества гидроизоляционных свойств ПФЭ способствует обеспечению отсутствия протечек при эксплуатации ОРО. Тем самым исключается прямое воздействие отходов, размещаемых в ОРО, на геологическую среду и подземные воды.

До 70 % повреждений геомембран при устройстве искусственных и комбинированных ПФЭ при исследовании их целостности обнаруживаются в полотне мембран. Поэтому важно контролировать целостность как швов мембран, так и их полотна.

Контроль качества сварных швов и нахлестов в искусственных ПФЭ из искусственных материалов проверяется, как визуально, так и механически.

Для геосинтетеческих геомембран контроль качества сварных швов осуществляется с использованием воздуха, ультразвука.

Для битумных геомембран контролируется вытекание битума за края рулона или состояние краев рулонов верхним краем кельмы. Качество места шва битумной геомембраны также можно проверить при помощи ультразвука, вакуумного колпака или механическим способом (разрушающий контроль) путем отбора образцов шва без потери качества, с последующей установкой заплаты.

Для проверки целостности полотна ПФЭ до начала эксплуатации ОРО применяются методы обнаружения утечек: метод лужения (при непокрытых мембранах) и дипольный метод (применим на покрытых мембранах).

Противофильтрационные завесы

Противофильтрационные завесы (далее – ПФЗ) сооружаются в качестве альтернативы противофильтрационным экранам.

Применяются на ОРО, сооружаемых либо непосредственно на малопроницаемых грунтах (глинистых, слаботрещиноватых, скальных и др.), которые можно рассматривать как водоупор, либо на проницаемых грунтах ограниченной мощности (обычно около 10–15 м), подстилаемых водоупором, при наличии возможности устройства ПФЗ, полностью перерезающих эти грунты.

Главным преимуществом ПФЗ является возможность ее строительства на эксплуатируемом ОРО.

Применение ПФЗ наиболее экологически эффективно, когда водоупорные породы под ОРО располагаются относительно неглубоко и технически возможно обеспечить

сопряжение водоупорных пород и ПФЗ, прорезающей полностью слои проницаемых водовмещающих пород.

Устройство ПФЗ экономически целесообразно при больших площадях ОРО, когда устройство ПФЭ является дорогостоящим.

Для создания противофильтрационных завес используются разнообразные материалы: природные глины, составы на основе бетона, инъекционные составы на основе натриевого бентонита, металлические или полимерные шпунты.

В практике применяются следующие типы противофильтрационных завес: «стена в грунте», «зуб», буросекущие сваи, шпунтовые сваи, струйная цементация, инъектирование [14].

Диафрагма, выполняемая методом ***«стена в грунте»*** создается путем обустройства траншеи и заполнения ее глинистым материалом. Глиняные диафрагмы типа «стена в грунте» толщиной 50 - 110 см устраиваются как в сухих, так и обводненных супесчаных, песчаных и гравийно-песчаных грунтах (без валунов) при глубинах до водоупора 6 - 50 м и уровне грунтовых вод не выше 1,5 м от поверхности земли.

Преимущества технологии «стена в грунте»: качественная геометрия экрана (постоянная толщина вне зависимости от типа грунтов); высокая надежность конструкции.

Глиняная завеса в виде ***«зуба»***, выполняемого в открытой траншее создается путем обустройства траншеи и заполнения ее глинистым материалом. Зуб из пластических материалов (глины, тяжелого суглинка, глинобетона) выполняют глубиной не более 3-3,5 м. Ширину зуба понизу задают с учетом применяемых механизмов для рытья траншеи. Откосы траншеи под зуб выполняют так, чтобы они были устойчивы в период производства работ. Заглубление зуба в водоупор принимают не менее 0,5 м.

ПФЗ в виде «зуба» применяется в любых грунтах при глубине фильтрующей толщи до водоупора не более 6 м.

Для устройства шпунтовой «стенки» сваи скрепляют в шахматном порядке и погружают в грунт ударным, вибрационным или вдавливающим методами. При любом методе погружения требуется бурение скважин.

Устройство шпунтовой стенки может быть выполнено с использованием шпунтов из поливинлхлорида. Такие шпунты обладают высокой гибкостью и низкой прочностью. Полученная из поливинлхлоридных шпунтов конструкция ограничена по глубине – до 12 м.

Устройство шпунтовой стенки из стали, обладающей большей прочностью, чем поливинлхлорид, может быть выполнено до глубины 34 м.

Шпунты из поливилхлорида и из стали не имеют сорбционной емкости. Их замки служат для скрепления шпунтов между собой.

Буросекущие сваи создаются посредством бурения скважин и заполнения их бетоном. По внешнему виду готовые буросекущие сваи похожи на монолитную сплошную стену. Таким образом, достигается высокая прочность и полное ограждение от проникновения подземных вод. Последовательность погружения буросекущих свай включает: бурение первой серии скважин диаметром 62-75 см, центры которых расположены друг от друга на расстоянии 1,6-1,8 м; заливку бетоном без арматуры и уплотнение; бурение промежуточных скважин (для этого разбуриваются края готовых скважин); заливку бетоном и уплотнение вибратором.

Струйная цементация (Jet-grouting) основана на разрушении энергией высокоскоростной струи инъекционного раствора природной структуры грунта и перемешивании его с нагнетаемым под высоким давлением раствором. При этом в грунтовом массиве образуется грунто-бентонитовая свая. В зависимости от инженерно-геологических условий выбирается последовательное расположение в один ряд с перекрытием контуров или в два ряда с расположением центров в шахматном порядке. Для создания противофильтрационной завесы большей толщины можно уменьшать шаг между осями свай при их шахматном расположении. Глубина грунтоглинистых свай может достигать 60 метров, а диаметр обычно составляет 0,9-1,2 м и зависит от характеристик грунта, и определяется глубиной проникновения в него инъектируемой смеси.

Преимущества технологии JET-grouting: небольшой объем изливаемой грунтовой массы (20-30% объема столба); относительно низкая стоимость ввиду использования относительно недорогого оборудования; оперативные сроки выполнения работ.

Инъектирование выполняется путем нагнетания через погружаемые трубчатые инъекторы.

На начальном этапе гидратации материал имеет текучепластичную консистенцию, позволяющую производить работы инъекционным методом, далее происходит его загущение до устойчивого состояния тугопластичной консистенции. В этом состоянии коэффициент фильтрации материала не превышает $1 \cdot 10^{-10}$ м/с.

Для технологии инъектирования не требуется выполнение разработки грунта. Технология может применяться для восстановления изоляции на действующем объекте размещения отходов, приповерхностного наземного и подземного расположения.

Возможен ремонт путем повторного нагнетания в подготовленные инъекционные гнезда.

При проектировании ПФЗ в зависимости от конструкции и назначения проводятся следующие расчеты:

- прочностные и фильтрационные;
- на устойчивость;
- срока службы;
- уплотнений и непроницаемых компенсаторов в деформационных, температурных и технологических швах ПФЗ.

Железобетонные бункеры

Железобетонные бункеры предназначены для изоляции твердых и пастообразных отходов, содержащих водорастворимые вещества I–III классов опасности.

Железобетонные бункеры представляют собой короба или траншеи из железобетона, разделенные на отсеки объемом в среднем от 2 до 5 тыс. м^3, но могут использоваться и сверхмалые бункеры (58 м^3, Ставропольский край) или бункеры повышенной вместимости (16 тыс. м^3, Ставропольский край).

Стенки железобетонных бункеров выполняются из тяжелого бетона, с высокой прочностью на сжатие и низкой водопроницаемостью, с наружным торкретированием цементным раствором и затиркой. В целях предотвращения подтопления бункеров

подземными водами предусматривается гидроизоляция всей поверхности бункера, соприкасающейся с грунтом.

На ОРО в Ставропольском крае гидроизоляция бункеров выполнена следующим образом: дно бункера выполнено щебнем с проливкой битумом; боковые поверхности бункеров снаружи покрыты битумом в 2 слоя по грунтовке; днище и стены бункеров армированы; внутренняя поверхность бункеров покрыта коррозионностойким полимерцементным торкретом (рисунок 2.6) [30]. Схожим образом устроены бункеры на ОРО в Красноярском крае [31].



Рисунок 2.6 – Бункер для захоронения отходов в Ставропольском крае. Вид изнутри [30]

В Оренбургской области под днищем бункеров предусмотрена укладка геотекстиля из полипропилена с уложенной поверх него геомембраной на основе полиэтилена [32].

ОРО, обустроенные железобетонными бункерами, располагаются в Красноярском крае, Калужской области, Ставропольском крае, Тюменской области, Республике Башкортостан, Нижегородской области и др. [33, 34].

Железобетонные бункеры применяются на полигонах приповерхностного захоронения производственных отходов.

Герметизация контактной зоны с подземными водами

Герметизация контактной зоны с подземными водами выполняется при захоронении отходов добывающих, обрабатывающих и иных производств методом закладки в искусственные или естественные полости недр.

Основным назначением данного способа обустройства является предотвращение притока подземных вод к ОРО.

Герметизация контактной зоны с подземными водами искусственных или естественных полостей недр, используемых для закладки отходов, может быть выполнена с помощью инъекций минеральных вяжущих или специальных полимерных (например, полиуретановых и эпоксидных) составов [35].

Дренажные системы

Дренажные системы, устраиваемые на ОРО, предназначены для отвода и сбора технологических и сточных вод при эксплуатации ОРО без нарушения целостности систем противофильтрационного и ограждающих устройств [36].

Образование сточных вод при эксплуатации ОРО происходит в процессе:

- выделения влаги из отходов при их складировании (фильтрационные воды);
- выпадения атмосферных осадков на территории хозяйственной зоны и автомобильных дорог (ливневые сточные воды);
- сбора и отвода поверхностного и подземного стока (дренажные воды).

Каждый из потоков сточных вод различается по составу, и поэтому на ОРО организуют отдельные дренажные системы для каждого типа стоков.

Дренажные системы (далее – ДС) для отвода и сбора фильтрационных вод

ДС для сбора и отвода фильтрационных вод из массива отходов могут быть выполнены:

- в виде дренирующего слоя, расположенного между изолирующими слоями ПФЭ;
- из дренажных труб, укладываемых в основании ОРО;
- в виде водоотводных канав по внутреннему периметру ОРО.

ДС, выполняемые в виде дренирующего слоя в двухслойных ПФЭ, конструктивно представляют собой два слоя из основного (противофильтрационного) материала с поперечным уклоном к оси участка размещения отходов [14], между которыми находится дренажный слой, используемый для самотечного отвода и сбора фильтрационных вод.

ДС из дренажных труб подразумевает укладку дренажных труб в траншеях, устраиваемых по дну карт ОРО с уклоном в сторону магистральных дрен, откуда фильтрационные воды самотеком поступают в дренажные колодцы и направляются в отдельные контрольно-регулирующие емкости.

ДС устраиваются также в виде водоотводных канав по внутреннему периметру ОРО в виде траншей переменной глубины, расположенных ниже основания ОРО и защищенных от размывания искусственными материалами. Дно ОРО планируется таким образом, чтобы сток фильтрационных вод был направлен в водоотводные канавы, по которым фильтрационные воды самотеком отводятся в специальные резервуары или открытые емкости.

Дренажные системы (далее – ДС) для отвода и сбора ливневых вод

ДС для сбора и отвода ливневых вод с территории ОРО выполняются в виде водоотводных канав по периметру ОРО. Отвод и сбор ливневых вод осуществляется самотеком в специализированные емкости.

ДС для отвода и сбора вод поверхностного и подземного стока с прилегающей территории

Для отвода и сбора вод поверхностного и подземного стока с прилегающей к ОРО территории по периметру ОРО устраиваются ДС следующих типов:

- нагорная канава;
- пластовый дренаж;
- дренажная завеса.

Преимущественно ДС организуют таким образом, чтобы организовать поверхностный и подземный сток в обход участка расположения ОРО. В случае

невозможности такой организации дренажной системы дренажные воды собираются в дренажные колодцы и насосами перекачиваются в отдельные контрольно-регулирующие емкости.

Нагорная канава (кольцевой канал) устраивается относительно ОРО выше по рельефу. С помощью нагорной канавы предотвращаются контакт поверхностного стока с отходами и его загрязнение.

Пластовый дренаж, зачастую совместно с пристенным, устраивается для ОРО, когда участки размещения отходов заглублены под землю. Выполняется в неблагоприятных гидрогеологических условиях (в слабофильтрующих обводненных или подверженных обводнению грунтах, в трещиноватых скальных и полускальных породах, обладающих локальной водоносностью, при переслаивающемся литологическом строении), когда другие виды дренажей для борьбы с подтоплением подземными водами неэффективны.

Конструктивно пластовый дренаж представляет собой сплошной массив из одного или двух слоев фильтрующего материала – песка и щебня, уложенных с уклоном в сторону сборных трубчатых дрен. Каждый слой уплотняется легким катком за 2-3 прохода. Ослабленные увлажненные основания усиливаются уплотнением с добавлением щебня [14].

Пластовый дренаж применяется на полигоне приповерхностного захоронения производственных отходов в Свердловской области [37].

Дренажные завесы представляют собой вертикальные дренажи, устраиваемые по периметру ОРО. Основные типы дренажных завес:

- комбинированная дренажная завеса, состоящая из глиняной диафрагмы в сочетании с дренажем;

- дренажная завеса в виде открытого канала (применяется в сравнительно однородных грунтах с безнапорным режимом грунтовых вод, выполняется на глубину до 5 м);

- дренажная завеса в виде закрытой трубчатой дрены (применяется в тех же условиях, что и открытая завеса);

- дренажная завеса в виде ряда вертикальных скважин (устраивается при глубоком залегании водоупора или его отсутствии, когда верхний горизонт на глубину до 6 м сложен слабофильтрующими грунтами, а подтопление происходит через более глубокие слои);

- комбинированные дренажные завесы – траншея и самоизливающиеся в нее скважины, закрытая дрена и самоизливающиеся в нее скважины (применяются в сложных гидрогеологических условиях при слоистом строении водоносных пород, когда подземные воды на отдельных участках могут иметь напор).

В случае использования в качестве дренажа кольцевого канала, расположенного по внешнему периметру ОРО, он может быть углублен до 5 м и более, превращаясь в дренажную завесу. Такой способ дренажа для отвода поверхностного и подземного стока используется на полигоне приповерхностного захоронения производственных отходов в Свердловской области [37].

При устройстве дренажных систем на хранилищах, представляющих собой гидротехнические сооружения, помимо водоприемного и водоотводящего элементов дренажных систем, сооружают защитное устройство.

Защитное устройство предотвращает суффозию материала ограждающих обустройств (дамб). Защитным устройством может служить обратный фильтр, представляющий собой ряд последовательно уложенных слоев водопроницаемого грунта, отходов или других искусственных материалов с увеличивающейся крупностью частиц или пористостью от одного слоя к другому в направлении фильтрационного потока [38].

Выбор конструкции дренажной системы на ОРО зависит от ее назначения, свойств осушаемых грунтов и отходов, наличия необходимых для устройства дренажа материалов и механизмов, других местных условий.

Материалы, используемые для устройства дренажных систем, должны обладать необходимой прочностью, долговечностью, коррозионной стойкостью по отношению к фильтруемой сточной воде.

Для исправной работы дренажных систем в период года с отрицательными температурами воздуха предусматриваются мероприятия, предотвращающие промерзание дренажа. Это может быть расположение на достаточном удалении от поверхности, устройство теплозащитного слоя, обогрев и т. д. [38].

В местах распространения многолетнемерзлых пород дренажные системы устраиваются в сезонно-оттаивающем слое.

Дренажные системы могут быть применены при обустройстве ОРО:

- отвалов отходов добычи; отходов обогащения; отходов обрабатывающих производств; отходов производства электроэнергии и пара;
- хранилищ, предназначенных для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых; обрабатывающих производств; производства электроэнергии и пара;
- полигонов приповерхностного захоронения отходов;
- объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Ограждающие устройства

Ограждающие устройства, возводимые на ОРО, представляют собой сооружения по типу дамб.

Чаще всего на ОРО устраиваются дамбы обвалования. На ОРО, представляющих собой гидротехнические сооружения, и на ОРО, где отходы размещаются посредством гидравлического намыва, помимо дамб обвалования, устраиваются ограждающие дамбы первичного и вторичного обвалования, плотины и дамбы намывного типа.

Дамбы обвалования (обваловка) сооружаются по периметру участка размещения отходов. Дамбы обвалования (обваловка) участка размещения отходов предназначены для отвода поверхностного стока и его разделения между участком размещения отходов и прилегающими территориями.

Для устройства дамб обвалования (обваловки) используется грунт, вынутый при создании дренажных систем для отвода поверхностного и подземного стока, или привозной [15].

Ограждающие дамбы первичного и вторичного обвалования сооружаются на ОРО, где отходы размещаются посредством гидронамыва. Основным назначением дамб первичного и вторичного обвалования является удержания пульпы отходов в пределах площади участка размещения отходов.

Дамбы первичного обвалования сооружаются из природного грунта на поверхности участка размещения отходов. Дамбы вторичного обвалования сооружаются при помощи бульдозерной техники из отходов (рисунок 2.7).

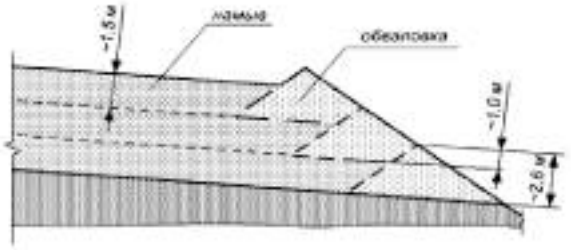


Рисунок 2.7 – Дамбы вторичного обвалования [40]

Дамба первичного обвалования укрепляется противофильтрационными элементами из глинистых грунтов или геосинтетических материалов.

В дамбах вторичного обвалования при необходимости перехвата фильтрационных вод могут быть устроены трубчатые дренажные системы.

Плотины и дамбы намывного типа возводятся из грунтов на хранилищах отходов, представляющих собой гидротехнические сооружения.

В зависимости от проницаемости грунтового основания, на котором возводятся дамбы и плотины намывного типа, тело плотины или дамбы экранируется глинистыми грунтами или геосинтетическими материалами. Сооружение противофильтрационного экрана осуществляется одновременно в теле дамб (плотин) и в основании ОРО.

В отдельных случаях сооружение плотин и дамб дополняется противофильтрационными завесами, устраиваемыми за придамбовой канавой и в бортах хранилища.

В целях экономии ресурсов и материальных средств плотины и дамбы намывного типа обычно сооружаются из грунтов и пород, полученных из искусственных выемок, и из отходов. Значительно реже при возведении плотин и дамб используется привозной грунт.

Укрепление откосов ограждающих устройств.

В настоящее время известен достаточно большой перечень технологий и сооружений обеспечивающих укрепление откосов.

Склоны ограждающих устройств могут быть укреплены быстро затвердевающими смесями, армированным грунтом, геофильтрационными материалами, дополнительными дренажами, геосинтетическими материалами, железобетонными плитами. Внешние откосы ограждающих устройств – посевом трав растительным грунтом, снятым при строительстве [39]. При выборе технологии в первую очередь учитывается величина уклона.

Укрепление откосов ограждающих устройств позволяет обеспечить их устойчивость и снизить выбросы пыли в атмосферный воздух.

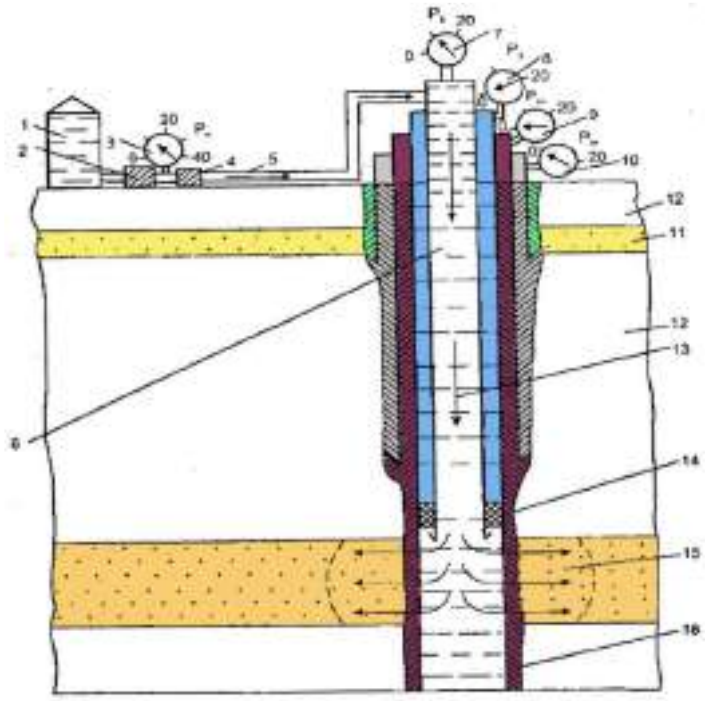
Нагнетательные скважины

Нагнетательные скважины предназначены для захоронения жидких и разжиженных отходов посредством их нагнетания в специально подобранные для этих

целей участки недр, представляющие собой пласты коллекторы или полости недр искусственного или естественного генезиса [41–43].

Конструкции скважин, используемых для нагнетания (закачки) отходов в недра, обеспечивают предотвращение вертикальных перетоков закачиваемых отходов по затрубному пространству.

Принципиальная схема обустройства нагнетательной системы для закачки отходов в недра представлена на рисунке 2.8.



Условные обозначения:
1 – емкость подготовки жидких отходов;
2 – нагнетательные насосы;
3, 7, 8, 9, 10 – контрольные манометры;
4 – расходомеры;
5 – нагнетательный трубопровод;
6 – поглощающая скважина;
11 – контролируемые водоносные горизонты;
12 – водоупоры;
13 – поток жидких отходов;
14 – пакер;
15 – поглощающий пласт;
16 – цементное кольцо

Рисунок 2.8 – Принципиальная схема обустройства нагнетательной скважины (Ивановская область) [41]

Нагнетательные скважины используются для захоронения отходов на системах подземного захоронения жидких и разжиженных отходов.

Специальные поглощающие скважины

Специальные поглощающие скважины используются при закачке в глубокие горизонты недр отходов бурения при добыче нефти и газа.

Специальная поглощающая скважина является частью подземного сооружения, предназначенного для захоронения жидких и разжиженных отходов посредством их нагнетания в специально подобранные для этих целей участки недр, как правило, в платы-коллекторы. Конструкции скважин, используемых для захоронения отходов бурения в недра, обеспечивают предотвращение вертикальных перетоков закачиваемых отходов по затрубному пространству. Принципиальная схема обустройства поглощающей скважины для закачки отходов бурения представлена на рисунке 2.9.

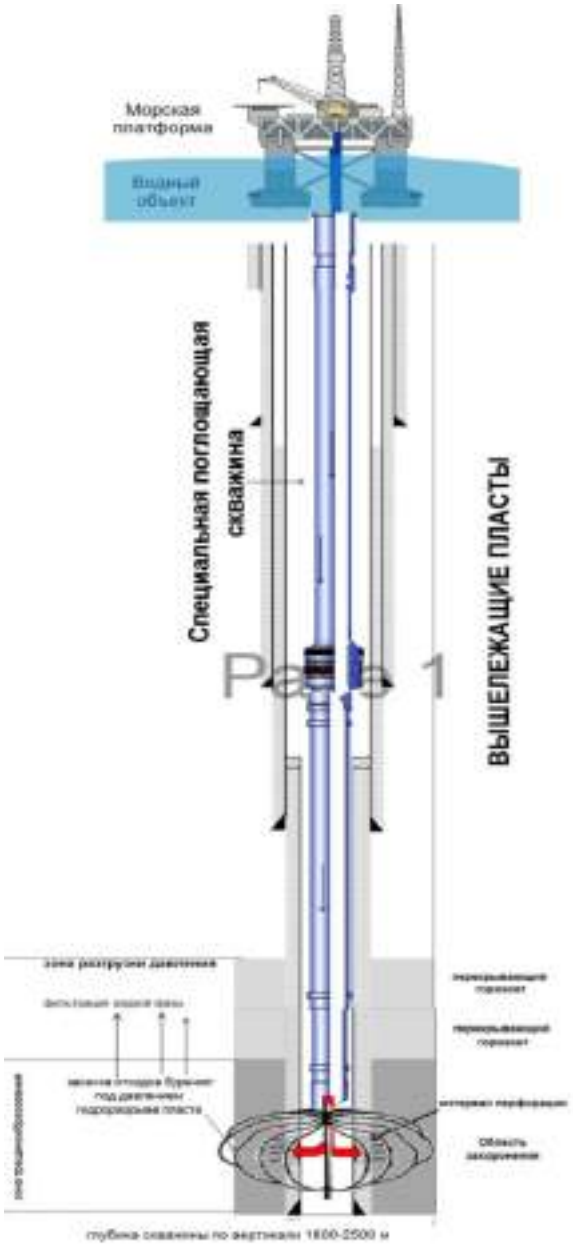


Рисунок 2.9 – Схема обустройства специальной поглощающей скважины (Сахалинская область) [44]

В условиях разработки шельфовых нефтяных и газовых месторождений с морских буровых и добывающих платформ чаще всего используется подземное захоронение отходов бурения в недрах через поглощающую скважину путем создания системы трещин в пласте-коллекторе.

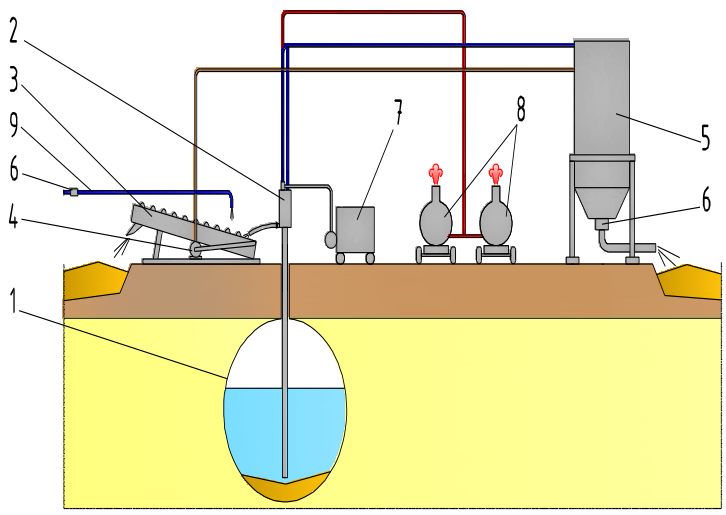
Скважинные подземные резервуары

Скважинные подземные резервуары используются для захоронения твердых или жидких отходов путем заполнения ими искусственно созданных резервуаров.

На практике известно использование скважинных подземных резервуаров при захоронении отходов в многолетнемерзлых породах [45].

Для создания скважинного подземного резервуара осуществляется тепловое разрушение дисперсных, обычно песчаных, многолетнемерзлых пород. В качестве теплового агента используется пар. Оттаявший песок поднимается на поверхность.

Пример обустройства скважинного подземного резервуара представлен на рисунке 2.10.



Условные обозначения:
1 – подземный резервуар;
2 – скважинный снаряд;
3 – спиральный классификатор;
4 – шламовый насос;
5 – тонкослойный сгуститель;
6 – расходомер;
7 – компрессор;
8 – парогенераторные установки;
9 – водовод подпитки оборотной воды

Рисунок 2.10 – Обустройство скважинного подземного резервуара [45]

Использование специально создаваемых в многолетнемерзлых породах скважинных подземных резервуаров осуществляется в Ямало-ненецком автономном округе для гидравлической или сухой закладки отходов добывающих, обрабатывающих и иных производств. Для ускорения промерзания отходов в скважинном подземном резервуаре устанавливаются сезонно действующие охлаждающие устройства [45].

Системы обустройства для обращения с биогазом

Системы обустройства для обращения с биогазом сооружаются только на объектах захоронения твердых коммунальных отходов.

Они предназначены для предотвращения образования взрыво- и пожароопасных скоплений метана в массиве складированных отходов и защиты атмосферного воздуха.

Системы обустройства для обращения с биогазом подразделяются на:

- системы отвода биогаза;
- системы сбора биогаза.

Системы отвода биогаза выполняются в виде вертикальных и горизонтальных траншей и газоотводящих колодцев или скважин [46].

Системы отвода биогаза, выполняемые с помощью перечисленных устройств, основываются на природных процессах конвекции и диффузии. Такие системы устанавливаются в местах низкого газообразования и отсутствия перемещения газа.

Вертикальная траншея представляет собой полость, заполненную гравием, в пределах одной ячейки размещения отходов. Она сооружается на этапе эксплуатации ОРО.

Вертикальные траншеи восприимчивы к движениям тела ОРО, они легко деформируются и утрачивают свои функциональные свойства. Ремонт таких систем требует больших затрат.

Горизонтальная траншейная система устраивается после закрытия ОРО. Перед установкой верхнего изолирующего слоя на поверхности ОРО монтируются траншеи (рисунки 2.11, 2.12) на расстоянии друг от друга не более 50 м.

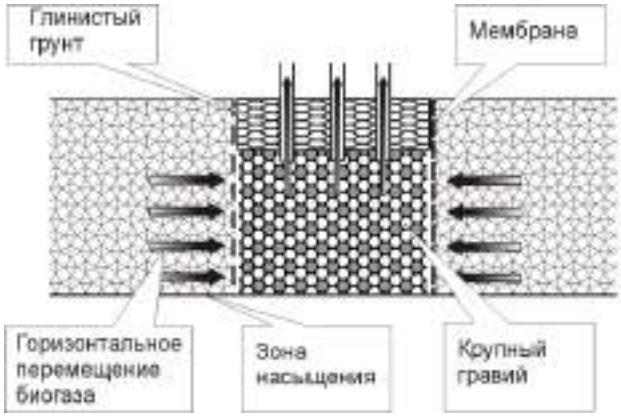


Рисунок 2.11 – Устройство горизонтальной траншеи [47]



Рисунок 2.12 – Газосборная траншея с дренажной трубой (Пермский край) [47]

В целях предотвращения засорения проницаемой среды снизу горизонтальные траншеи укрываются фильтрующим материалом, например, гравием.

В гравийном пакете устанавливаются дренажные перфорированные трубы из поливинилхлорида, полиэтилена высокой плотности, полипропилена, стеклопластика или другого подходящего по прочности непористого материала. Из-за коррозии, возможной в среде биогаза и конденсата, рифленая сталь обычно не используется.

Трубы соединяются друг с другом с помощью гибких соединений, что позволяет монтировать системы различной конфигурации и делает их менее восприимчивыми к деформациям [46].

Для обеспечения выхода биогаза на поверхность на траншее монтируются газовыпуски (рисунки 2.13, 2.14).

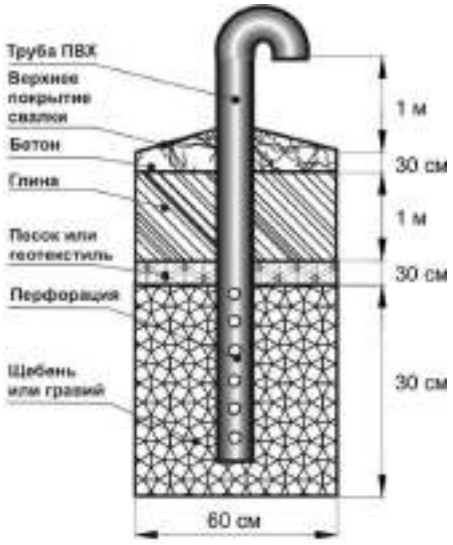


Рисунок 2.13 – Газовыпуск при устройстве траншейной системы сбора биогаза [46]



Рисунок 2.14 – Газовыпуск при устройстве траншейной системы сбора биогаза (Пермский край) [46]

При установке портов отбора проб биогаза появляется возможность проведения измерений давления, температуры газа, концентрации и контроля работы траншейной системы [46].

Главные преимущества траншейной схемы – простота строительства и относительно однородное изъятие биогаза.

Кроме вертикальных и горизонтальных траншей, для отвода биогаза используются газоотводные скважины и газоотводные колодцы, для сооружения которых осуществляются буровые работы в теле отходов.

Системы сбора биогаза основываются на активных процессах дегазации и включают в себя устройства, создающие градиент давления (компрессоры, вентиляторы), экстракционные скважины и горизонтальную систему сбора биогаза.

Компрессоры (или вентиляторы) обеспечивают эффективное извлечение газа из тела отходов.

Системы сбора биогаза предусматривает последующую утилизацию извлеченного газа (сжигание, очистка, сжижение и т. д.).

Эффективность системы сбора биогаза зависит от организации ее работы и конструкции, а также от методов управления. Эффективная система ориентируется на максимальный уровень газогенерации и сбор биогаза со всей территории объекта захоронения твердых коммунальных отходов, обеспечение контроля каждого элемента системы дегазации.

2.2.2 Технологии, применяемые при эксплуатации объектов размещения отходов

Доставка отходов на объект размещения отходов

Доставка отходов на объект размещения отходов заключается в перемещении отходов от источника образования отходов к месту их размещения и осуществляется способами, исключающими негативное воздействие на ОС, посредством их потери в процессе перевозки или создания аварийных ситуаций.

Основные способы доставки отходов на ОРО:

- автомобильный транспорт;
- гидравлический транспорт;
- конвейерный транспорт;
- рельсовый транспорт.

Автомобильный транспорт используется для доставки отходов на все виды ОРО, когда отсутствует возможность организовать доставку другим видом транспорта.

Для доставки автомобильным транспортом используются специализированные машины: мусоровозы, шламовозы, самосвалы, прочий грузовой транспорт.

Предпочтительно использование автомобильного транспорта, когда:

- на ОРО поступают отходы от разных источников образования, в том числе расположенных отдельно друг от друга;
- между источником образования и ОРО значительное расстояние.

Гидравлический транспорт (гидротранспорт) по режиму работы системы гидротранспорта подразделяется на:

- безнапорные системы гидротранспорта;

- напорно-самотечные системы гидротранспорта;
- напорно-принудительные системы гидротранспорта;
- комбинированные системы гидротранспорта.

Безнапорная (самотечная) система гидротранспорта. Безнапорный гидротранспорт отходов осуществляется по наклонным желобам, лоткам, трубам при их неполном заполнении. Система гидротранспорта представляют собой открытые лотки прямоугольного или трапецеидального сечения из сборного или монолитного железобетона с футеровкой дна и боковых стенок [38].

Напорно-самотечная система гидротранспорта. Напорно-самотечный гидротранспорт отходов осуществляется по полностью заполненным трубам, перемещение пульпы происходит за счет напора, создаваемого разностью отметок между началом трубопровода и точкой выпуска пульпы [38].

Напорно-принудительная система гидротранспорта. Напорно-принудительный гидротранспорт отходов осуществляется по полностью заполненным трубам, перемещение пульпы происходит за счет напора, создаваемого насосами [38].

Комбинированная (смешанная) система гидротранспорта. При комбинированном способе гидротранспорта отходов перемещение пульпы происходит в зависимости от рельефа и может осуществляться по безнапорной системе и по напорно-самотечной или напорно-принудительной системе [38].

Основными преимуществами гидравлического способа доставки отходов является возможность:

- исключения погрузочно-разгрузочных работ;
- обеспечения непрерывности транспортно-технологического процесса;
- исключения пылеобразования и потери транспортируемого отхода, тем самым предотвращая негативное воздействие на ОС;
- проведения прокладки трубопроводов по кратчайшему расстоянию между источником образования и местом размещения отходов;
- создания полностью автоматизированной и дистанционно-управляемой системы транспорта.

К основным недостаткам гидравлического способа доставки отходов относятся:

- значительный расход воды;
- износ гидротранспортного оборудования при работе на абразивных материалах.

Гидравлический способ доставки может быть использован при размещении отходов:

- на отвалах отходов добычи; отходов обогащения; отходов обрабатывающих производств; отходов производства электроэнергии и пара;
- в хранилищах, предназначенных для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых; обрабатывающих производств; производства электроэнергии и пара;
- в системах подземного захоронения жидких и разжиженных отходов;
- в системах подземного захоронения твердых и отвержденных отходов.

Конвейерный транспорт предусматривает доставку отходов посредством конвейеров по эстакадам и, в некоторых случаях, их пересыпку в перегрузочных узлах [40].

Конвейерный транспорт может быть использован при размещении отходов:

- на отвалах отходов добычи; отходов обогащения; отходов обрабатывающих производств; отходов производства электроэнергии и пара;

- в хранилищах, предназначенных для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых;

- в системах подземного захоронения твердых и отвержденных отходов.

Рельсовый транспорт, используемый для доставки отходов к местам их размещения, расположенным на поверхности земли и в недрах

Рельсовый транспорт, используемый на поверхности земли, представлен железнодорожными составами. Рельсовый транспорт, используемый для размещения отходов в недрах, представлен специальными составами на электрической тяге, курсирующими по отработанным горным выработкам.

Рельсовый транспорт может быть использован при размещении отходов:

- на полигонах приповерхностного захоронения производственных отходов;

- в отвалах отходов добычи полезных ископаемых;

- в отвалах отходов обрабатывающих производств;

- в системах подземного захоронения твердых и отвержденных отходов.

Прием отходов

Технологические операции по приему отходов на ОРО предназначены для ведения учета поступающих отходов и их контроля.

С целью контроля и учета отходов отходы могут подвергаться радиационному дозиметрическому контролю, лабораторному контролю, взвешиванию. При учете отходов чаще всего фиксируются сведения о виде поступивших отходов, их объеме и/или массе, источнике образования.

На практике объем отходов, поступающих на ОРО автомобильным транспортом, учитывается чаще всего исходя из вместимости транспортных средств, коэффициентов уплотнения отходов и переводится в показатели массы. Такая система учета приводит к значительным погрешностям.

Масса отходов, учитываемая по результатам взвешивания заполненного и пустого автотранспорта на специальных весах, является более точным показателем.

Для весового контроля отходов, поступающих автотранспортом, используются:

- передвижные весовые платформы с ручным управлением;

- стационарные весовые механические платформы с ручным управлением;

- электронные весовые платформы с компьютерным управлением и системой передачи данных с помощью регистрационных магнитных пластиковых карточек;

- электронные весовые платформы с компьютерным управлением и автоматической радиопередачей информации.

Система учета и контроля поступающих отходов может быть автоматизированной.

Автоматизированная система контроля и учета отходов, поступающих на ОРО автотранспортом, включает в себя оборудование для взвешивания отходов с возможностью получения, накопления и дальнейшей обработки данных в электронном виде, систему видеонаблюдения и программу обработки данных. Основой системы являются электронные весовые платформы с компьютерным управлением и системой

передачи данных с помощью регистрационных магнитных пластиковых карточек, так называемых магнитных ключей (рисунок 2.15).



Рисунок 2.15 – Взвешивание отходов, поступающих автотранспортом, с использованием автоматизированной системы учета (Свердловская область) [48]

При использовании на ОРО автоматизированной системы учета водитель автотранспорта получает магнитный ключ с персональными данными. Этот ключ дает право круглосуточного доступа на ОРО.

Учет отходов, поступающих на ОРО автотранспортом, с использованием автоматизированной системы осуществляется следующим образом: автомобиль заезжает на весы, водитель прикладывает ключ к считывающему устройству, система распознает автомобиль, фиксирует данные, загорается зеленый сигнал светофора, открывается второй шлагбаум на выезде с весов, который позволяет продолжить движение на ОРО к месту выгрузки отходов; после выгрузки отходов схема взвешивания и фиксации данных повторяется.

Для осуществления радиационного дозиметрического контроля отходов используются автоматические стационарные средства непрерывного радиационного контроля или портативные дозиметры.

На ОРО ТКО при выезде автотранспорта с ОРО предусматривается дезинфекция его колес с целью предотвращения биологического загрязнения прилегающей к ОРО территории.

Для дезинфекции могут быть использованы железобетонные ванны, заполненные дезинфицирующим раствором, дезинфицирующие коврики (или дезбарьеры) из влагостойкого поливинилхлорида, ручные или автоматизированные бесконтактные мойки в виде аппарата высокого давления.

Использование железобетонных ванн требует большого расхода воды и дезинфицирующего средства из-за их испарения и разноса колесами автотранспорта. Использование бесконтактных моек также требует большого количества воды и организации очистки стоков, образующихся при обмыве колес.

Подготовка отходов к размещению

Подготовка отходов к размещению направлена на регулирование их состава, агрегатного состояния и опасных свойств, и в зависимости от состава, агрегатного

состояния, опасных свойств отходов и способа их размещения, может выполняться следующими способами: раздельный сбор; сортировка (ручная, автоматическая); измельчение; прессование; брикетирование; комкование; затаривание; биологическая обработка; реагентная обработка; термическая обработка; обезвреживание; обезвоживание (в т. ч. отстаивание); сгущение; разжижение; фильтрация; усреднение состава; разделение на фракции; отверждение.

Операции по подготовке отходов к размещению могут производиться как непосредственно на ОРО, так и перед доставкой отходов к месту размещения.

Раздельное накопление отходов как способ подготовки отходов к захоронению *на объектах захоронения твердых коммунальных отходов*

Раздельное накопление и последующая дифференцированная обработка раздельно накопленных отходов позволяют не только сократить объем/массу отходов, поступающих на объекты захоронения ТКО, но и изменить свойства захораниваемых отходов. В частности, выделение и переработка биоразлагаемых компонентов позволяют снизить эмиссии биогаза.

Раздельное накопление отходов перед их захоронением на объектах захоронения ТКО применяется по отношению к ТКО, отходам производства или строительства, поступающим на объекты захоронения ТКО.

Существуют различные варианты организации раздельного накопления отходов.

С точки зрения последующего разложения отходов, захороненных на ОРО ТКО, и воздействия продуктов их разложения на объекты окружающей среды, приоритетно выделение и исключение захоронения, во-первых, органических биоразлагаемых материалов, являющихся источников образования биогаза, и, во-вторых, токсичных веществ, которые будут вымываться из массива отходов с фильтрационными водами. Поэтому выделение органических отходов в отдельный поток и их предварительная биологическая стабилизация, а также раздельный сбор и обезвреживание опасных материалов, например, ртутьсодержащих люминесцентных ламп и отработанных химических источников тока (батареек и аккумуляторов), имеют наибольшее значение.

Сортировка отходов применяется для подготовки ТКО, а также отходов строительства и отходов производства, к захоронению на объектах захоронения твердых коммунальных отходов.

Под сортировкой ТКО понимается процесс обработки отходов, который включает разделение отходов на качественно различающиеся компоненты (стекло, пластик, металл, бумага и пр.) с целью последующей утилизации.

В обычной практике сортировки материалов различают ручную, автоматизированную и автоматическую сортировку. При ручной сортировке распознавание нужных материалов производится персоналом визуально, а отбор осуществляется вручную, хотя отдельные вспомогательные операции (подача материала на сортировочный конвейер, предварительный рассев по крупности) могут быть механизированы. Линии автоматизированной сортировки значительно облегчают ручной труд, однако распознавание интересующих компонентов, как правило, выполняется человеком. На линиях полностью автоматической сортировки материалов весь процесс сортировки отходов, а именно идентификация отбираемых материалов и их выделение из общего потока, происходит без участия персонала. Как правило, в основе технологии линий автоматической сортировки лежит использование сенсоров

оптического определения материалов путем облучения потока излучением с определенными длинами волны и последующего спектрального анализа отраженного от поверхности материала излучения или интенсивности и спектра рентгеновских лучей, прошедших сквозь образец.

Измельчение представляет собой процесс уменьшения размеров частиц до требуемых размеров путем механического воздействия.

Измельчение отходов используется для подготовки к захоронению отходов на полигонах твердых коммунальных отходов и для подготовки к захоронению отходов в системах подземного захоронения жидких и разжиженных отходов в пласт-коллектор, главным образом отходов, образованных в результате бурения скважин.

Измельчение отходов перед захоронением на полигонах твердых коммунальных отходов

На полигонах твердых коммунальных отходов захораниваются отходы, которые включают в себя обширную номенклатуру материалов с разными физико-механическими свойствами. Так, дерево плохо сопротивляется излому, а такие материалы, как металл, твердые пластики, полимерные пленки, обладающие высокой упругостью, при воздействии излома, раздавливания, раскалывания, истирания лишь деформируются без потери целостности компонента. Это обуславливает низкую эффективность применения таких способов измельчения. На практике для дробления ТКО используют только ударную технологию и технологию среза. Ударная технология реализована в конструкциях молотковых и роторных дробилок, технология среза – в конструкциях шредеров.

Для измельчения используются дробильные установки, принцип действия которых зависит от состава и свойств отходов. Они выпускаются в различных конструктивных вариантах:

- стационарные и мобильные (на колесной паре, гусеничном ходу);
- укомплектовываются дизельным или электрическими двигателями.

Для предварительного измельчения отходов перед захоронением на полигонах ТКО обычно используются:

- дробилки для древесных отходов;
- дробилки для строительных отходов;
- универсальные шредеры.

Дробление древесных отходов

Для дробления древесных отходов используются щековые, конусные, ударно-валковые (дисковые или стержневые), молотковые роторные, барабанные (вращающиеся или вибрирующие), роликовые дробилки.

Дробление строительных отходов

Дробилки для строительных отходов подразделяются на:

- щековые (дробимый материал разрушается, попадая в зазор между статичной и подвижной прессующими частями-щеками),
- молотковые (разрушение материала происходит от ударного воздействия установленных на роторе молотков).

Обычно используются щековые дробилки, способные перерабатывать бетон, асфальт и строительные отходы. В такие дробилки нельзя загружать волокнистые и клейкие материалы.

Измельчение буровых отходов перед их захоронением в системах подземного захоронения жидких и разжиженных отходов в пласт-коллектор

В период подготовки к закачке в недра через поглощающую скважину твердая фаза отходов (основную массу которой составляет, как правило, выбуренная порода) отделяется от жидкой фазы (как правило, бурового раствора) и измельчается.

Измельчение может осуществляться с использованием механических или гидравлических перемешивателей и перекачивающе-измельчающих насосов. Крупность измельченных частиц контролируется на виброситах.

На следующем этапе с целью разжижения твердой фазы и образования пульпы ,пригодной для закачки в недра через скважину, может добавляться вода (морская вода, попутные воды или воды, использованные для собственных производственных и технологических нужд), и, при необходимости, специальные реагенты. Реагенты добавляются с целью достижения требуемых реологических свойств.

Свойства пульпы зависят от литологических характеристик выбуренной породы, гранулометрического состава и соотношения бурового шлама и воды в пульпе.

Готовая пульпа содержит около 5–10 % твердой фракции и 90–95% жидкости [44].

Прессование представляет собой процесс обработки отходов давлением, производимый с целью увеличения плотности и уменьшения объема. Прессование применяется для подготовки к захоронению ТКО.

Прессование отходов обычно выполняется для уменьшения транспортных затрат при доставке отходов к месту захоронения с использованием следующего оборудования:

- уплотняющих мусоровозов, в том числе с толкающими плитами или роторного типа;
- мобильных пресс-компакторов;
- пресс-контейнеров.

После разгрузки из указанных устройств на месте захоронения отходы рассыпаются и их плотность снова снижается.

При использовании оборудования с высоким коэффициентом уплотнения плотность отходов после разгрузки выше плотности неуплотненных отходов, размещенных навалом. Это облегчает выполнение последующих операций по размещению отходов.

Брикетирование применяется при наличии большого транспортного плеча для подготовки к доставке твердых коммунальных отходов или остатков от их сортировки на объект захоронения. В таких условиях брикетирование позволяет защитить от загрязнения окружающую среду, в том числе предотвратить неприятный запах.

Представляет собой прессование отходов в куски однородного состава и геометрически правильной формы, так называемые брикеты, с последующей обвязкой их бечевкой, проволокой, сеткой, пленкой или другими материалами с целью предотвращения разрушения.

Для брикетирования обычно применяются специальные механизированные комплексы, состоящие из измельчителей (дробилок), уплотнителей – брикетирующих установок и, в отдельных случаях, упаковочных машин.

Технология уплотнения отходов с последующим складированием их на объекте захоронения твердых коммунальных отходов включает автоматизированное прессование отходов в тюки (брикеты). При этом используется пресс, создающий давление, обеспечивающее уменьшение первоначального объема отходов в несколько раз.

Упаковка отходов в тюки позволяет в 3–6 раз (в зависимости от прессуемого материала) уменьшить объемы обработанных отходов и осуществлять его длительное экологически безопасное хранение.

В транспорт тюки грузятся при помощи погрузчика, оборудованного специальным захватом.

Комкование (окатывание) представляет собой процесс окусковывания мелкодисперсных отходов в формы, близкие к сферической. Для придания необходимой прочности и водостойкости окомкованных отходов вводятся добавки, обладающие вяжущими свойствами (цемент, известь, золы и т. д.).

В качестве оборудования для комкования отходов могут использоваться грануляторы барабанного или тарельчатого типа [49].

Технология комкования позволяет уменьшить количество влаги в отходе, тем самым может быть обеспечено снижение образования фильтрационных вод и уменьшение объемов размещаемых отходов.

Биологическая обработка отходов применяется для подготовки к захоронению ТКО, в состав которых входят биологически разлагаемые компоненты. В качестве биологической обработки ТКО или их биологически разлагаемых компонентов используют компостирование или сбраживание.

Компостирование отходов может осуществляться несколькими способами, которые отличаются: уровнем механизации (площадки компостирования, биотермические барабаны, тоннели и т. п.); условиями и сроками проведения процесса (от нескольких недель до 2-х лет); качеством компоста (предварительная очистка от балластных компонентов или грохочение готового компоста).

При сбраживании отходы первоначально подвергаются аэробному гидролизу органической части отходов, при котором происходят перевод органических веществ в растворенное или взвешенное состояние и отделение полученной пульпы от нерастворимых компонентов (стекла, пластика) путем процеживания. Полученная пульпа подвергается анаэробному сбраживанию с образованием биогаза. Остатки сбраживания (около 40 % первоначальной массы отходов) поступают на компостирование.

В Ленинградской области на заводе по механизированной переработке ТКО отходы перерабатываются методом биотермического компостирования в биотермических барабанах с извлечением некомпостируемых фракций (черный и цветные металлы, камни, стекло, древесина, п/э пленка, ветошь, картон, макулатура и пр.) с получением компоста (биотоплива и органического удобрения).

Термическая обработка отходов перед их размещением осуществляется методами сжигания, пиролиза, газификации. Подробно технологии сжигания и пиролиза отходов рассмотрены соответственно в ИТС 9-2020 «Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами» и в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)».

Обезвреживание отходов перед их размещением осуществляется с целью уменьшения массы отходов, изменения их состава, физических и химических свойств, что обеспечивает снижение их негативного воздействия на ОС. Подробно технологии обезвреживания отходов рассмотрены в ИТС 9-2020 «Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами» и в ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)».

Реагентная обработка применяется при подготовке к захоронению отходов в системах подземной закачки жидких и разжиженных отходов в пласт-коллектор. Применяется, например, при подготовке к закачке в пласт-коллектор буровых отходов. Выполняется после измельчения твердой фазы буровых отходов и смешения ее с жидкой фазой до образования пульпы пригодной для закачки. В случае если жидкость и тип горной породы, представленные в пульпе, не дают достаточную вязкость, то в пульпу добавляется реагент, представленный специальным полимером (загуститель), чтобы создать определенную реологию с целью предотвращения выпадения твердых частиц в осадок при подаче ее в нагнетательную скважину.

Затаривание отходов. Затариванию перед размещением подвергаются отходы, обладающие опасными свойствами, растворимые в воде и имеющие высокий класс опасности.

Твердые и пастообразные отходы, не обладающие пожароопасными свойствами, имеющие I класс опасности для окружающей среды, содержащие растворимые в воде компоненты, перед размещением затаривают в контейнеры, обычно стальные.

Для затаривания отходов конструкционный материал контейнера должен обладать коррозионной стойкостью по отношению к отходам (скорость коррозии не должна превышать 0,1 мм/год). Толщина стенки контейнера должна быть не менее 10 мм.

Контейнеры подвергаются двойному контролю на герметичность – до и после заполнения отходами.

Отходы, имеющие II–IV классы опасности для окружающей среды, перед размещением в железобетонных бункерах могут быть затарены в другие виды упаковки, помимо металлических контейнеров, например, в двойные полиэтиленовые или бумажные мешки.

Обезвоживание отходов применяется при размещении производственных отходов на полигонах приповерхностного захоронения и при захоронении твердых и отвержденных отходов в недрах.

Отходы могут обезвоживаться механическим или термическим методами. Физико-химические методы обезвоживания, основанные на поглощении влаги из высушиваемого материала путем соприкосновения с гигроскопическими веществами, при подготовке отходов к размещению не используются.

Процесс механического обезвоживания (в том числе отстаивание) заключается в разделении систем «жидкость – твердое тело» под действием механических сил (давления, гравитации, центробежной силы).

Механическому обезвоживанию подвергаются отходы в виде суспензий и прочих дисперсных систем.

Оборудование для механического обезвоживания по способу создания и значению движущей силы процесса делится на отстойники (где разделение

осуществляется в поле сил тяжести), вакуум-фильтры (движущая сила процесса создается разрежением под фильтровальной перегородкой), отстойные и фильтрующие центрифуги (разделение в которых осуществляется за счет центробежной силы) и др. Для улучшения водоотдачи может проводиться их предварительная обработка реагентными и безреагентными способами (в качестве реагентов используют известь, соли железа и алюминия).

К термическим методам обезвоживания относятся выпаривание и сушка. Выпариванию подвергаются жидкие отходы; удаление влаги происходит из всей массы жидкости при ее температуре кипения. Влага из пастообразных и твердых отходов удаляется только сушкой; при сушке влага удаляется с поверхности материала. По мере удаления влаги с поверхности материала за счет разности концентраций влаги внутри материала и на его поверхности происходит движение влаги к поверхности путем диффузии. В некоторых случаях имеет место термодиффузия, когда движение влаги внутри отхода происходит за счет уменьшения разности температур на поверхности и внутри отхода.

Процесс сушки осуществляется за счет подводимой к отходу тепловой энергии, вырабатываемой в генераторе тепла. Генератором тепла могут служить паровые или газовые калориферы, топки, инфракрасные излучатели и генераторы электрического тока. Выбор генератора тепла обычно определяется схемой и методом сушки, физическими свойствами высушиваемого отхода и требуемым режимом сушки [50, 51].

Разжижение и сгущение применяется при подготовке отходов к размещению на разных видах ОРО.

Чаще всего операции разжижения и сгущения отходов применяются для подготовки отходов к доставке на ОРО гидравлическим транспортом. Например, при расходах пульпы отходов 5000–50000 м^3/ч ее сгущение с отношением твердой и жидкой фаз 1:10 считается целесообразным при удалении ОРО от источника образования отходов более 5–7 км, при размещении ОРО на расстоянии более 3 км гидравлическим транспортом на ОРО направляется пульпа с соотношением твердой и жидкой фаз 1:20–1:30 [38].

Разжижение, в том числе, применяется для подготовки пульпы буровых отходов для закачки в недра.

Фильтрация. Процесс фильтрации отходов применяется при подготовке жидких отходов обрабатывающих производств к закачке в недра и направлен на очистку отхода от взвешенных частиц. В качестве оборудования для фильтрации отходов могут использоваться патронные фильтры.

Усреднение состава отходов осуществляется при подготовке жидких отходов к закачке в недра через нагнетательные скважины. Усреднение состава отходов перед их закачкой направлено на приведение состава отходов к качеству, требуемому в соответствии с лицензионным соглашением на пользование недрами. Усреднение состава отходов осуществляется в прудах-усреднителях.

Разделение на фракции при захоронении жидких и разжиженных отходов в пласт-коллектор.

Применяется при подготовке буровых отходов и прочих дисперсных отходов, содержащих нефтепродукты, и заключается в выделении из отходов жидкой фазы

(водорастворимой), твердой фазы и нефтепродуктов перед захоронением в системах подземной закачки жидких и разжиженных отходов в пласт-коллектор.

Для разделения отходов на фракции используются следующие операции: обезвоживание, нагрев, измельчение, центрифугирование.

Разделение отходов на фракции может рассматриваться как способ обработки отходов, которая подразумевает под собой использование отходов для производства продукции, выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение (рециклинг, регенерация, рекуперация).

Основными преимуществами разделения на фракции отходов, содержащих нефтепродукты, являются:

- извлечение полезного ресурса из отходов (нефтепродуктов;
- снижение опасных свойств отходов (пожароопасности).

Отверждение отходов при подготовке их к размещению применяется при закладке пастообразных отходов в недра. Отверждение отходов может происходить путем их обработки паром или химическими составами (например, остекловывание) [52].

Основным преимуществом отверждения пастообразных отходов перед закладкой является минимизация негативного воздействия на ОС.

Размещение (способы складирования отходов)

Технологические операции по размещению отходов различны в зависимости от их состава, агрегатного состояния и опасных свойств. Кроме того, выбор способа размещения отходов зависит от вместимости ОРО, климатических, топографических и геологических условий.

На практике встречаются следующие основные способы размещения отходов: размещение навалом (насыпью), размещение в брикетах, размещение в таре, размещение гидронамывом, размещение нагнетанием в пласт-коллектор, размещение нагнетанием в полость, размещение закладкой гидравлической, размещение закладкой сухой.

Размещение навалом (насыпью) представляет собой способ приповерхностного размещения отходов путем их наваливания, насыпания. Способ применяется при размещении отходов на поверхности земли и в бункерах.

Размещение отходов навалом (насыпью) на практике осуществляется как без дополнительных операций, так и с проведением дополнительных операций, таких как уплотнение отходов, их послойное покрытие (изоляция), орошение.

Размещение отходов навалом (насыпью) без дополнительных технологических операций на практике применяется при размещении в отвалах отходов добычи полезных ископаемых, в основном вскрышных пород, отходов обогащения полезных ископаемых и отходов производства электроэнергии и пара.

Такой способ размещения отходов не требует существенных экономических затрат, но не имеет экологических преимуществ. Отходы, размещаемые в отвалах без дополнительных технологических операций, могут оказывать воздействие на ОС посредством образования большого количества фильтрационных вод, пыления отходов (при размещении пылящих отходов).

Размещение отходов навалом (насыпью) с орошением имеет преимущество перед размещением навалом (насыпью) без дополнительных технологических

операций, которое заключается в предотвращении пыления отходов и тем самым предотвращении загрязнения атмосферного воздуха и почв на прилегающих территориях. При использовании такого способа размещения уделяется большое значение операциям по обращению с фильтрационными водами, которые образуются в большом количестве. Фильтрационные воды могут накапливаться и использоваться для орошения отходов.

Размещение отходов навалом (насыпью) с уплотнением применяется при захоронении ТКО, производственных отходов, при хранении отходов добычи и обогащения полезных ископаемых.

Уплотнение отходов производится послойно при поступательном движении катков-уплотнителей, компакторов или стандартных землеройно-транспортных дорожных машин (бульдозеров или дорожных катков) по массиву отходов.

Послойное уплотнение отходов позволяет увеличить вместимость ОРО, улучшает условия проезда тяжелой техники по поверхности отходов, обеспечивает возможность высотного складирования без образования оползней, способствует уменьшению объемов образования фильтрационных вод, уменьшению объемов образования биогаза на ОРО ТКО, снижению пожароопасности ТКО, предотвращению биологического загрязнения вблизи ОРО ТКО посредством ограничения доступа животных к отходам [20].

Размещение отходов навалом (насыпью) с уплотнением и послойным покрытием (изоляцией) осуществляется при захоронении ТКО, производственных отходов, при хранении отходов обрабатывающих производств, хранении отходов добычи и обогащения полезных ископаемых.

Изоляция отходов осуществляется послойно и позволяет предотвратить проникновение атмосферных осадков в массив отходов, тем самым снизить объемы образования фильтрационных вод; предотвратить выбросы пыли в атмосферный воздух и предотвратить неорганизованные эмиссий биогаза; предотвратить водную и ветровую эрозию массива отходов; обеспечить стабильность массива отходов.

Дополнительно для объектов захоронения ТКО путем послойного покрытия отходов предотвращается также разнос ветром легких фракций ТКО, обеспечивается защита от проникновения птиц, грызунов, ликвидация кормовой базы, и предотвращается разнос возбудителей заболеваний животными и насекомыми, снижается вероятность возникновения пожаров.

В практике изоляции ТКО применяются природные, искусственные или комбинированные материалы, которые

В практике для послойного покрытия отходов применяют грунт, отходы, альтернативные распыляемые покровные материалы, которые не подвергаются никаким существенным физическим, химическим или биологическим преобразованиям, не проявляют способность к генерации фильтрата, и не подвергают опасности качество окружающей среды.

Грунт или отходы наносятся на поверхность отходов с помощью специализированной техники.

Распыляемое альтернативное покрытие может включать бентонитовые глиняные породы, гипс, цемент, ПЭТ-волокна, поливинилацетат, целлюлозную мульчу.

Рецептура распыляемого покрытия разрабатывается в зависимости от типа покрытия (ежедневное, среднесрочное до 6 месяцев, долгосрочное до нескольких лет в качестве консервации), погодных условий в момент нанесения и сезона, геометрической формы тела полигона ТКО. Расход такого покрытия 0,01 т/м2.

Использование распыляемых покровных материалов позволяет увеличить вместимость объекта размещения отходов и срока его эксплуатации и позволяет сократить трудовые и временные затраты на устройство изолирующего слоя, поскольку для этого требуется минимальное количество техники и персонала, позволяет сократить расход топлива.

Распыляемые покровные материалы наносятся на поверхность отходов посредством распыляющего оборудования, которое является модификацией гидропосевной установки. Пульпа для распыления на поверхность отходов готовится в ADC машине, представляющей собой бак с перемешивающим устройством и мощный насос, подающий пульпу под давлением в распылитель.

Размещение отходов навалом (насыпью) с уплотнением, последующей изоляцией и орошением осуществляется при захоронении ТКО и обладает всеми вышеперечисленными преимуществами уплотнения, изоляции и орошения отходов при их размещении навалом.

Обеспечение стабильности массива отходов при размещении навалом (насыпью).

Стабильность массива отходов, размещенных навалом (насыпью) обеспечивается путем укрепления откосов.

Угол откоса массива отходов определяется нормативными требованиями, но при соответствующем обосновании возможно его увеличение.

При изменении угла откоса массива в каждом случае производится расчет, позволяющий оценить его устойчивость. Изменение угла откоса позволяет значительно повысить емкость участка захоронения отходов и продлить срок эксплуатации объекта.

При маленьких и средних уклонах до 8 % склон укрепляется растениями вертикального и горизонтального действия, а также деревьями. Во многом укреплению наклонных поверхностей участка способствуют растения с развитой корневой системой, которые можно специально высадить в ячейках укрепляющих конструкций. Корневая система растений, переплетаясь с крепежом и конструкцией укрепителя, усиливает почву, препятствует ее эрозии и оползневым процессам.

Растительные грунты в отношении пригодности для произрастания трав разделяются на:

- тяжелые, то есть такие, на которых трава плохо принимается; к ним относятся пески и глины;

- средние, к которым относятся суглинки и супеси;

- легкие, черноземные и другие грунты с большим содержанием примесей растительного или животного перегноя.

При грунтах легких и средних засев трав может быть произведен непосредственно по грунту, из которого отсыпан откос насыпи или в котором разработана выемка; при тяжелых грунтах следует сделать поверх откоса отсыпку легкого грунта. Песчаные откосы могут быть укреплены и без дополнительной отсыпки легкого грунта, но тогда

следует применять для посева семена трав с длинными корнями: песчаный овес, песчаную рожь.

Дополнительная засыпка растительного грунта на откосах производится или между клетками, образованными одерновкой откосов в клетку, или сплошной присыпкой сверху откоса растительного грунта.

В первом случае никаких дополнительных укрепительных работ не требуется, во втором случае (при сплошной присыпке грунта) необходимо, для лучшего сцепления этого грунта с основным грунтом насыпи, устройство по откосам неглубоких уступов. Работы по устройству уступов производятся сверху вниз.

По присыпанной дополнительно на откос растительной земле производят посев трав различных сортов в зависимости от климатических условий и районов производства работ, например:

- для районов лесной и лесостепной зоны рекомендуются костер безостый, мятлик луговой, тимофеевка, клевер, овсяница;
- для степных районов костер прямой, житняк, люцерна желтая, пырей американский, мятлик.

Посев трав может производиться в период с ранней весны по 15 сентября, наиболее удобный эффективный период посевов считается с весны до 15 июня.

Посев трав в южных районах производят только ранней весной; при необходимости более поздних посевов поливка их обязательна.

К ограничениям использования технологии укрепления откосов растительным грунтом относится длительный период восстановления дернового слоя и возможность эрозии откосов до этого момента

При уклонах выше среднего, от 8 % до 15%, обычно применяют искусственные конструкции в виде биоматов, газонных решеток, геосеток. Больший уклон предполагает использование георешеток, габионных конструкций. Их соединение увеличивает способность склона выдерживать нагрузки.

Все эти методы способствуют закреплению склонов за счет внутреннего армирования, то есть «вживления» каркаса укрепляющей конструкции в слой грунта. Процесс армирования склонов происходит либо за счет укрепительных металлических болтов – анкеров, либо заглублением вглубь поверхности (как у габионов).

Для укрепления массива отходов по его периметру может быть сооружена подпорная стенка из армированного грунта, обладающего водонепроницаемыми свойствами. Армированный грунт представляет собой композитный материал, для устройства которого применяются песок крупный (средний), щебень, арматурная сталь, стабигрунт, георешетка, биомат.

Укрепление откосов с использованием геосинтетических материалов выполняется с последующим залужением и посадкой деревьев.

Размещение в брикетах используется главным образом при захоронении ТКО и заключается в размещении спрессованных и обвязанных отходов. Брикетирование отходов описано в разделе «Подготовка отходов к размещению».

При поступлении на ОРО брикеты обычно складываются рядами и пересыпаются слоем изолирующего грунта. Плотность ТКО в брикетах высокая, провалы или серьезные деформации при размещении ТКО в брикетах не наблюдаются.

К преимуществам размещения ТКО в брикетах относятся:

- чистый и опрятный вид;
- отсутствие неприятных запахов;
- значительное снижение пожароопасности;
- защита от атмосферных осадков;
- предотвращение выделения загрязняющих веществ в атмосферных воздух;
- исключение развеивания ветром легких фракций ТКО;
- уменьшение объема отходов, поступающих на размещение;
- защита от проникновения насекомых, птиц, грызунов.

Размещение в таре используется при захоронении производственных отходов, обладающих опасными свойствами, растворимыми в воде, и может использоваться при захоронении твердых и отвержденных отходов в недрах. Затаривание отходов описано в разделе «Подготовка отходов к размещению».

Затаривание отходов направлено на предотвращение их воздействия на ОС.

Размещение гидронамывом осуществляется при хранении отходов добычи и обогащения природных ресурсов, отходов производства электроэнергии и пара, отходов обрабатывающих производств, поступающих в ОРО в основном гидравлическим транспортом, редко конвейерным.

При транспортировании отходов в сухом состоянии конвейерным транспортом пульпа для гидронамыва формируется в месте ссыпания отхода с конвейера, куда также подается жидкая фаза.

Размещение отходов гидронамывом способствует равномерному распространению отходов по площади.

Размещение нагнетанием в пласт-коллектор применяется при захоронении жидких и разжиженных отходов добывающих и обрабатывающих производств в недра.

Обеспечение технически успешной и экологически безопасной реализации подземного размещения может быть достигнуто в определенных, благоприятных для его применения гидрогеологических условиях. Наиболее благоприятными в данном отношении являются водоносные горизонты отрицательных платформенных структур, изолированные выдержанными водоупорными пластами от эксплуатируемых или пригодных к хозяйственному использованию водоносных горизонтов верхней гидродинамической зоны весьма затрудненного водообмена и содержащие подземные воды повышенной и высокой минерализации, исключающей их рациональное применение в настоящее время и в перспективе.

Основным назначением размещения отходов нагнетанием является обеспечение безопасной, стабильной и долгосрочной локализации закачанных отходов. Горизонты, предназначенные для нагнетания, имеют необходимые изолирующие пласты для того, чтобы обеспечить полную локализацию отходов в пласте и не допустить их выхода на поверхность. Для этого проводится глубокий анализ результатов геологического исследования и моделирования с использованием компьютерных программ.

В качестве участка недр используется пласт-коллектор, расположенный в зоне затрудненного или весьма затрудненного водообмена, отвечающий требованиям изоляции отходов от компонентов окружающей среды, пригодных к использованию в хозяйственной деятельности.

Нагнетание (закачка) отходов в пласт-коллектор осуществляется через нагнетательную скважину. Типовая конструкция нагнетательной скважины представлена в разделе 2.1.

Основным преимуществом размещение отходов нагнетанием в пласт-коллектор является минимизация эмиссий в ОС.

Размещение нагнетанием в полость осуществляется аналогично размещению нагнетанием в пласт-коллектор. Отличием является необходимость подготовки полости для закачки путем ее герметизации от подземных вод и соседних участков недр.

Подземные резервуары, например, создают в многолетнемерзлых породах методом водно-теплового разрушения многолетнемерзлых мелкодисперсных пород с последующим эрлифтным подъемом пульпы разрушенных пород на поверхность. Породы, содержащие большое количество глинистых частиц (глины, суглинки), плохо подвержены водно-тепловому разрушению, поэтому основной целью инженерных изысканий является поиск выдержанных по мощности пластов мелкодисперсных грунтов (пески, супеси и т. п.).

Размещение сухой или гидравлической закладкой применяется при захоронении твердых и отвержденных отходов в недра. Основным преимуществом размещения отходов закладкой является сохранение земельных ресурсов.

В целях предотвращения загрязнения ОС при размещении отходов закладкой необходимо особое внимание уделять герметизации контактной зоны отходов и подземных вод.

При размещении отходов сухой закладкой они доставляются в подземные камеры или в специально созданные подземные резервуары, например, в многолетнемерзлых породах, в сухом дробленом виде и распределяются механическим способом. В чистом виде сухая закладка используется редко ввиду ее большого коэффициента усадки (до 50 %), обычно используются ее разновидности – консолидированная или инъекционная закладки.

При консолидированной закладке формирование монолита происходит под воздействием пара или химических растворов на уже размещенную в очистном пространстве сухую закладку. При этом происходит проникновение реагентов в отходы, через определенное время происходит «кристаллизация» реагентов. Такая закладка обладает достаточно высокими прочностными характеристиками, которые сохраняются при длительном нагружении налегающими породами [53]. Иногда для консолидации сухой закладки используют жидкие цементирующие растворы (в т. ч. растворы самого цемента).

Сухая закладка применяется в Ямало-Ненецком автономном округе при размещении твердых отходов добывающих или обрабатывающих производств в скважинные подземные резервуары, создаваемые в дисперсных многолетнемерзлых породах. Сухая закладка на таких объектах осуществляется с использованием установки приема и подачи твердых отходов в подземных резервуар (рисунок 2.16).

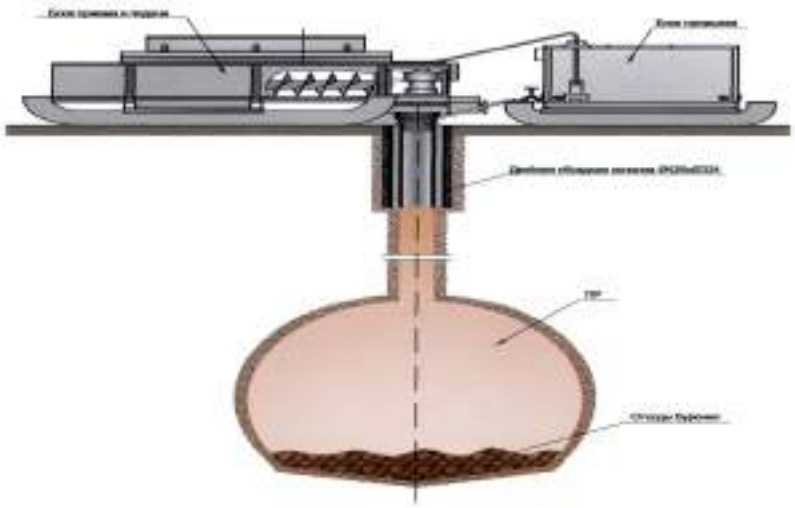


Рисунок 2.16 – Сухая закладка отходов, связанных с добычей нефти и газа, в подземный резервуар (Ямало-Ненецкий автономный округ) [45]

При применении гидравлической (твердеющей) закладки в подземную камеру или в специально созданные подземные резервуары, например, в многолетнемерзлых породах, доставляются пульпообразные отходы. При завершении заполнения камеры закладочная смесь набирает прочность и переходит из текучего состояния в вязкопластичное, а затем в жесткопластичное с окончательным омоноличиванием.

Гидравлическая закладка применяется при захоронении жидких и разжиженных отходов добывающих и обрабатывающих производств в недра.

В российской практике для захоронения отходов закладкой используются в основном отработанные камеры рассолопромыслов либо отработанные пространства рудников.

В Ямало-Ненецком автономном округе гидравлическую закладку используют для размещения отходов в одиночный подземный резервуар или полигон подземных резервуаров, которые создаются в дисперсных многолетнемерзлых породах на глубине от 15 м.

Гидравлическая закладка отходов в резервуар осуществляется через технологическую скважину с помощью гидравлического насоса.

После закладки отходов в подземный резервуар в многолетнемерзлых породах отходы отверждаются посредством воздействия на них сезонно действующего охлаждающего устройства, устанавливаемого в резервуаре по окончании заполнения его отходами. Использование сезонно действующего охлаждающего устройства позволяет ускорить промерзание отходов в резервуаре [45].

Основными преимуществами размещения отходов в резервуарах в многолетнемерзлых породах являются [45]:

- надежная изоляция отходов в резервуаре (полости) с последующей их иммобилизацией вследствие охлаждающего воздействия массива многолетнемерзлых пород, в которых они сооружаются, а также за счет установки после загрузки отходов сезонно-охлаждающего устройства;

- отсутствие влияния ОРО на поверхностные среды, подтверждаемое соблюдением нормативов качества атмосферного воздуха, почв, поверхностных и

надмерзлотных вод на границе участка расположения ОРО по результатам экологического мониторинга;

- возможность использования побочных продуктов строительства резервуаров (песок, вода) в качестве вторичных ресурсов.

Обращение с фильтрационными, дренажными, ливневыми водами

Обращение с фильтрационными, дренажными, ливневыми водами на ОРО может выполняться следующими способами:

- использование;
- рециркуляция;
- очистка;
- отвод.

Использование фильтрационных, дренажных, ливневых вод заключается в возможности их применения:

- для доставки отходов ОРО гидравлическим транспортом;
- для орошения (рециркуляции) отходов;
- в системе оборотного водоснабжения предприятия.

Использование фильтрационных и дренажных вод осуществляется на ОРО следующих видов:

- хранилищах, предназначенных для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых; обрабатывающих производств; производства электроэнергии и пара;
- отвалах отходов обрабатывающих производств;
- полигонах приповерхностного захоронения производственных отходов;
- объектах захоронения твердых коммунальных отходов.

Рециркуляция является одним из способов уменьшения объема фильтрационных и дренажных вод путем их использования для орошения поверхности массива отходов.

Метод позволяет увеличить влажность отходов и тем самым снизить риски возгорания ТКО, стимулировать биохимические процессы их разложения (за счет выноса водорастворимых продуктов деструкции отходов, усиления метаногенеза) [54] на ОРО ТКО, уменьшить пылеподавление при размещении пылящих отходов и способствует более плотной укладке отходов.

Система рециркуляции фильтрационных вод реализована на ряде ОРО ТКО Российской Федерации. Схема рециркуляции фильтрационных вод приведена на рисунке 2.17.

В качестве распылителя фильтрационных вод используется перфорированная труба. Рециркуляция осуществляется распылением фильтрационных вод на поверхности массива отходов ТКО (рисунок 2.18).

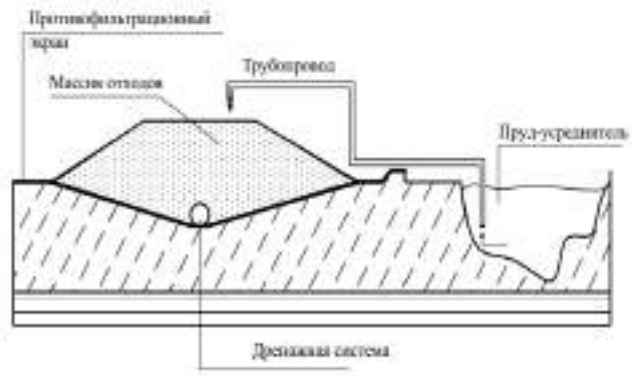


Рисунок 2.17 – Схема рециркуляции фильтрационных вод [55] (ОРО ТКО в Пермском крае)



Рисунок 2.18 – Распыление фильтрационных вод на поверхности ОРО [55] (ОРО ТКО в Пермском крае)

Рециркуляция фильтрационных и дренажных вод осуществляется на ОРО следующих видов:

- хранилищах, предназначенных для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов;
- полигонах приповерхностного захоронения производственных отходов;
- объектах захоронения твердых коммунальных отходов.

Очистка сточных вод осуществляется для достижения установленных нормативов с последующим их сбросом или использованием.

Очистка фильтрационных вод связана со сложным их химическим составом, изменяющимся в течение жизненного цикла ОРО ТКО, а также в связи со значительным его отличием от промышленных и муниципальных сточных вод. Возникают трудности в применении для очистки фильтрационных вод традиционных схем очистки, что приводит к необходимости разработки комплексных схем очистки.

Технологией очистки фильтрационных вод ОРО ТКО является использование процесса обратного осмоса на локальных очистных сооружениях. Обратный осмос представляет собой физический процесс, основанный на прохождении очищаемой жидкости через полупроницаемую синтетическую мембрану из более концентрированного в менее концентрированный раствор в результате воздействия давления, превышающего разницу осмотических давлений обоих растворов. При фильтрации через мембрану поток разделяется на очищенную воду (пермеат) и вторичный отход – концентрат, подлежащий утилизации.

Как правило, установки, включающие в себя блоки обратного осмоса, изготавливаются в контейнерном исполнении или монтируются на металлическую конструкцию. Установка контейнерного типа состоит из нескольких секций (рисунок 2.19):

- накопительный резервуар для очищаемой воды (фильтрационные воды) типа отстойника;
- секция предварительной очистки;
- секция обратного осмоса, включающая одну, две или три ступени, в зависимости от степени загрязненности исходной жидкости и требуемой степени очистки;

- накопительный резервуар для пермеата (очищенная вода).

В настоящее время данная система очистки фильтрационных вод установлена на ОРО ТКО в Московской области производительностью 400 м^3 в сутки и производительностью 600 м^3 в сутки [56].

Принцип обратного осмоса также положен в основу системы очистки «Осмотикс». Технология очистки включает в себя следующие стадии: механические фильтры, обеззараживание озонированием, очистка на мембранах обратного осмоса и регенерация.

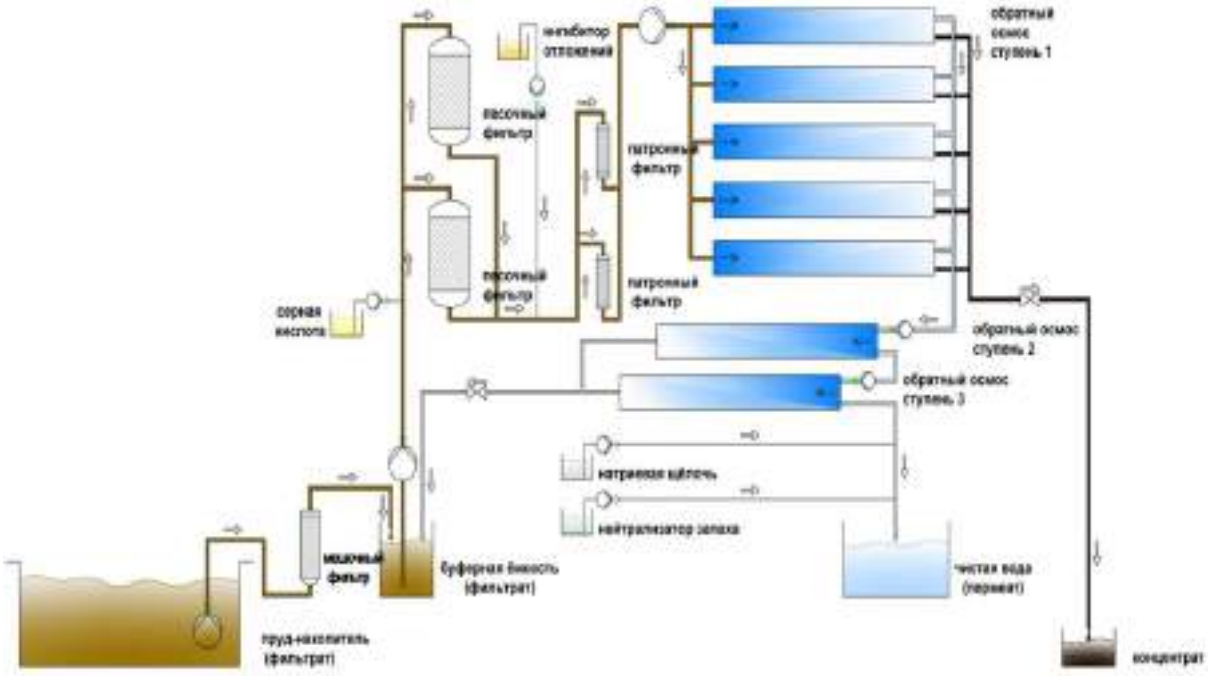


Рисунок 2.19 – Технологическая схема очистки фильтрационных вод ОРО ТКО с использованием установок «ReverseOsmosis (RO) Plant» (ОРО ТКО в Московской области) [56]

Схема очистки фильтрационных вод ОРО ТКО с использованием технологии «Осмотикс» приведена на рисунке 2.20 [57].

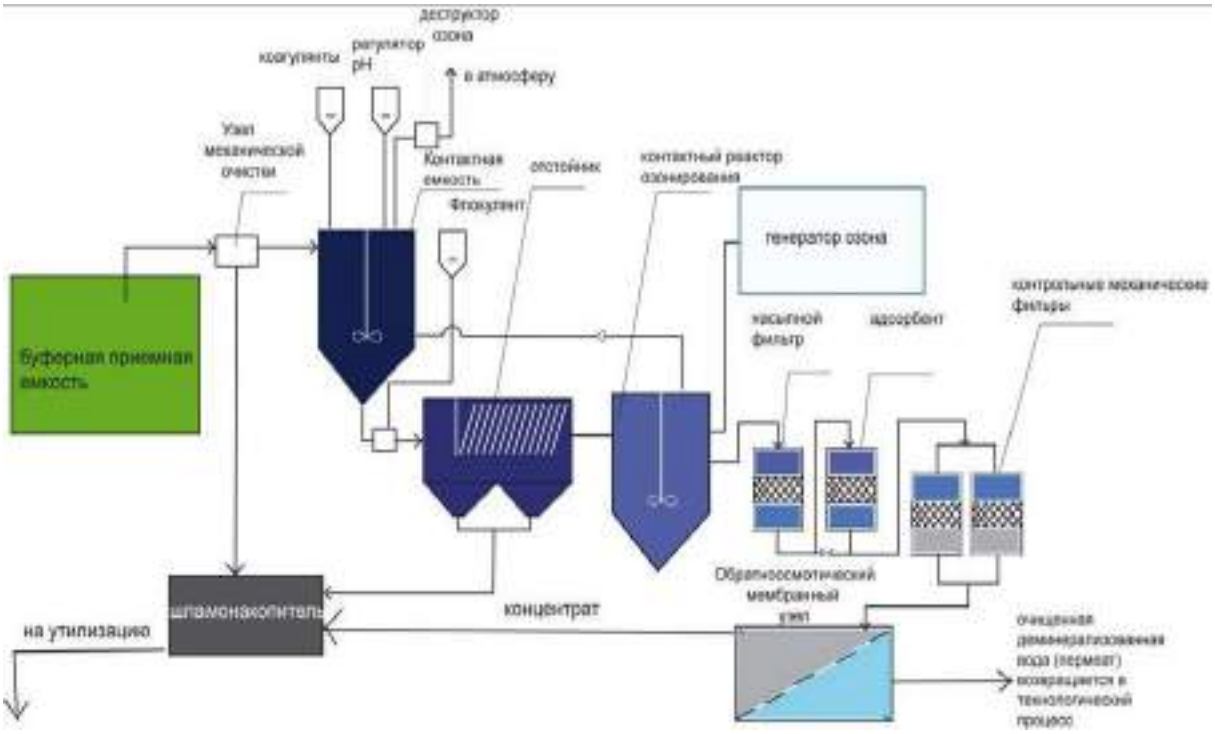


Рисунок 2.20 – Технологическая схема очистки фильтрационных вод ОРО ТКО с использованием технологии «Осмотикс» [57]

Данная технология очистки фильтрационных вод реализована на объекте захоронения ТКО в Краснодарском крае производительностью 400 м^3 в сутки и производительностью 200 м³ в сутки.

Технологией альтернативной технологии обратного осмоса является технология безреагентной очистки фильтрационных вод. Такой комплекс мобильный автоматизированный. Не требуются реагенты. Оборудование вырабатывает из фильтрата необходимые вещества для очистки и утилизации и не используются дополнительные химические реагенты. В результате процесса безреагентной очистки отсутствует концентрат (ретентат). Существенно уменьшаются количества и концентрации в теле полигона как самих загрязнений, так и биосреды, так как отсутствует необходимость возврата концентрата (ретентата) в тело полигона. Полученный в результате обработки фильтрата седимент является неактивным и не выше IV–V классов опасности, составляет не более 3% от общего объема переработки фильтрата или промышленных стоков.

Литификация фильтрата является альтернативной технологией при обращении с фильтрационными водами на объектах захоронения твердых коммунальных отходов.

Литификация осуществляется путем смешения фильтрата со специальными реагентами в результате чего происходит коагуляция с осаждением коагулирующих веществ, а затем – процесс литификации с получением литифицированного фильтрата. Литифицированный фильтрат не подвергается никаким существенным физическим, химическим и биологическим преобразованиям.

При этом способе обращения с фильтратом отсутствует потребность его в очистке и дальнейшем сбросе. Появляется возможность использовать литифицированный фильтрат в технологическом процессе захоронения твердых коммунальных отходов.

Мероприятия *по очистке дренажных вод* зависят от организации ДС (типы дренажных систем приведены в разделе 2.2.1). При отсутствии контакта дренажных вод с отходами может проводиться очистка от взвешенных веществ и т. д. с последующим их использованием (рециркуляцией).

В случае возможности их контакта с отходами происходит сбор дренажных вод с целью их передачи на локальные очистные сооружения или сооружения местного или регионального назначения.

Очистка ливневых вод преимущественно на очистных сооружениях обеспечивает очистку от взвешенных примесей и нефтепродуктов, что, как показывает практика, достаточно для обеспечения нормативного качества очищенных вод, поскольку не происходит контакта с отходами.

Очистка сточных вод осуществляется на ОРО следующих видов:

- хранилищах, предназначенных для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых; обрабатывающих производств;
- отвалах отходов обрабатывающих производств;
- полигонах приповерхностного захоронения производственных отходов;
- объектах захоронения твердых коммунальных отходов.

Отвод фильтрационных, дренажных и ливневых вод

Отвод фильтрационных вод осуществляется путем их стекания к дренажной траншее (рисунок 2.21), откуда самотеком поступают в приемный колодец насосной станции. Из насосной станции фильтрационные воды передаются либо на очистку, либо на полив захораниваемых ТКО в периоды, когда требуется его увлажнение.

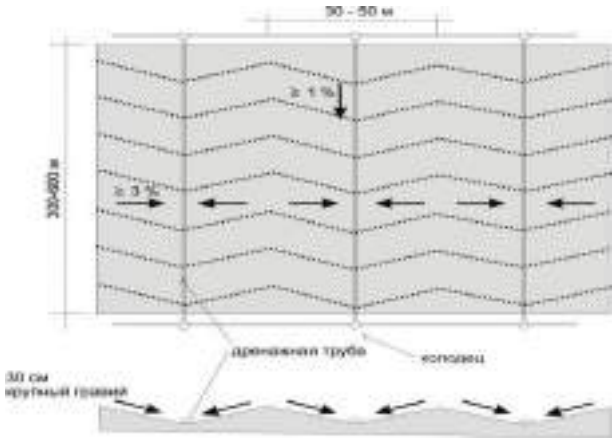


Рисунок 2.21 – Пример схемы укладки дрен сбора и отвода фильтрационных вод [58]

Отвод дренажных вод осуществляется по ДС, организация которого обеспечивает беспрепятственный сток грунтовых вод ниже по горизонту. Соответственно, при реализации такой схемы грунтовые воды обтекают ОРО снизу. В этом случае сбор и вывоз дренажных вод не требуются. В случае невозможности такой организации ДС дренажные воды собираются в дренажные колодцы и насосами перекачиваются в отдельные контрольно-регулирующие емкости дренажных вод.

Отвод ливневых вод осуществляется с использованием ДС (типы дренажных система приведены в разделе 2.2.1) при отсутствии необходимости их очистки.

Отвод фильтрационных, дренажных, ливневых вод осуществляется на ОРО следующих видов:

- отвалах отходов добычи полезных ископаемых;
- хранилищах, предназначенных для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых; обрабатывающих производств; производства электроэнергии и пара
- полигонах приповерхностного захоронения производственных отходов;
- объектах захоронения твердых коммунальных отходов.

Обращение с выбросами в атмосферу

Обращение с выбросами в атмосферу направлено на уменьшение рисков негативного воздействия на окружающую среду и может выполняться следующими способами:

- предотвращение;
- использование;
- отведение;
- рассеивание.

Предотвращение воздействия на атмосферный воздух при доставке отходов на ОРО и размещении отходов может включать мероприятия (при обосновании допустимости и возможности их применения):

- доставка, разгрузка и размещение отходов в полиэтиленовых и бумажных мешках;
- увлажнение разгружаемых отходов с помощью дождевальных установок [16, 39];
- система орошения пылящих пляжей [38, 59];
- намораживание льда и снегоудержание [38];
- химическое закрепление пылящих поверхностей специальными составами, (карбамидная, мочевинофенолформальдегидная и полиамидная смолы, нефтяной и хлопковый гудроны, сульфидно-дрожжевая бражка, нитролигнин и пр.) [25];
- укрытие отходов специальными пленками;
- своевременная промежуточная изоляция размещаемых отходов грунтом и изоляция заполненных подземных сооружений;
- использование вод из оборотных систем производств для проведения мероприятий по пылеподавлению.

Мероприятия по предотвращению выбросов в атмосферу осуществляются на ОРО следующих видов:

- полигонах приповерхностного захоронения производственных отходов;
- системах подземного захоронения твердых и отвержденных отходов.

На ОРО в Оренбургской области [32] предусмотрена система мероприятий, в соответствии с которыми сыпучие отходы IV–V классов опасности доставляются на ОРО в автосамосвалах навалом. При этом отходы в кузовах должны быть укрыты брезентовым пологом, который при разгрузке снимается. Доставка и разгрузка сыпучих пылевидных отходов производятся только под защитой брезентового полога. Длина и ширина брезентового полога принимаются с учетом полного закрытия поверхности разгруженных отходов. При этом необходимо, чтобы кузов автосамосвала поднимался медленно (в пределах его технической возможности) и пылевидные отходы ссыпались, а не срывались из кузова сразу.

При повышении ветра до 9 м/с осуществляется увлажнение поверхности отходов поливочной машиной.

Поверхность каждого яруса уложенных отходов засыпается грунтом. Наружные проектные откосы отходов закрываются изолирующим грунтом, верхний слой которого включает растительный грунт.

Все эти мероприятия позволяют исключить воздействие отходов на атмосферный воздух в момент выгрузки из автосамосвала и при их разравнивании [32].

Использование биогаза, образующегося на ОРО ТКО, заключается в получении электрической и/или тепловой энергии. Для осуществления этого необходимы системы хранения и подготовки биогаза и устройства сжигания.

Хранение биогаза. Энергия, содержащаяся в биогазе, не всегда может быть сразу же использована и преобразована в электрическую и тепловую энергию постоянно. Поскольку биогаз обладает очень низкой энергетической плотностью, то рационально буферизировать только объем, произведенный за день. В целях хранения биогаза используются различные типы газгольдеров (для сжиженного природного газа, абсорбционного типа, высокого давления, оболочковый газгольдер низкого давления) [60].

Подготовка биогаза. Биогаз является потенциальным источником коррозии вследствие содержания в нем галогенированных углеводородов, поэтому использование биогаза в двигателях внутреннего сгорания без предварительной подготовки может привести к образованию соляной кислоты в камере сгорания и, как следствие, к коррозии двигателя. Показатели влагосодержания и состав биогаза свидетельствуют о необходимости его осушки и очистки от вредных примесей, наиболее активной из которых является сероводород.

В связи с этим газопровод обычно заканчивается установкой по очистке и осушке биогаза. Для осушки биогаза используются адсорбционные технологии, в которых в качестве адсорбента обычно применяется активированный уголь. Обогащение метана путем отделения углекислого газа может производиться под давлением с использованием мембран.

Утилизация биогаза. Для получения электроэнергии биогаз используется в газовых двигателях и турбинах. Выработанное электричество может использоваться непосредственно на ОРО ТКО или подаваться в сеть. Для установок небольшой мощности, работающих на биогазе, широкое применение нашли двигатели внутреннего сгорания: газовые двигатели с искровым зажиганием и газодизельные двигатели [61].

При невозможности полного использования биогаза в качестве энергоносителя проводится их временное или периодическое сжигание на факельных установках. Существует два вида систем факельного сжигания биогаза: открытая («свеча») и закрытая.

Открытый способ сжигания отличается простотой из-за отсутствия систем управления процессом горения, простотой установки, выгодностью и целесообразностью с экономической точки зрения и возможностью располагать открытое пламя как на уровне земли, так и на любой высоте.

К недостаткам открытого сжигания относятся отсутствие возможности управлять и следить за температурой, поступлением воздуха, контролировать параметры

биогазового потока и непосредственно процесса горения; разделение продуктов горения.

Закрытый способ позволяется контролировать воздушный поток, нагнетание к пламени которого происходит через специальные воздушные заслонки, и поток биогаза, который выталкивается через пламя вентилятором. Такой способ позволяет исключить образование диоксинов и других опасных компонентов.

Отведение биогаза из ОРО ТКО позволяет уменьшить взрыво- и пожароопасность массива отходов, устранить залповые выбросы биогаза, снизить негативное вредное и опасное воздействие на персонал, население и объекты окружающей среды. При экономической целесообразности осуществляется утилизация отведенного и собранного биогаза.

Сбор и отведение биогаза выполняются с использованием газодренажной системы, состоящей из вертикальных и горизонтальных траншей, газоотводящих труб, колодцев и скважин [46].

Системы обустройства отвода биогаза приведены в разделе 2.2.1.

Кроме системы отведения биогаза, осуществляется система извлечения и транспортирования.

В качестве системы извлечения применяются вентиляторы и компрессоры, которые используются для сжатия и извлечения биогаза из системы сбора. Вентиляторы различают одноступенчатые (имеющие один винт) и многоступенчатые (два и более винтов в одном корпусе).

Для транспортирования биогаза используются газопроводы, трубы которых делают из прочных и стойких к коррозионной среде биогаза материалов (термопластичных, пластичных, стекловолоконных, железобетонных).

Рассеивание выбросов проводится для достижения концентраций вредных веществ в приземном слое атмосферного воздуха, не превышающих ПДК.

Для обеспечения выхода биогаза из ОРО ТКО на поверхности монтируются газовыпуски, которые представляют собой специальные трубы, являющиеся организованными источниками выбросов. Расстояние между газовыпусками и параметры источников выбросов определяются по расчету прогнозируемого количества биогаза и расчету рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Их конструкция способствует изменению условий рассеивания биогаза и, как следствие, снижению концентраций загрязняющих веществ в приземном слое воздуха в районе расположения объекта, а также препятствует попаданию осадков в систему газового дренажа.

2.2.3 Технологии, применяемые при закрытии и ликвидации объектов размещения отходов

Закрытие ОРО осуществляется по окончании срока их эксплуатации. На этапе закрытия ОРО предполагается окончательная изоляция отходов от ОС.

При закрытии ОРО могут быть проведены технический и биологический этапы консервации.

Технический этап консервации ОРО.

Работы и устройства, выполняемые на техническом этапе консервации ОРО, могут различаться в зависимости от вида ОРО. Так, при закрытии ОРО приповерхностного расположения на техническом этапе консервации обычно выполняется верхнее изоляционное покрытие. При закрытии ОРО, оборудованных железобетонными бункерами, устраивается изоляция бункеров. При захоронении жидких и разжиженных отходов добывающих и обрабатывающих производств путем их нагнетания в недра на этапе закрытия объекта производится консервация или ликвидация скважин.

Устройство верхнего изоляционного покрытия

Устройство верхнего изоляционного покрытия направлено на:

- обеспечение отвода поверхностного стока и исключение его инфильтрации в массив отходов;

- предотвращение ветровой, водной эрозии поверхности ОРО;

- обеспечение возможности укоренения травы, кустарников и деревьев на биологическом этапе консервации.

В российской практике на этапе технической рекультивации чаще всего уплотняется верхний слой отходов и устраивается изолирующее покрытие из глинистого грунта, полученного при строительстве ОРО. Толщина слоя обычно составляет не менее 2 м, включая первоначальный защитный слой 0,5 м.

С другой стороны, существует практика применения комплексного перекрытия, состоящего из нескольких различных слоев, каждый из которых выполняет определенные функции. В случае, когда необходимо полностью исключить инфильтрацию осадков в тело ОРО и неорганизованный выход биогаза (на ОРО ТКО), в конструкцию перекрытия вносится дополнительный элемент – водонепроницаемая полимерная геомембрана или бентонитовый мат.

Комплексные перекрытия используются на ОРО в Волгоградской области (г. Волжский), в Нижегородской области (Городецкий район, г. Балахна), в Камчатском крае (Соболевский район) и в других регионах [62].

На полигоне захоронения промышленных отходов, расположенном в г. Волжском, комплексное закрытие осуществляется следующим образом:

1 Заполненная карта с отходами IV и V классов опасности изолируется уплотненным слоем местного грунта толщиной 1,0 м с добавлением 10 % растительного грунта в верхнем слое толщиной 0,2 м. В изолирующем слое на глубине 0,5 м укладывают геомембрану толщиной 1,5 мм (рисунок 2.22).

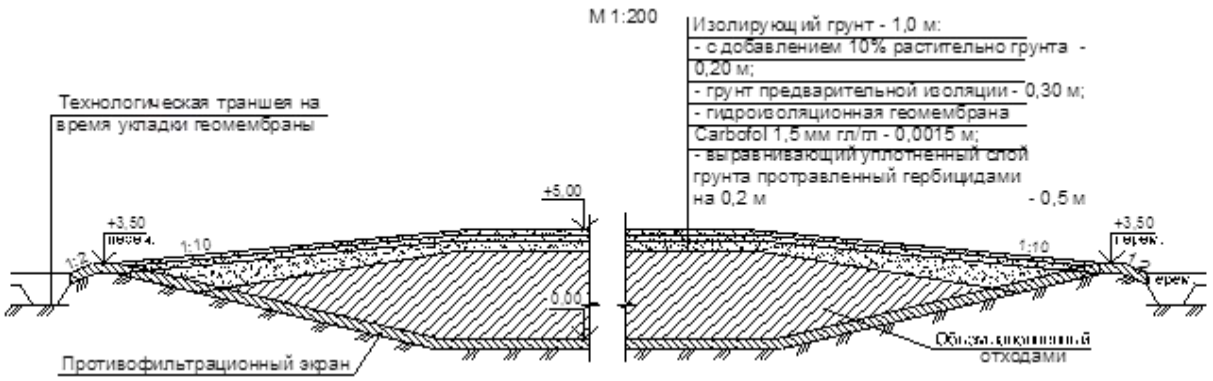


Рисунок 2.22 – Разрез карты захоронения отходов IV и V классов опасности [62]

2 Заполненные карты с отходами III класса изолируются слоем местного грунта толщиной не менее 2,0 м, включая первоначальный защитный слой 0,5 м, по которому укладывается геомембрана толщиной 1,5 мм. Сверху отсыпают выравнивающий слой грунта толщиной 1,3 м, по которому устраивается растительный слой толщиной 0,2 м.

В Городецком районе Нижегородской области на ОРО ТКО в качестве изолирующего покрытия используют геотекстиль плотностью от 100 г/м^2 с толщиной слоя 1,5 мм.

В г. Балахне Нижегородской области на ОРО ТКО последовательно для каждой заполненной карты в качестве изолирующего покрытия используют полимерный геосинтетический материал толщиной слоя 1,5 мм [62].

На поверхности ОРО, помимо исключения инфильтрации атмосферных осадков, организуется система отведения поверхностного стока. Для этого:

1) может осуществляться планировка поверхности с созданием ритмичной системы гряд (с шагом 50–100 м) для ускорения поверхностного стока; созданием ложбинной сети, усиленной по тальвегам железобетонными лотками для ускоренного стока поверхностных вод; созданием магистрального коллектора поверхностного стока с подачей на очистные сооружения;

2) может создаваться дренаж для сбора и отвода поверхностного стока с территории ОРО.

Для укрепления массива отходов при необходимости может создаваться стабилизирующий слой, состоящий из подготовительного выравнивающего слоя из песка, георешетки и слоя щебня.

При необходимости отведения газа из ОРО устраивается также система вертикальных газоприемных скважин, которые могут совмещаться с пластовым дренажем.

Консервация железобетонных бункеров может быть осуществлена несколькими способами:

1 Заполненный отсек бункера тампонируется глиной, закрывается плитами и герметизируется – закрывается асфальтом. При этом формируются наклонные поверхности над картой, сопрягающиеся с предварительно заасфальтированной территорией участка захоронения. Поверхность вновь заасфальтированного участка выполняется с уклоном в сторону пруда-регулятора.

2 Заполненный отсек бункера закрывается плитами, герметизируется, засыпается слоем уплотненного грунта толщиной 2 м, после чего обустраивается водонепроницаемое покрытие, которое должно возвышаться над прилегающей территорией и выходить за габариты бункера не менее чем на 2 м с каждой стороны [14, 16, 39].

В Оренбургской области для заполненных отходами железобетонных бункеров предусмотрено следующее изоляционное покрытие:

- на железобетонные плиты перекрытия бульдозером отсыпается местный суглинистый слой грунта толщиной 0,7 м;

- далее укладывается геомембрана толщиной 1 мм;

- отсыпается защитный слой суглинистого грунта толщиной 1,2 м, верхняя часть которого мощностью 0,2 м отсыпается с добавлением растительного грунта [32].

Консервация и ликвидация скважин, которые закладываются с целью захоронения отходов, осуществляется в соответствии с требованиями законодательства [64].

Работы по консервации и ликвидации скважин направлены на обеспечение изоляции отходов в недрах и исключения их перетока в выше- и нижележащие водоносные горизонты по скважинам.

Биологический этап консервации заключается в посадке растительности на поверхности ОРО.

Для посева растительности на поверхности окончательного изолирующего покрытия устраивается почвенно-грунтовый слой толщиной обычно не менее 150 мм. Как правило, он устраивается из резервов, созданных при сооружении ОРО. При его недостатке растительный грунт закупается, чаще всего в его роли выступает торфо-песчаная смесь в пропорциях 1:1.

После укладки и разравнивания растительного грунта производится залужение территории.

Проведение работ по залужению может производиться в первый год по схеме: дискование, внесение удобрения, последующее боронование, предпосевное прикатывание и раздельно-рядовой посев травосмеси, скашивание на высоту 5-6 см и полив 5 раз в год из расчета 200 м^3/га при одноразовом поливе.

Пример устройства технического и биологического покрытия ОРО представлен на рисунке 2.23.

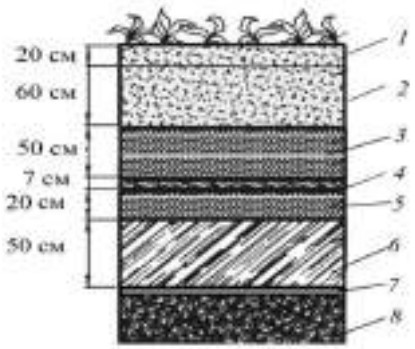


Рисунок 2.23 – Конструкция комплексного перекрытия ОРО:
1 – растительный слой; *2* – чистый грунтовый слой; *3* – дренажный слой;
4 – гидроизоляционный материал; *5* – выравнивающий слой;
6 – минеральный слой из глинистых грунтов; *7* – газосборный экран из текстильного материала; *8* –отходы (Московская область) [63]

2.3 Производственный экологический контроль при размещении отходов

При производственном экологический контроле в период эксплуатации ОРО проводятся работы по контролю качества систем обустройства ОРО и контролю за соблюдением технологического процесса размещения отходов.

Контроль качества систем обустройства ОРО направлен на обеспечение их надлежащей работы, целостности и функциональности.

Контроль за соблюдением технологического процесса размещения отходов направлен на обеспечение качественного выполнения технологического процесса.

Контроль качества систем обустройства ОРО может быть как визуальным, так и инструментальным.

Примером организации системы инструментального контроля качества обустройства ОРО может служить организация контроля качества гидроизоляционных свойств противофильтрационных экранов.

Герметичность экранов контролируется различными способами в зависимости от гидрогеологических условий территории и конструкции экрана.

Контроль качества гидроизоляционных свойств противофильтрационных экранов в период эксплуатации ОРО может осуществляться дипольным методом.

К косвенным методам контроля качества гидроизоляционных свойств ПФЭ относятся методы контроля качества подземных вод.

Так, при экранах, устраиваемых на слабофильтрующих грунтах с относительно высоким уровнем стояния грунтовых вод (до 1 м) и небольших уклонах грунтового потока, контроль герметичности осуществляется путем отбора проб воды на химический анализ из дренажных колодцев, в которые поступает вода от дренажа.

При глубоком залегании уровня грунтовых вод и сравнительно высоком коэффициенте фильтрации грунтов контроль герметичности осуществляется путем отбора проб грунтовых вод из контрольных скважин.

При двухслойных экранах, когда между слоями устраивается дренаж, герметичность верхнего слоя контролируется путем установки в межслойном пространстве специальных электрических датчиков [65].

Другим примером контроля систем обустройства при размещении отходов является ***контроль герметичности колонн нагнетательных скважин***, используемых для захоронения жидких и разжиженных отходов в недра.

Контроль герметичности колонн нагнетательной скважины предусматривает регулярный отбор проб рассола из межтрубного пространства колонн на содержание компонентов отходов. Пробы отбираются на оголовке скважины [43].

2.4 Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды при размещении отходов

Мониторинг состояния и загрязнения ОС на территориях ОРО и в пределах их воздействия на ОС выполняется в соответствии с порядком, установленным законодательством [25].

Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды на территориях ОРО и в пределах их воздействия на ОС представляет собой систему наблюдений за состоянием и загрязнением ОС, оценки и прогноза изменений ее состояния под воздействием ОРО

Мониторинг ОС осуществляется в целях предотвращения, уменьшения и ликвидации негативных изменений качества ОС.

Раздел 3 Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду

Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду установлены в отношении видов ОРО, относящихся к области применения НДТ по фактическим данным, полученным в результате анкетирования.

Текущие уровни эмиссий в окружающую среду для объектов захоронения твердых коммунальных отходов

Согласно фактическим данным, полученным в результате анкетирования, установлены текущие уровни эмиссий в окружающую среду для объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Выбросы в атмосферный воздух образуются при захоронении твердых коммунальных отходов главным образом в результате газообразования на картах с твердыми коммунальными отходами. Также выбросы загрязняющих веществ при размещении ТКО образуются на следующих технологических переделах:

1) доставка отходов на объект захоронения автотранспортом;
2) разгрузка отходов;
3) распределение и уплотнение отходов на участке захоронения отходов;
4) дезинфекция колес мусоровозов.

Согласно данным анкетирования на каждом из перечисленных технологических переделов учитываются различные загрязняющие вещества. Перечни загрязняющих веществ и удельное образование выбросов загрязняющих веществ в результате размещения 1 тонны твердых коммунальных отходов (т/т) приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Текущие уровни эмиссий загрязняющих веществ в атмосферный воздух для объектов захоронения твердых коммунальных отходов на этапе эксплуатации (по данным анкетирования)

Источник образования выбросов	Загрязняющие вещества	Удельное образование выбросов загрязняющих веществ в результате размещения 1 тонны отходов, т/т	
		для отдельных технологических переделов	в целом по объекту захоронения твердых коммунальных отходов
Доставка отходов с использованием автотранспорта	Азота диоксид	0,00000462 – 0,00000801	0,00001800 – 2,57200000
	Азота оксид		
	Сера диоксид		
	Углерода оксид		
Разгрузочные работы	Пыль неорганическая: >70% SiO_2, 70-20% SiO_2, < 20% SiO_2	0,00000117 – 0,00060197	
	Азота диоксид		
	Аммиак		
	Сера диоксид		
	Дигидросульфид (Сероводород)		

Окончание таблицы 3.1

Источник образования выбросов	Загрязняющие вещества	Удельное образование выбросов загрязняющих веществ в результате размещения 1 тонны отходов, т/т	
		для отдельных технологических переделов	в целом по объекту захоронения твердых коммунальных отходов
	Углерод оксид		
	Метан		
	Диметилбензол		
	Метилбензол		
	Этилбензол		
	Формальдегид		
	Взвешенные вещества		
Газообразование на картах захоронения ТКО	Метан	0,00000187 – 0,11258073	
	Углерод оксид		
	Аммиак		
	Азот диоксид		
	Дигидросульфид (Сероводород)		
	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)		
	Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)		
	Метилбензол (Толуол)		
	Этилбензол		
	Формальдегид		
Дорожная техника, работающая на участке размещения отходов	азота диоксид	0,00027618 – 0,40046000	
	азота оксид		
	сера диоксид		
	углерода оксид		
	Взвешенные вещества (по саже)		
	Керосин / Бензин		
Участок дезинфекции	Хлор	0,00000372 – 0,02775170	
	Алкилтриметиламмонийхлорид		
	Взвешенные вещества (по пыли полигексаметиленгуанидина гидрохлор)		

Маркерным веществом в выбросах загрязняющих веществ от объектов захоронения твердых коммунальных отходов является метан.

Эмиссии загрязняющих веществ в водные объекты при захоронении ТКО образуются при сбросе очищенных фильтрационных вод и ливневых, талых вод с

территории ОРО в водный объект. Перечни загрязняющих веществ и удельное образование сбросов загрязняющих веществ в результате размещения 1 тонны твердых коммунальных отходов (т/т) приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Текущие уровни эмиссий загрязняющих веществ в водные объекты для объектов захоронения твердых коммунальных отходов на этапе эксплуатации

Источник образования сбросов	Загрязняющие вещества	Удельное образование сбросов загрязняющих веществ в результате размещения 1 тонны отходов, т/т (в целом по объекту захоронения твердых коммунальных отходов)
Общий сброс от локальных очистных сооружений: - стоков бытовой канализации объекта захоронения ТКО; - ливневого (поверхностного) стока; - фильтрата полигона ТКО	Взвешенные вещества	0,00000188 – 0,01200000
	Магний	
	Железо	
	Кальций	
	Медь	
	Кобальт	
	Цинк	
	Нитрат-ион	
	Нитрит-ион	
	Сульфаты	
	Хлориды	
	Кремний	
	БПК полный	
	Натрий	
	Фосфаты	
	Нефтепродукты	

Текущие уровни эмиссий в окружающую среду для отвалов отходов добычи полезных ископаемых, отходов обрабатывающих производств и отходов производства электроэнергии и пара

Согласно фактическим данным при размещении отходов в отвалах выбросы в атмосферный воздух образуются главным образом в результате пыления тела отвала, в результате ссыпок сухих отходов при разгрузочных работах, а также в результате работы дорожной техники для распределения отходов и формирования тела отвала, сдувов при перемещении отходов, в том числе с кузовов транспорта.

Загрязняющие вещества и удельное образование выбросов загрязняющих веществ в результате размещения в отвалах 1 тонны отходов добычи полезных ископаемых, отходов обрабатывающих производств и отходов производства электроэнергии и пара (т/т) приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Текущие уровни эмиссий загрязняющих веществ в атмосферный воздух для отвалов отходов добычи полезных ископаемых, отходов обрабатывающих производств и отходов производства электроэнергии и пара на этапе эксплуатации

Источник образования выбросов	Отходы	Загрязняющие вещества	Удельное образование выбросов загрязняющих веществ в результате размещения 1 тонны отходов, т/т
Отвалы отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых	Отходы обогащения сильвинитовой или карналлитовой руды флотационным или галургическим способом	Калия хлорид	0,0000013 – 0,00051327
		Натрия хлорид	
		азота диоксид	
		азота оксид	
		сера диоксид	
		углерода оксид	
		Взвешенные вещества (по саже)	
		Керосин / Бензин	
	Отходы от промывки песка при добыче алмазов	Пыль неорганическая: >70% SiO_2, 70-20% SiO_2, < 20% SiO_2	0,0000014 – 0,0000483
		Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	
		Азот (II) оксид (Азота оксид)	
		Углерод (Сажа)	
		Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	
		Углерод оксид	
		Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	
		Формальдегид	
		Керосин	
	Породы от проходки открытых и подземных горных выработок	Пыль неорганическая: >70% SiO_2, 70-20% SiO_2, < 20% SiO_2	0,000000008 – 0,000502
		Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	
		Азот (II) оксид (Азота оксид)	
		Углерод (Сажа)	
		Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	
		Углерод оксид	
		Керосин	

Окончание таблицы 3.3

	Отходы отсева известняка и прочих подобных отходов при добыче известняка	Пыль неорганическая: >70% SiO_2, 70-20% SiO_2, < 20% SiO_2	0,0000378 – 0,0020493
		Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	
		Азот (II) оксид (Азота оксид)	
		Углерод (Сажа)	
		Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	
		Углерод оксид	
		Керосин	
	Отходы цианирования руд серебряных и золотосодержащих	–	0,0000000
Отвалы отходов обрабатывающих производств	Отходы карбоната кальция при производстве минеральных удобрений	Кальций карбонат	0,0001107 – 0,0001246
		Аммиак	
		Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	
		Азот (II) оксид (Азота оксид)	
		Сера диоксид	
		Углерод оксид	
		Углерод (Сажа)	
		Керосин	
Отвалы отходов производства электроэнергии и пара	нд	нд	нд

Маркерным веществом в выбросах загрязняющих веществ от отвалов отходов обогащения сильвинитовой или карналлитовой руды флотационным или галургическим способом является «калия хлорид».

Маркерным веществом в выбросах загрязняющих веществ от отвалов отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, представленных главным образом кремнийсодержащими породами, является «пыль неорганическая: >70 % SiO_2, 70–20 % SiO_2, < 20 % SiO_2».

Текущие уровни эмиссий загрязняющих веществ в водные объекты при размещении в отвалах по данным анкетирования определены для отвалов отходов обогащения сильвинитовой или карналлитовой руды флотационным или галургическим способом (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Текущие уровни эмиссий загрязняющих веществ в водные объекты для отвалов отходов добычи полезных ископаемых, отвалов обрабатывающих производств, отвалов отходов производства электроэнергии и пара на этапе эксплуатации

Источник образования выбросов	Отходы	Загрязняющие вещества	Удельное образование выбросов загрязняющих веществ в результате размещения 1 тонны отходов, т/т
Отвалы отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых	Отходы обогащения сильвинитовой или карналлитовой руды флотационным или галургическим способом	Калий	0,0000077 – 0,0000259
		Натрий	
		Хлорид-анион (хлориды)	
		Магний	
		Прочие вещества	
		Керосин / Бензин	
		Углерод (Сажа)	
		Керосин	
Отвалы отходов обрабатывающих производств	н/д	н/д	н/д
Отвалы отходов производства электроэнергии и пара	н/д	н/д	н/д

Текущие уровни потребления ресурсов и эмиссий в окружающую среду для хранилищ отходов добычи полезных ископаемых, отходов обрабатывающих производств и отходов производства электроэнергии и пара

Согласно фактическим данным при размещении отходов в хранилищах выбросы в атмосферный воздух образуются главным образом в результате пыления сухих пляжей. Для хранилищ, у которых отсутствуют сухие пляжи, источники выбросов согласно результатам анкетирования отсутствуют.

Загрязняющие вещества и удельное образование выбросов загрязняющих веществ в результате размещения в хранилищах 1 тонны отходов добычи, в хранилищах отходов добычи полезных ископаемых, отходов обрабатывающих производств и отходов производства электроэнергии и пара (т/т) приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Текущие уровни эмиссий загрязняющих веществ в атмосферный воздух для хранилищ отходов добычи полезных ископаемых, отходов обрабатывающих производств и отходов производства электроэнергии и пара на этапе эксплуатации

Источник образования выбросов	Отходы	Загрязняющие вещества	Удельное образование выбросов загрязняющих веществ в результате размещения 1 тонны отходов, т/т
Хранилища отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых	Не дифференцированы	Пыль неорганическая: >70 % SiO_2, 70–20 % SiO_2, < 20 % SiO_2	0,0000000 – 0,0000170
		Взвешенные вещества	
Хранилища отходов обрабатывающих производств	Отходы при производстве треххлористого бора	Борная кислота (ортоборная кислота)	0,0000014 – 0,0000026
	Прочие дисперсные и жидкие отходы обрабатывающих производств не дифференцированные по происхождению	н/д	0,0000000
Хранилища отходов производства электроэнергии и пара	Отходы производства электроэнергии и пара	Пыль неорганическая: >70 % SiO_2, 70–20 % SiO_2, < 20 % SiO_2	–

Маркерным веществом в выбросах загрязняющих веществ от хранилищ отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, а также от отвалов отходов производства электроэнергии и пара, является пыль неорганическая: >70 % SiO_2, 70–20% SiO_2, < 20 % SiO_2, образуемая при пылении сухих пляжей хранилищ.

Маркерным веществом в выбросах загрязняющих веществ от хранилищ отходов производства треххлористого бора является борная кислота.

Сбросы загрязняющих веществ при размещении в хранилищах согласно данным анкетирования отсутствуют.

Раздел 4 Определение наилучших доступных технологий размещения отходов производства и потребления

В разделе 4 справочника НДТ изложена методика определения наилучших доступных технологий размещения отходов производства и потребления.

Назначение методики

Настоящая методика разработана в целях идентификации технологий размещения отходов (технологических процессов, методов и способов, оборудования и материалов) в качестве НДТ в процессе разработки и актуализации справочника НДТ.

Методика 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 размещения отходов, 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 информационно-технических справочников НДТ, проектно-изыскательских работ, а также сведения, полученные в ходе консультаций с экспертами в области размещения отходов.

С целью сбора актуальной информации проводится анкетирование организаций, эксплуатирующих ОРО, а также организаций, осуществляющих разработку технологических процессов, методов и способов, производство и реализацию материалов и оборудования, используемых для размещения отходов.

Сбор данных от заинтересованных организаций, необходимых для определения технологических процессов, оборудования, технических способов, методов в качестве НДТ, осуществляется согласно «Порядку сбора и обработки данных, необходимых для разработки и актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям», утвержденному Приказом Минпромторга России от 18 декабря 2019 года № 4841 [67].

Основные принципы определения технологии размещения отходов в качестве НДТ

Оценка технологий размещения отходов в качестве НДТ включает пять последовательных шагов, заключающихся в рассмотрении «*критериев достижения целей охраны окружающей среды для определения наилучшей доступной технологии»*, которые установлены нормативными правовыми актами, положенными в основу данной методики [1, 3, 8, 9].

Критерий 1 – *«Наименьший уровень негативного воздействия технологии на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем выполняемой работы либо другие предусмотренные международными договорами Российской Федерации показатели».*

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

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

Критерий 4 – *«Период внедрения НДТ».*

Критерий 5 – *«Промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду».*

Рассмотрение критериев достижения целей охраны окружающей среды для определения наилучших доступных технологий размещения отходов осуществляется в последовательности, представленной в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Алгоритм определения технологий (технологических процессов, методов и способов, оборудования и материалов), используемых при размещении отходов, в качестве НДТ

Последовательность рассмотрения	Основные действия
1	Рассмотрение критерия 5: Промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду
2	Рассмотрение критерия 1: Наименьший уровень негативного воздействия технологии на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем выполняемой работы либо другие предусмотренные международными договорами Российской Федерации показателей
3	Рассмотрение критерия 3: Применение ресурсо- и энергосберегающих методов
4	Рассмотрение критерия 4: Период внедрения НДТ
5	Рассмотрение критерия 2: Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации НДТ

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

Идентификация согласно критерию 5 «Промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» осуществляется в соответствии со сведениями о размещении отходов, собранных по результатам анкетирования.

При рассмотрении анкет для каждого способа обустройства ОРО, технологической операции при эксплуатации ОРО и его закрытии проводится оценка количества внедрений на действующих ОРО в Российской Федерации.

Результатом оценки технологий по критерию 5 должен стать перечень технологий (технологических процессов, методов, способов), используемых в Российской Федерации более чем на двух ОРО.

Дальнейшее определение технологий (технологических процессов, методов, способов, оборудования, материалов) в качестве НДТ производится для технологий, внедренных на двух и более ОРО.

В случае если внедрение технологии выявлено на одном ОРО, технология оценивается в соответствии с критериями достижения целей охраны окружающей среды

для определения наилучшей доступной технологии и в случае ее соответствия уровню НДТ включается в перечень перспективных технологий, которые в настоящее время не получили достаточного распространения.

4.2 Рассмотрение критерия 1 «Наименьший уровень негативного воздействия технологии на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем выполняемой работы либо другие предусмотренные международными договорами Российской Федерации показатели»

Идентификация согласно критерию 1 «Наименьший уровень негативного воздействия технологии на ОС в расчете на единицу времени или объем выполняемой работы либо другие предусмотренные международными договорами Российской Федерации показатели» осуществляется для перечня технологий размещения отходов, внедренных на двух и более ОРО в Российской Федерации.

Целью оценки уровня негативного воздействия на ОС в расчете на единицу размещаемых отходов (тонну, м^3) является выявление технологических процессов, методов, способов, оборудования, материалов, используемых при размещении отходов и обеспечивающих защиту ОС от воздействия отходов, размещаемых в ОРО.

Уровень негативного воздействия на ОС в расчете на единицу размещаемых отходов (тонну, м^3) оценивается по двум основным показателям:

- удельному образованию эмиссий, поступающих в ОС при размещении отходов, (на 1 тонну или 1 м^3);

- результатам оценки качества компонентов ОС, полученным при анализе данных мониторинга состояния и загрязнения ОС на территориях ОРО и в пределах их воздействия на ОС.

Оценка уровня негативного воздействия проводится для альтернативных технологий, имеющих схожее целевое назначение и применяемых при обустройстве, эксплуатации или закрытии ОРО:

- технологии, направленные на снижение поступления загрязняющих веществ в подземные воды, недра;

- технологии, направленные на снижение поступления загрязняющих веществ в поверхностные воды, почвы;

- технологии, направленные на снижение поступления выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Параметры для сравнения уровня негативного воздействия на ОС в расчете на единицу размещаемых отходов (тонну, м^3) для технологий размещения отходов, направленных на снижение поступления загрязняющих веществ в ОС, приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Параметры для сравнения уровня негативного воздействия на ОС в расчете на единицу размещаемых отходов (тонну, $м^3$)

№ пп	Назначение технологии: снижение поступления загрязняющих веществ	Параметры сравнения уровня негативного воздействия на ОС	
		по количеству эмиссий загрязняющих веществ	по данным мониторинга
1	В подземные воды, недра	- в подземные воды и недра с фильтрационными и дренажными водами	- подземных вод и недр
2	В поверхностные воды, почвы	- в поверхностные водные объекты и почвы с дождевыми и талыми водами	- поверхностных вод и почв
3	В атмосферный воздух	- в атмосферный воздух с выбросами	- атмосферного воздуха

Оценка уровня негативного воздействия технологий, применяемых при обращении с дренажными, фильтрационными, ливневыми и талыми водами, проводится с применением следующих показателей:

- объем образования дренажных, фильтрационных, ливневых и талых вод;
- концентрация (или масса) загрязняющих веществ до очистки;
- концентрация (или масса) загрязняющих веществ после очистки;
- направление сброса дренажных, фильтрационных, ливневых и талых вод.

Оценка уровня негативного воздействия технологий, применяемых при обращении с выбросами в атмосферный воздух, проводится с применением следующих показателей:

- масса выбросов загрязняющих веществ;
- концентрация (или масса) загрязняющих веществ до очистки;
- концентрация (или масса) загрязняющих веществ после очистки.

При оценке уровня негативного воздействия ОРО на ОС необходимо учитывать:

- расположение ОРО (на общей производственной территории или на специализированной территории, выделенной для размещения отходов и расположенной отдельно от прочих производственных объектов);
- литологический состав грунтов, залегающих в основании ОРО (для ОРО, расположенных на земной поверхности);
- литологический состав пласта-коллектора, буферного водоносного горизонта, водоупорных пород (для систем подземного захоронения жидких отходов);
- структуры земной коры, к которым приурочены ОРО (платформа, краевой прогиб, межгорная впадина),
- свойства размещаемых отходов (состав отходов, растворимость в воде компонентов, входящих в состав отходов и их опасные свойства),
- компонентный состав размещаемых отходов.

При рассмотрении физических факторов воздействия на ОС при размещении отходов (шум, запах, электромагнитные и тепловые воздействия) оценивается:

- уровень воздействия на ОС в расчете на тонну размещаемых отходов;

- характер воздействия, постоянный или переменный.

При оценке уровня негативного воздействия учитывается характер последствий воздействия на ОС. Долгосрочные необратимые воздействия рассматриваются как наносящие больший вред ОС, чем краткосрочные и обратимые.

Основным условием отнесения технологии к НДТ в соответствии с Критерием 1 является потенциальная возможность снижения негативного воздействия на ОС после внедрения рассматриваемой технологии размещения отходов.

Результатом оценки технологий по критерию 1 является перечень технологий, применяемых при обустройстве, эксплуатации и закрытии ОРО и обеспечивающих предотвращение или снижение негативного воздействия на ОС.

4.3 Рассмотрение критерия 3 «Применение ресурсо- и энергосберегающих методов»

Идентификация согласно критерию 3 «Применение ресурсо- и энергосберегающих методов» осуществляется для перечня технологий, внедренных в Российской Федерации, обеспечивающих снижение негативного воздействия на ОС.

Целью оценки технологий на предмет применения ресурсо- и энергосберегающих методов является выявление технологий размещения отходов, характеризующихся меньшими затратами энергии и ресурсов.

Оценка технологий на предмет применения ресурсо- и энергосберегающих методов проводится на основании сведений об удельном расходе (на 1 тонну (1 $м^3$)) размещаемых отходов):

- материальных ресурсов;
- топлива;
- прочих энергетических ресурсов.

Результатом оценки технологий по Критерию 3 является перечень технологий размещения отходов, внедренных в Российской Федерации, обеспечивающих снижение негативного воздействия на ОС и характеризующихся меньшими затратами энергии и ресурсов.

4.4 Рассмотрение критерия 4 «Период внедрения НДТ»

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

Оценка периода внедрения НДТ проводится для определения срока, за который может быть внедрена НДТ, и для выявления НДТ с наименьшим периодом внедрения.

Результатом оценки технологий по критерию 4 является перечень НДТ, имеющих меньшие периоды внедрения относительно аналогичных технологий.

4.5 Рассмотрение критерия 2 «Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации НДТ»

Идентификация согласно критерию 2 «Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации НДТ» осуществляется для перечня технологий, сформированного при рассмотрении критериев достижения целей охраны окружающей среды № 1, 3–5.

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

Оценка экономической эффективности внедрения и эксплуатации НДТ проводится на основании информации об экономических показателях размещения отходов, полученной в результате анкетирования организаций, эксплуатирующих ОРО, и организаций, осуществляющих разработку технологических процессов, методов и способов, производство и реализацию материалов и оборудования, используемых для размещения отходов, в качестве которых рассматриваются:

- капитальные затраты на строительство ОРО (с указанием года, в соответствии с ценами которого произведен расчет затрат);
- капитальные затраты на ввод объекта в эксплуатацию (с указанием года, в соответствии с ценами которого произведен расчет затрат);
- эксплуатационные затраты в ценах текущего года;
- себестоимость размещения 1 тонны или 1 м^3 отходов 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 работ и пусконаладочных работ [68–78].

При оценке экономических показателей технологий размещения отходов учитываются следующие факторы, влияющие на себестоимость размещения отходов:

- вид ОРО;
- мощность ОРО;
- площадь ОРО;
- свойства размещаемых отходов (состав отходов, растворимость в воде компонентов, входящих в состав отходов, и их опасные свойства);
- использование для строительства ОРО искусственных выработок или естественных выемок;
- климатические условия расположения ОРО;
- особые природные условия расположения ОРО (карстовые породы, просадочные породы, болото, периодическое затопление поверхностными водами, периодическое подтопление подземными водами, шельф, многолетняя мерзлота).

Условием выбора технологии размещения отходов в качестве НДТ в соответствии с критерием 2 является относительно низкий диапазон затрат на размещение единицы отходов (1 тонны или 1 м^3) при приемлемом уровне воздействия на ОС.

Результатом оценки технологий по критерию 2 является перечень наилучших доступных технологий размещения отходов, т. е. технологий, соответствующих критериям достижения целей охраны ОС:

- внедренных в Российской Федерации на двух и более ОРО;
- обеспечивающих снижение негативного воздействия на ОС;
- характеризующихся меньшими затратами энергии и ресурсов относительно аналогичных технологий;
- характеризующихся меньшими периодами внедрения относительно аналогичных технологий;
- имеющих доступную стоимость размещения единицы отходов.

Результатом рассмотрения технологий с применением критериев достижения целей охраны окружающей среды для определения наилучшей доступной технологии, обозначенных нормативными правовыми актами [1, 3, 8, 9], является перечень наилучших доступных технологий размещения отходов, представленный в разделе 4 справочника НДТ.

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 сопровождается специальными указаниями на особое мнение и допускается при соблюдении следующих условий:

- в основе особого мнения лежат данные, которыми располагает 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 подтверждены техническими, экономическими данными, данными о воздействии на различные компоненты ОС, соответствием технологии определению термина «наилучшая доступная технология» и критериям определения НДТ, указанными в Федеральном законе от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [1].

Раздел 5 Наилучшие доступные технологии размещения отходов

Концепция НДТ настоящего справочника направлена на применение на ОРО методов и способов, которые обеспечивают сокращение негативного воздействия на окружающую среду, содействуют соблюдению требований в области охраны окружающей среды и поощрению технологических инноваций.

Дополнительно к мерам, описанным в настоящем справочнике, могут применяться и иные методы, обеспечивающие, по меньшей мере, такой же уровень охраны окружающей среды.

Ключевым принципом НДТ в отношении размещения отходов является снижение уровней негативного воздействия на окружающую среду настолько, насколько это технически достижимо и экономически целесообразно.

Перечень наилучших доступных технологий, подготовлен в результате оценки технологий, применяемых при размещении отходов, согласно методике, описанной в разделе 4 справочника НДТ, и выполненной по данным анкетирования организаций, осуществляющих разработку технологий и оборудования для размещения отходов, и организаций, осуществляющих деятельность по размещению отходов в Российской Федерации.

Сводные результаты анкетирования представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Количество анкет, поступивших в обработку для разработки и актуализации справочника НДТ в 2016 и 2021 году

Назначение ОРО	Виды ОРО	Количество анкет			
		2016	2021	суммарно	
Объекты хранения отходов	**I Объекты хранения отходов добычи и обогащения природных ресурсов**	**28**	**74**	**102**	190
	- отвалы отходов добычи полезных ископаемых	5	31	46	
	- отвалы отходов обогащения полезных ископаемых	7	10	17	
	- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов	16	33	49	
	II Объекты хранения отходов, образующихся в обрабатывающих производствах и производствах электроэнергии и пара	**26**	**62**	**88**	
	- отвалы отходов обрабатывающих производств	2	2	4	
	- отвалы отходов производства электроэнергии и пара	2	1	3	

Окончание таблицы 5.1

Назначение ОРО	Виды ОРО	Количество анкет			
		2016	2021	суммарно	
	- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов	13	18	31	
	- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов	9	41	50	
Объекты захоронения отходов	**III Объекты захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов**	**36**	**21**	**57**	
	- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов	29	18	47	
	- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов:				
	- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов, при захоронении в пласт-коллектор	6	3	9	117
	- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов, при захоронении в подземный резервуар	1	0	1	
	- системы подземного захоронения твердых и отвержденных отходов	0	0	0	
	IV Объекты захоронения твердых коммунальных отходов	**43**	**17**	**60**	
	- объекты захоронения твердых коммунальных отходов	43	17	60	
	ИТОГО	133	174	307	

Наилучшие доступные технологии, выявленные при обработке анкет и применяемые в Российской Федерации при обустройстве, эксплуатации, закрытии ОРО, при контроле состояния систем обустройства ОРО, при мониторинге состояния и загрязнения ОС на территориях ОРО и в пределах их воздействия на ОС, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Применимость наилучших доступных технологий, выявленных при обработке анкет, на объектах размещения отходов, включенных в область применения справочника

Виды ОРО	Наилучшие доступные технологии (НДТ), выявленные при обработке анкет								
	Обустройство ОРО	Эксплуатация ОРО					Закрытие ОРО	Контроль состояния систем обустройства ОРО	Мониторинг состояния и загрязнения ОС на территориях ОРО и в пределах их воздействия на ОС
		Доставка отходов на ОРО	Подготовка отходов к размещению	Размещение	Обращение с фильтрационными, дренажными, ливневыми водами	Обращение с выбросами в атмосферу			
I. Объекты хранения отходов добычи и обогащения природных ресурсов									
- отвалы отходов добычи полезных ископаемых	НДТ 1.1 НДТ 1.2 НДТ 1.3	н/д	н/д	НДТ 2.4 НДТ 2.8	НДТ 2.13	н/д	н/д	н/д	н/д
- отвалы отходов обогащения полезных ископаемых	НДТ 1.1 НДТ 1.2 НДТ 1.3	н/д	н/д	НДТ 2.4 НДТ 2.8	НДТ 2.13	н/д	н/д	н/д	н/д
- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов	НДТ 1.1 НДТ 1.2 НДТ 1.3	н/д	н/д	НДТ 2.12	НДТ 2.13	н/д	н/д	н/д	н/д
II. Объекты хранения отходов, образующихся в обрабатывающих производствах и производствах электроэнергии и пара									
- отвалы отходов обрабатывающих производств	НДТ 1.1 НДТ 1.2 НДТ 1.3	н/д	н/д	НДТ 2.7 НДТ 2.8	НДТ 2.13	н/д	н/д	н/д	н/д

Продолжение таблицы 5.2

Виды ОРО	Наилучшие доступные технологии (НДТ), выявленные при обработке анкет								
	Обустройство ОРО	Эксплуатация ОРО					Закрытие ОРО	Контроль состояния систем обустройства ОРО	Мониторинг состояния и загрязнения ОС на территориях ОРО и в пределах их воздействия на ОС
		Доставка отходов на ОРО	Подготовка отходов к размещению	Размещение	Обращение с фильтрационными, дренажными, ливневыми водами	Обращение с выбросами в атмосферу			
- отвалы отходов производства электроэнергии и пара	НДТ 1.1 НДТ 1.2 НДТ 1.3	н/д	н/д	НДТ 2.8	НДТ 2.13	н/д	н/д	н/д	н/д
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов	НДТ 1.1 НДТ 1.2 НДТ 1.3	н/д	н/д	НДТ 2.12	НДТ 2.13	н/д	н/д	н/д	н/д
хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов	НДТ 1.1 НДТ 1.2 НДТ 1.3	н/д	н/д	НДТ 2.12	НДТ 2.13	н/д	н/д	н/д	н/д
III. Объекты захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов									
- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов	НДТ 1.1 НДТ 1.2 НДТ 1.3	н/д	НДТ 2.2	НДТ 2.7 НДТ 2.8	НДТ 2.13	н/д	НДТ 3.1	н/д	н/д

Окончание таблицы 5.2

Виды ОРО	Наилучшие доступные технологии (НДТ), выявленные при обработке анкет								
	Обустройство ОРО	Эксплуатация ОРО					Закрытие ОРО	Контроль состояния систем обустройства ОРО	Мониторинг состояния и загрязнения ОС на территориях ОРО и в пределах их воздействия на ОС
		Доставка отходов на ОРО	Подготовка отходов к размещению	Размещение	Обращение с фильтрационными, дренажными, ливневыми водами	Обращение с выбросами в атмосферу			
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов									
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов, при захоронении в пласт-коллектор	н/д	н/д	н/д	НДТ 2.5	НДТ 2.13	н/д	н/д	н/д	н/д
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов, при захоронении в подземный резервуар	н/д	н/д	н/д	НДТ 2.6	НДТ 2.13	н/д	н/д	н/д	н/д
- системы подземного захоронения твердых и отвержденных отходов	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
IV. Объекты захоронения твердых коммунальных отходов									
- объекты захоронения твердых коммунальных отходов	НДТ 1.1 НДТ 1.2 НДТ 1.3	н/д	НДТ 2.1 НДТ 2.2 НДТ 2.3	НДТ 2.7 НДТ 2.8 НДТ 2.9 НДТ 2.10 НДТ 2.11	НДТ 2.13 НДТ 2.14	НДТ 2.15	НДТ 3.1	н/д	н/д

5.1 Наилучшие доступные технологии при обустройстве объектов размещения отходов

Основным принципом НДТ при обустройстве объекта размещения отходов является выбор таких решений по месту расположения объекта и его проектированию, которые могли бы обеспечить предотвращение загрязнения почв, подземных вод, геологической среды, поверхностных вод и других компонентов окружающей среды и максимально полный сбор фильтрационных вод.

Такая защита компонентов окружающей среды предусматривается проектированием для ОРО мер, предусматривающих комбинацию свойств грунтового основания и противофильтрационными обустройствами ложа объекта размещения отходов. В дополнение к этим мерам для минимизации накопления фильтрационных вод в основании объекта предусматривается система сбора фильтрационных вод, а также предпринимаются технические меры по предотвращению формирования таких вод.

Основные способы обустройства различных видов ОРО, применяемые в Российской Федерации, представлены в разделе 2 справочника НДТ.

НДТ, применяемые при обустройстве ОРО, выявлены на основании обработки сведений, представленных в анкетах (таблица 5.1), с использованием методики определения НДТ, описанной в разделе 4 справочника НДТ.

По состоянию на 30.09.2021 при обустройстве ОРО выявлены НДТ для следующих систем защиты компонентов окружающей среды: противофильтрационных экранов, противофильтрационных завес, укрепления откосов ограждающих устройств.

При наличии достаточного количества сведений для каждого способа обустройства ОРО, указанного в таблице 2.1 справочника НДТ, также могут быть выявлены дополнительные НДТ.

НДТ 1.1 Противофильтрационный экран

Наилучшей доступной технологией защиты от загрязнения подземных вод и геологической среды, поверхностных вод, почв в виде противофильтрационного экрана является противофильтрационный экран, обеспечивающий предотвращение попадания в компоненты окружающей среды загрязняющих веществ из отходов, в том числе с фильтрационными водами.

Область применения. Применима для объектов размещения отходов приповерхностного расположения:

- отвалов отходов добычи; отходов обогащения; отходов обрабатывающих производств; отходов производства электроэнергии и пара;
- хранилищ, предназначенных для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых; обрабатывающих производств; производства электроэнергии и пара;
- полигонов приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов;
- объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Противофильтрационный экран проектируется и сооружается с учетом предусмотренного проектом срока эксплуатации и постэксплуатационного обслуживания объекта размещения отходов.

Материалы для противофильтрационных экранов выбирают исходя из устойчивости к воздействию веществ, входящих в состав отходов, а также к физическим воздействиям (перепадам влажности и температуры) и механическим воздействиям (деформациям). Противофильтрационные экраны создаются из природных и (или) искусственных материалов.

Способы противофильтрационной защиты определяются с учетом способности отходов к физическим, химическим и биологическим преобразованиям, а также с учетом их агрегатного состояния и физической формы, опасных свойств, которые могут проявлять компоненты, входящие в состав отходов.

В целях обеспечения качества экрана проводятся работы по контролю гидроизоляционных свойств поверхности экрана, нахлестов и сварочных швов (см. раздел 2 справочника НДТ).

Преимущества экологические

Исключается попадание загрязняющих веществ из отходов в геологическую среду и подземные воды, в почвы и опосредованно в поверхностные водные объекты.

Преимущества экономические: определяются конструкцией противофильтрационного экрана.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: определяются конструкцией противофильтрационного экрана.

Применение в особых природных условиях: определяется конструкцией противофильтрационного экрана.

Ограничения для внедрения и использования технологии: определяются конструкцией противофильтрационного экрана.

Количество внедрений – 75. Из них:

- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов – 13;
- отвалы отходов обогащения полезных ископаемых – 6;
- отвалы отходов обрабатывающих производств – 1;
- отвалы отходов производства электроэнергии и пара – 1;
- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов – 22;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов – 9;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов – 1;
- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 22.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов

Технология применима для новых (строящихся) участков объектов размещения отходов. Для существующих (эксплуатируемых или закрытых) участков ОРО применима при условии полной экскавации массива отходов.

Период внедрения – от 6 месяцев до 1 года.

Контрольные показатели технологии.

Отсутствие протечек фильтрационных вод через противофильтрационный экран – отсутствие изменений качества подземных вод под воздействием объекта размещения отходов в точках контроля, предусмотренных программой мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

Возможность ремонта и восстановления гидроизоляционных свойств.

НДТ 1.2 Вертикальная противофильтрационная завеса

Наилучшей доступной технологией защиты от загрязнения подземных вод и геологической среды, поверхностных вод, почв в виде противофильтрационной завесы является противофильтрационная завеса, обеспечивающая предотвращение попадания в компоненты окружающей среды загрязняющих веществ из отходов, в том числе с фильтрационными водами.

Область применения. Применима для объектов размещения отходов приповерхностного расположения:

- отвалов отходов добычи; отходов обогащения; отходов обрабатывающих производств; отходов производства электроэнергии и пара;
- хранилищ, предназначенных для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых; обрабатывающих производств; производства электроэнергии и пара;
- полигонов приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов;
- объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Противофильтрационная завеса создается в качестве альтернативы противофильтрационному экрану или дополнения к нему.

Способы вертикальной противофильтрационной защиты определяются с учетом способности отходов к физическим, химическим и биологическим преобразованиям, а также с учетом их агрегатного состояния и физической формы, опасных свойств, которые могут проявлять компоненты, входящие в состав отходов.

Противофильтрационная завеса проектируется и сооружается с учетом всего срока эксплуатации и постэксплуатационного обслуживания объекта размещения отходов.

Материалы для противофильтрационных завес выбирают исходя из устойчивости к воздействию веществ, входящих в состав отходов, а также к физическим воздействиям (перепадам влажности и температуры). Вертикальные противофильтрационные завесы создаются из природных и (или) искусственных материалов.

В целях обеспечения качества вертикальной противофильтрационной защиты проводятся работы по контролю технологии ее сооружения.

Преимущества экологические:

- обладает прочностью структуры;
- изолирует ОРО от подземных вод.

Преимущества экономические: определяются конструкцией противофильтрационной завесы.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: определяются конструкцией противофильтрационной завесы.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения для внедрения и использования технологии: Определяются конструкцией противофильтрационной завесы.

Количество внедрений – 5. Из них:

- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов – 4.

- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара – 1.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

Период внедрения – до 6 месяцев (среднесрочный период внедрения).

Контрольные показатели технологии

Отсутствие протечек фильтрационных вод через противофильтрационную завесу – отсутствие изменений качества подземных вод под воздействием объекта размещения отходов в точках контроля, предусмотренных программой мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

Возможность ремонта и восстановления гидроизоляционных свойств.

НДТ 1.3 Укрепление внешних откосов ограждающих устройств

Наилучшей доступной технологией обеспечения устойчивости ограждающих устройств (откосов) и защиты от загрязнения поверхностных вод, почв являются мероприятия по их укреплению.

Область применения. Применима для объектов размещения отходов приповерхностного расположения:

- отвалов отходов добычи; отходов обогащения; отходов обрабатывающих производств; отходов производства электроэнергии и пара;

- хранилищ, предназначенных для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых; обрабатывающих производств; производства электроэнергии и пара;

- полигонов приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов;

- объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Ограждающие устройства проектируются и сооружаются с учетом всего срока эксплуатации и постэксплуатационного обслуживания объекта размещения отходов.

Способ укрепления откосов выбирают исходя из угла откоса (раздел 2 справочника НДТ) и необходимости обеспечить устойчивость к физическим воздействиям (перепадам влажности, температуры и др.) и механическим воздействиям (деформациям).

Преимущества экологические:

- исключение попадания на поверхность почвы и в поверхностные воды отходов;

- сокращение выбросов неогранической пыли с поверхности ограждающих устройств.

Преимущества экономические: определяются способом укрепления откосов.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: определяются способом укрепления откосов.

Применение в особых климатических условиях. *определяется способом укрепления откосов*. *Применение в особых природных условиях:* не выявлено.

Ограничения для внедрения и использования технологии: определяются способом укрепления откосов.

Количество внедрений – 39. Из них:

- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов – 18;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов – 5;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов – 2;
- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 14.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

Период внедрения: 1-2 года.

Контрольные показатели технологии: Отсутствие попадания отходов на поверхность почв, минимизация выбросов неорганической пыли с поверхности ограждающих устройств – отсутствие изменений качества почв и атмосферного воздуха под воздействием объекта размещения отходов в точках контроля, предусмотренных программой мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

При выявлении новых НДТ, связанных с обустройством ОРО, в том числе противофильтрационными экранами, противофильтрационными завесами, укреплением откосов, обустройством дренажных устройств, ограждающими устройствами по типу дамб обвалования, особенностями герметизации контактной зоны с подземными водами, устройством нагнетательных скважин или специальных поглощающих скважин, обустройством систем отвода и сбора биогаза и другими системами обустройства ОРО, раздел 5.1 справочника НДТ должен быть дополнен.

5.2 Наилучшие доступные технологии при эксплуатации объектов размещения отходов

Эксплуатация ОРО включает технологические операции доставки отходов на ОРО; подготовки отходов к размещению; размещения отходов; обращения с фильтрационными, дренажными, талыми, дождевыми водами; обращения с выбросами в атмосферу.

Применяемые в Российской Федерации основные способы организации перечисленных выше технологических операций эксплуатации различных видов ОРО представлены в разделе 2 справочника НДТ.

НДТ, применяемые при эксплуатации ОРО, выявлены на основании обработки сведений, представленных в анкетах (таблица 5.1), с использованием методики определения НДТ, описанной в разделе 4 справочника НДТ.

По состоянию на 30.09.2021 выявлены НДТ для следующих технологических операций эксплуатации ОРО: подготовки отходов к размещению; размещения отходов; обращения с фильтрационными, дренажными, талыми, дождевыми водами; обращения с выбросами в атмосферу.

НДТ 2.1 Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов

Область применения: Применима для объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Сортировка твердых коммунальных отходов с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов относится к наилучшим доступным технологиям, если степень извлечения вторичных материальных ресурсов составляет не менее 15% масс, степень извлечения отсева с преимущественным содержанием органических веществ не менее 25% масс.

Извлеченные при сортировке ресурсные фракции отходов и биоразлагаемые материалы в дальнейшем направляют на утилизацию или обезвреживание.

Преимущества экологические:

- уменьшение массы и объемов размещаемых отходов, как следствие - снижение эмиссий биогаза в атмосферу и объемов образования фильтрационных вод;

- снижение поступления в окружающую среду токсичных соединений (тяжелых металлов и т. п.).

Преимущества экономические:

- продление срока эксплуатации ОРО вследствие направления части отходов на утилизацию или обезвреживание;

- возможность реализации вторичных материальных ресурсов.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие:

- возможность использования ресурсного или энергетического потенциала отсортированных компонентов отходов.

Применение в особых природных условиях:

- при размещении сортировочной линии в закрытом отапливаемом помещении ограничений нет.

Ограничения для внедрения и использования технологии: не выявлены.

Количество внедрений – 7. Из них:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 7.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов:

- технология применима при наличии достаточных площадей.

Период внедрения: до 1 года (среднесрочный период внедрения).

Контрольные показатели технологии: степень извлечения вторичных материальных ресурсов составляет не менее 15% масс, степень извлечения отсева с преимущественным содержанием органических веществ не менее 25% масс.

НДТ 2.2 Измельчение кусковых отходов перед размещением

Область применения: Применима для объектов захоронения твердых коммунальных отходов, полигонов приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Измельчение кусковых отходов является наилучшей доступной технологией, если оно используется в комбинации с сортировкой для извлечения ценных компонентов пригодных для утилизации.

Преимущества экологические:

- технология обеспечивает подготовку к размещению крупногабаритных отходов, а также снижает взрыво- и пожароопасность отходов, обладающих такими свойствами;
- измельчение с последующей сортировкой позволяет снизить количество отходов, направляемых на размещение.

Преимущества экономические:

- вследствие снижения количества размещаемых отходов и повышения плотности отходов в массиве увеличивается вместимость ОРО, что приводит к снижению себестоимости размещения отходов;
- технология позволяет получить вторичные материальные ресурсы, пригодные для утилизации.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие:

- возможность применения мобильных установок;
- при измельчении отходов существует возможность выделения целевых фракций и/или компонентов для утилизации.

Применение в особых природных условиях:

- как правило, нельзя использовать на открытых площадках при температуре воздуха ниже -20 °С.

Ограничения для внедрения и использования технологии:

- относительно высокая стоимость.

Количество внедрений – 3. Из них:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 3.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: возможно.

Период внедрения: до 1-2 недель (краткосрочный период внедрения).

Контрольные показатели технологии:

- обеспечение измельчения до фракции крупностью не более 200 мм;
- извлечение вторичных материальных и (или) энергетических ресурсов.

НДТ 2.3 Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их прессования и (или) брикетирования

Наилучшей доступной технологией защиты от загрязнения почв, атмосферного воздуха и других компонентов окружающей среды в виде подготовки твердых коммунальных отходов к захоронению на отдаленных от мест накопления объектах захоронения ТКО является подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их прессования и брикетирования.

Область применения: Применима для объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Обработка отходов давлением, производимая с целью увеличения плотности и уменьшения объема размещаемых отходов с последующим брикетированием.

Преимущества экологические:

- увеличение вместимости ОРО;
- снижение объемов образования фильтрационных вод;
- обеспечение защиты от проникновения насекомых, птиц, грызунов;
- замедление анаэробных процессов и, как следствие, снижение выделения загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- исключение развеивания легких фракций отходов.

Преимущества экономические:

- продление срока службы ОРО за счет уменьшения объема отходов, поступающих на размещение;
- снижение транспортных затрат при доставке отходов к месту размещения с использованием специального оборудования;
- снижение стоимости прессования отходов при отсутствии материалов, необходимых для обвязки брикета, а также вероятности разрыва брикетов ввиду их высокой плотности.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие:

- укладка брикетов позволяет достичь ровной и однородной поверхности, что позволяет упростить операцию по укладке грунта и снизить объемы его использования.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения для внедрения и использования технологии: не выявлено.

Количество внедрений – 3. Из них:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 3.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов:

- необходима частичная реконструкция существующего оборудования.

Период внедрения: не выявлено.

Контрольные показатели технологи: не выявлено.

НДТ 2.4 Гидроорошение при размещении отходов добычи и обогащения природных ресурсов навалом (насыпью)

Наилучшей доступной технологией минимизации выбросов пыли неорганической при размещении отходов добычи и обогащения природных ресурсов навалом (насыпью) является гидроорошение.

Область применения: Технология применяется при размещении отходов в отвалах отходов добычи полезных ископаемых; отвалах отходов обогащения полезных ископаемых.

Краткое описание технологии. Гидроорошение осуществляется в процессе уплотнения отходов. В качестве орошающей жидкости могут быть использованы вода, фильтрационные, технологические и прочие воды.

Преимущества экологические:

- обеспечивает пылеподавление.

Преимущества экономические:

- отсутствие необходимости в строительстве ограждающих дамб;

- возможность размещения на отвалах большего количества отходов на одной и той же площади, чем в хранилищах.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: не выявлено.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения для внедрения и использования технологии: не выявлено.

Количество внедрений – 5. Из них:

- отвалы отходов добычи полезных ископаемых – 5.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: не выявлено.

Период внедрения: не выявлено.

Контрольные показатели технологии:

Минимизация выбросов пыли неорганической – отсутствие изменений качества атмосферного воздуха под воздействием объекта размещения отходов в точках контроля, предусмотренных программой мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

НДТ 2.5 Нагнетание отходов, связанных с добычей нефти и газа, в пласт-коллектор, состоящий из песчаников и алевролитов с водоупорными слоями из глинистых пород

Область применения. Технология применима для систем подземного захоронения жидких и разжиженных отходов в пласт-коллектор.

Краткое описание технологии. Применяемая технология, предназначенная для размещения отходов бурения, включает в себя сепарацию (отделение бурового раствора), сбор, транспортировку, измельчение, разжижение, реагентную обработку выбуренной породы с последующей закачкой полученной пульпы под порционным давлением в пласт-коллектор, что позволяет сформировать в нем многочисленные трещины.

Проведение закачки осуществляется на основе данных геологического исследования и моделирования.

Преимущества экологические:

- предотвращение негативного воздействия отходов на ОС посредством изоляции отходов в пределах пласта-коллектора.

Преимущества экономические:

- длительный (более 50 лет) срок эксплуатации без потери базовых свойств и характеристик, уменьшается срок окупаемости технологии вследствие снижения амортизационных затрат на ее внедрение;
- отсутствует необходимость транспортировки отходов на значительное расстояние от места их образования;
- отсутствует необходимость строительства хранилищ (например, полигонов, амбаров);
- возможно размещение значительно большего объема отходов, по сравнению с размещением их в хранилищах.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие:

- отсутствует необходимость изъятия земельных ресурсов для строительства специализированных хранилищ (полигонов, амбаров) для размещения отходов;

- использование естественных противофильтрационных экранов – над и под поглощающим пластом.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения для внедрения и использования технологии:

1) определяются геологическими и гидрогеологическими условиями, а именно:

- наличие тектонических разломов;
- отсутствие глинистых покрышек над и под областью размещения отходов;
- пересечение траекторий других скважин и тектонических разломов и др.;

2) относительно высокая стоимость.

Количество внедрений – 5. Из них:

- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов – 5.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: не выявлена.

Период внедрения: до 0,5–2 лет.

Контрольные показатели технологии:

- соответствие параметров процесса закачки проектным решениям (устьевое давление, скорость закачки, параметры шламовой пульпы: плотность, вязкость);
- отсутствие миграции компонентов отходов, закачанных в пласт-коллектор, в вышележащие водоносные горизонты – отсутствие изменений качества подземных вод и/или геологической среды под воздействием объекта размещения отходов в точках контроля, предусмотренных программой мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

НДТ 2.6 Заполнение отходами, связанными с добычей нефти и газа, скважинного подземного резервуара в многолетнемерзлых мелкодисперсных породах

Область применения. Технология применима для систем подземного захоронения жидких и разжиженных отходов в подземный резервуар.

Краткое описание технологии. Подземные резервуары создают в многолетнемерзлых породах методом водно-теплового разрушения многолетнемерзлых мелкодисперсных пород с последующим эрлифтным подъемом пульпы разрушенных пород на поверхность.

Единичный объем подземных резервуаров определяется исходя из геологических условий мерзлого массива и данных по объемам образования отходов. Отходы размещаются в подземных резервуарах и за счет естественного холода переходят в твердомерзлое состояние, что обуславливает отсутствие миграции загрязняющих веществ в окружающую среду. Для ускорения процесса промерзания отходов в заполненный резервуар устанавливается сезонно-действующее охлаждающее устройство.

При использовании данной технологии возможно применение двух способов закладки скважинного подземного резервуара: гидравлическая закладка жидких и разжиженных отходов с предварительной подготовкой пульпы, сухая закладка твердых и отвержденных отходов с предварительным измельчением.

Преимущества экологические:

- непроницаемость многолетнемерзлых пород, которая гарантирует отсутствие миграции компонентов отходов;

- глубина захоронения отходов (ниже 15 м от поверхности земли), исключающая возможность воздействия на почвенно-растительный покров, контакты с сезонно-талыми водами при нахождении площадки в зоне паводкового затопления и контакты с другими компонентами ОС;

- использование получаемых при строительстве побочных продуктов (песок и вода);

- обеспечение требований по переходу на безамбарное бурение.

Преимущества экономические:

- отсутствие в конструкции подземного резервуара каких-либо искусственных материалов (бетон, металлоконструкции и т. п.);

- незначительная площадь отводимых земель;

- возможность совместного захоронения жидкой и твердой фазы отходов;

- использование побочно получаемого продукта (песка) в качестве строительного материала для отсыпки площадок и дорог;

- отсутствие наземных сооружений;

- низкая материалоемкость;

- использование воды в качестве основного теплоносителя и агента разрушения многолетнемерзлых пород при строительстве подземных резервуаров;

- использование воды для разжижения твердых отходов при необходимости.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие:

- использование побочных продуктов (песок и вода) в качестве вторичных сырьевых материалов, позволяющих экономить природные ресурсы;

- захоронение отходов с нескольких буровых площадок одновременно;

- захоронение любых отходов, связанных с добычей нефти и газа;

- возможность захоронения других видов производственных отходов;

- возможность круглогодичной и круглосуточной работы.

Применение в особых природных условиях. При наличии многолетнемерзлых мелкодисперсных пород, в которых осуществляется захоронение, возможно применение технологии на территориях заболоченных или с периодическим затоплением поверхностными водами.

Ограничения для внедрения и использования технологии:

- наличие дисперсных мерзлых грунтов;

- температура вмещающих пород ниже -3°C;

- отсутствие горизонтов межмерзлотных вод;

- обоснование локализации отходов в подземный резервуар.

Количество внедрений – 3. Из них:

- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов – 3.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: не выявлено.

Период внедрения – до 1 года (среднесрочный период внедрения).

Контрольные показатели технологии:

Отсутствие миграции компонентов отходов за пределы резервуара – отсутствие изменений качества подземных вод, геологической среды, поверхностных вод, почв под воздействием объекта размещения отходов в точках контроля, предусмотренных программой мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

НДТ 2.7 Уплотнение отходов при их размещении навалом (насыпью)

Область применения: Технология применима для отвалов отходов обрабатывающих производств, полигонов приповерхностного захоронения отходов производства, кроме твердых коммунальных отходов, объектов твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Уплотнение отходов производится послойно при поступательном движении специализированной техники по массиву отходов.

Выбор оборудования, используемого для уплотнения отходов, зависит от качества отходов, площади и мощности объекта размещения отходов.

Преимущества экологические:

- сокращение объемов образования фильтрационных вод вследствие затруднения проникновения воды с поверхности вглубь объекта размещения отходов.

Для объекта захоронения твердых коммунальных отходов:

- уменьшение объемов образования биогаза на объекте захоронения твердых коммунальных отходов за счет уменьшения порового пространства и содержания в нем воздуха и воды;

- снижение пожароопасности объекта захоронения твердых коммунальных отходов вследствие уменьшения объема пор и пустот внутри массива отходов, заполненных биогазом, что, в свою очередь, приводит к резкому сокращению эмиссий загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух при горении массива отходов;

- предотвращение распространения животных, живущих и кормящихся в районе массива твердых коммунальных отходов, предотвращение разноса возбудителей заболеваний животными.

Преимущества экономические:

- увеличение вместимости объекта размещения отходов и срока эксплуатации объекта размещения отходов.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: не выявлены.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения для внедрения и использования технологии. В случае применения компакторов – высокая стоимость оборудования.

Количество внедрений – 45. Из них:

- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов – 13;

- отвалы отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых – 2;

- отвалы отходов обрабатывающих производств – 3;

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 27.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

Период внедрения: до 1 месяца (краткосрочный период внедрения).

Контрольные показатели технологии:

Для объектов захоронения твердых коммунальных отходов обеспечение уплотнения твердых коммунальных отходов до плотности не менее 700 кг/м^3.

НДТ 2.8 Укрепление внешних откосов отходов при их размещении навалом (насыпью)

Область применения. Технология применима для отвалов отходов добычи и обогащения полезных ископаемых, отвалов отходов обрабатывающих производств, отвалов отходов производства электроэнергии и пара, полигонов захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов, объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Укрепление внешних откосов отходов при их размещении навалом (насыпью) выполняется в целях обеспечения устойчивости массива отходов, предотвращения водной, ветровой и снежной эрозии поверхности объекта размещения отходов и минимизации выбросов загрязняющих веществ с его поверхности в атмосферный воздух.

Способ закрепления выбирается с учетом угла откоса и свойств отходов.

Преимущества экологические:

- предотвращение оползания массива отходов на прилегающую территорию;
- минимизация выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- предотвращение загрязнения почв.

Преимущества экономические:

- возможность увеличения вместимости объекта размещения отходов и снижения удельных затрат на размещение отходов.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: не выявлены.

Применение в особых климатических условиях: не выявлено.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения для внедрения и использования технологии: не выявлены.

Количество внедрений – 4. *И*з них:

- отвалы отходов обрабатывающих производств – 4.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

Период внедрения: 1-2 года.

Контрольные показатели технологии:

Целостность массива отходов.

Минимизация выбросов неорганической пыли с поверхности отходов, размещенных навалом (насыпью), – отсутствие изменений качества почв и атмосферного воздуха под воздействием объекта размещения отходов в точках контроля, предусмотренных программой мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

НДТ 2.9 Гидроорошение твердых коммунальных отходов при их захоронении навалом (насыпью)

Область применения: Применима на объектах захоронения твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Размещение твердых коммунальных отходов осуществляется без тары (навалом, насыпью) с уплотнением и последующей изоляцией инертным материалом. При эксплуатации объекта размещения твердых коммунальных отходов проводится орошение с целью уменьшения рисков негативного воздействия на атмосферный воздух. В качестве орошающей жидкости могут быть использованы фильтрационные, технологические и прочие воды.

Преимущества экологические:

- предотвращение негативного воздействия объекта размещения твердых коммунальных отходов на атмосферный воздух посредством: предотвращения возгорания массива отходов, предотвращения появления запахов от разложения отходов;
- предотвращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- обеспечивает пылеподавление.

Преимущества экономические:

- предотвращение нештатных ситуаций и затрат на их ликвидацию.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: не выявлены.

Применение в особых природных условиях: определяется климатическими условиями.

Ограничения для внедрения и использования технологии: не выявлено.

Ограничения внедрения: не выявлено.

Количество внедрений– 10. Из них:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 10.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

НДТ 2.10 Послойное покрытие твердых коммунальных отходов при захоронении навалом (насыпью), обеспечивающее соблюдение нормативных требований и сохраняющее вместимость объекта захоронения отходов

Область применения: Технология применима на объектах захоронения твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Размещение отходов навалом (насыпью) производится послойно с разравниванием, уплотнением и покрытием каждого слоя. Послойное покрытие отходов выполняется из природных, искусственных или комбинированных материалов, не подвергающихся никаким существенным физическим, химическим или биологическим преобразованиям, не проявляющих способность к генерации фильтрата.

Содержание загрязняющих веществ в таких материалах и экотоксичность фильтрата являются незначительными, не подвергают опасности качество поверхностных и подземных вод.

Преимущества экологические:

- предотвращение разноса легких фракций отходов на близлежащие территории;
- предотвращение выбросов пыли от массива твердых коммунальных отходов;
- снижение количества образования биогаза и предотвращение неорганизованных эмиссий биогаза;

- обеспечение защиты от проникновения птиц, грызунов, и тем самым предотвращение разноса возбудителей заболеваний;

- снижение вероятности возникновения пожаров;

- ограничение проникновения атмосферных осадков в массив отходов, и тем самым снижение объемов образования фильтрационных вод;

- предотвращение водной и ветровой эрозии массива отходов.

Преимущества экономические: определяются применяемыми материалами.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: определяются применяемыми материалами.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения для внедрения и использования технологии: не выявлены.

Количество внедрений – 59. Из них:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 59.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

Период внедрения – до 1 месяца (краткосрочный период внедрения).

Контрольные показатели технологии:

Отсутствие разноса отходов – отсутствие замусоривания почв на территории, прилегающей к объекту захоронения отходов, определяемое по результатам визуального контроля.

Минимизация загрязнения почв – отсутствие изменений качества почв под воздействием объекта размещения отходов в точках контроля, предусмотренных программой мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

НДТ 2.11 Захоронение отходов, прошедших сортировку в соответствии с НДТ 2.1 «Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов»

Область применения: технология применима для объектов захоронения твердых коммунальных отходов, для которых подтверждена государственной экологической экспертизой возможность пассивной дегазации.

Краткое описание технологии. Захоронение отходов, прошедших сортировку отходов с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов.

Преимущества экологические:

- снижение эмиссий биогаза в атмосферу и объемов образования фильтрационных вод;

- снижение поступления в окружающую среду токсичных соединений (тяжелых металлов и т. п.) ввиду предварительного отбора части опасных отходов и отделения части опасных отходов вместе с мелкой фракцией (например, химических источников тока);

- снижение вероятности возгораний на ОРО.

Преимущества экономические:

- увеличение емкости ОРО.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: не выявлены.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения для внедрения и использования технологии: не выявлено.

Количество внедрений – 7. Из них:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 7.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

Период внедрения –до 1 года (среднесрочный период внедрения).

Технологические показатели технологии: технологические показатели технологии НДТ 2.11 определяются размером выбросов метана:

- для территорий с круглогодичным – 365 дней в году – теплым периодом, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С, определяются размером выбросов метана не более 2,2 кг на тонну отходов в год;

- для территорий с теплым периодом не более 140 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С, определяются размером выбросов метана не более 1,2 кг на тонну отходов в год.

НДТ 2.12 Предотвращение пыления сухих пляжей при размещении отходов в хранилищах путем поддержания уровня «водного зеркала» выше верхней границы пляжей

Область применения: технология применима для хранилищ отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, хранилищ отходов обрабатывающих производств, хранилищ отходов производства электроэнергии и пара.

Краткое описание технологии. В хранилища отходы доставляются гидравлическим транспортом, после чего вода отстаивается, и большая часть воды возвращается в производственный цикл. Поддержание уровня водного зеркала выше отстоявшейся части отходов предотвращает образование сухих пляжей хранилища и предупреждает их пыление.

Преимущества экологические:

- предотвращение пыления сухих пляжей хранилищ отходов.

Преимущества экономические: не выявлены.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: не выявлены.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения для внедрения и использования технологии: не выявлено.

Количество внедрений – 92. Из них:

- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов – 33;

- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов – 18;

- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов – 41.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

Период внедрения: до 1 месяца (краткосрочный период внедрения).

Контрольные показатели:

Отсутствие сухих пляжей в хранилище.

Отсутствие выбросов пыли неорганической с поверхности сухих пляжей – отсутствие изменений качества атмосферного воздуха под воздействием объекта размещения отходов в точках контроля, предусмотренных программой мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

НДТ 2.13 Очистка дренажных и ливневых вод перед их сбросом в водные объекты

Область применения. Технология применима для всех объектов размещения отходов.

Краткое описание технологии. Дренажные и ливневые воды подвергаются очистке (механической, реагентной), способ которой зависит от вида и концентрации загрязняющих веществ. После достижения установленных нормативов очищенные воды могут сбрасываться в водные объекты.

Преимущества экологические:

- обеспечение очистки дренажных и ливневых вод до требуемых нормативов сброса.

Преимущества экономические: не выявлены.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: не выявлены.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения по внедрению и применению технологии:

- высокая стоимость оборудования при очистке дренажных и ливневых вод на собственных очистных сооружениях.

Количество внедрений – 14. Из них:

- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов – 3;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов – 5;
- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов – 1;
- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 5.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

Период внедрения:

- при очистке на собственных очистных сооружениях – до 1 года (среднесрочный период внедрения).

Контрольные показатели технологии:

- соответствие качества дренажных и ливневых вод требованиям к качеству сточных вод, принимаемых для очистки очистными сооружениями;
- соответствие качества дренажных и ливневых вод после очистки требованиям к качеству воды водоприемника.

НДТ 2.14 Рециркуляция фильтрационных и дренажных вод при размещении твердых коммунальных отходов

Область применения: Применима для объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Фильтрационные и дренажные воды после очистки перекачиваются насосом из емкостей для накопления на верхнюю площадку участка размещения отходов, где распыляются по поверхности массива отходов.

Преимущества экологические:

- распыление позволяет увеличить долю испарившихся фильтрационных и дренажных вод и снизить их общий объем;

- позволяет увеличить влажность ТКО, что стимулирует биохимические процессы их разложения на объекте захоронения твердых коммунальных отходов (за счет выноса водорастворимых продуктов деструкции отходов, усиления метаногенеза);

- способствует более плотной укладке отходов;

- снижает риски возгорания ТКО;

- обеспечивает пылеподавление при размещении пылящих отходов навалом (насыпью);

- на начальных стадиях применения систем рециркуляции к объектам захоронения твердых коммунальных снижается содержание органических веществ в фильтрационных водах, что позволяет отчасти снизить последующие затраты на очистку фильтрационных вод.

Преимущества экономические: не выявлены.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: не выявлены.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения по внедрению и применению технологии:

- технология применима только при положительных температурах атмосферного воздуха;

- при значительном превышении количества атмосферных осадков над испарением технология малоприменима, так как не позволяет стабилизировать количество образуемых фильтрационных и дренажных вод;

- возможность накопления в фильтрационных водах загрязняющих вещества при длительном применении технологии.

Количество внедрений – 7. *И*з них:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 7.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

Период внедрения: не выявлен.

Контрольные показатели технологии: не выявлены.

НДТ 2.15 Устройство системы дегазации на объекте захоронения твердых коммунальных отходов

Область применения: Технология применима для объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Сбор и отведение биогаза выполняются с использованием системы горизонтальных траншей, газоотводящих труб, газодренажных слоев, колодцев или скважин.

Преимущества экологические:

- снижение взрыво- и пожароопасности массива отходов, а следовательно, снижение выбросов загрязняющих веществ в результате нештатных и аварийных ситуаций на объекте захоронения отходов (горение отходов и т. п.);

- возможность использования биогаза в качестве вторичного энергетического ресурса.

Преимущества экономические:

- низкая стоимость оборудования и материалов для дегазации;

- простота строительства.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие:

- экономия электроэнергии ввиду отсутствия необходимости установки энергопотребляющего оборудования.

Применение в особых природных условиях: не выявлены.

Ограничения по внедрению и применению технологии:

- при небольших избыточных давлениях в массиве отходов возможны подсосы воздуха в горизонтальных траншеях с образованием взрывоопасных газовоздушных смесей;

- при больших избыточных давлениях в массиве отходов во избежание опасных прорывов через изолирующее покрытие необходима принудительная откачка газа.

Количество внедрений – 3. Из них:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 3.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

Период внедрения: до 1 года (среднесрочный период внедрения).

Контрольные показатели технологии:

- герметичность системы – отсутствие неорганизованных эмиссий биогаза.

Минимизация выбросов метана и других загрязняющих веществ – отсутствие изменений качества атмосферного воздуха под воздействием объекта размещения отходов в точках контроля, предусмотренных программой мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

При выявлении новых НДТ, связанных с подготовкой отходов к размещению, размещением отходов, обращением с фильтрационными, дренажными, талыми, дождевыми водами, обращением с выбросами в атмосферу, раздел 5.2 справочника НДТ должен быть дополнен.

5.3 Наилучшие доступные технологии при закрытии объектов размещения отходов

НДТ 3.1 Устройство верхнего изоляционного покрытия

Область применения: Применима для объектов захоронения отходов приповерхностного расположения:

- полигонов приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов;

- объектов захоронения твердых коммунальных отходов.

Краткое описание технологии. Верхнее изоляционное покрытие создается с целью обеспечения изоляции отходов и предотвращения попадания загрязняющих веществ из отходов в окружающую среду, сохранения устойчивости массива отходов, организации отвода биогаза для объектов захоронения твердых коммунальных отходов, обеспечения сохранности ресурсного потенциала отходов, вписывания объекта размещения отходов в окружающий ландшафт.

Покрытие может создаваться из природных и (или) искусственных материалов.

Конкретная конструкция верхнего гидроизоляционного покрытия выбирается с учетом раздела 2 настоящего справочника НДТ.

Преимущества экологические:

- предотвращение проникновения атмосферных осадков в массив отходов, и, как следствие, исключение образования фильтрационных вод;
- предотвращение пыления;
- предотвращение разлета легких фракций отходов (для объектов захоронения твердых коммунальных отходов);
- предотвращение неорганизованных эмиссий биогаза (для объектов захоронения твердых коммунальных отходов);
- предотвращение распространения запахов;
- предотвращение ветровой и водной эрозии, в результате которой могут быть обнажены размещенные отходы;
- восстановление растительного сообщества на поверхности ОРО и вписывания объекта размещения отходов в окружающий ландшафт.

Преимущества экономические:

- низкие затраты на обустройство гидроизолирующего слоя в случае наличия местных глинистых материалов.

Преимущества ресурсо- и энергосберегающие: не выявлены.

Применение в особых природных условиях: не выявлено.

Ограничения по внедрению и применению технологии:

- не применима на ОРО с большим углом заложения откосов.

Количество внедрений – 45. Из них:

- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов – 15;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов – 2;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов – 1;
- объекты захоронения твердых коммунальных отходов – 28.

Возможность применения на действующих объектах размещения отходов: имеется.

Период внедрения: до 1 года (среднесрочный период внедрения).

Контрольные показатели технологии: Отсутствие выбросов загрязняющих веществ, отсутствие неорганизованных эмиссий биогаза, отсутствие образования фильтрационных вод - отсутствие изменений качества компонентов окружающей среды (подземных вод, атмосферного воздуха, поверхностных вод, почв, растительности и животного мира) под воздействием объекта размещения отходов в точках контроля,

предусмотренных программой мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды.

Возможность использования территории расположения объекта размещения отходов в целях, разрешенных нормами законодательства.

При выявлении новых НДТ, связанных с закрытием (консервацией или ликвидацией) ОРО, раздел 5.3 справочника НДТ должен быть дополнен.

5.4 Наилучшие доступные технологии при контроле состояния систем обустройства объектов размещения отходов и технологий размещения отходов

Наилучшие доступные технологии, применяемые при контроле состояния систем обустройства объектов размещения отходов и технологий размещения отходов, не выявлены ввиду недостатка сведений, предоставленных по результатам анкетирования (таблица 5.1).

При выявлении НДТ, связанных с контролем состояния систем обустройства объектов размещения отходов и технологий размещения отходов, раздел 5.4 справочника НДТ должен быть дополнен.

5.5 Наилучшие доступные технологии при мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду

Наилучшие доступные технологии, применяемые при мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду, не выявлены ввиду недостатка сведений, предоставленных по результатам анкетирования (таблица 5.1).

При выявлении НДТ, связанных с мониторингом состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду, раздел 5.5 справочника НДТ должен быть дополнен.

Раздел 6. Перспективные технологии размещения отходов

Перспективные технологии определяются в соответствии с критериями минимизации или предотвращения негативного воздействия на окружающую среду, срока потенциального внедрения, отсутствия дополнительного загрязнения окружающей среды, экономической эффективности.

К перспективным технологиям относятся технологии, которые находятся на стадии научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ или опытно-промышленного внедрения, позволяющие повысить эффективность производства и сократить эмиссии в окружающую среду.

К перспективным технологиям в области размещения отходов также относятся технологии, имеющие признаки наилучших доступных технологий, но не отнесенные к ним по одному или нескольким критериям.

Обзор перспективных технологий в области размещения отходов подготовлен в результате сбора, обобщения и анализа информации по проведению экспериментов и исследований, созданию новых изобретений в области размещения отходов в Российской Федерации и за рубежом.

6.1 Перспективные технологии при обустройстве объектов размещения отходов

Применение цеолитов в защитных слоях

С точки зрения минимизации или предотвращения негативного воздействия на окружающую среду применение цеолитов является перспективным, поскольку повышает защитную способность глинистого слоя экранов [80].

Поскольку промышленное производство цеолитов уже налажено, то внедрение может осуществляться в минимальные сроки.

Однако, учитывая специфику полигонов захоронения промышленных отходов, а именно необходимость долгосрочной эксплуатации и пострекультивационного содержания, а также учитывая отсутствие опыта применения новых материалов, срок внедрения будет зависеть от показателей работы опытных покрытий.

Ориентировочный период внедрения: 5–10 лет.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов;
- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов;
- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

Устройство лазерно-механического бурения для строительства скважин систем подземного захоронения жидких и разжиженных отходов

Применение технологии позволит снизить количество образуемых при бурении отходов [82].

На данный момент экономическая эффективность технологии невысока в связи со значительными капитальными затратами на оборудование, на его обслуживание и ремонт. В долгосрочной перспективе с развитием лазерных технологий устройство может показать высокую эффективность.

Срок внедрения зависит от развития лазерных технологий и опыта применения таких систем в полевых условиях, оценивается предположительно в 5–10 лет.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов.

Устройство глубинного бурения с применением лазера для строительства скважин систем подземного захоронения жидких и разжиженных отходов

Применение устройства позволяет избежать образования отходов бурения [83].

На данный момент экономическая эффективность технологии невысока в связи со значительными капитальными затратами на оборудование, на его обслуживание и ремонт. В долгосрочной перспективе с развитием лазерных технологий устройство может показать высокую эффективность.

Срок внедрения зависит от развития лазерных технологий и опыта применения таких систем в полевых условиях, оценивается предположительно в 5–10 лет.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов.

Способ закачки жидких отходов в криопэги многолетнемерзлых пород

Технология позволяет изолировать большой объем жидких отходов и минимизировать их негативное воздействие на окружающую среду [84].

Способ не несет дополнительной нагрузки на окружающую среду по сравнению с традиционной закачкой в пласт-коллектор.

С точки зрения экономической эффективности способ перспективен, поскольку позволяет избежать высоких транспортных затрат на перевозку отходов в места размещения.

Недостатки технологии – территориальные ограничения области применения зоной многолетней мерзлоты. Смещение зоны распространения многолетнемерзлых пород с повышением температуры приведет к изменениям структуры содержимого криопэга, активизации миграционных процессов.

В Российской Федерации существует опыт применения такого способа захоронения жидких отходов.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов.

6.2 Перспективные технологии при эксплуатации объектов размещения отходов

6.2.1 Перспективные технологии при доставке отходов на объект размещения отходов

Автоматизированная система удаленного входного контроля отходов

Внедрение автоматизированной системы входного контроля отходов удаленно от ОРО позволит снизить ущерб окружающей среде за счет контроля за несанкционированным размещением отходов, перегрузкой техники, осуществляющей вывоз, а также отсутствия очередей при въезде на объект. Внедрение системы не несет дополнительного негативного воздействия на окружающую среду [84, 85].

Несмотря на то, что внедрение автоматизированной системы будет сопровождаться дополнительными затратами ввиду производства и закупки новых технологических приспособлений (системы бортового взвешивания, программное обеспечение, бортовые компьютеры), экономический эффект от внедрения средств будет положительным ввиду снижения численности персонала, а также роста производительности операции входного контроля.

Автоматизированные системы входного контроля и учета могут найти применение в ближайшие 1-2 года, так как отдельные элементы такой технологии точечно внедрены в некоторых регионах России. Для полного внедрения необходимо создание комплексного программного продукта, учитывающего требования законодательства, региональные особенности, разнообразие техники по транспортировке отходов и другие факторы.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов,
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств.

6.2.2 Перспективные технологии при подготовке отходов к размещению

Гидротермическое окисление жидких отходов добывающих и обрабатывающих производств, содержащих органические соединения и соли металлов

По данной технологии может осуществляться подготовка к размещению жидких отходов добывающих и обрабатывающих производств, содержащих органические соединения и соли металлов.

Подготовка жидких отходов добывающих и обрабатывающих производств с использованием данной технологии заключается в окислении органических соединений до простых соединений (вода, углекислый газ) и преобразовании солей металлов в оксиды и гидроксиды [86].

Подготовка жидких отходов добывающих и обрабатывающих производств с использованием данной технологии позволяет уменьшить химическую активность отходов, продлить срок службы оборудования.

Отходы обрабатывают в трубчатом реакторе путем неоднократного введения окислителя постепенно в нескольких точках впрыскивания по направлению вниз по

течению потока отходов, что позволяет постепенно поднимать температуру потока по растущей кривой от первоначальной температуры (например, порядка комнатной или более высокой температуры) до сверхкритической температуры. Этот способ позволяет осуществлять контролируемое окисление без слишком интенсивного производства энергии, что нанесло бы ущерб стенкам реактора. Эффективность его состоит в том, что подъем температуры происходит непрерывно и с возрастанием.

Ограничением внедрения технологии является высокая стоимость оборудования, технологическая сложность.

Есть возможность применения на действующих ОРО.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов.

Уплотнение и обезвоживание жидких и пастообразных отходов с использованием железобетонных бункеров с дренажными лотками по периметру днища и в стенках бункера

Уплотнение и обезвоживание жидких и пастообразных отходов обрабатывающих производств при их размещении осуществляется в системе каскадно-расположенных железобетонных бункеров с дренажными лотками по периметру днища и в стенках бункера, заполненных фильтрующим материалом (кокс, щебень) [87].

При использовании данной технологии повышается эффективность процессов уплотнения и обезвоживания за счет совмещения режимов их отстаивания и обезвоживания.

К преимуществам технологии могут быть отнесено уменьшение количества обслуживающего персонала и сокращение площади объекта размещения отходов.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов.

6.2.3 Перспективные технологии при размещении отходов

Технология захоронения ТКО с использованием термостабилизации многолетнемерзлых грунтов

Технология направлена на обеспечение процессов захоронения ТКО в зоне распространения многолетнемерзлых пород с использованием систем термостабилизации грунтов [89, 90].

Термостабилизация производится системой труб и хладагентом без использования специализированной техники.

Существенным недостатком такой технологии является невозможность автономности объекта захоронения, что вызвано необходимостью периодического

обслуживания объекта даже после завершения его эксплуатации для постоянного поддержания температуры внутри тела полигона.

Срок внедрения технологии ограничивается сложностью технологического исполнения системы труб, помещаемой в тело полигона, однако, по оценкам экспертов, технология может быть внедрена уже в ближайшие 1-2 года в районах с холодным климатом.

Технология ограниченно применима в районах с высокой среднегодовой температурой воздуха в связи со значительным увеличением эксплуатационных затрат.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

Технология биоактивации отходов объектов захоронения твердых коммунальных отходов

Технология предполагает использование биологических добавок для ускорения и увеличения объемов образования биогаза за счет процессов биологического разогрева и ферментации органической части отходов [91]. В состав добавки (инициирующего слоя) в зависимости от выбранной технологии могут входить эффлюент, аборигенная микрофлора, минеральные удобрения, витамины, отходы производства. Размещаемые отходы и биодобавки располагаются на специализированном гидроизолирующем экране, при этом существуют способы как послойного, так и совместного складирования.

К преимуществам технологии относятся уменьшение объема отходов, повышение эффективности полигона ТКО, заключающееся в ускорении стабилизации массива отходов, а также увеличение объема извлекаемого свалочного газа, который может быть использован в энергетических целях.

Воздействие использования биодобавок, повышающих эффективность процессов образования биогаза, еще не изучено в полной мере, поэтому перед реализацией данной технологии важно оценить безопасность этого материала. Важно также, что добавки чаще всего многокомпонентны, соответственно их приготовление может занимать длительное время.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

Оптимизация устройства объекта захоронения ТКО за счет применения многофункциональной рабочей площадки

Предлагаемая модель позволяет улучшить устройство ОРО, обеспечивая увеличение его емкости, снижение риска загрязнения подземных вод, а также удобство размещения отходов [92]. Устройство полигона выполнено в виде выемки с размещенной в ней пленочной изоляцией и песчаным покрытием, которая разделена на одинаковые секции, разделенные дорогами, обеспечивающими подъезд мусоровозов к каждой секции. По мере заполнения секции первым слоем ТКО сверху засыпается слой песка в форме усеченной пирамиды, на вершину которой укладываются бетонные плиты для обеспечения подъезда техники и выгрузки отходов во второй слой. Отходы второго уровня укладываются между секциями, затем снова покрываются слоем песка и т. д. Сточные воды полигона, проходя через слой песка, фильтруются и направляются в дренажные трубы, затем в накопитель.

Основные преимущества предлагаемой технологии – возможность захоронения большего объема отходов, чем при стандартной конфигурации объекта, а также снижение выбросов выхлопных газов от транспорта, осуществляющего транспортировку отходов при помощи удобства размещения дорог и подъездов к действующим картам полигона.

Предлагаемая конфигурация обеспечит сохранение земельных ресурсов, так как предлагаемый способ укладки отходов и обеспечения проездов над слоем отходов для заполнения следующих слоев не предусматривает изъятие дополнительных территорий для расширения ОРО, емкость ОРО увеличивается в высоту, а не в ширину.

Однако проектирование предлагаемой конфигурации ОРО – сложный и трудоемкий процесс, так как при планировании объекта необходимо учитывать большое количество факторов, таких как планирование дорог на объекте, удаленность секций друг от друга и др. Затраты на проектирование такого объекта могут существенно увеличить срок периода внедрения технологии.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

6.2.4 Перспективные технологии при обращении с фильтрационными, дренажными, ливневыми водами

Литификация фильтрата, образующегося на объектах захоронения твердых коммунальных отходов, с последующим его использованием для послойной изоляции

Литификация фильтрата представляет собой технологический процесс в основе которого лежит изменение агрегатного состояния фильтрата путем его механического смешения со специальными реагентами. Процесс протекает в две основные стадии: на первой стадии протекает коагуляция, на которой происходит осаждение коагулирующих веществ, а на второй стадии протекает отвердение фильтрата с образованием готового продукта.

В результате переработки фильтрата производится инертный изолирующий материал, предназначенный для промежуточной и окончательной изоляции на полигонах твердых коммунальных (бытовых) и промышленных отходов; рекультивации полигонов твердых коммунальных (бытовых) и промышленных отходов, для использования в ходе строительных работ под отсыпки котлованов и выемок, на участках озеленения с подсыпкой слоя чистого грунта, при рельефных и ландшафтных работах, ремонте дорог и т.д.

Образующийся на полигоне фильтрат поступает в закрытую емкость, обеспечивающую его накопление и центробежным насосом перекачивается в смеситель. Смеситель представляет собой горизонтальную ёмкость-барабан с расположенным в нём соосно перемешивающим валом, приводимым во вращение асинхронным электродвигателем через клиноременную передачу и цилиндрический редуктор. На перемешивающем валу закреплены по винтовой линии основные и дополнительные лопатки, рабочие поверхности которых создают при перемешивании встречные потоки смеси, циркулирующие в барабане. Основные лопатки, снабжённые износостойкими пластинами, скользят по внутренней поверхности барабана с минимальным зазором, который регулируется перемещением пластин. Дополнительные - нерегулируемые -

лопатки расположены ближе к оси вращения вала. Далее в смеситель из силоса по наклонному шнеку подается коагулянт, который приводит к агрегации частиц. При введении коагулянта в фильтрат происходит активное химическое взаимодействие, сопровождающееся пенообразованием и образованием рыхлого осадка. Образующаяся пена, ячеистая дисперсная система, представляет собой совокупность пузырьков газа, разделённых тонкими прослойками жидкости. Производимое в смесителе интенсивное перемешивание обеспечивает частичное разрушение данной системы, в частности разрываются прослойки жидкости, что способствует высвобождению пузырьков газа. Образующиеся газы из смесителя поступают через специальный отводной люк по газоходу в газоочистной фильтр. Далее в смеситель вводится активная минеральная добавка и происходит процесс литификации, основанный на гидравлическом твердении вяжущих. Используемые в процессе литификации активные минеральные добавки содержат в своем составе известковые соединения. Активная минеральная добавка вводится по наклонному шнеку в смеситель с вращающимся валом с лопатками. Таким образом, происходит мгновенное смешивание фильтрата с добавкой. В результате смешивания образуется пластичная пастообразная масса материала, которая через разгрузочный люк смесителя поступает в тару для дальнейшего затвердения под открытым воздухом или направляется на полигон в качестве инертного изолирующего материала. Технология обеспечивает перевод тяжелых металлов в твердую фазу в виде нерастворимых гидроксидов, усредненных в формирующемся твердеющем монолите.

В результате внедрения технологии литификации на объекте отсутствует необходимость сброса фильтрата в водные объекта, его очистки, за счет перевода фильтрата в твердое состояние с дальнейшим использованием внутри полигона.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

6.2.5 Перспективные технологии при обращении с выбросами в атмосферу

Закрепление пылящих поверхностей ОРО

Закрепление эрозионно-опасных пылящих поверхностей полиминерального состава осуществляется в хвостохранилищах, золоотвалах, на отвалах горных пород путем нанесения специальных растворов, смесей, высокомолекулярных соединений, битумной эмульсии [93–96].

Основные виды наносимых составов: водный раствор омыленного таллового пека; смесь глинистого грунта с дисперсным материалом; смесь поливинилбутираля с песком; полимерные соединения, включающие полиакриламид, полиакрилат, битумная эмульсия.

Способ закрепления пылящих поверхностей раствором таллового песка включает трехстадийную обработку пылящих поверхностей: сначала 2–10-процентным водным раствором омыленного таллового пека, через 30–120 мин – водным кислотным раствором, содержащим 0,2–1 % минеральной или органической кислоты, а через 24 ч вновь 2–10-процентным водным раствором омыленного таллового пека, при общем расходе растворов связующих 3–6 л/м^2 обрабатываемой поверхности.

Способ закрепления пылящих поверхностей смесью поливинилбутираля с песком состоит в нанесении на пылящие поверхности поливинилбутираля, который смешивают с песком, после чего эту смесь нагревают до температуры плавления поливинилбутираля.

Способ закрепления пылящих поверхностей битумной эмульсией заключается в нанесении битумной эмульсии с применением судна на воздушной подушке в качестве самоходного транспортного средства. Средой передвижения транспортного средства являются намывные пляжи, основания и откосы дамб хвостохранилищ и прилегающая территория в радиусе 10–15 м. В качестве средства пылеподавления на борту судна на воздушной подушке используется гудронатор, осуществляющий нанесение битумной эмульсии при помощи распределительных форсунок.

Способ закрепления пылящих поверхностей глинистым грунтом заключается в нанесении гидросмеси, приготовленной в виде пульпы из местного глинистого грунта, и подверженного пылению материала, размещаемого на ОРО, с введенной кондиционирующей добавкой (лигносульфанат марки ЛСТ-4). Исходные компоненты укладывают чередующимися слоями в насыпь, расположенную в предварительно вырытой траншее, и затем после заполнения ее водой производят разработку этой насыпи средствами гидромеханизации, получая при этом гидросмесь в виде пульпы, которую направляют по трубопроводу к месту ее укладки.

Способ закрепления пылящих поверхностей полиакриламидом осуществляется нанесением на поверхность отходов высокомолекулярного соединения, включающего полиакриламид, сульфитно-спиртовую барду и воду.

Способ закрепления пылящих поверхностей комбинацией полиакрилата и акриламида осуществляется путем последовательного нанесения на пылящую поверхность водного раствора полиакрилата щелочного металла (натрия или калия) концентрацией не менее 1 % в количестве 2,0–2,5 г/м^2 площади, а также водного раствора сополимера акриламида с производными акриловой кислоты концентрацией не менее 0,5 % в количестве 1,0–2,0 г/м^2 площади. Также может использоваться сополимер акриламида с диметиламиноэтилакрилатом, а также сополимер акриламида с диметиламиноэтилметакрилатом или сополимер акриламида с диметиламинопропилакриламидом. Действие способа основано на совместном использовании разнозарядных высокомолекулярных полиэлектролитов, один из которых (полиакрилат натрия или калия) связывает вещества пыли за счет электростатического взаимодействия, а сополимер акриламида нейтрализует излишний электрический заряд на эрозийно опасной пылящей поверхности с образованием сетчатой структуры полимер (--) - полимер (+), тем самым увеличивают прочность связывания частиц пыли анионным полиэлектролитом.

Основные преимущества технологии – уменьшение выбросов в атмосферный воздух твердых частиц полиминерального состава.

Некоторые способы данной технологии ограниченно применимы в условиях аридного климата.

Ограничения внедрения:

- высокая стоимость материалов;
- технологическая сложность, трудоемкость;

- сложности задернения поверхностей при использовании высокоадгезивных составов.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- отвалы отходов добычи полезных ископаемых; отвалы отходов обогащения полезных ископаемых;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов;
- отвалы отходов обрабатывающих производств; отвалы отходов производства электроэнергии и пара;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов;
- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов.

Технология системы извлечения, сжигания биогаза и очистки отходящих газов на объекте захоронения ТКО

Разработанная система включает в себя подсистему сбора газовой смеси диоксида углерода и метана (биогаз), подсистему сжигания метана и выпуска продуктов сгорания, которая вырабатывает электрическую энергию, воду, подсистему, осуществляющую выделение диоксида углерода из смеси продуктов сгорания [99]. Отделение воды от продуктов сгорания происходит при помощи адсорбции, в качестве адсорбирующего материала применяется цеолит. В технологии учитываются охлаждение и осушение продуктов сгорания перед стадией адсорбции при помощи теплообменников и осушителей [98].

Преимущество технологии – производство электроэнергии при сжигании метана, высокая степень очистки продуктов сгорания.

Ограничения внедрения – высокая стоимость установки.

Для принятия решений о реализации важно сопоставить величину затрат с величиной позитивного эффекта данной технологии. Для подбора оптимального оборудования и создания технологической схемы может потребоваться длительное время, что также создаст дополнительный барьер для внедрения такой установки.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

Способ термического обезвреживания биогаза объектов захоронения ТКО

В данной технологии извлечение биогаза осуществляется при помощи установки сбора биогаза за счет вызванного разрежения, которое ведет к резкому понижению температуры и уменьшению влаги в биогазе [99]. На первом этапе газ очищается от сероводорода и пыли, затем происходит сжигание, отходящие газы проходят очистку от токсичных и вредных кислых примесей. Кислые компоненты очищаются при помощи адсорбции на сорбенте, а супертоксиканты – адсорбцией на активированных углях. Во время процесса постоянно измеряются концентрации сероводорода и кислых соединений, в связи с чем рассчитывается и корректируется расход сорбентов и

реагентов, что позволяет экономить материалы без снижения эффективности очистки биогаза [99].

Такая система позволяет учитывать разные факторы при сжигании биогаза, а также обеспечивать невысокий расход материалов и высокую степень чистоты получаемого газа.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

Способ сбора и отвода фильтрационных вод и биогаза на объектах захоронения ТКО

Реализация технологии осуществляется в несколько этапов: подготовки, монтажа системы вертикального дренажа, укладки отходов с пересыпкой их изолирующими материалами, а также монтажа горизонтальной дренажной системы. На основании ОРО устанавливаются полимерные кольца, которые продолжаются в высоту полимерными перфорированными стенками. Отходы укладываются сначала до середины колец, после чего монтируется горизонтальная дренажная система, а уже затем осуществляется укладка до назначенной высоты слоя. Отвод газа производится газосборником, затем все повторяется до проектной высоты объекта и поверхность отходов покрывается слоем изоляционного материала [100].

Данное изобретение позволяет повысить эффективность сбора свалочного газа, упростить системы отвода биогаза и фильтрационных вод, а также обеспечить сбор биогаза и фильтрационных вод на протяжении всего времени эксплуатации объекта захоронения ТКО.

Способ отличается существенным снижением нагрузки на окружающую среду, а также небольшой стоимостью и сравнительно небольшим периодом внедрения.

Ограничение по применению: экономически целесообразно использование лишь на ОРО, использующих для размещения отходов отрицательные формы рельефа.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

6.3 Перспективные технологии при закрытии объектов размещения отходов и в постэксплуатационный период

Применение шлаков с преобладающим содержанием оксида кальция в конструкции послойного изолирующего покрытия ОРО

Технология заключается в применении изолирующего покрытия на основе шлаков металлургических производств на примере шлака, который образуется при производстве феррованадия силикоалюминотермическим методом [103]. Преобладающим компонентом в данном шлаке является оксид кальция, который при реакции с водой переходит в гидроксид (известь), характеризующийся дезинфицирующим, противопаразитарным и дезодорирующим действием, а также содержится оксид магния, который обладает антацидным, адсорбирующим и детоксирующим действием.

К ограничениям применения данной технологии относится необходимость оценки воздействия на окружающую среду для каждого конкретного вида шлака.

Экономической эффективность использования шлаков высока, поскольку позволяет снизить затраты на покупку материалов для изоляции.

Срок внедрения минимален ввиду большого количества накопленных шлаков на металлургических предприятиях.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов;
- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

6.4 Перспективные технологии при контроле состояния систем обустройства объектов размещения отходов и технологий размещения отходов

Контроль состояния изолирующего покрытия ОРО с использованием промышленного рентгеновского сканера

С точки зрения минимизации или предотвращения негативного воздействия на окружающую среду применение сканера в качестве неразрушающего метода мониторинга состояния изолирующего покрытия перспективно, поскольку позволяет оперативно отыскивать дефекты покрытия, которые в будущем могут привести к проникновению значительного количества дождевых и талых сточных вод в тело полигона [104].

С точки зрения экономической эффективности на данном этапе развития технологии сканеры дорогостоящи и габаритны, поэтому широкое применение в полевых условиях затрудненно.

К ограничениям внедрения технологии относится необходимость разработки дополнительной защиты персонала.

Направление неразрушающего мониторинга и контроля геологических сред и сооружений является крайне актуальным и развивается ускоренными темпами, поэтому за вычетом указанных выше недостатков можно спрогнозировать срок внедрения около 10 лет.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов;
- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

Контроль состояния ОРО при помощи дистанционного зондирования

Применение технологии космического мониторинга для осуществления контроля на значительных по площади ОРО приведет к сокращению использования ресурсов, необходимых при традиционных методах мониторинга [105].

Методы дистанционного зондирования внедряются в других областях с целью проведения мониторинга, поэтому внедрение технологии на начальной стадии контроля состояния ОРО может быть проведено за короткий период.

Некоторое время может потребоваться для доработки дополнительных параметров, таких как контроль образования газа на объектах захоронения ТКО,

контроль изменения емкости ОРО. Данная разработка сопровождается значительными финансовыми затратами, однако период окупаемости затрат достаточно короткий.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- отвалы отходов добычи полезных ископаемых;
- отвалы отходов обогащения полезных ископаемых;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов;
- отвалы отходов обрабатывающих производств;
- отвалы отходов производства электроэнергии и пара;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов;
- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов;
- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

Контроль состояния склонов ОРО на основе системы датчиков

Технология позволяет постоянно следить за состоянием ограждающих и иных защитных систем ОРО, выявляя на ранних этапах развитие дефектов [106].

С точки зрения отсутствия дополнительного загрязнения окружающей среды система безопасна при эксплуатации на ОРО.

С точки зрения экономической эффективности внедрение системы ведет к увеличению стоимости проектных решений, стоимости строительства и эксплуатации. Для снижения затрат на обслуживание целесообразно применение дублирующих систем датчиков.

Технически такие системы известны и достаточно изучены, однако применение их на ОРО еще недостаточно изучено – прогнозируемый срок внедрения – 5–10 лет.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- отвалы отходов добычи полезных ископаемых;
- отвалы отходов обогащения полезных ископаемых;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов;
- отвалы отходов обрабатывающих производств; отвалы отходов производства электроэнергии и пара;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов;
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов;
- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов;
- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

6.5 Перспективные технологии при мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду

Мониторинг состояния и загрязнения подземных вод при захоронении жидких и разжиженных отходов в системах подземного захоронения

Данный способ мониторинга систем подземного захоронения жидких и разжиженных отходов включает сооружение наблюдательных скважин, оборудование их средствами водоподъема, средствами измерения в них уровня и давления подземных вод [107]. При проведении откачек из скважин извлекают объем воды меньший, чем содержится в ее стволе. После измерения плотности извлеченной при откачке воды ее подают обратно в скважину в интервал, откуда она была откачена. Измерение давления подземных вод ведут по пьезометрическим трубкам, опущенными в фильтр скважины и заполненными жидкостью с известной плотностью. Откачки могут производиться также из пьезометрических трубок.

Использование этих операций позволяет получить следующие не известные ранее положительные технические результаты в мониторинге глубинного захоронения отходов:

- определение средней плотности воды в пласте-коллекторе по формуле;
- определение степени заполненности пласта-коллектора жидкими отходами.

Закачка извлеченной из скважины воды для определения ее плотности и последующая подача ее обратно в скважину определяют практически абсолютную экологическую чистоту способа, поскольку все, что извлечено, возвращается на место извлечения. В этом случае исключается сброс откаченной воды на поверхность земли, что обычно происходит при гидрогеологических исследованиях скважин. Кроме того, из-за малых объемов откачки исключаются нарушения гидродинамического режима.

С точки зрения отсутствия дополнительного загрязнения окружающей среды способ перспективен, поскольку используются существующие системы мониторинга, при этом выкачиваемая для анализов вода потом возвращается обратно в скважину.

Срок внедрения – имеется опыт наблюдения за состоянием вод.

С точки зрения экономической эффективности способ перспективен, поскольку позволяет снижать количество выкачиваемой для контроля воды и определять количественные характеристики загрязнения.

Виды ОРО, на которых может применяться технология:

- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов.

Заключительные положения и рекомендации

Информационно-технический справочник «Размещение отходов производства и потребления» актуализирован технической рабочей группой «Размещение отходов производства и потребления» (далее – ТРГ 17), 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 17 был утвержден приказом Минпромторга России от 6 апреля 2021 года № 1224 «О создании технической рабочей группы “Размещение отходов производства и потребления”».

В целях сбора информации о применяемых на объектах размещения отходов 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, используемые при размещении отходов. Сведения, полученные в результате анкетирования предприятий, были систематизированы и использованы при разработке справочника НДТ.

По результатам подготовки данного справочника НДТ можно сделать вывод, что отечественные компании в сфере размещения отходов недостаточно активно занимаются внедрением современных технологических процессов и оборудования, разработкой программ повышения энергоэффективности и ресурсосбережения, экологической результативности производства. Цели, задачи и ожидаемые результаты перехода к технологическому нормированию на основе наилучших доступных технологий руководители предприятий понимают и оценивают по-разному.

Процесс совершенствования справочника должен отражать принцип последовательного улучшения — основной принцип современных систем менеджмента. Разработчики информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям «Размещение отходов производства и потребления» надеются, что коллеги готовы разделить эту позицию и поддержать совершенствование данного документа и продвижение наилучших доступных технологий в сфере размещения отходов производства и потребления.

Приложение А
(обязательное)

Перечень маркерных веществ и технологических показателей

Перечень маркерных веществ

Наименование производственной деятельности	Маркерные вещества			
	В выбросах		В сбросах	
	Наименование загрязняющего вещества	Класс опасности	Наименование загрязняющего вещества	Класс опас-ности
Захоронение твердых коммунальных отходов	Метан	4		
Хранение в отвалах отходов обогащения сильвинитовой или карналлитовой руды	Калия хлорид	4		
Хранение отходов добычи и/или обогащения в отвалах	Пыль неорганическая: >70 % SiO_2, 70–20 % SiO_2, < 20 % SiO_2	3		
Хранение отходов производства треххлористого бора в хранилищах, кроме отвалов	Борная кислота	3		
Хранение отходов добычи и/или обогащения в хранилищах, кроме отвалов (без дифференциации размещаемых отходов, при пылении сухих пляжей хранилищ)	Пыль неорганическая: >70 % SiO_2, 70–20 % SiO_2, < 20 % SiO_2	3		
Хранение отходов обрабатывающих производств в хранилищах, кроме отвалов (без дифференциации размещаемых отходов, при пылении сухих пляжей хранилищ)	Пыль неорганическая: >70 % SiO2, 70–20 % SiO_2, < 20 % SiO_2	3		
Хранение отходов производства электроэнергии и пара в хранилищах, кроме отвалов (без дифференциации размещаемых отходов, при пылении сухих пляжей хранилищ)	Пыль неорганическая: >70 % SiO_2, 70–20 % SiO_2, < 20 % SiO_2	3		

Технологические показатели НДТ

Наименование производственной деятельности	Технологический показатель*		Единица измерения	Значение, не более
	маркерное вещество	условие		
Захоронение твердых коммунальных отходов	Метан	для территорий с круглогодичным – 365 дней в году – теплым периодом, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С	кг на тонну отходов в год	2,2
	Метан	для территорий с теплым периодом не более 140 дней в году, когда среднемесячная температура воздуха > 0 °С	кг на тонну отходов в год	1,2
* - применяется для объектов размещения отходов с подтвержденной государственной экологической экспертизой пассивной дегазацией				

Приложение Б
(обязательное)
Перечень НДТ

Таблица Б.1

№	Наименование НДТ	Область применения
НДТ 1.1	Противофильтрационный экран	- отвалы отходов добычи; отходов обогащения; отходов обрабатывающих производств; отходов производства электроэнергии и пара; - хранилища, предназначенные для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых; обрабатывающих производств; производства электроэнергии и пара; - полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов; - объекты захоронения твердых коммунальных отходов.
НДТ 1.2	Вертикальная противофильтрационная завеса	- отвалы отходов добычи; отходов обогащения; отходов обрабатывающих производств; отходов производства электроэнергии и пара; - хранилища, предназначенные для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых; обрабатывающих производств; производства электроэнергии и пара; - полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов; - объекты захоронения твердых коммунальных отходов.
НДТ 1.3	Укрепление внешних откосов ограждающих устройств	- отвалы отходов добычи; отходов обогащения; отходов обрабатывающих производств; отходов производства электроэнергии и пара; - хранилища, предназначенные для хранения (кроме отвалов) отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых; обрабатывающих производств; производства электроэнергии и пара; - полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов; - объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

Продолжение таблицы Б.1

№	Наименование НДТ	Область применения
НДТ 2.1	Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов	- объекты захоронения твердых коммунальных отходов; - полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов.
НДТ 2.2	Измельчение кусковых отходов перед размещением	- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.
НДТ 2.3	Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их прессования и брикетирования	- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.
НДТ 2.4	Гидроорошение при размещении отходов добычи и обогащения природных ресурсов навалом (насыпью)	- отвалы отходов добычи полезных ископаемых; - отвалы отходов обогащения полезных ископаемых.
НДТ 2.5	Нагнетание отходов, связанных с добычей нефти и газа в пласт-коллектор, состоящий из песчаников и алевролитов с водоупорными слоями из глинистых пород	- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов в пласт-коллектор.
НДТ 2.6	Заполнение отходами, связанными с добычей нефти и газа, скважинного подземного резервуара в многолетнемерзлых мелкодисперсных породах	- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов в подземный резервуар.

Продолжение таблицы Б.1

№	Наименование НДТ	Область применения
НДТ 2.7	Уплотнение отходов при их размещении навалом (насыпью)	- отвалы отходов обрабатывающих производств, - полигоны приповерхностного захоронения отходов производства, кроме твердых коммунальных отходов, - объекты захоронения твердых коммунальных отходов.
НДТ 2.8	Укрепление внешних откосов отходов при их размещении навалом (насыпью)	- отвалы отходов добычи, - отвалы отходов обогащения полезных ископаемых, - отвалы отходов обрабатывающих производств, - отвалы отходов производства электроэнергии и пара, - полигоны приповерхностного захоронения отходов производства, кроме твердых коммунальных отходов, - объекты захоронения твердых коммунальных отходов.
НДТ 2.9	Гидроорошение твердых коммунальных отходов при их захоронении навалом (насыпью)	- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.
НДТ 2.10	Послойное покрытие твердых коммунальных отходов навалом (насыпью), обеспечивающее соблюдение нормативных требований и сохраняющее вместимость объекта захоронения отходов	- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.
НДТ 2.11	Захоронение отходов, прошедших сортировку в соответствии с НДТ 2.1 «Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов»	- объекты захоронения твердых коммунальных отходов. для которых подтверждена государственной экологической экспертизой возможность пассивной дегазации. .

Окончание таблицы Б.1

№	Наименование НДТ	Область применения
НДТ 2.12	Предотвращение пыления сухих пляжей при размещении отходов в хранилищах путем поддержания уровня «водного зеркала» выше верхней границы пляжей	Технология применима для хранилищ отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, хранилищ отходов обрабатывающих производств, хранилищ отходов производства электроэнергии и пара.
НДТ 2.13	Очистка дренажных и ливневых вод перед их сбросом в водные объекты	технология применима для всех объектов размещения отходов.
НДТ 2.14	Рециркуляция фильтрационных и дренажных вод при размещении твердых коммунальных отходов	- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.
НДТ 2.15	Устройство системы дегазации на объекте захоронения твердых коммунальных отходов	- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.
НДТ 3.1	Устройство верхнего изоляционного покрытия	Применима для полигонов приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов и объектов захоронения твердых коммунальных отходов. - объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

Приложение В
(обязательное)
Ресурсная и энергетическая эффективность

В.1 Краткая характеристика отрасли с точки зрения ресурсо- и энергопотребления

Приоритетным направлением отрасли является предотвращение негативного воздействия отходов, размещаемых в специализированных объектах на окружающую среду, а также сохранение ресурсного потенциала поступающих на размещение отходов.

Технологические процессы, используемые в области размещения отходов, осуществляются с рациональным ресурсо- и энергопотреблением.

В.2 Основные энерго- и ресурсоемкие технологические процессы

В данном справочнике рассматриваются технологические процессы обустройства, эксплуатации и закрытия объектов размещения отходов. Объекты размещения отходов являются ресурсоемкими сооружениями.

Технологические процессы, связанные с обустройством, эксплуатацией и закрытием объектов размещения отходов, описаны в соответствующих разделах справочника НДТ.

В.3 Уровни потребления ресурсов и энергии

Технологические процессы размещения отходов являются ресурсоемкими. Уровни ресурсопотребления лимитируются потребностями для обеспечения предотвращения и минимизации негативного воздействия размещаемых отходов на окружающую среду.

При размещении отходов применяются технологии, направленные на использование ресурсного потенциала отходов.

В.4 Наилучшие доступные технологии, направленные на повышение ресурсной эффективности

№	Наименование НДТ	Примечание
НДТ 1.1	Противофильтрационный экран	Ресурсосбережение за счет использования в качестве ПФЗ естественного грунтового основания (при условии ее достаточности для обеспечения защиты геологической среды и подземных вод)
НДТ 2.1	Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов	Ресурсосбережение за счет извлечения из отходов вторичных ресурсов, а также за счет увеличения вместимости ОРО
НДТ 2.2	Измельчение кусковых отходов перед захоронением	Ресурсосбережение за счет увеличения вместимости ОРО
НДТ 2.3	Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их прессования и брикетирования	Ресурсосбережение за счет увеличения вместимости ОРО
НДТ 2.5	Нагнетание отходов, связанных с добычей нефти и газа в пласт-коллектор, состоящий из песчаников и алевролитов с водоупорными слоями из глинистых пород	Ресурсосбережение за счет отсутствия необходимости выделение земельных участков под размещение отходов
НДТ 2.6	Заполнение отходами, связанными с добычей нефти и газа, скважинного подземного резервуара в многолетне-мерзлых мелкодисперсных породах	Ресурсосбережение за счет отсутствия необходимости выделение земельных участков под размещение отходов
НДТ 2.7	Уплотнение отходов при их размещении навалом (насыпью)	Ресурсосбережение за счет увеличения вместимости ОРО
НДТ 2.8	Укрепление внешних откосов отходов при их размещении навалом (насыпью)	Ресурсосбережение за счет увеличения вместимости ОРО
НДТ 2.10	Послойное покрытие твердых коммунальных отходов при захоронении навалом (насыпью), обеспечивающее соблюдение нормативных требований и сохраняющее вместимость объекта захоронения отходов	Ресурсосбережение при использовании материалов не пригодных для дальнейшего использования. Ресурсосбережение за счет увеличения вместимости ОРО при использовании альтернативных распыляемых материалов.
НДТ 2.11	Захоронение отходов, прошедших сортировку в соответствии с НДТ 2.1 «Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов»	Ресурсосбережение за счет увеличения вместимости ОРО

В.5 Целевые показатели ресурсной и энергетической эффективности

Качественным целевым показателем ресурсной и энергетической эффективности отрасли является рациональное использование ресурсов и энергии при минимизации воздействия на окружающую среду размещаемых отходов и процессов по их размещению.

Количественными целевыми показателями ресурсосбережения при подготовке твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов являются степень извлечения вторичных материальных ресурсов не менее 15% масс и степень извлечения отсева с преимущественным содержанием органических веществ не менее 25% масс.

В.6 Перспективные технологии, направленные на повышение энергоэффективности и ресурсной эффективности, в том числе на сокращение потребления природных ресурсов и повышение уровня вовлечения отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья

В справочнике НДТ рассмотрены перспективные технологии в области размещения отходов, характеризующиеся ресурсо- и/или энергоэффективностью, в том числе сокращением потребления природных ресурсов и повышением уровня вовлечения отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья:

Характеристика технологии	Примечание
Технология биоактивации отходов объектов захоронения твердых коммунальных отходов. Технология предполагает использование биологических добавок для ускорения и увеличения объемов образования биогаза за счет процессов биологического разогрева и ферментации органической части отходов	Ресурсосбережение за счет увеличения вместимости ОРО. Увеличение объема извлекаемого свалочного газа, который может быть использован в энергетических целях
Оптимизация устройства объекта захоронения ТКО за счет применения многофункциональной рабочей площадки	Ресурсосбережение за счет увеличения вместимости ОРО.
Технология системы извлечения, сжигания биогаза и очистки отходящих газов на объекте захоронения ТКО	Ресурсосбережение за счет производства электроэнергии при сжигании метан
Применение шлаков с преобладающим содержанием оксида кальция в конструкции послойного изолирующего покрытия ОРО	Ресурсосбережение за счет сокращения потребления природных ресурсов и вовлечения отходов в хозяйственный оборот
Литификация фильтрата, образующегося на объектах захоронения твердых коммунальных отходов, с последующим его использованием для послойной изоляции	Ресурсосбережение за счет сокращения потребления природных ресурсов и вовлечения отходов в хозяйственный оборот

Приложение Г
(обязательное)

Заключения по наилучшим доступным технологиям

Область применения

Настоящий справочник НДТ распространяется на технологии размещения отходов (технологические процессы, методы, способы, оборудование и средства) на объектах, предназначенных для:

1) хранения отходов добычи и обогащения природных ресурсов:

- отвалы отходов добычи полезных ископаемых,
- отвалы отходов обогащения полезных ископаемых,
- хранилища, предназначенные для хранения отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов;

2) хранения отходов, образующихся в обрабатывающих производствах и производствах электроэнергии и пара:

- отвалы отходов обрабатывающих производств,
- отвалы отходов производства электроэнергии и пара,
- хранилища, предназначенные для хранения отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов,
- хранилища, предназначенные для хранения отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов;

3) захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов:

- полигоны приповерхностного захоронения отходов производства и потребления, кроме твердых коммунальных отходов,
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов:
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов, при захоронении в пласт-коллектор,
- системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов, при захоронении в подземный резервуар,
- системы подземного захоронения твердых и отвержденных отходов;

4) захоронения твердых коммунальных отходов:

- объекты захоронения твердых коммунальных отходов.

Справочник НДТ также распространяется на виды деятельности, связанные с хранением и захоронением отходов и влияющие на показатели технологий размещения. К таким видам деятельности относятся:

- раздельный сбор отходов;
- предварительная обработка отходов перед размещением, в том числе сортировка, измельчение, прессование, затаривание, компостирование и т. д.

Эти виды деятельности учитываются при выборе технологических процессов, методов, способов, оборудования и средств, применяемых при эксплуатации объектов размещения отходов.

Виды деятельности непосредственно не связанные с хранением и захоронением отходов описываются в той мере, в которой они способствуют снижению негативного воздействия объектов размещения отходов на окружающую среду.

В сферу распространения справочника НДТ не входят технологии в области обращения с радиоактивными отходами и веществами, разрушающими озоновый слой.

Дополнительные виды деятельности при размещении отходов и соответствующие им справочники НДТ приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1 – Дополнительные виды деятельности, связанные с размещением отходов, и соответствующие им справочники НДТ

Вид деятельности	Соответствующий справочник НДТ
Размещение отходов в горнодобывающей промышленности	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 16-2016 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы»
Производственный экологический контроль при размещении отходов	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 22.1-2021 «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения»

Г.1 Наилучшие доступные технологии

НДТ 1.1 Противофильтрационный экран

НДТ 1.2 Вертикальная противофильтрационная завеса

НДТ 1.3 Укрепление внешних откосов ограждающих устройств

НДТ 2.1 Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов

НДТ 2.2 Измельчение кусковых отходов перед захоронением

НДТ 2.3 Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их прессования и брикетирования

НДТ 2.4 Гидроорошение при размещении отходов добычи и обогащения природных ресурсов навалом (насыпью)

НДТ 2.5 Нагнетание отходов, связанных с добычей нефти и газа в пласт-коллектор, состоящий из песчаников и алевролитов с водоупорными слоями из глинистых пород

НДТ 2.6 Заполнение отходами, связанными с добычей нефти и газа, скважинного подземного резервуара в многолетнемерзлых мелкодисперсных породах

НДТ 2.7 Уплотнение отходов при их размещении навалом (насыпью)

НДТ 2.8 Укрепление внешних откосов отходов при их размещении навалом (насыпью)

НДТ 2.9 Гидроорошение твердых коммунальных отходов при их захоронении навалом (насыпью)

НДТ 2.10 Послойное покрытие твердых коммунальных отходов при захоронении навалом (насыпью), обеспечивающее соблюдение нормативных требований и сохраняющее вместимость объекта захоронения отходов

НДТ 2.11 Захоронение отходов, прошедших сортировку в соответствии с НДТ 2.1 «Подготовка твердых коммунальных отходов к захоронению путем их сортировки с извлечением ресурсных фракций и органических биоразлагаемых материалов», для которых подтверждена государственной экологической экспертизой возможность пассивной дегазации.

НДТ 2.12 Предотвращение пыления сухих пляжей при размещении отходов в хранилищах путем поддержания уровня «водного зеркала» выше верхней границы пляжей

НДТ 2.13 Очистка дренажных и ливневых вод перед их сбросом в водные объекты

НДТ 2.14 Рециркуляция фильтрационных и дренажных вод при размещении твердых коммунальных отходов

НДТ 2.15 Устройство системы дегазации на объекте захоронения твердых коммунальных отходов

НДТ 3.1 Устройство верхнего изоляционного покрытия

Г.2 Производственно-экологический контроль

Таблица Г.2 – Методы контроля технологических показателей для выбросов

Измеряемые показатели	Метод контроля (непрерывный с применением систем автоматического контроля, периодический, расчетный метод)	Метод измерения
Метан	См. ИТС 22.1-2021	Федеральный фонд единства измерений https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/16

Библиография

1. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 02.07.2021). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
2. Об утверждении ГОСТ Р 113.00.03-2019 «Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника» [Электронный ресурс]: Приказ Росстандарта от 11.12.2019 № 1102-ст. Не опубликован // СПС «ТехЭксперт».
3. Об утверждении методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии [Электронный ресурс]: Приказ Минпромторга России от 23.08.2019 № 3134. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
4. О недрах [Электронный ресурс]: Федеральный закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1 (ред. от 11.06.2021). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
5. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 02.07.2021). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
6. Водный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 02.07.2021). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
7. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
8. ИТС 16 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы».
9. О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям[Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 23.12.2014 № 1458 (ред. от 03.03.2021) (вместе с «Правилами определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям»). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
10. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 2398 (ред. 07.10.2021). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.03.2014 № 398-р (ред. от 29.08.2015)«Об утверждении комплекса мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы наилучших доступных технологий и внедрение современных технологий» // СПС «КонсультантПлюс».

12. Об утверждении поэтапного графика актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 30.04.2019 № 866-р. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
13. Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий[Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.12.2014 № 2674-р(ред. от 01.11.2021). Не опубликован // СПС«КонсультантПлюс».
14. Об утверждении СП 127.13330.2017 «СНиП 2.01.28-85 Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию» [Электронный ресурс]: Приказ Минстроя России от 14.11.2017 № 1533/пр. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
15. 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» (вместе с «СанПиН 2.1.3684-21. Санитарные правила и нормы...») (Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 № 62297) [Электронный ресурс]: постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 3 (ред. от 26.06.2021). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
16. О Единых требованиях к объектам обработки, утилизации, обезвреживания, размещения твердых коммунальных отходов [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 12.10.2020 № 1657. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
17. ГОСТ Р 53692-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [Электронный ресурс]: (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 15.12.2009 № 1092-ст). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
18. Методические рекомендации по обоснованию выбора участков недр для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых [Электронный ресурс]: Протокол Минприроды России от 03.04.2007 № 11-17/0044-пр. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
19. Методические указания по лицензированию пользования недрами для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых [Электронный ресурс]: утв. Минприроды России 22.06.1998. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
20. Свод правил «Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация» СП 320.1325800.2017[Электронный ресурс]: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства

Российской Федерации от 17 ноября 2017 года № 1555/пр. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».

21. О стандартизации в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 29.06.2015 № 162-ФЗ (ред. от 30.12.2020). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
22. Об утверждении порядка сбора и обработки данных, необходимых для разработки и актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям [Электронный ресурс]: приказ Минпромторга России от 18.12.2019 № 4841 (Зарегистрировано в Минюсте России 21.02.2020 № 57577) Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
23. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. [Электронный ресурс]: утв. Приказом Ростехрегулирования от 29.04.2016 № 285-ст. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
24. О Порядке проведения собственниками объектов размещения отходов, а также лицами, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду [Электронный ресурс]: Приказ Минприроды России от 08.12.2020 № 1030 (Зарегистрировано в Минюсте России 25.12.2020 № 61832). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
25. Лотош, В. Е. Фундаментальные отходы природопользования. Книга третья. Переработка отходов природопользования / В. Е. Лотош. – Екатеринбург: Полиграфист, 2007.
26. Геосинтетика с геосинтетическими материалами [Электронный ресурс]: сайт NAUE // URL: http://www.naue.com/ (дата обращения: 23.06.16).
27. Сольский, С. В. и др. Практика рекультивации полигона промышленных токсичных отходов СПб ГУПП «Полигон Красный Бор» / С. В. Сольский // Известия Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники им. Б. Е. Веденеева. – 2009. – Т. 253. – С. 62–72.
28. Материалы ООО «БентИзол», предоставленные в Бюро НДТ при публичных обсуждениях проекта Информационно-технического справочника наилучших доступных технологий «Размещение отходов производства и потребления» (01.08.2016-01.09.2016).
29. Пашкевич, М. А. Вертикальное и горизонтальное экранирование территории полигона захоронения токсичных отходов Санкт-Петербурга и Ленинградской области / М. А. Пашкевич, Е. В. Елдина // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2009. – № 7. – С. 279–286.
30. Извекова, Л. Мусор: что с ним делать? [Электронный ресурс]: сайт Алтайских новостей / Л. Извекова, Е. Налимов // URL: http://www.ap.altairegion.ru/211-07/3.html (дата обращения: 24.06.2015).
31. Гриценко, А. В. и др. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса: Учебное пособие / А. В. Гриценко. Харьков: ХНАДУ, 2005.

32. Оценка воздействия на окружающую среду. Полигон по захоронению промышленных отходов ОАО «Дорогобуж». Смоленск: ООО «Экология плюс», 2014. [Электронный ресурс]: сайт ОАО «Акрон» // URL: http://www.acron.ru/upload/doc/file_1292.pdf (дата обращения: 23.06.2015).
33. Пальгунов, П. П. Утилизация промышленных отходов / П. П. Пальгунов, М. В. Сумароков. – М.: Стройиздат, 1990.
34. Программа «Обеспечение экологической безопасности при эксплуатации полигона «Цветаевский» на период 2008–2012 гг.». Утверждена Решением Совета городского округа город Стерлитамак Республики Башкортостан от 08.07.2008 №2-1/8з.
35. Шилин, А. А. Разработка технологии захоронения отходов в подземном пространстве калийного рудника / А. А. Шилин, О. С. Каледин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2007. – № 12. – С. 285–291.
36. Рекомендации по проектированию сооружений хвостохранилищ в суровых климатических условиях / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т водоснабжения, канализации, гидротехн. сооружений и инженер. гидрогеологии . – М., 1977.
37. Полигон «Серебристый» [Электронный ресурс]: сайт ЗАО «Зеленый город». Экологическая безопасность в промышленной сфере // URL: http://www.z-gorod.ru/polygon/ (дата обращения: 24.06.2015).
38. Рекомендации по проектированию и строительству шламонакопителей и хвостохранилищ металлургической промышленности / ВНИИ ВОДГЕО. – М.: Стройиздат, 1986.
39. Пособие по проектированию полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов (к СНиП 2.01.28-85). Утверждено Приказом Госстроя СССР от 15.06.1984 № 47. – М.: Центральный институт типового проектирования Госстроя СССР, 1990.
40. Оставшаяся площадь освоения Лицензионного участка ОАО «Уралкалий» ВКМКС. Половодовский калийный комбинат. Компдекссолеотвала и рассолохранилищ. Раздел 8. Перечень мероприятий по охране окружающей среды. Проектная документация, 781-03-ООС. 2015.
41. Закрытое акционерное общество «Стройхимматериалы» [Электронный ресурс]: сайт ЗАО «Стройхимматериалы» // URL: http://www.xn--80aaokcctdaqvheoh7b8g.xn--p1ai/files/shm.pdf (дата обращения: 10.07.2015).
42. Черников, А. Н. Экономические и правовые проблемы подземного захоронения опасных отходов / А. Н. Черников, Б. В. Хакимов // Недропользование XXI век. – 2013. – № 2(39). – С. 114–118.
43. Каратыгин, Е. П. Горно-экологический мониторинг размещения жидких промышленных отходов в подземной соляной камере / Е. П. Каратыгин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2005. – № 8. – С. 253–260.
44. Материалы Компании «Сахалин ЭнерджиИнвестмент Компани Лтд», предоставленные в Бюро НДТ при публичных обсуждениях проекта Информационно-технического справочника наилучших доступных технологий «Размещение отходов производства и потребления» (01.08.2016–01.09.2016).

45. Материалы ООО «Газпромгеотехнологии», предоставленные в Бюро НДТ при публичных обсуждениях проекта Информационно-технического справочника наилучших доступных технологий «Размещение отходов производства и потребления» (01.08.2016–01.09.2016).
46. Технологический регламент получения биогаза с полигонов твердых бытовых отходов / АКХ им. К. Д. Памфилова. – М., 1990.
47. Вайсман, Я. И. Управление метаногенезом на полигонах ТБО / Я. И. Вайсман, О. Я. Вайсман, С. В. Максимова. – Пермь, 2003.
48. Мусорный приют [Электронный ресурс]: сайт Ведомостей Урала // URL: http://vedomosti-ural.ru/notes/28256/ (дата обращения: 20.06.15).
49. Уфимцец, В. М. Грануляция в современных технологиях складирования дисперсных промышленных отходов / В. М. Уфимцец // Горный журнал. – 1997. – № 11–12. – С. 220–226.
50. Пашкевич, М. А. Способы защиты природной среды в зоне воздействия полигонов захоронения токсичных отходов минерально-сырьевого комплекса / М. А. Пашкевич, Е. В. Елдина // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2005. – № 3. – С. 141–145.
51. Бобович, Б. Б. Переработка промышленных отходов / Б. Б. Бобович. – М.: СП Интермет Инжиниринг, 1999.
52. Зильбершмитд, В. Г. и др. Размещение промышленных отходов в подземных хранилищах: Учебное пособие / В. Г. Зильбершмитд. – Пермь: изд-во ПГТУ, 1995.
53. Хайрутдинов, М. М. Подземная геотехнология с закладкой выработанного пространства: недостатки, возможности совершенствования / М. М. Хайрутдинов, И. К. Шаймярдянов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2009. – № 1. – С. 240–250.
54. Вайсман, Я. И. Управление отходами. Сточные воды и биогаз полигонов захоронения твердых бытовых отходов: монография / Я. И. Вайсман. – Пермь: Пермский нац. исслед. политехн. ун-т, 2012.
55. Воронкова, Т. В. Рециркуляция фильтрата на полигонах захоронения твердых бытовых отходов / Т. В. Воронкова, Я. И. Вайсман, С. Ю. Чудинов // Вестник ПНИПУ. Урбанистика. – № 3. – 2012.
56. Очистка фильтрата полигона ТБО [Электронный ресурс]: сайт Компании «ЭКОКОМ» // URL: http://www.ecocom.at/ru/ (дата обращения: 23.06.15).
57. Очистка сточных вод [Электронный ресурс]: сайт Осмотикса // URL: http://www.osmotics.ru/ (дата обращения: 24.06.15).
58. Ritzkowski, M. Discussion of different landfill concepts – From open dumps to MBT-landfills / M. Ritzkowski // Презентация лекции. – Пермь, 2013.
59. Справочник по общестроительным работам. Основания и фундаменты // Под ред. М. И. Смородинова. – М., Стройиздат, 1974.
60. Huber-Humer, M. The Vegetation on Different Top Covers of an Abandoned Solid Waste Landfill / M. Huber-Humer, B. Klug-Pümpel. – BODENKULTUR, 55/4. – P. 155–163.

61. Huber-Humer, M. Effects of Methane Oxidation on the Water Balance of the Landfill Cover and the Vegetation Layer / M. Huber-Humer, P. Lechner // Sardinia, 2003. – Ninth International Waste Management and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula (Cagliari), Italy, 6–10 Oktober 2003].
62. Материалы ПАО «Трубная металлургическая компания», предоставленные в Бюро НДТ при публичных обсуждениях проекта Информационно-технического справочника наилучших доступных технологий «Размещение отходов производства и потребления» (01.08.2016–01.09.2016).
63. Хавизов, М. М. Полигон «Сосенки»: комплексное решение проблемы рекультивации / М. М. Хавизов, Л. П. Грибанова // Твердые бытовые отходы. – 2012. – № 9. – С. 10–13.
64. РД 08-492-02. Инструкция о порядке ликвидации, консервации скважин и оборудования их устьев и стволов. Разработана научно-техническим центром по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2002.
65. Екатеринбуржская городская свалка [Электронный ресурс]: сайт Wikimapia // URL: http://wikimapia.org/4248409/ru/…/photo/3636872 (дата обращения: 18.06.15).
66. Об утверждении порядка сбора и обработки данных, необходимых для разработки и актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям [Электронный ресурс]: Приказ Минпромторга России от 18.12.2019 № 4841. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
67. Об индексах изменения сметной стоимости строительно-монтажных и пусконаладочных работ, индексах изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ и иных индексах на II квартал 2016 года [Электронный ресурс]: Письмо Минстроя России от 03.06.2016 № 17269-ХМ/09. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
68. Об индексах изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексах изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ и иных индексах на II квартал 2015 года [Электронный ресурс]: Письмо Минстроя России от 26.06.2015 № 19823-ЮР/08. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
69. Об индексах изменения стоимости строительно-монтажных работ и прочих работ и затрат в строительства [Электронный ресурс]: Письмо от 6 сентября 1990 г. № 14-Д. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
70. Об индексах изменения сметной стоимости на I квартал 2008 года [Электронный ресурс]: Письмо Росстроя от 16.01.2008 № ВБ-82/02. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
71. Индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, в том числе стоимости материалов, оплаты труда и эксплуатации машин и механизмов на I квартал 2009 года [Электронный ресурс]: Письмо Минрегиона РФ от 12.02.2009 № 3652-СК/08. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
72. О мерах по завершению перехода на новую сметно-нормативную базу ценообразования в строительстве [Электронный ресурс]: Постановление

Госстроя РФ от 08.04.2002 № 16 (ред. от 21.10.2003). Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».

73. Об индексах изменения сметной стоимости строительства на I квартал 2005 года [Электронный ресурс]: Письмо Минрегиона РФ от 25.02.2005 № 645-ВГ/70. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
74. Об индексах изменения стоимости строительно-монтажных работ и прочих работ и затрат в строительства [Электронный ресурс]: Письмо от 6 сентября 1990 г. № 14-Д. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
75. Об индексах изменения сметной стоимости строительства на I квартал 2005 года [Электронный ресурс]: Письмо 645-ВГ/70 от 25.02.2005 г. Министерство регионального развития РФ. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
76. Индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, в том числе стоимости материалов, оплаты труда и эксплуатации машин и механизмов на I квартал 2010 года [Электронный ресурс]: Письмо Минрегиона РФ от 20.01.2010 № 1289-СК/08. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
77. О рекомендуемых к применению в I кв. 2009 г. индексов изменения сметной стоимости СМР, индексов изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ, индексов изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, а также индексов изменения сметной стоимости технологического оборудования [Электронный ресурс]: Письмо Минрегиона РФ от 12.02.2009 № 3652-СК/08. Не опубликован // СПС «КонсультантПлюс».
78. Плотины из грунтовых материалов [Электронный ресурс]: СП 39.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84. Утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. № 635/18. Не опубликован // СПС «Техэксперт».
79. Пат. 0002513468 Российская Федерация, МПК A01B 79/02 . Способ рекультивации хвостохранилищ / Мязин В. П., Шекиладзе В. Т., Шильникова Т. Л., Размахнин К. К., № 201246698/03, заявл. 01.11.2012; опубл. 20.04.2014.
80. Koerner, G. R. Puncture resistance of polyester (PET) and polypropylene (PP) needle-punched nonwoven geotextiles/ G. R. Koerner, R. M. Koerner // Geotextiles and Geomembranes. – 2010. – № 29.
81. Пат. 2523901 Российская федерация МПК E21B7/14 (2006.01) E21C37/18 (2006.01). Устройство лазерно-механического бурения кремнеземсодержащих материалов / Асильев Михаил Валерьевич, Журба Владимир Михайлович, Митькин Валерий Михайлович, Романов Виктор Сергеевич, Щепкин Александр Дмитриевич. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие Волоконно-Оптического и Лазерного Оборудования» № 2013110575/03; заявл. 04.03.2013; опубл. 27.07.2014.
82. Пат. 2449106 Российская федерация МПК E21B7/14 (2006.01), E21C37/16 (2006.01). Способ бурения скважин с использованием лазерной энергии и устройство для его реализации / Литвиненко В. С., Соловьев Г. Н., Васильев Н. И. Патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский

государственный горный институт имени Г. В. Плеханова (технический университет)», № 2010141992/03; заявл. 13.10.2010; опубл. 27.04.2012.

83. Пат. 2529197 Российская федерация, МПК E21F 17/16 (2006.01), B65G 5/00 (2006.01). Способ подземного захоронения буровых отходов / Сильвестров Алексей Львович, Сильвестрова Ольга Вадимовна. Патентообладатель Сильвестров Алексей Львович. № 2013124089/03; заявл. 27.05.2013; опубл. 27.09.2014.
84. Автоматизированный пункт весового контроля (АПВК) [Электронный ресурс]: сайт Корпорации «АСИ» // URL: http://www.icasi.ru/catalog/322.html (дата обращения: 22.09.15).
85. Сенянский, М. В. «РОГАТКА» для дорожного весового контроля [Электронный ресурс]: сайт Тензо-М // URL: http://tyumen.tenso-m.ru/publications/335/ (дата обращения: 24.09.15).
86. Пат. 0002587179 Российская Федерация, МПК C02F 11/08 . Оптимизированный способ обработки отходов путем гидротермической обработки /Канселль Франсуа, № 2013137241/05, заявл. 09.01.2012; опубл. 20.06.2016.
87. Пат. 135276 Российская Федерация, МПК C02F 11/12. Устройство для уплотнения и обезвоживания осадков /Сидоренко А. П., Назаренко Н. П., Яковлева Т. А., Прокопчук А. О., № 47952/60, заявл. 22.02.1990; опубл. 15.05.1992.
88. Ермакова, Л. С. Технология объемного брикетирования твердых бытовых отходов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук (03.02.08) / Л. С. Ермакова. – М., 2012.
89. Пат. 136370 Российская Федерация, МПК B09B1/00. Полигон для захоронения отходов / Варламов В. Н., Щербинин И. А., Фахретдинов И. З., Перекупка А. Г., Шемякин С. А., Примаков С. С., Горелик Я. Б., Максимова Н. В., заявитель и патентообладатель Тюмен. проект. и науч.-исслед. ин-т неф.и газ. Пром. им В. И. Муравленко, № 2013103845/13; заявл. 29.01.2013; опубл. 10.01.2014.
90. Глубинные СОУ [Электронный ресурс]: сайт ООО НПО «Фундаментстройаркос» // URL: http://www.npo-fsa.ru/glubinnye-sou-0. (дата обращения: 03.11.15)
91. Пат. 2555143 Российская Федерация, МПК B09B1/00. Полигон для захоронения отходов / Идигенов А. Б., Садчиков А. В., Кокарев Н. Ф., Никоноров И. Н. заявители и патентообладатели Идигенов А. Б., № 2013143394/13; заявл. 24.09.2013; опубл. 10.07.2015.
92. Пат. 96037 Российская Федерация, МПК B09B1/00. Полигон для захоронения отходов / Идигенов А.Б., Садчиков А.В., Кокарев Н.Ф., Никоноров И.Н. заявители и патентообладатели Идигенов А.Б., Садчиков А.В., Кокарев Н.Ф., Никоноров И.Н. - № 2013143394/13; заявл. 24.09.2013; опубл. 10.07.2015
93. Пат. 0002513786 Российская Федерация, МПК E21F 5/06. Способ закрепления пылящих поверхностей / Лобанов Ф. А., Чукалина Е. М., Козлов Л. Н., Глоба Е. Ю., Каплунов Ю. В., Каплунов В. Ю. Общество с ограниченной ответственностью «Компания Нью Текнолоджис Плюс» № 2012143816/03, заявл. 15.10.2012; опубл. 20.04.2014.

94. Пат. 2014118083 Российская Федерация, МПК E21F 5/02. Способ закрепления пылящих поверхностей хвостохранилищ и устройство для его осуществления / Пашкевич М. А., Стриженок А. В., Смирнов Ю. Д., заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный минерально-сырьевой университет "Горный"», № 2014118083, заявл. 05.05.2014; опубл. 10.01.2016.
95. Пат. 02151301 Российская Федерация, МПК 7E 21F. Способ закрепления пылящих поверхностей / Ушаков В. В., Браунер Е. Н., заявитель Читинский государственный технический университет, № 98110222/03, заявл. 26.05.1998; опубл. 20.06.2000.
96. Пат. 02084636 Российская Федерация, МПК 6E 21F. Способ закрепления пылящих поверхностей / Жиленков В. Н., Билев А. Е., заявитель Всероссийский государственный научно-исследовательский институт гидротехники им. Б. Е. Веденеева, № 5054466/03, заявл. 13.07.1992; опубл. 20.07.1997.
97. Пат. 139421 Российская Федерация, МПК B09B5/00. Устройство для сбора биогаза / Вайсман Я. И., Слюсарь Н. Н., Загорская Ю. М., Паршакова С. В., заявитель и патентообладатель Перм. нац.-исслед. политех. ун-т., № 2013153013/13; заявл. 28.11.2013; опубл. 20.04.2014.
98. Пат. 2013139050 Российская Федерация, МПК B09B5/00, A61L11/00. Система и способ переработки парниковых газов / Галассо Э. Д., Магнусон Д. А., заявитель и патентообладатель «Дзебоинг компании», № 2013139050/12; заявл. 27.02.2015.
99. Пат. 2521508 Российская Федерация, МПК B09B1/00. Способ термического обезвреживания биогаза полигонов твердых бытовых отходов / Гонопольский А. М., Дыган М. М., Назаров В. И., Кушнир К. Я., заявитель и патентообладатель Моск. гос. машиностр. ун-т, № 2012154792/13, заявл. 18.12.2012; опубл. 27.06.2014.
100. Пат. 2552061 Российская Федерация, МПК B09B1/00. Способ сбора и отвода фильтрата и биогаза на полигонах твердых бытовых отходов в складках местности / Верстов В. В., Салчак А. Д., Кысыыдак А. С., заявитель и патентообладатель Санкт-Петерб. гос. арх.-строит. ун-т, № 2013132322/13, заявл. 11.07.2013; опубл. 10.06.2015.
101. Пат. 2396131 Российская Федерация, МПК B09B1/00. Полигон для захоронения отходов / Прохоров А. Г., заявитель и патентообладатель ООО «ТрансЭкопром», № 2009125021/03; заявл. 01.07.2009; опубл. 10.08.2010.
102. Пат. 2546281 Российская Федерация, МПК B09B1/00, B09B3/00, C02F101/32, C04B28/00, C04B111/76, C04B111/27. Изолирующий материал им-экодор / Малышев В. А., Гильманов Х. Г., Абдрахимов Ю. Р., Ахметова И. Б., Абдрахимов А. Ю., Закирова А. Р., Гильмиярова Ф. Р., Курбатов А. И., Халилов В. Ш., заявители и патентообладатели Малышев В. А., Гильманов Х. Г., Абдрахимов Ю. Р., № 2013118949/13; заявл. 23.04.2013; опубл. 27.10.2014.

103. Пугин, К. Г. Материал для рекультивации полигонов ТБО и карьеров на основе отходов феррованадиевого производства / К. Г. Пугин, О. В. Ивенских // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – С. 1938–1941.
104. Mukunoki, T. et al. Study of cracking process of clay cap barrier in landfill using X-ray CT / T. Mukunoki // Applied Clay Science. – 2014. – № 101.
105. Ималитдинов, В. А. Монторинг полигонов ТБО создание единой системы / В. А. Ималитдинов // Твердые бытовые отходы (ТБО) (научно-практический журнал). – 2012. – № 1. – С. 32–33.
106. Zamara, К. А. et al. Monitoring of a landfill side slope lining system: Instrument selection, installation and performance / К. А. Zamara // Geotextiles and Geomembranes. – 2012. – № 35.
107. Пат. 2492534 Российская федерация, МПК G21F9/00. Способ мониторинга глубинного захоронения жидких промышленных отходов / Культин Ю. В., Байдарико Е. А., Рыбальченко А. И., Верещагин П. М.. Патентообладатель Открытое акционерное общество «Ведущий проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт промышленной технологии» (ОАО «ВНИПИпромтехнологии»), № 2012125120/07; заявл. 15.06.2012; опубл. 10.09.2013.