

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК  
ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

# ИТС 16-2023 ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ. ОБЩИЕ ПРОЦЕССЫ И МЕТОДЫ



Москва  
2023

## Содержание

Содержание .....	II
Введение .....	VIII
Предисловие .....	XI
Область применения .....	15
Раздел 1. Общие сведения о горнодобывающей промышленности в Российской Федерации .....	19
1.1 Анализ приоритетных проблем отрасли.....	19
Раздел 2. Описание общих технологических процессов и методов .....	30
2.1 Геологоразведочные работы.....	32
2.1.1 Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых .....	34
2.1.2 Поиски и оценка месторождений .....	35
2.1.3 Разведка и освоение месторождения .....	37
2.2 Открытие горнодобывающего предприятия и этап строительства.....	39
2.3 Горнодобывающие и обогатительные технологические процессы и методы .....	39
2.3.1 Добыча и транспортировка.....	40
2.3.2 Основные процессы обогащения.....	44
2.4 Закрытие горнодобывающего предприятия и рекультивационные работы .....	51
2.4.1 Понятие и этапы рекультивации .....	52
2.4.2 Общие требования к рекультивации земель, нарушенных при горных работах.....	56
2.5 Управление вскрышными и вмещающими породами на основе жизненного цикла .....	59
2.5.1 Понятие о вскрышных и вмещающих породах .....	61
2.5.2 Жизненный цикл объекта горнодобычи. Общие принципы .....	62
2.5.3 Жизненный цикл вскрышных и вмещающих пород .....	67
2.5.4 Жизненный цикл объекта размещения вскрышных и вмещающих пород .....	73

2.5.5 Направления использования вскрышных и вмещающих пород.....	78
Раздел 3. Воздействие на окружающую среду .....	85
3.1 Воздействие на окружающую среду на этапе геологоразведочных работ .....	85
3.2 Воздействие на окружающую среду на этапе строительства.....	87
3.3 Воздействие на окружающую среду на этапе эксплуатации .....	91
3.3.1 Воздействие добычи полезных ископаемых на окружающую среду .....	92
3.3.2 Воздействие обогащения на окружающую среду.....	95
3.4 Воздействие на этапе закрытия .....	96
3.5 Воздействие при рекультивации .....	98
3.6 Основные эмиссии .....	99
Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий.....	115
Раздел 5. Наилучшие доступные технологии .....	121
5.1 НДТ организационно-управленческого характера.....	121
НДТ 5.1.1 Внедрение эффективных систем экологического менеджмента (СЭМ) .....	121
НДТ 5.1.2 Внедрение системы энергоменеджмента .....	122
НДТ 5.1.3 Проведение инженерно-экологических изысканий .....	123
НДТ 5.1.4 Выполнение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) .....	124
НДТ 5.1.5 Организация взаимодействия с местным сообществом .....	125
НДТ 5.1.6 Создание и поддержание особо охраняемых территорий в качестве компенсационных мероприятий .....	127
НДТ 5.1.7 Разработка графиков проведения взрывных работ с учетом специфики территории расположения предприятия .....	127
НДТ 5.1.8 Повышение квалификации персонала .....	128
НДТ 5.1.9 Выбор подрядчиков, взаимодействие с ними.....	128
5.2 НДТ организационно-технического характера .....	129
НДТ 5.2.1 Применение современных экологических материалов и оборудования для производства работ .....	129
НДТ 5.2.2 Оптимизация технологических процессов .....	130
НДТ 5.2.3 Автоматизация технологических процессов.....	130

5.3 НДТ в области энергосбережения и ресурсосбережения .....	130
НДТ 5.3.1 Снижение потребления энергетических ресурсов при обогащении полезных ископаемых .....	130
НДТ 5.3.2 Сокращение энергопотребления в процессах добычи и обогащения полезных ископаемых.....	131
НДТ 5.3.3 Минимизация потерь полезных ископаемых в недрах .....	131
НДТ 5.3.4 Максимально полное извлечение ценных компонентов из добываемого полезного ископаемого.....	132
НДТ 5.3.5 Извлечение сопутствующих компонентов на основе определения кондиций .....	132
НДТ 5.3.6 Использование хвостов обогащения на основе определения кондиций .....	132
НДТ 5.3.7 Сокращение потерь полезных ископаемых при транспортировке .....	133
НДТ 5.3.8 Сокращение забора воды из природных источников.....	133
5.4 НДТ в области производственного контроля .....	134
НДТ 5.4.1 Производственный контроль.....	134
НДТ 5.4.2 Производственный экологический мониторинг .....	134
5.5 НДТ в области минимизации негативного воздействия на атмосферный воздух .....	135
НДТ 5.5.1 Организация хранения, перегрузки и транспортировки горной массы и полезного ископаемого.....	135
НДТ 5.5.2 Орошение пылящих поверхностей.....	135
НДТ 5.5.3 Укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ.....	136
НДТ 5.5.4 Рекультивация пылящих поверхностей .....	136
НДТ 5.5.5 Применение современных методов очистки выбросов от пыли .....	136
НДТ 5.5.6 Снижение выбросов в атмосферу при производстве буровзрывных работ.....	137
5.6 НДТ в области минимизации негативного воздействия физических факторов .....	137
НДТ 5.6.1 Снижение уровня шума и вибрации при производстве горных работ .....	137

НДТ 5.6.2 Снижение уровня шума и вибрации при производстве взрывных работ .....	138
5.7 НДТ в области минимизации негативного воздействия на водные ресурсы.....	139
НДТ 5.7.1 Управление водным балансом горнодобывающего предприятия .....	139
НДТ 5.7.2 Применение рациональных схем осушения горных выработок .....	140
НДТ 5.7.3 Внедрение систем оборотного водоснабжения.....	140
НДТ 5.7.4 Повторное использование технической воды .....	140
НДТ 5.7.5 Сокращение водопотребления в технологических процессах .....	141
НДТ 5.7.6 Внедрение систем раздельного сбора сточных вод .....	141
НДТ 5.7.7 Использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод .....	141
НДТ 5.7.8 Применение современных методов очистки сточных вод.....	141
НДТ 5.7.9 Управление поверхностным стоком с территории наземной инфраструктуры .....	142
НДТ 5.7.10 Внедрение автоматизированных систем управления очистными сооружениями .....	143
5.8 НДТ в области минимизации воздействия отходов горнодобывающих предприятий .....	143
НДТ 5.8.1 Организация противодиффузионных экранов объектов размещения жидких отходов .....	143
НДТ 5.8.2 Укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ и шламохранилищ с использованием скального грунта, грубодробленной пустой породы.....	144
НДТ 5.8.3 Рациональное размещение складированных отходов .....	144
НДТ 5.8.4 Организация системы очистки поверхностных сточных вод с породных отвалов угледобывающих предприятий .....	144
НДТ 5.8.5 Организация объектов размещения отходов недропользования, в том числе вскрышных и вмещающих горных пород, на нарушенных территориях .....	144

## ИТС 16-2023

НДТ 5.8.6 Предупреждение самовозгорания породных отвалов угольных предприятий .....	145
НДТ 5.8.7 Применение замкнутой водооборотной схемы обогащения.....	145
НДТ 5.8.8 Использование угольных шламов в качестве добавки к продукции.....	146
НДТ 5.8.9 Использование отходов при содержании хвостохранилищ.....	146
НДТ 5.8.10 Обезвоживание отходов обогащения.....	146
НДТ 5.8.11 Доизвлечение ценных компонентов из отходов обогащения на основе определения кондиций .....	146
НДТ 5.8.12 Использование отходов недропользования для собственных технологических и производственных нужд .....	147
НДТ 5.8.13 НДТ по обращению с объектами размещения отходов недропользования .....	147
5.9 НДТ в области рекультивации земель, нарушенных в процессе ведения горнодобывающих работ .....	148
НДТ 5.9.1 Текущая рекультивация нарушенных земель в процессе отработки месторождений полезных ископаемых .....	148
НДТ 5.9.2 Восстановление рельефа территории ведения работ.....	148
НДТ 5.9.3 Предупреждение самовозгорания породных отвалов угледобычи .....	148
НДТ 5.9.4 Создание благоприятного корнеобитаемого слоя на рекультивируемой территории .....	149
НДТ 5.9.5 Проведение агротехнических и фитомелиоративных мероприятий.....	150
НДТ 5.9.6 Применение современной техники и оборудования при ведении рекультивационных работ .....	150
НДТ 5.9.7 НДТ при закрытии (консервации/ликвидации) объекта .....	150
5.10 Минимизация негативного воздействия на ландшафты, почвы и биологическое разнообразие .....	151
Раздел 6. Экономические аспекты реализации наилучших доступных технологий .....	152
Раздел 7. Перспективные технологии .....	169

7.1 Внедрение информационных систем и автоматизация горнодобывающей деятельности.....	169
7.2 Перспективные технологии в геологоразведочных и изыскательских работах .....	169
7.3 Перспективные технологии в строительстве горнодобывающих предприятий .....	170
7.4 Перспективные технологии в добыче полезных ископаемых .....	170
7.5 Перспективные технологии обогащения полезных ископаемых .....	172
7.6 Перспективные технологии комплексного извлечения ценных компонентов из отходов добычи и обогащения полезных ископаемых.....	172
7.7 Перспективные технологии в рекультивации нарушенных земель .....	173
7.8 Перспективные технологии организационно-управленческого характера .....	174
Заключительные положения и рекомендации .....	175
Приложение А (обязательное) Перечень НДТ .....	177
Приложение Б (справочное) Энергоэффективность .....	181
Приложение В (справочное) Технологическое оборудование .....	186
Библиография.....	192

## **Введение**

Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям (далее — справочник НДТ) «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы» разработан на основании анализа распространенных в Российской Федерации и перспективных технологий, оборудования, сырья, других ресурсов с учетом климатических, экономических и социальных особенностей Российской Федерации.

Профильные предприятия рассматриваются как объекты, деятельность которых оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду и которые обязаны получать комплексные экологические разрешения на осуществление своей деятельности. Общая цель комплексного подхода к экологическому нормированию хозяйственной деятельности заключается в совершенствовании регулирования и контроля производственных процессов с целью обеспечения высокого уровня защиты окружающей среды. Хозяйствующие субъекты должны принимать все необходимые предупредительные меры, направленные на предотвращение загрязнения окружающей среды и рациональное использование ресурсов, в частности посредством внедрения НДТ, которые дают возможность обеспечить выполнение экологических требований.

Термин «наилучшие доступные технологии» определен в статье 1 Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» ([1]), согласно которому НДТ — это технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения.

Структура настоящего справочника НДТ соответствует ГОСТ Р 113.00.03–2019 ([2]), формат описания технологий – ГОСТ Р 113.00.04–2020 ([3]), термины и определения приведены в соответствии с ГОСТ Р 56828.15–2016 ([4]).

### **Краткое содержание справочника НДТ**

**Введение.** Представлено краткое содержание справочника НДТ.

**Предисловие.** Указана цель разработки справочника НДТ, его статус, законодательный контекст, краткое описание процедуры создания в соответствии с установленным порядком, а также взаимосвязь с аналогичными международными документами.

**Область применения.** Описаны основные виды деятельности, на которые распространяется действие справочника НДТ.

В **разделе 1** представлен анализ приоритетных проблем отрасли.

В **разделе 2** представлено описание общих технологических процессов и методов горной добычи и обогащения полезных ископаемых:

- этапы жизненного цикла;
- геологоразведочные работы;
- открытие горнодобывающего предприятия и этап строительства;
- горнодобывающие и обогатительные технологические процессы, и методы;
- закрытие горнодобывающего предприятия и рекультивационные работы.

Представлены основные технологические процессы и методы для открытой, подземной и комбинированной добычи полезных ископаемых.

Описаны основные обогатительные технологические процессы: гравитационный, магнитный, электрический и флотационный.

В **разделе 3** рассмотрено воздействие горнодобывающей деятельности на окружающую среду на разных этапах промышленного освоения месторождений полезных ископаемых на все компоненты окружающей среды: недра, земли, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир.

Раздел подготовлен на основе данных, представленных предприятиями Российской Федерации в рамках разработки справочника НДТ, а также различных опубликованных источников.

В **разделе 4** описаны подходы к определению НДТ, примененные при разработке настоящего справочника НДТ.

В **разделе 5** приведен идентифицированный в результате бенчмаркинга отрасли перечень НДТ, позволяющих сократить эмиссии в окружающую среду, обеспечить рациональное потребление энергоресурсов и снизить образование отходов в деятельности горнодобывающего предприятия.

В **разделе 6** рассматриваются ключевые факторы, оказывающие влияние на экономическую эффективность внедрения НДТ на предприятиях горнодобывающей отрасли Российской Федерации.

В **разделе 7** приведен перечень перспективных технологий и технологий, находящихся на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ или опытно-промышленного внедрения, позволяющих повысить эффективность производства и сократить эмиссии в окружающую среду.

## **ИТС 16-2023**

**Заключительные положения и рекомендации.** Приведены сведения о членах технической рабочей группы, принимавших участие в разработке справочника НДТ. Рекомендации предприятиям по дальнейшим исследованиям экологических аспектов их деятельности.

**Библиография.** Дан перечень источников информации, использованных при разработке справочника НДТ.

## Предисловие

Федеральный закон № 219-ФЗ ([5]) совершенствует систему нормирования в области охраны окружающей среды и вводит в российское правовое поле меры экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения наилучших технологий.

Федеральный закон № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» ([6]) содержит положения, закрепляющие статус информационно-технических справочников как документов национальной системы стандартизации.

Цели, основные принципы и порядок разработки справочника НДТ установлены постановлением Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 г. № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» ([7]).

### **1 Статус документа**

Настоящий справочник НДТ является документом по стандартизации, разработанным в результате анализа технологических, технических и управленческих решений, применяемых в горнодобывающей промышленности, и содержащим описание применяемых в настоящее время и перспективных технологических процессов, технических способов, методов предотвращения и сокращения негативного воздействия на окружающую среду, из числа которых выделены решения, признанные НДТ в горнодобывающей промышленности.

### **2 Информация о разработчиках**

Настоящий справочник НДТ разработан технической рабочей группой «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы» (ТРГ 16), состав которой утвержден приказом Минпромторга России от 6 марта 2023 г. № 708 «О создании технической рабочей группы». (ред. от 17 марта 2023г. № 882 О внесении изменений в состав технической рабочей группы «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы», утвержденный приказом Минпромторга России от 6 марта 2023 г. № 708).

Перечень организаций и их представителей, принимавших участие в разработке настоящего справочника НДТ, приведен в разделе «Заключительные положения и рекомендации».

Справочник НДТ представлен на утверждение Бюро наилучших доступных технологий (далее — Бюро НДТ) ([www.burondt.ru](http://www.burondt.ru)).

### **3 Краткая характеристика**

Настоящий справочник НДТ содержит описание применяемых в горнодобывающей промышленности технологических процессов, оборудования, технических способов, методов, в том числе позволяющих снизить негативное воздействие на окружающую среду, потребление воды, повысить энергоэффективность. Из описанных технологических процессов, оборудования, технических способов, методов определены решения, являющиеся НДТ. Настоящий справочник НДТ рекомендован горнодобывающим предприятиям для подготовки программ внедрения НДТ, государственным органам — для принятия решений о государственном софинансировании инвестиционных проектов (проектов модернизации).

Применение НДТ направлено на совершенствование существующего правового регулирования в области охраны окружающей среды (ОС), а также предусматривает усиление контроля за крупнейшими загрязнителями ОС, одновременно снимая излишние административные барьеры в отношении тех предприятий, которые воздействуют на ОС в меньшей степени.

Распоряжением Правительства Российской Федерации № 398-р утвержден комплекс мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы НДТ и внедрение современных технологий.

Переход на принципы НДТ — это изменение в системе государственного регулирования в природоохранной сфере и промышленной политике. Развитие промышленности и обеспечение надежного уровня защиты ОС рассматриваются как единая цель.

Последовательность перехода предприятий на НДТ будет выглядеть следующим образом:

- 1) оценка производственной деятельности предприятия и подготовка плана мероприятий по охране окружающей среды или программы повышения экологической эффективности;

- 2) согласование плана мероприятий, программы повышения экологической эффективности, установление временно разрешенных выбросов и временно разрешенных сбросов;

3) реализация плана мероприятий, программы повышения экологической эффективности и поэтапное внедрение НДТ.

Таким образом, одним из наиболее важных следствий применения механизма НДТ, помимо общего снижения уровня загрязнения, будет являться ускоренное технологическое развитие. Предприятия, вынужденные принимать дополнительные меры по снижению негативного воздействия на ОС при условии сохранения себестоимости на конкурентном уровне, будут вынуждены уделять особое внимание развитию технологий, повышению их эффективности, оптимизации всех возможных затрат.

Используя справочник НДТ, промышленные предприятия смогут оценить, насколько параметры выбросов и сбросов, энергопотребления предприятия соответствуют технологическим параметрам НДТ.

Настоящий, «горизонтальный» справочник НДТ определяет основные аспекты повышения «экологичности» доступных технологий. Конкретные наилучшие доступные технологии будут определены в отраслевых «вертикальных» справочниках НДТ.

#### **4 Взаимосвязь с международными, региональными аналогами**

Настоящий справочник НДТ разработан в соответствии с Федеральным законом ([1]) (статья 28.1, пункт 7) на основе результатов анализа отрасли в Российской Федерации и с учетом материалов справочника Европейского союза по наилучшим доступным технологиям по обращению с отходами и пустыми породами горнодобывающей промышленности (Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities) ([8]).

#### **5 Сбор данных**

Информация о технологических процессах, оборудовании, технических способах, методах, применяемых при добыче и обогащении угля и руд, была собрана в процессе разработки справочника НДТ в соответствии с Порядком сбора и обработки данных, необходимых для разработки и актуализации информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям и анализа приоритетных проблем отрасли, утвержденным приказом Минпромторга России от 18 декабря 2019 года № 4841 ([9]).

### **6 Взаимосвязь с другими справочниками НДТ**

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

### **7 Информация об утверждении, опубликовании и введении в действие**

Настоящий справочник НДТ утвержден приказом Росстандарта от 05 декабря 2023 г. № 2609.

Настоящий справочник НДТ введен в действие с 1 января 2024 г., официально опубликован в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет ([www.gost.ru](http://www.gost.ru)).

# ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

## ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ. ОБЩИЕ ПРОЦЕССЫ И МЕТОДЫ

Mining industry. General processes and techniques

Дата введения — 2024-01-01

### Область применения

Настоящий справочник НДТ распространяется на следующие основные виды деятельности, определяемые в соответствии с общероссийским классификатором видов экономической деятельности (ОКВЭД 2) ОК 029—2014 (КДЕС Ред. 2) (принят и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 января 2014 г. № 14-ст) (приложение А):

- добыча полезных ископаемых, включая:
  - железные руды;
  - руды цветных металлов: алюминия (бокситы), меди, свинца, цинка, олова, марганца, хрома, никеля, кобальта, молибдена, тантала, ванадия;
  - руды драгоценных металлов (золота, серебра, платины);
- уголь, включая добычу каменного угля, антрацита и бурого угля (лигнита).
- дополнительные виды деятельности с целью подготовки сырья к реализации: дробление, измельчение, очистка, просушка, сортировка и обогащение соответствующих полезных ископаемых.

Согласно положениям раздела, В «Добыча полезных ископаемых» ОКВЭД 2, «перечисленные виды работ обычно выполняются хозяйствующими субъектами, которые сами занимаются добычей полезных ископаемых и/или расположены в районе добычи полезных ископаемых».

Настоящий справочник НДТ также распространяется на процессы, связанные с основными видами деятельности, которые могут оказать влияние на объемы эмиссий и (или) масштабы загрязнения окружающей среды:

- методы предотвращения и сокращения эмиссий и образования отходов;
- хранение и транспортировка продукции, пустой породы и хвостов обогащения.

## **ИТС 16-2023**

Настоящий справочник НДТ не распространяется на:

- добычу и обогащение руд и песков драгоценных металлов, оловянных руд, титановых руд, хромовых руд на рассыпных месторождениях;
- производство черных и цветных металлов;
- производство первичных и вторичных драгоценных металлов;
- добычу урановой и ториевой руд, обогащение урановых и ториевых руд, производство ядерного топлива;
- добычу нерудных полезных ископаемых;
- вопросы, которые касаются исключительно обеспечения промышленной безопасности или охраны труда.

Вопросы обеспечения промышленной безопасности и охраны труда частично рассматриваются только в тех случаях, когда оказывают влияние на виды деятельности, включенные в область применения настоящего справочника НДТ.

В силу горизонтального характера настоящего справочника НДТ в нем рассмотрены только общие процессы и методы для горнодобывающей промышленности, в том числе направленные на снижение негативного воздействия на окружающую среду и на предотвращение возникновения аварийных ситуаций. Конкретные технические решения по отрасли промышленности, перечни маркерных веществ, а также диапазоны значений технологических показателей приведены в соответствующих вертикальных отраслевых информационно-технических справочниках НДТ, положения которых имеют приоритетный статус перед настоящим справочником НДТ. Также стоит отметить общий характер описанных в настоящем справочнике НДТ технологий, которые могут быть нереализуемы на конкретном предприятии по добыче в силу горно-геологических (или иных) особенностей.

Дополнительные виды деятельности, осуществляемые в рамках горнодобывающего производства, и соответствующие им справочники НДТ (названия справочников НДТ даны в редакции распоряжения Правительства Российской Федерации от 10 июня 2022 г. № 1537-р), приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Дополнительные виды деятельности

Вид деятельности	Соответствующий справочник НДТ
Методы очистки сточных вод, направленные на сокращение сбросов металлов в водные объекты	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 8-2022 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях»
Хранение и обработка материалов	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 46-2019 «Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов)»
Обращение с отходами	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 9-2020 «Утилизация и обезвреживание отходов термическими способами»; Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов)»
Добыча и обогащение руд цветных металлов	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 23-2017 «Добыча и обогащение руд цветных металлов»
Добыча и обогащение железных руд	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 25-2023 «Добыча и обогащение железных руд»
Добыча и обогащение угля	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 37-2023 «Добыча и обогащение угля»

## ИТС 16-2023

Окончание таблицы 1

Вид деятельности	Соответствующий справочник НДТ
Повышение энергетической эффективности	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 48-2023 «Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности»
Добыча драгоценных металлов	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 49-2017 «Добыча драгоценных металлов»

## **Раздел 1. Общие сведения о горнодобывающей промышленности в Российской Федерации**

Настоящий ИТС НДТ носит межотраслевой (горизонтальный) характер и предназначен для ряда отраслей промышленности, связанных с добычей твердых полезных ископаемых, которые относятся к областям применения НДТ.

Актуальные сведения о состоянии минерально-сырьевой базы Российской Федерации, а также основные горнодобывающие предприятия приведены в действующих редакциях отраслевых ИТС НДТ:

- ИТС НДТ 23 «Добыча и обогащение руд цветных металлов»;
- ИТС НДТ 25 «Добыча и обогащение железных руд»;
- ИТС НДТ 37 «Добыча и обогащение угля»;
- ИТС НДТ 49 «Добыча драгоценных металлов».

В настоящем разделе проведен анализ приоритетных проблем отрасли, в частности в части образования и обращения со вскрышными и вмещающими породами (ВВГП).

### **1.1 Анализ приоритетных проблем отрасли**

Ключевыми проблемами горнодобывающей отрасли являются:

- геологические: истощение рентабельных для отработки запасов, вероятностный характер положительных результатов ГРП, ухудшение качественных параметров вновь открываемых месторождений, низкие перспективы открытия новых месторождений многих полезных ископаемых;

- инфраструктурные: размещение многих месторождений и перспективных участков на удаленных территориях с неразвитой энергетической и транспортной инфраструктурой;

- экологические: ограничения, которые накладываются на развитие минерально-сырьевого комплекса из-за его негативного воздействия на окружающую среду;

- конъюнктурные: резкое, часто обвальное снижение мировых цен на минерально-сырьевую продукцию;

- политические: стремление потенциальных покупателей диверсифицировать импорт и найти альтернативных поставщиков, а также

## **ИТС 16-2023**

экономические санкции и ограничения на торговлю, накладываемые как по политическим, так и по иным мотивам;

- несовершенство отечественной нормативной правовой базы и правоприменительной практики;

- невысокая инвестиционная привлекательность российских недр (низкая степень защищенности частных капиталов, низкий уровень доверия между государством и бизнесом, высокий уровень коррупции и пр.).

Каждое полезное ископаемое формируется в определенной, только ему присущей геологической ситуации, поэтому в мире нет стран, обеспеченных всеми видами минерального сырья. И Россия в этом отношении не является исключением: некоторые полезные ископаемые являются для нас дефицитными, а другие, наоборот, образуют уникальные по масштабу и качеству месторождения. Соответственно, и проблемы, связанные с воспроизводством и использованием минерально-сырьевой базы, для каждого вида минерального сырья будут разные.

Имеющаяся в стране сырьевая база железных руд достаточна для того, чтобы наращивать текущий уровень добычи. Проблемы российской железорудной отрасли связаны с географическим размещением месторождений. Посредственное качество железных руд, а также сложные горно-геологические условия отработки месторождений наиболее богатых руд ограничивают развитие отечественного производства.

Запасы качественного алюминиевого сырья в России ограничены и недостаточны для обеспечения крупной алюминиевой промышленности страны. Российские объекты минерально-сырьевой базы бокситов либо залегают на большой глубине, либо сложены рудами очень низкого качества.

Основные проблемы добычи меди: селективная отработка богатых руд в Норильском рудном районе, выборочная добыча богатых руд ведется уже несколько десятилетий, когда богатые руды закончатся, эксплуатация месторождений может стать нерентабельной; дороговизна и низкая рентабельность отработки Удоканского месторождения в Забайкалье, в котором сосредоточено 22% российских запасов меди страны.

Сырьевая база свинца России является одной из крупнейших в мире, однако ее значительная часть, в том числе большая часть высококачественных свинцовых руд, заключена в одном крупном месторождении - Горевском. Объекты нераспределенного фонда недр существенно уступают осваиваемым и разрабатываемым месторождениям по качеству сырья. Отработка существенной

доли российских запасов свинца связана с большими экологическими рисками (месторождение Горевское - под руслом р. Ангара, Холоднинское - в природной территории оз. Байкал).

В границах двух крупнейших колчеданно-полиметаллических месторождений России: Озерное и Холоднинское заключена почти половина российских запасов цинка. Холоднинское месторождение находится в пределах особо охраняемой территории оз. Байкал и разрабатываться, скорее всего, не будет. Стратиформное Павловское месторождение находится на арктических островах, в пределах ядерного полигона и также, скорее всего, не будет разрабатываться.

Минерально-сырьевая база олова России велика, но не востребована из-за удаленности месторождений и высокой себестоимости их разработки. После банкротства и закрытия Новосибирского оловянного комбината оловодобывающая промышленность России осталась без потребителя, так как на мировом рынке российские концентраты неконкурентоспособны из-за высокой стоимости и малых объемов производства. В связи с крайне низким внутренним спросом на олово такая ситуация может сохраняться достаточно долгое время.

Марганцевые руды являются в России остродефицитным сырьем. Их ресурсы и запасы, хотя и велики, но заключены в непривлекательных для инвесторов объектах. Практически все месторождения - мелкого и среднего масштаба, часто пригодные только для подземной отработки, а их руды имеют невысокое качество и требуют использования сложных схем обогащения. Крупных месторождений в стране лишь два: Усинское и Порожинское; оба они уже много лет находятся в распределенном фонде недр, но освоение их идет крайне медленно.

Хромовые руды также являются в России дефицитным сырьем, но ситуация с ними совершенно иная. Отечественные месторождения - преимущественно мелкие и средние; по содержанию  $Cr_2O_3$  руды большинства объектов относятся к бедным или средним по качеству.

Россия теряет лидирующие позиции в мировой добыче никеля, несмотря на уникальность основных горнодобывающих активов. Это связано с резким увеличением добычи в таких странах, как Индонезия и Филиппины, где успешно осваиваются месторождения латеритных кобальт-никелевых руд. Возможности существенного наращивания добычи никеля в стране ограничены: объекты, которые потенциально могут быть вовлечены в отработку, характеризуются небольшими запасами и имеют худшие, чем у эксплуатируемых, качественные

## **ИТС 16-2023**

показатели. Кроме того, как и в случае с медью, многолетняя селективная отработка богатых руд ведет к ухудшению качества остаточных запасов и, в конце концов, преждевременному закрытию крупнейших в стране градообразующих предприятий.

Молибден-медно-порфировые месторождения, являющиеся главным источником металла в мире, в России практически отсутствуют. В ведущих сырьевых странах молибденовый концентрат получают в качестве попутной продукции при переработке руд медно-порфировых месторождений, и его стоимость оказывается ничтожной. В России на сегодняшний день обнаружено два таких месторождения (Песчанка на Чукотке и Ак-Сугское в Туве); оба они находятся в удаленных районах с неразвитой инфраструктурой, поэтому их освоения в ближайшие годы ожидать не приходится.

Потребность России в тантале превышает объем его добычи как минимум в несколько раз. Но себестоимость добычи с учетом низкого качества руд, расположения месторождений в неосвоенных районах, необходимости создания инфраструктуры значительно выше, чем в других странах, добывающих тантал. Следовательно, и конечная цена тантала в России больше.

В последнее десятилетие в России не было открыто ни одного крупного собственно золоторудного объекта. Прирост разведанных запасов достигается в основном за счет переоценки запасов ранее известных месторождений. Единственным крупным объектом, открытым в постсоветское время, стала Песчанка, где золото является попутным компонентом. Также может возникнуть проблема в связи с неподтверждением запасов, о чем косвенно свидетельствует затянувшийся ввод некоторых крупных месторождений в эксплуатацию.

Освоение минерально-сырьевой базы серебра в России сдерживается относительно низким внутренним спросом на металл, что в условиях привлекательных цен создает предпосылки для расширения его экспорта. В результате две трети добытого в России серебра в виде рафинированного металла или в составе концентратов цветных металлов уходит на экспорт, а низкие мировые цены последних двух лет делают недостаточно привлекательными инвестиции в геологоразведку на серебро.

Главной особенностью российской минерально-сырьевой базы угольной промышленности является концентрация запасов в восточных регионах страны. Поскольку две трети запасов и до 70 % добычи сосредоточено в Сибири, транспортировка углей промышленным потребителям на Урал и к западу от него, а

также на восток для отгрузки в тихоокеанских портах, в том числе на экспорт, осуществляется по железной дороге, что ведет к росту транспортной составляющей в их стоимости. Поэтому экспортные поставки российского энергетического угля становятся экономически эффективными только при высоком спросе и росте мировых цен на уголь, что в условиях новой климатической повестки проблематично. Другая проблема связана с избыточностью разведанных запасов углей, 80 % которых заключено в месторождениях нераспределенного фонда недр, неблагоприятное географическое положение делает их непривлекательными, так как требует значительных транспортных и прочих издержек. В то же время есть уникальные проекты разработки высококачественных углей на Таймыре с вывозом продукции по Северному морскому пути.

Внутренний спрос на энергетический уголь в России ограничивается доступностью и относительной дешевизной природного газа, который является более эффективным, чистым и безопасным топливом. Поэтому будущее российского угольного производства во многом зависит от экспорта, в том числе на азиатский рынок. Однако, учитывая высокую конкуренцию со стороны Австралии, Индонезии и США, Россия сложно будет существенно нарастить продажи энергетических углей.

Одной из основных проблем горнодобывающей отрасли является образование и накопление значительных объемов вскрышных и вмещающих горных пород.

Вскрышные и вмещающие горные породы составляют подавляющую часть отходов, образованных и образующихся в настоящее время на территории России. За счет длительного функционирования горнопромышленного комплекса на сегодняшний день накоплено порядка 80 - 100 млрд. тонн отходов недропользования, ежегодно этот объем увеличивается на 1,5 - 2 млрд. тонн.

Необходимость активизации вовлечения в промышленное использование отходов недропользования, в частности вскрышных и вмещающих горных пород, обусловлена высокой степенью экологической нагрузки данных отходов на окружающую среду и потенциально ценными потребительскими свойствами содержащихся в них полезных ископаемых и полезных компонентов, не извлеченных на момент первичной добычи и обогащения полезных ископаемых в силу, как правило, технологических причин либо отсутствия спроса.

В силу специфики функционирования горнодобывающих предприятий происходит техногенное изменение ландшафтов в местах добычи недр: ниже

## ИТС 16-2023

дневной поверхности образуется выработанное карьерное пространство, а выше - отвалы вскрышных и вмещающих горных пород. Добытое полезное ископаемое, являясь сырьем, поступает на перерабатывающие предприятия для преобразования его в готовую продукцию. Однако при добыче полезного ископаемого происходит образование колоссального объема отходов.

Согласно Государственного доклада Минприроды России «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году» ([11]) в общем количестве образовавшихся в 2020 г. в Российской Федерации отходов производства и потребления (8448,6 млн т) 7695,2 млн т, или 91,1 %, относится к виду экономической деятельности «добыча полезных ископаемых» — отходы, возникающие при извлечении из недр минерального сырья в виде вскрышных и/или вмещающих пород, а также отходы обогащения и др.

За период 2016-2021 гг. наблюдалось увеличение количества отходов производства и потребления по виду экономической деятельности «добыча полезных ископаемых» — с 4723,8 млн т до 7695,2 млн т. Источником наибольшего объема отходов в 2021 г. стала добывающая промышленность. Доля отрасли добычи полезных ископаемых сохраняла устойчивый рост объемов образования отходов с 2016 г. (детальная информация представлена в таблице 1.1).

Таблица 1.1 Объем образования отходов производства и потребления в Российской Федерации по виду экономической деятельности «добыча полезных ископаемых» в 2016-2021 гг., тыс. т

Вид деятельности	2016	2017	2018	2019	2020	2021
добыча полезных ископаемых	4723843,8	5786189	6850485,4	7257022,1	6367335,7	7690515,4
в том числе:						
добыча угля	3377939,9	3874534,2	4816499,8	5199628,2	3911299,0	5002760,8
добыча сырой нефти и природного газа	7750,7	8836,7	8917,2	7068,4	8127,1	8394,0
добыча металлических руд	957557,3	1522341,6	1643674,5	1635476,4	2070925,8	2398611,0
добыча прочих полезных ископаемых	376242,8	376197,9	377504,7	407468,3	373976,4	274997,5

За период 2012-2021 гг. наблюдалось увеличение количества отходов производства и потребления по виду экономической деятельности «добыча полезных ископаемых» – с 4629,3 млн т до 7690,5 млн т или на 66,1 %

Кроме того, согласно официальной статистической информации, опубликованной на официальном сайте Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, по данным формы федерального статистического наблюдения № 2-ТП (отходы) «Сведения об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления», утвержденной приказом Росстата от 9 октября 2020 г. № 627, за 2019-2021 гг. отмечается ситуация по накоплению, образованию, утилизации и рециклингу вскрышных и вмещающих горных пород, включенных в Федеральный классификационный каталог отходов, которая иллюстрирует достаточно низкий уровень утилизации и рециклинга по отношению к общему объему накопленных вскрышных и вмещающих горных пород (порядка 8 и 3 процентов соответственно) (информация представлена в таблицах 1.2-1.4).

Таблица 1.2 – Сведения об образовании, обработке, утилизации отходов производства и потребления (вскрышных и вмещающих горных пород) по форме 2-ТП (отходы) за 2019 год (тонна) (извлечение)

Наличие отходов на начало отчетного года	Образование отходов, представленных вскрышными и вмещающими горными породами, за отчетный год	Утилизировано отходов	
		всего	из них
36 600 636 264	6 870 435 002	3 456 266 276	2 107 857 085

## ИТС 16-2023

Таблица 1.3 – Сведения об образовании, обработке, утилизации отходов производства и потребления (вскрышных и вмещающих горных пород) по форме 2-ТП (отходы) за 2020 год (тонна) (извлечение)

Наличие отходов на начало отчетного года	Образование отходов, представленных вскрышными и вмещающими горными породами, за отчетный год	Утилизировано отходов	
		всего	из них
			для повторного применения (рециклинг)
38 714 215 262	6 041 100 648	2 895 608 092	1 362 807 029

Таблица 1.4 – Сведения об образовании, обработке, утилизации отходов производства и потребления (вскрышных и вмещающих горных пород) по форме 2-ТП (отходы) за 2021 год (тонна) (извлечение)

Наличие отходов на начало отчетного года	Образование отходов, представленных вскрышными и вмещающими горными породами, за отчетный год	Утилизировано отходов	
		всего	из них
			для повторного применения (рециклинг)
40 382 534 511	7 427 063 813	3 358 187 854	1425 118 883

Суммарное количество утилизированных и обезвреженных отходов производства и потребления по Российской Федерации в 2021 г. составило 3937,2 млн т. Наибольшее количество утилизированных и обезвреженных отходов принадлежало предприятиям вида экономической деятельности «добыча полезных ископаемых» – 3510,6 млн т или 89,2 % от суммарного показателя утилизированных и обезвреженных отходов по Российской Федерации.

Показатель захоронения отходов для данной отрасли составил 919,1 млн т, или 93,6 % от общего объема захоронения отходов. Причина этого связана с относительно низкой опасностью отходов данного вида экономической деятельности.

Таким образом, доля вскрышных и вмещающих горных пород в целом от объема образованных отходов по виду экономической деятельности «добыча полезных ископаемых» составляет порядка 96 %. Отвалы вскрышных и вмещающих горных пород формируются в результате деятельности пользователей недр по добыче руд черных, цветных и благородных металлов, угля и иных твердых горючих полезных ископаемых, нерудных и прочих полезных ископаемых. Наибольший объем вскрышных и вмещающих горных пород образуется при добыче угля.

Сведения об образовании отходов, в том числе вскрышных и вмещающих пород, в угольной отрасли по данным Министерства энергетики Российской Федерации приведены в таблице 1.5.

Т а б л и ц а 1.5 Образование отходов, в том числе вскрышных и вмещающих пород в угольной отрасли за 2020, 2021 г., млн. тонн

Показатели	2020	2021
Отходы V класса опасности, всего	3 147	4 802
Вскрышные породы	3 114	4 762
Вмещающие породы	3,5	3,8

Рост образования вскрышных и вмещающих горных пород в угольной отрасли в 2021 г. относительно 2020 г. обусловлен увеличением добычи угля на 36,9 млн т (+9,2 %) до уровня 439,5 млн т.

Разработка угольных месторождений имеет характерную особенность - удаление большого количества вскрышных и вмещающих горных пород, объемы которых в разы превышают объемы добываемого угля, что особенно характерно для открытого способа добычи, доля которого в добыче постоянно растет.

### **Правовой статус вскрышных и вмещающих горных пород**

Вскрышные и вмещающие горные породы являются сложным объектом комплексного правового регулирования, на который распространяется Федеральный закон «О недрах» (далее – «Закон о недрах») ([12]) и/или Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» (далее – «Закон об отходах») ([13]).

Определение правового статуса вскрышных и вмещающих горных пород в каждом конкретном случае осуществляется юридическим лицом в соответствии с действующей нормативной правовой базой.

### **Характеристика вскрышных и вмещающих горных пород**

Вскрышные и вмещающие горные породы имеют неоднородный минералогический и химический состав и состоят из таких осадочных пород, как супеси, глины, суглинки, песчаники, аргиллиты, последние занимают больший процент состава пород. В состав вскрышных горных пород входит сера и уголь, в малых количествах цветные, редкие металлы, и в очень маленьких - радионуклиды (торий, уран). Такие породы имеют ряд особенностей: крупнотоннажность и многокомпонентность.

Образующиеся в районах угледобычи отвалы и терриконы содержат кислотообразующие вещества, тяжелые металлы, которые под действием природных факторов могут становиться источниками комплексного загрязнения окружающей среды. Также вскрышные горные породы имеют пожароопасные вещества.

Недропользование представляется одним из видов экономической деятельности, оказывающих высокую нагрузку на окружающую среду. В связи с этим, очевидна актуальность проблемы обеспечения экологической безопасности при осуществлении эксплуатации недр на территории Российской Федерации.

Помимо использования классификации вскрышных и вмещающих горных пород, содержащихся в Федеральном классификационном каталоге отходов, учет вскрышных и вмещающих горных пород может осуществляться, в том числе, на основе следующих параметров:

- 1) по минералогическому и химическому составу вскрышных и вмещающих горных пород, а также по наличию в их составе полезных ископаемых и полезных компонентов.

Вскрышные и вмещающие горные породы, которые содержат полезные ископаемые и полезные компоненты в промышленной концентрации, подлежат вовлечению в разработку с целью добычи из них полезных ископаемых.

В свою очередь, вскрышные и вмещающие горные породы, не содержащие полезные ископаемые и полезные компоненты, а также из которых были добыты полезные ископаемые и полезные компоненты, могут использоваться для собственных производственных и технологических нужд, для ликвидации горных выработок и иных сооружений, связанных с пользованием недрами, для рекультивации земель, для ведения горных работ, для передачи иным лицам.

- 2) по источнику образования вскрышных и вмещающих горных пород (участку недр).

В связи с поправками, внесенными Федеральным законом № 343-ФЗ в Закон о недрах, пользователь недр вправе использовать отходы недропользования, образованные в результате пользования недрами в границах участка недр, предоставленного такому пользователю недр, независимо от того, в результате деятельности какого лица указанные отходы были образованы.

Если участок недр, в результате деятельности на котором были образованы вскрышные и вмещающие горные породы, находится в нераспределенном фонде, вскрышные и вмещающие горные породы будут являться самостоятельным объектом лицензирования.

3) по расположению объектов хранения вскрышных и вмещающих горных пород (в границах участка недр и за границами участка недр).

Указанный параметр имеет важное значение для обеспечения добычи полезных ископаемых и полезных компонентов из вскрышных и вмещающих горных пород, находящихся за границами участка недр, предоставленного в пользование.

В случае, если вскрышные и вмещающие горные породы, образовавшиеся при осуществлении пользования недрами на предоставленном в пользование участке недр, размещены на земельном участке, находящемся за границами данного участка недр, добыча полезных ископаемых и полезных компонентов из вскрышных и вмещающих горных пород допускается после изменения границ участка недр, предоставленного в пользование, путем включения объектов хранения вскрышных и вмещающих горных пород в границы указанного участка недр.

4) по направлениям использования.

Статьей 23.5 Закона «О недрах» в редакции Федерального закона № 343-ФЗ исчерпывающим образом закреплены направления использования вскрышных и вмещающих горных пород;

5) по правовому статусу вскрышных и вмещающих горных пород.

## Раздел 2. Описание общих технологических процессов и методов

Разработка рудных и угольных месторождений представляет собой комплекс взаимосвязанных организационно-технологических процессов горного производства по извлечению полезных ископаемых из недр земли. Добыча, а также первичное обогащение, проводимое в рамках единого ресурсного цикла добыча-обогащение, осуществляется горнодобывающими предприятиями.

Жизненный цикл горнодобывающего предприятия определяется лицензионными условиями отработки месторождения, требованиями технической безопасности ведения горных работ, оптимальным сочетанием экономических интересов недропользователя, состоянием и перспективами развития сырьевой базы, сохранением минерально-сырьевого потенциала для будущих поколений, уровнем использования технической базы при соблюдении природоохранных требований. Промышленное освоение запасов месторождения включает в себя следующие этапы: лицензирование, изыскательские и геологоразведочные работы, проектирование, строительство, эксплуатацию (добычу и обогащение), ликвидацию предприятия, рекультивацию нарушенных земель.

Схема жизненного цикла горнодобывающего предприятия представлена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 — Жизненный цикл горнодобывающего проекта

Как правило, промышленное освоение запасов месторождения начинается с изыскательских и геологоразведочных работ. В процессе геологоразведочных работ определяются общие (балансовые) запасы полезных ископаемых, подлежащие отработке на лицензионном участке, выявляются особенности

месторождения. Инженерные изыскания выполняются с целью изучения природных условий и факторов существующего техногенного воздействия на окружающую среду.

По результатам изыскательских и разведочных работ выполняется технико-экономическое обоснование (ТЭО), при положительных результатах – проект разработки месторождения, определяющий принципиальные решения по будущему освоению месторождения — от геологического строения и ресурсного потенциала до выбора способа добычи, подготовки и транспортировки сырья путем сравнительной экономической оценки вариантов возможных инженерных решений. На стадии проектирования выбираются технологии вскрытия месторождения, добычи и переработки добываемого сырья, используемые техника и оборудование, основные технологические объекты с определением мест их предварительного размещения, разрабатываются мероприятия по охране окружающей среды. После завершения разработки, согласования и утверждения технического проекта разработки месторождения, оформления земельных участков под строительство и пр. начинается период строительства.

На следующем за строительством этапе эксплуатации производится выемка горной массы с выдачей на поверхность, где пустые породы складированы, а полезные ископаемые транспортируются к местам дальнейшей переработки (в случае наличия в составе горнодобывающего предприятия обогатительного комплекса) или к местам их использования. Продолжительность данного этапа эксплуатации может быть разной, и определяется совокупным влиянием ряда факторов: лицензионными условиями, обеспеченностью рентабельными запасами, рыночными потребностями в продуктах добычи и переработки минерального сырья, горно-геологическими, экономическими, экологическими ограничениями.

После отработки балансовых запасов и нецелесообразности вовлечения в добычу забалансовых запасов горнодобывающее предприятие подлежит ликвидации, горные выработки консервируются, нарушенные в результате хозяйственной деятельности предприятия земли рекультивируются, создается система мониторинга состояния окружающей среды в зоне ликвидации горнодобывающего предприятия.

### **2.1 Геологоразведочные работы**

Разведка месторождений полезных ископаемых — комплекс геологических исследований и работ, проводимых с целью определения пространственно-морфологических, объемно-качественных, гидрогеологических и инженерно-геологических параметров месторождения, необходимых для его геолого-экономической оценки.

Геологоразведочные работы (ГРР), проводимые на территории Российской Федерации, независимо от источников их финансирования, осуществляются в рамках регулярно актуализируемой государственной программы «Воспроизводство и использование природных ресурсов».

В настоящее время в государственном фонде недр вследствие высокой степени геологической изученности практически исчерпаны легко открываемые уникальные и крупные по масштабу запасов месторождения почти всех видов полезных ископаемых. Технология и методика прогноза, поисков и оценки новых объектов, ориентированные на их открытие, были детально отработаны достаточно давно и без изменений используются в настоящее время.

На развитие и повышение инвестиционной привлекательности отечественного минерально-сырьевого комплекса направлена деятельность Минприроды России, осуществляющего государственную политику в области геологического изучения недр, воспроизводства и использования сырьевых ресурсов. В последнее время основное внимание уделяется проблеме снятия административных барьеров, развития геологоразведочной деятельности и стимулирования рационального пользования недрами. Для этого в 2014 году создана Межведомственная рабочая группа по устранению административных барьеров в сфере недропользования, в состав которой вошли представители заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, а также крупнейших компаний недропользователей России.

#### **Этапы и стадии геологоразведочных работ**

Эффективность геологоразведочных работ зависит от сложности геологического строения изучаемого объекта, выбора оптимального комплекса геолого-съёмочных, поисковых и разведочных работ, обеспечивающих необходимую и достаточную информацию для решения поставленной задачи.

В отечественной практике геологические исследования проводятся в соответствии с «принципом последовательных приближений к конечному результату». Соблюдение очередности проведения геологоразведочных работ обеспечивает полноту геологического изучения недр, возможность оперативного учета и анализа геологической изученности для обоснованного выбора направлений поисковых, оценочных и разведочных работ.

Процесс геологического изучения недр осуществляется поэтапно, от регионального геологического изучения недр до эксплуатационной разведки месторождения и может продолжаться годами или даже десятками лет (рисунок 2.2).

В зависимости от целей процесс геологического изучения недр подразделяется на 3 этапа и 5 стадий:

Этап I. Работы общегеологического и минерагенического назначения

- Стадия 1. Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых

Этап II. Поиски и оценка месторождений

- Стадия 2. Поисковые работы

- Стадия 3. Оценочные работы

Этап III. Разведка и освоение месторождения

- Стадия 4. Разведка месторождения

- Стадия 5. Эксплуатационная разведка



Рисунок 2.2 — Процесс геологического изучения недр

### 2.1.1 Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых

Региональное геологическое изучение недр производится с целью получения комплексной геологической информации, составляющей фундаментальную основу системного геологического изучения территории страны и оценки ее минерагенического потенциала. Результатом регионального геологического изучения недр является научное моделирование и ранжирование по экономической значимости перспективных структурно-вещественных и минерагенических комплексов, локальный прогноз и начальная геолого-экономическая оценка потенциальных объектов минерального сырья.

Основными видами работ, проводимых на данной стадии, являются ранжированные по масштабам площадные геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические съемки, наземные и аэрогеофизические работы, а также широкий комплекс специализированных работ: объемное, космофотогеологическое, аэрофотогеологическое картирование, тепловые, радиолокационные, многозональные и другие съемки, геолого-экономические, геоэкологические исследования, картографирование, мониторинг геологической среды и пр.

Виды, масштабы, последовательность и комплексность работ по региональному геологическому изучению недр определяются с учетом достигнутой степени геологической изученности, результатов предшествующих минерагенических построений и потребностей социально-экономического развития отдельных территорий и Российской Федерации в целом.

### **2.1.2 Поиски и оценка месторождений**

Поиски и оценка месторождений проводятся с целью прогноза, выявления и предварительной оценки месторождений полезных ископаемых, которые по своим геологическим условиям и технико-экономическим показателям пригодны для рентабельного освоения и включают в себя поисковые и оценочные работы.

**Поисковые работы** проводятся на новых или недостаточно изученных площадях с целью выявления месторождений полезных ископаемых и определения их перспективности для дальнейшего изучения. Включают комплекс геолого-минерагенических, геофизических, геохимических и др. видов и методов исследований. Для поисков скрытых и погребенных месторождений используется глубокое бурение в сочетании со скважинными геофизическими и геохимическими исследованиями. По совокупности полученной геологической, геофизической и геохимической информации и ее комплексной интерпретации выделяются перспективные аномалии, участки. Проверка природы геофизических и геохимических аномалий, вскрытие, опробование и изучение проявлений тел полезных ископаемых осуществляется поверхностными горными выработками и поисковыми скважинами. В отобранных пробах определяется содержание основных и попутных компонентов, в необходимых случаях — технологические свойства полезного ископаемого.

Основным результатом поисковых работ является геологически обоснованная оценка перспектив исследованных площадей. Выявленные и положительно оцененные проявления включаются в фонд объектов, подготовленных для постановки оценочных работ и выдачи соответствующих лицензий.

**Оценочные работы** проводятся на выявленных и положительно оцененных проявлениях полезных ископаемых. Цель проведения оценочных работ — определение промышленной ценности объектов минерального сырья.

Для оконтуривания площади и изучения геолого-структурных особенностей потенциально-промышленного месторождения проводится геологическая съемка,

## **ИТС 16-2023**

сопровождающаяся минералого-петрографическими, геофизическими и геохимическими исследованиями. Изучение вмещающих структурно-вещественных комплексов, вскрытие и прослеживание тел полезных ископаемых осуществляется с поверхности канавами, шурфами, поисково-картировочными скважинами. Изучение на глубину осуществляется преимущественно буровыми скважинами до горизонтов, обеспечивающих вскрытие рудоносных, угленосных структурно-вещественных комплексов, а при глубоком их залегании — до горизонтов, экономически целесообразных для разработки с использованием современных технологий освоения месторождений. При высокой степени изменчивости полезной минерализации или при сильно расчлененном рельефе для изучения объекта на глубину возможно применение подземных горных выработок.

Все вскрытые в естественных и искусственных обнажениях выходы полезной минерализации подвергаются опробованию и анализу на основные и попутные компоненты.

В скважинах и горных выработках осуществляется комплекс гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических и др. наблюдений и исследований в объемах, достаточных для обоснования способа вскрытия и разработки месторождения, определения источников водоснабжения, возможных водопритоков в горные выработки и очистное пространство. Определяются факторы, негативно влияющие на показатели горного предприятия. Дается характеристика экологических условий производства добычных работ и оценка их влияния на окружающую среду.

По результатам оценочных работ производится подготовка пакета геологической информации для проведения конкурса или аукциона на право пользования недрами с целью геологического изучения, разведки и добычи полезных ископаемых на указанном участке недр.

Поисковые и оценочные работы могут проводиться самостоятельно или совмещаться в рамках одного лицензионного соглашения. На условиях предпринимательского риска лицензия может предоставлять право на совмещение поисковых и оценочных работ с разведкой и освоением месторождения.

Конкретные задачи, полнота, комплексность исследований, конечные геологические результаты и другие условия производства работ отражаются в условиях лицензионного соглашения и геологическом задании.

### 2.1.3 Разведка и освоение месторождения

Работы данного этапа проводятся с целью изучения геологического строения вновь выявленных и ранее разведанных месторождений, получения информации о количестве и качестве запасов, минеральном и химическом составе полезного ископаемого, его технологических свойствах и других особенностях месторождения с полнотой и достоверностью, обеспечивающих промышленную оценку месторождения, обоснование решения о порядке и условиях вовлечения его в промышленное освоение, а также о проектировании строительства или реконструкции на его базе горного предприятия.

Технология и технические средства производства ГРП, объемы, виды и методы исследований, последовательность и детальность изучения частей и участков месторождения определяются недропользователем с соблюдением действующих стандартов (норм, правил) в области геологического изучения недр, учета запасов полезных ископаемых, а также других условий недропользования, включенных в лицензию на право разведки и добычи полезного ископаемого.

На данной стадии завершается изучение геологического строения месторождения с поверхности с составлением на инструментальной основе геологической карты, проводится геологическая съемка с применением комплекса геофизических и геохимических методов исследований. Приповерхностные части месторождения вскрываются горными выработками (канавы, траншеи, шурфы) и мелкими скважинами. Все выходы тел полезных ископаемых прослеживаются и опробуются с детальностью, позволяющей выявить формы, строение и условия их залегания, установить интенсивность проявления зоны окисления, вещественный состав и технологические свойства полезного ископаемого.

Разведка месторождений на глубину проводится скважинами. В случае отработки месторождения подземным способом расположение разведочных горных выработок должно обеспечивать максимально возможное их использование при эксплуатации.

Вещественный состав и технологические свойства промышленных типов и сортов полезного ископаемого изучаются с детальностью, достаточной для проектирования рациональной технологии их переработки с комплексным извлечением полезных компонентов. Гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, горно-геологические условия изучаются с

## **ИТС 16-2023**

детальностью, обеспечивающей получение исходных данных для составления проекта разработки месторождения.

Выполняются работы по изучению и оценке запасов полезных ископаемых, залегающих совместно с основными, дается оценка возможных источников хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, производятся работы по выявлению местных строительных материалов. Разрабатываются схемы размещения объектов промышленного и гражданского назначения и природоохранные мероприятия.

По результатам разведочных работ разрабатывается ТЭО временных или постоянных разведочных кондиций, производится подсчет запасов основных и попутных полезных ископаемых, и компонентов по категориям в соответствии с группировкой месторождений по сложности строения, дается детальная экономическая оценка промышленной ценности месторождения.

Технико-экономическое обоснование освоения месторождения, материалы подсчета запасов и результаты геолого-экономической оценки, включая обоснование разведочных кондиций, подлежит государственной геологической, экономической и экологической экспертизе.

**Эксплуатационная разведка** проводится в течение всего периода освоения месторождения с целью получения достоверных исходных данных для безопасного ведения работ, оперативного планирования горно-подготовительных и добычных работ, обеспечения наиболее полного извлечения из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов.

Основные задачи эксплуатационной разведки — уточнение контуров, вещественного состава и внутреннего строения тел полезного ископаемого и качества запасов по технологическим типам и сортам с их геометризацией, уточнение гидрогеологических, газодинамических, горнотехнических и инженерно-геологических условий отработки по отдельным участкам, горизонтам, блокам.

По результатам эксплуатационной разведки производится уточнение схем подготовки и отработки тел полезного ископаемого, подсчитываются запасы подготовленных к отработке блоков и запасы, готовые к выемке.

В состав ГРР на этой стадии входят проходка специальных разведочных выработок, бурение скважин, опробование различными методами, геофизические исследования.

Для обеспечения рационального использования недр при освоении месторождения постоянно ведется учет потерь и разубоживания полезного

ископаемого, достоверность учета полноты и качества извлечения полезных ископаемых из недр подлежит проверке со стороны органов государственного геологического контроля

## **2.2 Открытие горнодобывающего предприятия и этап строительства**

Проектирование любого горнодобывающего предприятия осуществляется на основании результатов ранее проведенных инженерных изысканий.

После завершения разработки, согласования и утверждения проекта разработки месторождения, оформления земельных участков под строительство и пр. начинается период строительства. Данный период можно условно поделить на два этапа — подготовительный и основной.

На подготовительном этапе строительства выполняются работы по инженерной подготовке территории, обеспечению ее подъездными путями, энерго- и водоснабжению, строительству временных и постоянных зданий и сооружений, используемых на период строительства и др.

В период основного строительства выполняется комплекс горно-капитальных работ, обеспечивающих вскрытие и подготовку к разработке месторождения или его части.

Одной из особенностей разработки угольных и рудных месторождений является то, что выполнение горно-капитальных работ не ограничивается периодом основного строительства. На этапе эксплуатации выполнение горно-капитальных работ связано с вовлечением в разработку новых горизонтов, пластов, блоков.

В целом ход строительства определяется его организационной схемой, зависящей от схемы вскрытия месторождения, объемно-планировочных, конструктивных и компоновочных решений зданий и сооружений поверхности.

## **2.3 Горнодобывающие и обогатительные технологические процессы и методы**

При разработке месторождений производится вскрытие тел полезного ископаемого, его выемка и транспортировка к местам дальнейшей переработки или полезного использования.

## **ИТС 16-2023**

### **2.3.1 Добыча и транспортировка**

В зависимости от условий залегания угольных и рудных месторождений и мощности залежей их разработку осуществляют открытым (разрезы или карьеры), подземным (рудники или шахты) или комбинированным открыто-подземным способами. В настоящее время открытым способом добывается около 90 % бурых углей, 20 % каменных углей, 70 % руд черных и цветных металлов.

Выбор способа добычи полезного ископаемого – открытого или подземного – определяется горно-геологическими условиями залегания полезных ископаемых и обосновывается технико-экономическими расчетами.

В случае если угольное или рудное месторождение достигает поверхности современного рельефа или залегает неглубоко, применяется открытая разработка.

Самый крупный в России Бородинский угольный разрез им. М.И. Щадова расположен в Красноярском крае, входит в состав компании СУЭК. Длина разреза составляет 7 км, ширина — 2 км. Высокопроизводительные роторные комплексы, карьерные локомотивы, современная вспомогательная техника, развитая ремонтная база позволяют бородинским угольщикам добывать более 20 млн тонн бурого угля в год. В Челябинской области находится самый глубокий в Европе и второй в мире Коркинский угольный разрез, добыча угля на котором закончилась в 2017 году. Глубина более 500 м, длина ~ 5,5 км, ширина ~ 3,5 км.

Максимальная ширина карьера Лебединского ГОКа, одного из крупнейших российских производителей железорудного сырья, составляет 5 км, глубина — 600 м.

Подземный способ отработки запасов применяется в случае залегания угольных или рудных пластов на значительной глубине. Например, большинство крупных предприятий Сибири и Дальнего Востока ведут угледобычу и добычу руд на глубинах свыше 500 м, на месторождениях Норильского промышленного района отработка запасов ведется на глубине до 1,5 км, в Горной Шории — в среднем на глубине 900 м.

Преимуществами открытого способа добычи перед подземным являются:

- возможность обеспечения высокого уровня комплексной механизации и автоматизации горных работ, что обеспечивает высокую производительность труда и меньшие затраты на добычу полезного ископаемого;
- более безопасные и комфортные условия труда;
- более полное извлечение полезного ископаемого;

- меньшие удельные капитальные затраты на строительство горного предприятия.

Все это способствует росту масштабов использования открытого способа добычи.

Основными недостатками открытого способа отработки запасов месторождения являются:

- необходимость выемки из карьера (или перемещения в его контуре) значительных объемов вскрышных пород, которые значительно превышают объем добываемого полезного ископаемого (коэффициент вскрыши может достигать 25), затраты на вскрышу составляют основную часть общих затрат на добычу полезного ископаемого;

- необходимость временного отчуждения значительных площадей земли, существенное изменение ландшафта;

- существенное изменение гидрологической ситуации в районе ведения добычных работ.

Кроме того, в карьерах значительной глубины создаются трудности в удалении газов и пыли после взрывных работ, что ухудшает санитарно-гигиенические условия труда горнорабочих и загрязняет окружающую среду. Существующие инженерные методы газо- и пылеподавления при производстве массовых взрывов на карьерах пока отличаются малой эффективностью. Определенное влияние на эффективность открытой разработки оказывают климатические и атмосферные условия.

Следует указать, что отмеченные достоинства открытого способа разработки во многих случаях преобладают над недостатками, что определяет его эффективность.

Подземным способом разрабатывают месторождения на глубинах до 3–4 км. Большая толща пород, покрывающих месторождения, сложный рельеф поверхности, особые климатические условия — основные факторы, которые являются решающими при выборе подземного способа разработки. Объемы перемещаемых пустых пород незначительны по сравнению с открытым способом отработки запасов, что требует меньших площадей для их размещения. Во многих случаях подземная разработка позволяет полностью сохранить поверхность.

Комбинированный способ применяют при разработке, как правило, мощных крутых глубоко залегающих месторождений, перекрытых сравнительно небольшой толщей наносов.

## **ИТС 16-2023**

Открытая разработка месторождения включает следующие этапы: подготовку поверхности, осушение месторождений полезных ископаемых, горно-капитальные работы (комплекс горно-строительных работ, обеспечивающих вскрытие и подготовку к разработке месторождения), вскрышные работы (удаление пустых пород, покрывающих или вмещающих полезное ископаемое, с обеспечением их размещения) и добычные работы. Вскрышные и добычные работы включают процессы отбойки, выемки, транспортировки и разгрузки и складирования вскрыши и полезного ископаемого. Эти основные производственные процессы объединяются в единую технологию на базе комплексной механизации и автоматизации. К вспомогательным процессам при открытой разработке относятся зачистка уступов, ремонт и строительство дорог (автомобильных, железных), водоотлив и др. Отбойка состоит в отделении горной массы от массива с одновременным ее дроблением с помощью буровзрывных работ. Выемка-погрузка производится, как правило, экскаваторами и погрузчиками. Горную массу перемещают из забоя посредством карьерного транспорта. Массив, сложенный некрепкими горными породами, не требует предварительного рыхления. В этом случае отбойка и погрузка составляют единый процесс, осуществляемый экскаваторами, скреперами, погрузчиками, бульдозерами или другими механическими средствами.

Полезные ископаемые транспортируются на склады или места их переработки, пустая порода — во внутренние или на внешние отвалы.

В процессе подземной разработки месторождений выделяются 3 стадии: вскрытие, подготовка и очистная выемка.

Основные горные выработки при подземной разработке месторождений:

- шахтные стволы, квершлагги и штольни, открывающие доступ ко всему месторождению или его части и обеспечивающие возможность проведения подготовительных выработок и очистной выемки в запланированных объемах;

- штреки, квершлагги, уклоны, бремсберги, восстающие, орты, которыми вскрытая часть месторождения разделяется на обособленные выемочные участки (этажи, блоки, панели, камеры, столбы), предусмотренные принятым способом подготовки и системой разработки;

- подэтажные и слоевые выработки, выработки буровые, погрузочно-доставочные, подсечки, вентиляционные, отрезные восстающие, лавы и другие забойные выработки, обеспечивающие выемку полезных ископаемых.

Основные технологические этапы подземной разработки вскрытого месторождения полезных ископаемых или его части: предварительное воздействие на горный массив и дегазация (для углей), подготовка полезного ископаемого к выемке (подготовка шахтного поля), отделение горной массы от массива, ее выдача на транспортные выработки и селективное транспортирование (полезного ископаемого и пустой породы) на поверхность с размещением пустых пород в выработанном пространстве или в отвалах.

При подземной разработке имеет место риск разрушения горных выработок, потери устойчивости целиков, трудности в обеспечении безопасности горных работ. Повышение качества добываемого сырья, полноты извлечения его из недр, экологичности и безопасности горных работ, особенно на больших глубинах, достигается за счет контроля и управления газодинамическими и геомеханическими процессами в горных массивах для обеспечения устойчивости горных выработок при проходческих и добычных работах. Возможно применение технологий с различными видами закладки выработанного пространства, в том числе с использованием твердеющих смесей. Однако высокая себестоимость этой технологии не позволяет широко использовать ее при разработке полезных ископаемых даже средней ценности.

Как при подземном, так и при открытом способе разработки месторождений при необходимости производится осушение массива. С этой целью с территорий, намечаемых к разработке месторождений или их участков, переносятся поверхностные водоемы и водотоки, выполняются мероприятия по защите горных выработок от обводнения их подземными водами. Основным способом осушения зоны горных работ является водопонижение путем проведения различных горных выработок, откачки или отвода самотеком, а затем сброс значительных объемов подземных вод в гидрографическую сеть за пределы разрабатываемого участка.

Транспортировка полезного ископаемого и породы на поверхность может осуществляться ленточными конвейерами, рельсовым и самоходным транспортом, скиповыми подъемниками.

Основными требованиями к охране недр и их рациональному использованию является наиболее полное извлечение из недр и комплексное использование запасов полезных ископаемых и сопутствующих ценных компонентов. Разработка месторождения в обязательном порядке производится с условием отработки балансовых запасов в полном объеме. Горнодобывающая деятельность предприятия прекращается только после полной отработки балансовых запасов,

## ИТС 16-2023

при отсутствии перспектив их прироста (прирезки) и нецелесообразности вовлечения забалансовых запасов. Устойчивое развитие горнодобывающей промышленности России, обусловленное рыночной конъюнктурой спроса на минерально-сырьевые ресурсы и ужесточением требований к рациональному природопользованию при добыче и переработке полезных ископаемых, возможно на основе использования передовых технологий, постоянной оптимизации производства и переоценки запасов.

### 2.3.2 Основные процессы обогащения

Обогащение полезных ископаемых включает ряд последовательных операций, в результате которых достигается отделение полезных компонентов от пустой породы. По своему назначению процессы переработки полезных ископаемых разделяют на подготовительные, основные (обогащительные) и вспомогательные (заключительные).

Применение водно-шламовых технологий обогащения предусматривает эксплуатацию гидроотвалов и шламовых отстойников (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3— Этапы переработки полезных ископаемых

#### 2.3.2.1 Подготовительные процессы обогащения

Основной задачей подготовительных процессов является подготовка руды, угля к обогащению. Эта подготовка включает, прежде всего, операции уменьшения размера кусков — дробление и измельчение, и связанные с ними классификацию

сырья по крупности методами грохочения и классификации. Конечная крупность измельчения определяется крупностью зерен минералов, которые должны быть максимально раскрыты и свободны от сростков с минералами вмещающих пород, и видом основного обогатительного процесса. Процессы и методы обогащения полезных ископаемых основаны на технологических свойствах, входящих в них минералов. К ним относятся плотность, механические свойства (твердость и упругость), магнитные и электрические свойства, радиоактивность, физико-химические, химические и термохимические свойства.

Большая часть процессов обогащения осуществляется в водной среде, и получаемые продукты содержат большое количество воды. Поэтому возникает необходимость в обезвоживании получаемых концентратов. Процессы обезвоживания, включающие сгущение, фильтрование, дренирование, центрифугирование, грохочение и сушку, относятся к вспомогательным процессам.

При обогащении полезных ископаемых применяются разнообразные технологические схемы, выбор которых определяется, прежде всего, составом минералов, применяемым процессом обогащения и требованиями к технологическим показателям обогащения — к качеству концентратов и извлечению металлов.

**Дробление и измельчение** выполняют для получения кусков руды, угля требуемых крупности, гранулометрического состава или степени раскрытия минералов, пригодных для последующих процессов обогащения.

Дробление является первым этапом в процессе измельчения.

Условно принято считать, что при дроблении получают частицы крупнее 5 мм, а при измельчении — мельче 5 мм. Размер наиболее крупных зерен, до которого необходимо раздробить или измельчить полезное ископаемое при его подготовке к обогащению, зависит от размера включений основных компонентов, входящих в состав полезного ископаемого, и от технических возможностей оборудования, на котором предполагается проводить следующую операцию переработки раздробленного (измельченного) продукта.

По крупности конечного продукта выделяют крупное (100–350 мм), среднее (40–100 мм), мелкое дробление (5–40 мм).

Дробление проводят на специальных дробильных установках (дробилках). В зависимости от целей дробления и прочности материала дробления применяют дробилки различного типа (щековые, конусные, барабанные, барабанно-

## **ИТС 16-2023**

молотковые, валковые, зубчатые, молотковые, роторные). Измельчение осуществляется в барабанных мельницах и истирателях.

Раскрытие зерен полезных компонентов — дробление или (и) измельчение сростков до полного освобождения зерен полезного компонента и получения механической смеси зерен полезного компонента и пустой породы (микста). Открытие зерен полезных компонентов — дробление или (и) измельчение сростков до высвобождения части поверхности полезного компонента, что обеспечивает доступ к нему реагента.

**Грохочение и классификация** применяются с целью разделения полезного ископаемого на продукты разной крупности — классы крупности.

Процесс грохочения реализуют с применением специальных машин — грохотов.

В горно-перерабатывающей промышленности самыми распространенными грохотами являются вибрационные машины с одной или несколькими прямоугольными просеивающими поверхностями (ситами). Если сит несколько, т. е. грохот многоситный, сита располагаются одно под другим, от крупного к мелкому.

Разделение частиц по крупности размером менее 1 мм осуществляют, как правило, классификацией.

Классификация материала по крупности производится в водной или воздушной среде и базируется на использовании различий в скоростях оседания частичек разной крупности. Большие частички оседают быстрее и концентрируются в нижней части классификатора, мелкие частички оседают медленнее и выносятся из аппарата водным или воздушным потоком.

### **2.3.2.2 Основные процессы обогащения**

В данном разделе представлены наиболее часто применяемые, а также планируемые к применению методы обогащения полезных ископаемых горнодобывающих предприятий России, осуществляемые в единой технологической цепочке с добычей.

Гравитационные методы обогащения — тяжелосредное обогащение в сепараторах, отсадка, обогащение в спиральных сепараторах — являются основными применяемыми методами обогащения угля (АО «СУЭК», ОАО «Русский Уголь», «ЕВРАЗ», ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», АО ХК «СДС-Уголь»). Гравитационные процессы отличаются большой скоростью разделения, высокой

эффективностью и производительностью, а также дешевой. Реже при обогащении углей применяется флотационный метод (ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», АО ХК «СДС-Уголь»).

В основном на крупнейших железорудных предприятиях России исходная руда перерабатывается по технологии стадийного измельчения и мокрой магнитной сепарации (ОАО «Ковдорский ГОК», ОАО «Лебединский ГОК», АО «Карельский окатыш»), ОАО «Коршуновский ГОК», ОАО «Михайловский ГОК», ОАО «Евразруда», ОАО «Комбинат КМАруда»). Метод сухой магнитной сепарации при обогащении железорудного сырья применяется на ОАО «Стойленский ГОК». Технология получения рудного концентрата ОАО «Стойленский ГОК» предусматривает последовательную сухую и мокрую магнитную сепарацию.

Переработка на крупнейшем предприятии по добыче и переработке (обогащению) хромитовых руд АО «Сарановская шахта «Рудная») проводится гравитационными методами, в зависимости от фракции обогащение руды осуществляется в тяжелой суспензии (фракция руды крупностью — 4÷100 мм), на отсадочных машинах (фракция руды крупностью — 1÷4 мм), винтовых сепараторах (фракция 0,4 мм).

Планируемые к реализации схемы обогащения марганцевых окисленных и карбонатных руд (ЗАО «ЧЕК-СУ.ВК) — гравитационное обогащение (отсадкой и путем рентгенорадиометрической сепарации для крупных классов и отсадки для мелких соответственно).

Обогащение алюминиевых руд пока не получило широкого применения. Это объясняется трудностью применения, в частности для бокситов, известных способов обогащения. Например, такие методы обогащения, как флотация и гравитация, к бокситам обычно неприменимы, так как бокситообразующие минералы имеют близкие значения плотности, дисперсный характер и тонкое взаимное прорастание. Тем не менее, несмотря на сложности в достижении эффективности процесса обогащения, нифелиновые руды перерабатываются на предприятиях России с использованием флотационного метода (ОАО «Аппатит»), флотационно-магнитной технологии обогащения (АО «СЗФК»).

Крупнейшие горнодобывающие предприятия по добыче руд цветных металлов (меди, никеля, свинца, молибдена) в России уже имеют или планируют в своем составе обогатительные комплексы, метод флотации является базовым при обогащении, также применяется флото-гравитационная технология обогащения.

## **ИТС 16-2023**

Метод извлечения из руды золота и серебра представлен на примере деятельности ОАО «Полиметалл». В составе холдинга эксплуатируются два перерабатывающих предприятия — Омсукчанская фабрика (способ обогащения — флотация/гравитационное обогащение) и ЗИФ Лунное (выщелачивание цианированием/ процесс Меррилл — Кроу), связанные технологически и управляемые, как единый производственный объект. Омсукчанская фабрика обогащает руду с рудников Дукат и Гольцовое, а ЗИФ Лунное перерабатывает руду с месторождения Лунное, а также концентрат с Омсукчанской фабрики. На фабрике используется традиционная технология флотации сульфидов. На ЗИФ Лунное используется общепринятая технология выщелачивания цианированием и процесс Меррилл — Кроу для извлечения серебра и золота из раствора.

Лидер добычи платины в России ГМК «Норильский никель» получает концентраты платиновых металлов и черного серебра в металлургическом цехе производства концентратов драгоценных металлов Медного завода путем переработки шламов Цеха электролиза меди Медного завода и Цеха электролиза никеля Никелевого завода, медного шлама АО «Кольская ГМК». Технология получения платиновых металлов длительная (более месяца) и включает в себя большое число технологических операций. Основные операции — обжиг медно-никелевых анодных шламов, выщелачивание.

### **Гравитационное обогащение**

Технология гравитационного обогащения основана на использовании действия силы тяжести, при которой минералы отделяются от пустой породы за счет разницы их плотности и размера частиц.

Гравитационные методы обогащения осуществляются в водной и воздушной средах, в тяжелых жидкостях и минеральных суспензиях (тяжелых средах) в шлюзах, сепараторах, гидроциклонах, отсадочных машинах, на концентрационных столах и т. п.

### **Магнитное обогащение**

Магнитное обогащение — способ отделения полезных минералов от пустой породы, основанный на действии магнитного поля на минеральные частицы, обладающие различной магнитной восприимчивостью.

В зависимости от величины магнитной восприимчивости материала магнитная сепарация разделяется на слабомагнитную и сильномагнитную, в зависимости от среды, в которой проводится разделение, — на мокрую и сухую.

Магнитная сепарация осуществляется в магнитных сепараторах. В зависимости от физико-химических характеристик разделяемого материала и его крупности используют различные типы магнитных сепараторов (барабанные, валковые, ленточные, дисковые, роторные и др.). Преимущественное распространение для обогащения сильномагнитных материалов получили барабанные сепараторы, для слабомагнитных — валковые и роторные.

### **Флотационное обогащение**

Флотационный метод обогащения — один из методов обогащения полезных ископаемых, который основан на различии способности минералов удерживаться на межфазовой поверхности, обусловленный различием в удельных поверхностных энергиях. Гидрофобные (плохо смачиваемые водой) частицы минералов избирательно закрепляются на границе раздела фаз и отделяются от гидрофильных (хорошо смачиваемых водой) частиц. При флотации пузырьки газа или капли масла прилипают к плохо смачиваемым водой частицам и поднимают их к поверхности.

В зависимости от участвующих в процессе фаз флотация может быть масляной, пенной, на гидрофобной твердой поверхности, на жировой поверхности.

Флотационный процесс осуществляется в обогатительных аппаратах, называемых флотационными машинами.

### **Электрическое обогащение**

При различии в электрических свойствах (электрической проводимости, диэлектрической проницаемости, способности заряжаться при трении) минералы разделяют электрической сепарацией.

Электрическое обогащение (электрическая сепарация) — процесс разделения сухих частиц компонентов ископаемого сырья в электрическом поле по величине или знаку заряда, образованного на частицах в зависимости от их электрических свойств, химического состава, размеров и т. п.

Электрическое обогащение применяют при доводке концентратов редких металлов, алмазных и других, но они могут быть применены и при обогащении углей, марганцевых руд, формовочных песков и пр. Этими методами обогащают

## **ИТС 16-2023**

только сухие мелкозернистые материалы (с содержанием влаги не более 1 % для рудных минералов и не более 4 % — 5 % для углей).

### **Специальные методы обогащения**

К специальным методам обогащения относятся: ручная сортировка, радиометрические методы обогащения, избирательное разрушение, обогащение по упругости, форме, трению, выщелачивание.

Ручная сортировка может предшествовать процессам дробления и грохочения, проводится для выборки крепи и кусков металла. Ручная сортировка применима в случаях, когда химическое или механическое обогащение не обеспечивает необходимого качества разделения. В целях улучшения рудоразборки при отборке породы применяется специальное освещение: для золотосодержащих руд применяют голубой свет, для свинцово-цинковых руд — кобальтово-синий, для цинковой обманки — буровато-желтый.

Для радиометрического метода обогащения используются разные виды излучений: радиоволновое, инфракрасное, видимый свет, ультрафиолетовое, рентгеновское, гамма-излучение.

Методы избирательного разрушения (избирательное дробление, избирательное измельчение, промывка, декрипитация) основаны на различном характере изменения крупности минералов при физическом воздействии на них.

Обогащение по упругости, форме, трению основано на разнице в коэффициентах трения частиц, крупности и форме.

При обогащении руды методом выщелачивания ценные компоненты руды растворяются и отделяются от нерастворимого остатка посредством подходящего растворителя. В некоторых случаях для перевода ценного компонента в растворимую форму добавляется реагент. Область применения выщелачивания: окисленные, труднообогатимые промпродукты, бедные, забалансовые, медные, золотосодержащие, серебросодержащие руды.

### **Комбинированные методы обогащения**

В комбинированных методах обогащения наряду с традиционными используются пирометаллургические (обжиг, плавка, конвертирование) или гидрометаллургические (выщелачивание, осаждение, экстракция, сорбция) операции, приводящие к изменению химического состава сырья.

Например, обжиг применяется для изменения магнитных свойств слабомагнитных минералов железа (карбонатов, окислов, гидроокислов). После обожженную руду обогащают на магнитных сепараторах со слабым магнитным полем.

Гидрометаллургические операции применяют для руд сложного состава. При этом используется различная способность разделяемых минералов растворяться.

### **2.3.2.3 Вспомогательные процессы обогащения**

Заключительные операции в схемах переработки полезных ископаемых предназначены, как правило, для снижения влажности до кондиционного уровня, а также для регенерации оборотных вод обогатительной фабрики.

Основные заключительные операции — сгущение пульпы, обезвоживание и сушка продуктов обогащения. Выбор метода обезвоживания зависит от характеристик материала, который обезвоживается, (начальной влажности, гранулометрического и минералогического составов) и требований к конечной влажности. Часто необходимой конечной влажности трудно достичь за одну стадию, поэтому на практике для некоторых продуктов обогащения используют операции обезвоживания разными способами в несколько стадий.

Для обезвоживания продуктов обогащения используют способы дренирования (грохоты, элеваторы), центрифугирования (фильтрующие, осадительные и комбинированные центрифуги), сгущения (сгустители, гидроциклоны), фильтрования (вакуум-фильтры, фильтр-прессы) и термической сушки.

Кроме технологических процессов, для нормального функционирования обогатительной фабрики должны быть предусмотрены процессы производственного обслуживания: внутрицеховой транспорт полезного ископаемого и продуктов его переработки, снабжения фабрики водой, электроэнергией, теплом, технологический контроль качества сырья и продуктов переработки.

## **2.4 Закрытие горнодобывающего предприятия и рекультивационные работы**

Закрытие горнодобывающего предприятия может осуществляться в форме консервации или ликвидации.

## **ИТС 16-2023**

Консервация объекта может осуществляться по инициативе пользователя недр в случаях временной невозможности или нецелесообразности его дальнейшей эксплуатации по технико-экономическим, экологическим, горнотехническим и другим причинам. При консервации предприятия либо подземного сооружения обеспечивается сохранность месторождения, горных выработок и буровых скважин на все время консервации ([14], [15]).

Ликвидация горнодобывающего предприятия представляет собой совокупность технических и организационно-правовых мер в отношении горного предприятия или соответствующей его части, предусматривающая полное и окончательное прекращение работ, связанных с добычей и обогащением полезных ископаемых. В соответствии с российским законодательством ([16]) объекты, на которых ведутся горные работы и работы по обогащению полезных ископаемых, относятся к категории опасных производственных объектов.

Ликвидация всего горнодобывающего предприятия или соответствующей его части осуществляется по специальному проекту, разработанному в соответствии с «Инструкцией о порядке работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с пользованием недрами» ([15]), с соблюдением требований промышленной безопасности, охраны недр и окружающей среды.

В период ликвидации выполняются следующие работы: погашение горных выработок, разбор зданий и сооружений, демонтаж электромеханического и технологического оборудования, рекультивация нарушенных земель, экологический мониторинг в процессе и после ликвидации предприятия и др. Финансирование работ по ликвидации предприятия осуществляется владельцем объекта.

### **2.4.1 Понятие и этапы рекультивации**

Рекультивация земель представляет собой комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества ([14]).

Восстановление нарушенной горными работами территории до состояния, максимально приближенному к исходному (до нарушений), является основной задачей при проведении рекультивационных работ. Рекультивируемые земли и прилегающая к ним территория после завершения комплекса работ по их

восстановлению должны представлять собой оптимально организованный и экологически сбалансированный устойчивый ландшафт.

В рамках деятельности горнодобывающих предприятий рекультивации подлежат земли, нарушенные при следующих работах:

- разработке месторождений полезных ископаемых открытым или подземным способом;
- прокладке трубопроводов, проведении строительных, геологоразведочных, испытательных, эксплуатационных, проектно-изыскательских и иных работ, связанных с нарушением почвенного покрова;
- ликвидации промышленных объектов и сооружений;
- складировании и захоронении промышленных отходов;
- строительстве, эксплуатации и консервации подземных объектов и коммуникаций (шахтные выработки, хранилища, канализационные сооружения и др.).

Восстановление нарушенных земель осуществляется в соответствии с проектом рекультивации, разработанным недропользователем. Предусмотренные проектной документацией рекультивационные мероприятия должны учитывать местные (конкретные) условия. В связи с этим, проектированию должны предшествовать комплексные изыскательские работы.

К сожалению, требования российского природоохранного законодательства к разработке проектов рекультивации и объему необходимых работ по восстановлению земель устарели и не учитывают региональной (в т. ч. с учетом климатических зон) специфики.

Требования по созданию ликвидационных фондов для восстановления нарушенных земель после завершения эксплуатации горнодобывающих предприятий отсутствуют.

Этапы рекультивации земель — последовательно выполняемые комплексы работ по рекультивации земель. Рекультивация нарушенных земель должна осуществляться в два последовательных этапа: технический и биологический ([14], [15]).

**Технический этап рекультивации земель** (техническая рекультивация) — этап рекультивации земель, включающий их подготовку для последующего целевого использования в народном хозяйстве. К техническому этапу относятся планировка, формирование откосов, снятие, транспортирование и нанесение почв и плодородных пород на рекультивируемые земли, при необходимости коренная

## **ИТС 16-2023**

мелиорация, строительство дорог, специальных гидротехнических сооружений и др. ([14]).

При проведении технического этапа рекультивации земель в зависимости от направления рекультивируемых земель должны быть выполнены следующие основные работы ([15]):

- грубая и чистовая планировка поверхности отвалов, засыпка нагорных, водоподводящих, водоотводных каналов; выколаживание или террасирование откосов; засыпка и планировка шахтных провалов. Грубая планировка земель предусматривает предварительное выравнивание поверхности с выполнением основного объема земляных работ. Чистовая планировка земель предусматривает окончательное выравнивание поверхности и исправление микрорельефа при незначительных объемах земляных работ;

- освобождение рекультивируемой поверхности от крупногабаритных обломков пород, производственных конструкций и строительного мусора с последующим их захоронением или организованным складированием;

- строительство подъездных путей к рекультивированным участкам, устройство въездов и дорог на них с учетом прохода сельскохозяйственной, лесохозяйственной и другой техники;

- устройство при необходимости дренажной, водоотводящей оросительной сети и строительство других гидротехнических сооружений;

- устройство дна и бортов карьеров, оформление остаточных траншей, укрепление откосов;

- ликвидация или использование плотин, дамб, насыпей, засыпка техногенных озер и протоков, благоустройство русел рек;

- создание и улучшение структуры рекультивационного слоя, мелиорация токсичных пород и загрязненных почв, если невозможна их засыпка слоем потенциально плодородных пород;

- создание при необходимости экранирующего слоя;

- покрытие поверхности потенциально плодородными и (или) плодородными слоями почвы;

- противоэрозийная организация территории.

Следует учитывать, что нарушенные и восстановленные земли в значительной степени подвержены водной и ветряной эрозии. Для ее предупреждения в проектной документации предусматривают противоэрозийные мероприятия: регулирование поверхностного стока по границам и на поверхности

восстановленного участка; безопасный отвод излишков поверхностного стока в гидрографическую сеть; применение ловчих и нагорных канав трапецеидального сечения для перехвата поверхностного стока; залужение и облесение откосов и склонов ([16]).

При проведении рекультивационных работ российским природоохранным законодательством не запрещено использование производственных отходов, в том числе отходов добычи и обогащения. Использование отходов для восстановления нарушенных земель возможно в рамках реализации утвержденного в установленном порядке проекта рекультивации, содержащего в полном объеме подтверждающую информацию о безопасности используемых при рекультивации отходов для компонентов окружающей среды.

**Биологический этап рекультивации** (биологическая рекультивация) — этап рекультивации земель, включающий комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий по восстановлению плодородия нарушенных земель ([14]).

Биологический этап осуществляется после полного завершения технического этапа и является заключительным этапом восстановления земель. Восстановление плодородия осуществляется путем внесения органических и минеральных удобрений, проведения необходимых мелиоративных мероприятий, посева различных сельскохозяйственных культур, применения специальных севооборотов и приемов агротехники.

Результатом биологического этапа рекультивации является окончательное восстановление плодородия и биологической продуктивности нарушенных земель, создание сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий, разведение рыбы в водоемах и пр.

Выбор соответствующих направлений рекультивации и использования восстановленных земель осуществляется на основании технических условий на рекультивацию нарушенных земель, предоставляемых органами местного самоуправления (Постоянной комиссией по вопросам рекультивации земель), если иное не предусмотрено нормативно-правовыми актами субъекта Российской Федерации и актами органов местного самоуправления.

Выбор направлений рекультивации нарушенных земель и виды их последующего использования определяются с учетом требований, соответствующих ГОСТ ([14]), ([15], [16]), ([17], [27], [28], [29]).

## ИТС 16-2023

Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования приведена в таблице 2.4.1.

Т а б л и ц а 2.4.1— Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации

Группа нарушенных земель по направлениям рекультивации	Вид использования рекультивированных земель
Земли сельскохозяйственного направления рекультивации	Пашни, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения
Земли лесохозяйственного направления рекультивации	Лесонасаждения общего хозяйственного и полезащитного назначения, лесопитомники
Земли водохозяйственного направления рекультивации	Водоемы для хозяйственно-бытовых, промышленных нужд, орошения и рыбоводческие
Земли рекреационного направления рекультивации	Зоны отдыха и спорта: парки и лесопарки, водоемы для оздоровительных целей, охотничьи угодья, туристические базы и спортивные сооружения
Земли природоохранного и санитарно-гигиенического направления рекультивации	Участки природоохранного назначения: противоэрозионные лесонасаждения, задернованные или обводненные участки, участки, закрепленные или законсервированные техническими средствами, участки самозарастания — специально не благоустраиваемые для использования в хозяйственных или рекреационных целях
Земли строительного направления рекультивации	Площадки для промышленного, гражданского и прочего строительства, включая размещение отвалов отходов производства (горных пород, строительного мусора, отходов обогащения и др.)

### 2.4.2 Общие требования к рекультивации земель, нарушенных при горных работах

Вскрытие и подготовка месторождений полезных ископаемых к освоению, добыча полезных ископаемых и переработка минерального сырья, как правило,

сопровождается нарушением значительных по площади территорий. Действующим природоохранным законодательством предусмотрено приведение земельных участков, нарушенных при пользовании недрами, в состояние, пригодное для их дальнейшего использования.

Технологические схемы производства горных работ в части рекультивации нарушенных земель должны предусматривать ([15], [17]):

- формирование верхних слоев отвалов из пород, пригодных для биологической рекультивации;
- снятие и транспортировку плодородного слоя почвы, его складирование и хранение или нанесение на рекультивируемые поверхности;
- селективную разработку потенциально плодородных пород и их селективное отвалообразование при наличии во вскрыше токсичных и других непригодных для биологической рекультивации пород;
- формирование оптимальных по форме и структуре негорящих и устойчивых отвалов шахт, карьеров и отходов промышленных предприятий;
- осушение отвалов, образованных средствами гидромеханизации.

В процессе восстановления территорий, нарушенных горными разработками, различают два этапа: техническую и биологическую рекультивацию.

Под технической рекультивацией следует понимать такое размещение вскрышных и вмещающих пород в выработанном пространстве разрезов и карьеров, в отвалах и на других объектах, которое без дополнительных горнотранспортных работ позволяет осуществлять биологическую рекультивацию и обеспечивает безопасность населения и охрану окружающей среды. Цели технической рекультивации достигаются как при ведении основных горноподготовительных и горнотранспортных, а также добычных работ, так и при осуществлении комплекса специальных работ, выполнение которых в составе основного технологического цикла невозможно или нецелесообразно. Наиболее эффективна техническая рекультивация, которая является технологическим звеном горных разработок, включенным в основные технологические процессы добычи полезных ископаемых.

Биологическая рекультивация включает в себя работы по восстановлению плодородия нарушенных земель, их озеленение, возвращение в сельскохозяйственное, лесное или иное пользование, создание благоприятного для жизни и деятельности человека ландшафта.

## ИТС 16-2023

### 2.4.2.1 Требования к рекультивации земель, нарушенных при открытых горных работах

При открытых горных работах рекультивации подлежат ([15]):

- внутренние и внешние отвалы;
- карьерные выемки;
- другие территории, нарушенные горной деятельностью.

При рекультивации отвалов и карьерных выемок должны выполняться следующие требования ([15]):

- предварительное снятие и складирование плодородного слоя почвы, селективная разработка потенциально плодородных вскрышных пород в объемах, необходимых для создания рекультивационного слоя соответствующих параметров;

- создание отвалов и карьерных выемок с учетом их рекультивации и ускоренного возврата рекультивируемых площадей для использования в народном хозяйстве;

- формирование отвалов и карьерных выемок, устойчивых к оползням и осыпям, защищенных от водной и ветровой эрозии путем их облесения, залужения и (или) обработки специальными химическими и другими материалами; обеспечение борьбы с эрозией на отвалах должно производиться на основе зональных требований к противозэрозионной организации территории отвалов;

- проведение мероприятий по организации концентрированного стока ливневых и технических вод путем устройства специальных гидротехнических сооружений;

- очистка или безвредное удаление дренированной из отвалов воды, содержащей токсичные вещества;

- обеспечение мероприятий по регулированию водного режима в рекультивационном слое из пород, обладающих неблагоприятными водно-физическими свойствами;

- создание экрана из капилляропрерывающих или нейтрализующих материалов (песок, камень, гравий, пленка и т. п.) при наличии в основании рекультивационного слоя токсичных пород;

- формирование отвалов из пород, подверженных горению, по технологическим схемам, исключая их самовозгорание, в том числе посредством их обработки антипирогенными препаратами.

Минимальные отметки поверхности внутренних отвалов должны быть выше прогнозируемого уровня грунтовых вод. Если отметки внутренних отвалов будут ниже ожидаемого уровня грунтовых вод, должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие заболачивание рекультивируемой поверхности.

#### **2.4.2.2 Требования к рекультивации земель, нарушенных при подземных горных работах**

При рекультивации земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых подземным способом, должны выполняться следующие требования ([15]):

- обеспечение сохранности земной поверхности и сведение к минимуму деформации земельных участков;
- снятие плодородного слоя почвы с земельных участков, предназначенных для размещения шахтных отвалов и подверженных деформации;
- планировка поверхности прогибов, заполнение провалов горной породой с последующей планировкой и нанесением плодородного слоя почвы;
- проведение мероприятий по предотвращению иссушения, заболачивания, развития эрозионных процессов;
- отвод воды, откачиваемой из горных выработок и скважин предварительного осушения месторождений с таким расчетом, чтобы водоотводящие и другие коммуникации не препятствовали работе сельскохозяйственной и другой техники и не ухудшали мелиоративного состояния земель;
- размещение вновь создаваемых шахтных отвалов, их формирование и рекультивация ([15])
- террасирование или выколачивание склонов при подготовке шахтных отвалов для биологической рекультивации с учетом обеспечения возможности проведения работ по их озеленению и уходу;
- создание водоемов в шахтных прогибах или провалах ([15]).

#### **2.5 Управление вскрышными и вмещающими породами на основе жизненного цикла**

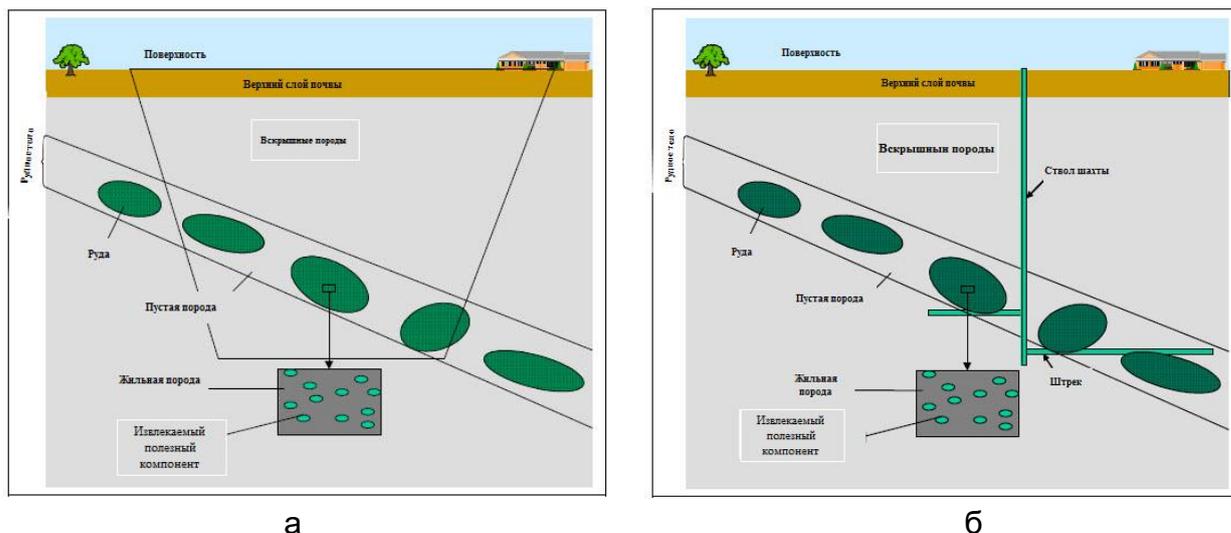
Добыча полезных ископаемых представляет собой процесс их извлечения из земной коры или гидросферы ([18]).

При добыче твердых полезных ископаемых существуют несколько добычных стратегий (способов) (рисунок 2.4) ([8]):

- подземная добыча (извлечение системой подземных выработок без нарушений дневной поверхности);

## ИТС 16-2023

- открытая добыча (извлечение непосредственно с земной поверхности);
- геотехнологическая добыча (извлечение посредством растворения).



а) открытая добыча; б) подземная добыча

Рисунок 2.4 Схемы добычи твердых полезных ископаемых ([8])

При сопоставлении схем а) и б) нетрудно заметить, насколько подлежащие изъятию при добыче открытым способом объемы почвенно-растительного материала, вскрыши и пустой породы превышают соответствующие объемы при подземной разработке. В первом случае (открытая добыча) необходимо удалить весь почвенный слой над залеганием массива полезного ископаемого, а также весь объем предлежащих над массивом полезного ископаемого горных пород. В другом случае (подземная добыча) при сооружении ствола шахты и штреков извлекается небольшой объем горной массы, а экскавация полезного ископаемого осуществляется более избирательно в пределах массива полезного ископаемого. Образующаяся пустая порода либо перемещается по подземным выработкам, либо складировается на поверхности.

Выбор стратегии горнодобычи зависит от многих факторов ([21]):

- глубины залегания основного минерала;
- протяженности проявления минерала;
- характеристик и тектоники вмещающих пород;
- гидрологических и газодинамических особенностей;
- проницаемости;
- доступной технологии ведения горных работ.

### 2.5.1 Понятие о вскрышных и вмещающих породах

Объектами горных разработок являются различные горные породы. Горные породы и минералы, которые могут быть использованы в хозяйственной деятельности в естественном виде или после соответствующей переработки, называются полезными ископаемыми. Горные породы, вмещающее полезное ископаемое или заключенные в его толще, относят к вмещающим породам (обыкновенно присуще подземному способу добычи). Горные породы, удаляемые в целях доступа к основному массиву полезного ископаемого, являются вскрышными породами (преимущественно их образование связано с открытой добычей полезного ископаемого).

Применительно к горным породам, в том числе вскрышным горным породам, различают ([18]):

- рыхлые и мягкие горные породы, как правило, продукты разрушения коренных пород и их переотложения (процесс денудации), в которых сцепление между частицами составляет не более 0,03-0,05 МПа (песчаные глины, суглинки, супеси, пески и др.);

- плотные горные породы (например, твердые глины, мел, глинистые руды и т.д.), которые сохраняют в массиве угол откоса до 60°-70°; сцепление между частицами 0,5-4 МПа);

- полускальные горные породы (к ним относят, выветренные изверженные и метаморфические породы, а также осадочные породы – глинистые сланцы, песчаники, мергели, и др.);

- скальные горные породы (представлены изверженными и метаморфическими породами- граниты, кварциты, базальты, габбро, сиениты, колчеданы, а также некоторые осадочные породы - прочные известняки, кремнистые конгломераты).

Согласно ([19]) вскрышные и вмещающие породы категоризируются как отходы недропользования<sup>1</sup>, при этом в Федеральном классификационном каталоге отходов ([20]) представлено более 80 типов вскрышных и вмещающих пород добычи угля, металлических руд, неметаллических ископаемых и др.

Вскрышные породы классифицируют по нескольким признакам:

---

<sup>1</sup> В европейской практике квалифицируются как побочная продукция ([26])

## **ИТС 16-2023**

- типу полезного ископаемого (от добычи угля, железных руд, руд цветных металлов, неметаллических полезных ископаемых);
- типу горной породы (например, рыхлые породы подразделяются на гравийно-галечные, песчаные, супесчаные, глинистые, суглинистые);
- способу добычи (вскрышная порода при добыче угля открытым способом, вскрышная порода при проходке стволов шахт (подземная добыча угля);
- генезису (при проходке стволов шахт, вскрышная порода рыхлая при проведении вскрышных работ гидромеханизированным способом);
- составу (в скальных вскрышных породах выделяют силикатные, кремнистые, карбонатные, сульфатные, слабоминерализованная при добыче медно-колчеданных руд);
- по месту образования (вскрышные скальные породы, отсев песчаника при добыче медно-никелевых сульфидных руд п-ова Таймыр).

### **2.5.2 Жизненный цикл объекта горнодобычи. Общие принципы**

По определению жизненный цикл – последовательные и взаимосвязанные стадии системы существования продукции от производства из природных ресурсов или сырья до конечного размещения в окружающей среде.

Оценка жизненного цикла – сбор информации, сопоставление и анализ входных потоков, выходных потоков, а также возможных воздействий на окружающую среду на всем протяжении жизненного цикла продукции ([24]).

Движение горных пород в процессе горнодобычи, в том числе образование отходов горнодобычи, следует соотнести с этапами жизненного цикла горнодобывающего предприятия ([21]).



1-изыскательские работы (Exploration), 2- проектирование (Design), 3- строительство (Construction), 4- извлечение (Extraction), 5- обработка (Processing), 6 -техническое обслуживание и ремонты (Engineering services & maintenance), 7 - закрытие/последующее наблюдение (Closure/Aftercare)

Рисунок 2.5 Жизненный цикл горнодобывающего предприятия ([21])

Жизненный цикл горнодобывающего предприятия – это совокупность стадий развития, которые проходит предприятие за период своего существования (становление, рост, зрелость, ликвидация) ([22])

Управление жизненным циклом предприятия ([21]) охватывает все стадии существования объекта (рисунок 2.5), включая:

- изыскательские работы (геологические характеристики залегания массива полезного ископаемого, тип полезного ископаемого, состав вскрышных и вмещающих пород, оценка фоновое состояния окружающей среды, исследование возможных технологий переработки полезного ископаемого и обращения с отходами горнодобычи<sup>2</sup>, и т.д.);

- проектирование (оценка воздействия на окружающую среду; оценка риска, проект технической разработки месторождения, план размещения отходов горнодобычи, план готовности к ликвидации аварий и действиям в условиях ЧС, план производственного контроля, план рекультивации нарушенных земель);

- строительство (возведение необходимых зданий и сооружений, системы коммуникаций, создание транспортной системы, вскрышные работы и т.д.);

<sup>2</sup> Отходы горнодобычи (в рамках раздела 2.5) представлены вскрышными и вмещающими породами

## ИТС 16-2023

- эксплуатация (извлечение, обработка, техническое обслуживание и ремонты, обеспечение надлежащей техникой и технологиями, в том числе, транспортными, разработка технических руководств по процессам и т.д.);

- закрытие объекта, реабилитация территории и дальнейшие мероприятия.

Проектно-изыскательская стадия жизненного цикла объекта горнодобычи (предприятия) определяет выбор подходящего способа добычи, который обусловлен множеством факторов, таких как:

- минералогический состав горных пород и полезного ископаемого<sup>3</sup>;

- ценность планируемых к добыче минерала(ов);

- качество полезного ископаемого;

- размер, форма и глубина залегания массива полезного ископаемого

В зависимости от формы массива полезного ископаемого или распределения участков полезного ископаемого в месторождении различают следующие типы массивов полезных ископаемых: пластовый массив; жильный массив; объемный массив (например, массивные месторождения сульфидов, известняковые рудные тела с постоянным содержанием ценного компонента).

- геологические, гидрогеологические и геомеханические характеристики массива горных пород;

- растворимость массива полезного ископаемого;

- доступность участков горного отвода;

- расположение горнодобывающего предприятия относительно массива полезного ископаемого;

- состояние окружающей среды на прилегающей территории и предполагаемое воздействие предприятия на окружающую среду.

Отходы горнодобывающей отрасли образуются на протяжении всего жизненного цикла предприятия: при поисково-разведочных работах, извлечении, обработке и хранении минеральных ресурсов. К отходам горнодобычи не относятся те, что связаны с указанными на рисунке 2.4 процессами, но не являются результатом этих операций.

---

<sup>3</sup> По химическому составу преобладающих минералов для рудных полезных ископаемых различают руды оксидные, сульфидные, силикатные и карбонатные. Минералогия часто меняется в границах рудного тела и, следовательно, в течение срока жизненного цикла рудника. Минералогия оказывает существенное влияние на выбор метода разработки и последовательность горнодобывающих операций

Каждый горнодобывающий процесс уникален, поэтому тип, количество, характеристики отходов горнодобычи различаются в зависимости от вида полезного ископаемого, геологии, способа добычи, принятой технологии добычи. Вариации образования отходов горнодобычи, включая вскрышные породы, для различных областей недропользования по ([26]) представлены на рисунке 2.6, демонстрируя существенный размах величин для различных областей недропользования: от значений меньше 1 для добычи общераспространенных полезных ископаемых до более 1000 для добычи и обогащения вольфрамовых руд.

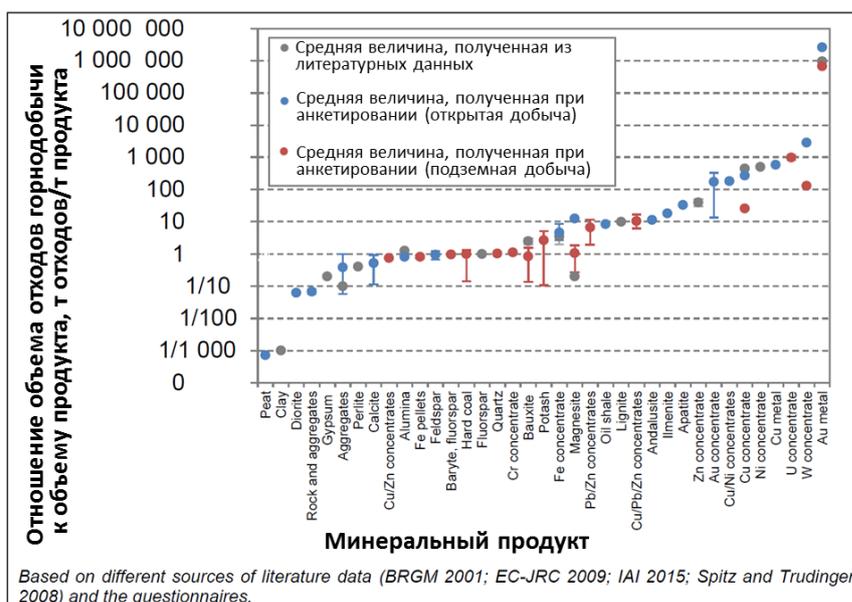


Рисунок 2.6 - Вариации относительных объемов образования отходов горнодобычи для различных областей недропользования ([26])

Количественная оценка объемов перемещения вскрышных пород осуществляется с помощью специального показателя - коэффициент вскрыши ([21]). Коэффициент вскрыши - это отношение объема перемещаемых горных пород к единице объема добычи полезного ископаемого, извлекаемых в течение различных этапов функционирования объекта горнодобычи. В зависимости от размерности различают объемный ( $\text{м}^3/\text{м}^3$ ), весовой (т/т), смешанный ( $\text{м}^3/\text{т}$ ) коэффициенты вскрыши.

По ([18]) коэффициент вскрыши изменяется в пределах от 0,9 до  $15 \text{ м}^3/\text{т}$ .

Управление отходами горнодобывающей отрасли представляет собой комплексный процесс предотвращения или уменьшения образования отходов и их опасности, а также возвращения в хозяйственный оборот посредством рециклинга,

## ИТС 16-2023

повторного использования (цикл «3 R: Reuse ▶ Recycle ▶ Recovery») на основе учета экологических, социальных, технических и экономических факторов (рисунок 2.7).

Приоритетным направлением в управлении отходами горнодобывающей отрасли представляется предотвращение их образования (позиция 1 на рисунке 2.7), что в конечном итоге обеспечивает минимальные объемы размещения.



1-Предотвращение (Prevention), Повторное использование (Reuse), Рециклинг (Recycle), Рекуперация энергии (Energy recovery), Обработка, размещение, хранение (Treatment Disposal, Storage)

Рисунок 2.7 Жизненный цикл отходов. Общие принципы ([23])

Образовавшись, отходы горнодобычи становятся объектом, движение которого также определяется стадиями жизненного цикла – от генезиса до размещения (см. раздел 2.5.3). В свою очередь и объект размещения отходов горнодобычи (вскрышных и вмещающих пород) проходит стадии жизненного цикла (рисунок 2.8).

Последовательное управление жизненными циклами иерархической структуры объектов горнодобычи (рисунок 2.8) гарантирует комплексность управления вскрышными и вмещающими породами (от проектирования горного предприятия до ликвидации отвала), исключает вероятность неполного учета вскрышных и вмещающих пород, расширяет спектр наилучших доступных технологий горнодобычи и, в частности, в обращении с отходами от горных работ, формирует базис для поисков новых решений в обращении со вскрышными и вмещающими породами.



Рисунок 2.8 Иерархическая структура жизненных циклов для управления отходами горнодобычи

### 2.5.3 Жизненный цикл вскрышных и вмещающих пород

Жизненный цикл вскрышных и вмещающих пород представлен технологической схемой на рисунке 2.9.

Началом жизненного цикла вскрышных пород является стадия их *образования*. Массовый поток (выход) вскрышных пород на этом этапе определяют следующие факторы:

- геологические условия залегания массива полезного ископаемого (1);
- обстоятельность поисковых исследований (детальность характеристик массива полезного ископаемого) (2);
- аргументированное обоснование кондиций<sup>4</sup> полезного ископаемого (3);
- технический проект разработки месторождения (4);
- техника и технологии ведения горных работ (5).

Управление названными факторами (там, где применимо) позволит сократить выход (образование) вскрышных и вмещающих пород.

<sup>4</sup> Кондиции на минеральное сырье ([25]) – совокупность требований к качеству и количеству полезного ископаемого в недрах, к горно-геологическим и другим условиям разработки месторождения, определяющих его промышленную ценность. Кондиции - норма, которой должна соответствовать продукция. Кондиции утверждаются для каждого месторождения полезных ископаемых: по результатам предварительной разведки устанавливаются временные кондиции; по результатам детальной разведки и эксплуатации – постоянные кондиции. В процессе эксплуатации месторождения кондиции могут пересматриваться.

## ИТС 16-2023

Массовый поток образовавшихся вскрышных пород подвергается предварительной *обработке*, которая включает, но не исчерпывается этим, такие действия (б):

- выделение мономинеральных (однородных) пород рыхлой вскрыши;
- дробление скальных и полускальных пород;
- сортировка горных пород (механизированные процедуры сортировки представлены фотометрической сепарацией, радиометрической сепарацией (для урановой руды) и электромагнитной сепарацией (измерение сопротивления, применение металлодетекторов);
- погрузочно-транспортные работы.

Дальнейшее движение вскрышных и вмещающих пород предусматривает различные направления их *использования*.

Решения по вовлечению вскрышных и вмещающих пород в хозяйственный оборот базируются на некоторых существенных принципах:

- детальные характеристики отходов горнодобычи;
- минимизация извлечения материалов, не востребованных на рынке;
- эффективные технологии использования ресурсов

В целях выявления направлений использования вскрышных и вмещающих пород (что обуславливает в последующем сокращение объема их размещения) необходимы детальные исследования химических, физико-химических, технических, потребительских свойств, полный, но не исчерпывающий, перечень которых дан в таблице 2.5.1.

Для отдельных областей применения вскрышных и вмещающих пород, в том числе, для дорожного строительства, потребуются дополнительные исследования для определения таких свойств как влагонасыщение, смерзаемость и т.д. Именно поэтому представленный в таблице 2.5.1 перечень является скорее базовым, нежели исчерпывающим. Принципиально, что каждому проектируемому направлению использования вскрышных и вмещающих пород должно предшествовать детальное исследование надлежащих свойств отходов горнодобычи для оценки их безусловной применимости либо формирования дополнительных требований, которые следует обеспечить для их использования, либо указания на ограничения использования.

Образовавшиеся вскрышные породы приобретают различный статус:

- мономинеральные (однородные)<sup>5</sup> рыхлые вскрышные породы, которые могут быть выделены из горной массы (например, песок, мел, мергель) ставятся на государственный учет как запасы общераспространенных полезных ископаемых, т.е. становятся балансовыми;

- скальные вскрышные породы, не удовлетворяющие условиям полезного ископаемого, могут быть внесены на государственный учет как забалансовые запасы (применимо при целесообразности);

- остальной поток вскрышных и вмещающих пород (смешанные рыхлые породы, полускальные и скальные породы) относят к отходам горнодобычи; процесс изменения статуса отход – обратимый (см. рисунок 2.9).

Движение вскрышных и вмещающих пород оценивается посредством геолого-маркшейдерского учета, а также учета использования вскрышных пород.

Перспективными направлениями использования вскрышных и вмещающих пород являются:

- в дорожном строительстве для формирования дорожных одежд, в производстве строительных материалов (бетоны, цементы, иное) (7);

- в инновационных технологиях (производство различных материалов) (8);

- регламентируются по федеральному закону ([19]) (9):

- для добычи полезных ископаемых и полезных компонентов;

- для собственных производственных и технологических нужд;

- для ликвидации горных выработок и иных сооружений, связанных с использованием недрами;

- для рекультивации земель;

- для ведения горных работ;

- для передачи иному пользователю недр в целях использования данным пользователем передаваемых вскрышных и вмещающих горных пород для собственных производственных и технологических нужд, ликвидации горных выработок и иных сооружений, связанных с использованием недрами, рекультивации

<sup>5</sup> Эти вскрышные породы могут включать «промышленные минералы», используемые в качестве функциональных наполнителей или как производственные добавки по отраслям (тальк, полевои шпат, каолин, пластичные глины, перлит, кремнезем, и др.).

## ИТС 16-2023

земель в объеме, определенном для выполнения соответствующих работ техническими проектами, иной проектной документацией на выполнение таких работ и (или) проектом рекультивации земель;

- для передачи иному лицу в целях использования таким лицом передаваемых вскрышных и вмещающих горных пород для собственных производственных и технологических нужд, не связанных с осуществлением пользования недрами.

Позиции 6) и 7) ([19]) собственно не являются направлениями использования, а определяют юридические основы передачи вскрышных и вмещающих пород для утилизации.

Таблица 2.5.1 – Перечень свойств отходов горнодобычи (вскрышных и вмещающих пород) ([21])

Параметры	Характеристики
Геологическое описание минерального месторождения	Горная порода и минералогическое описание минеральных ресурсов, которые могут быть использованы
	Размер и геометрия месторождения
Описание материальных потоков	Для каждого типа отхода, включая количество и назначение
Отходы, производимые в каждом процессе	Геолого-разведочные работы
	Подготовительные и/или вскрышные работы
	Извлечение
	Дробление и измельчение
	Флотация, магнитная сепарация и другие методы разделения
	Другие процессы
Минералогическая и геохимическая характеристика отходов (для каждого типа)	Тип породы
	Минералы
	Химический состав, включая тяжелые металлы ( As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V and Zn )
	Кислотообразующий потенциал
	Наличие волокнистых минералов (типа асбеста)
	Возможности химической обработки отходов
	Код в ФККО*
Опасные свойства отходов	

Окончание таблицы 2.5.1

Параметры	Характеристики
	Растворимость металлов, кислородных анионов и солей
Геотехнические и физические характеристики отходов (для каждого типа)	Гранулометрический состав для основной минералогической составляющей
	Плотность
	Пористость
	Проницаемость
	Влажность
	Индекс пластичности
	Степень уплотнения
	Прочность сдвига
	Угол трения
	Уплотняемость
	Прочность на сжатие
Класс опасности отхода (для каждого типа)	
Оценка риска обращения с отходами горнодобычи	Обобщение оценки риска
	Специфические условия, включенные в оценку риска: <ul style="list-style-type: none"> <li>– климатические условия (т.е. интенсивность и частота дождей) как драйверы миграции загрязняющих веществ;</li> <li>– описание возможных негативных природных, в т.ч. катастрофических, явлений (сейсмические явления, затопления, пожары и т.п.)</li> </ul>
	Меры по устранению или снижению риска

ФККО – Федеральный классификационный каталог отходов ([20])

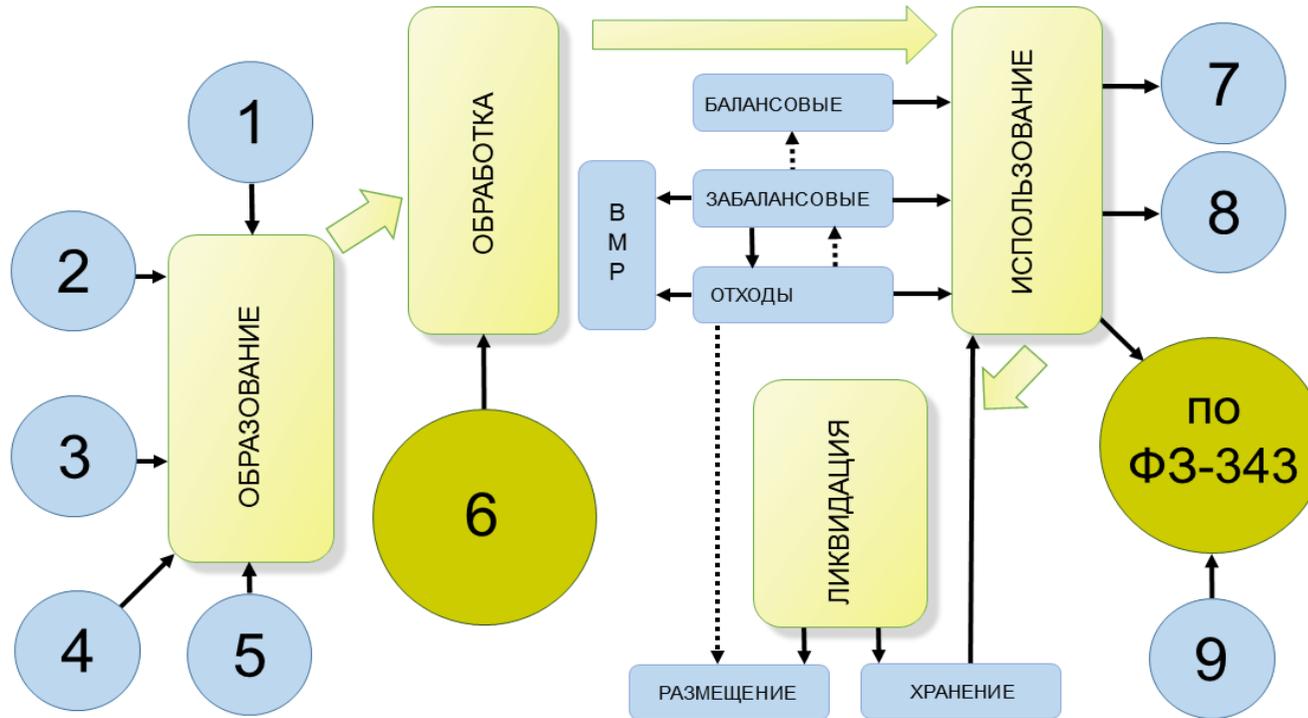


Рисунок 2.9 Жизненный цикл вскрышных и вмещающих пород (технологическая схема)  
(цифровые обозначения приведены в тексте)

Использование вскрышных и вмещающих пород не исчерпывается позициями 1)-6) по ([19]), напротив, наиболее интересные решения открываются при применении позиции 7). Направления и технологии вовлечения в хозяйственный оборот вскрышных и вмещающих пород показаны в п. 2.5.5.

Неиспользованные в данный момент объемы вскрышных и вмещающих пород переходят в стадию *ликвидации* как отходы. Здесь имеют место две возможности:

- отходы горнодобычи (вскрышные и вмещающие породы), потенциально могущие быть востребованными на рынке, подлежат хранению (сроки хранения определяются нормативно-правовыми документами);

- отходы горнодобычи (вскрышные и вмещающие породы), не имеющие рынка сбыта, направляются на размещение (как правило, в отвалы).

### **2.5.4 Жизненный цикл объекта размещения вскрышных и вмещающих пород**

В горнодобывающей практике для размещения вскрышных и вмещающих пород преимущественно формируются отвалы, представляющие собой насыпи определенных геометрических размеров и формы, надлежащим образом расположенные. В зависимости от способа укладки материала отвалы делятся на следующие типы:

- конические (терриконы), наиболее часто создаются при разгрузке опрокидывающимися вагонетками или скипами;

- хребтовые, образующиеся при вывозе горной породы вагонетками канатной дороги или конвейерным транспортом;

- плоские, которые формируются при вывозе горной породы самосвалами и формировании штабеля бульдозерами.

По способу механизации работ отвалы разделяют на бульдозерные, экскаваторные, конвейерные и гидравлические. По характеру расположения выделяют внутренние, размещенные на территории объекта горнодобычи, и внешние отвалы, расположенные за границей объекта горнодобычи.

Отвалы могут быть более 100 м в высоту и несколько километров в длину, возможно, содержащие сотни миллионов кубических метров горной породы.

## ИТС 16-2023

Отвал как объект размещения отходов проходит стадии жизненного цикла (рисунок 2.10).

Управление объектом размещения отходов горнодобычи, в частности отвалом, начинается со стадии его *проектирования* (в составе проекта разработки месторождения или в отдельном проекте).

В составе проекта объекта размещения отходов горнодобычи должны быть предусмотрены решения по стабильности откосов отвалов и предотвращению их эрозии; обеспечению отвода дождевых и талых стоков за контуром отвала и изнутри; очистке отводимых дождевых стоков (при необходимости).

Помимо этого основным фактором выбора места для отвала является кратчайшее расстояние до места добычи.

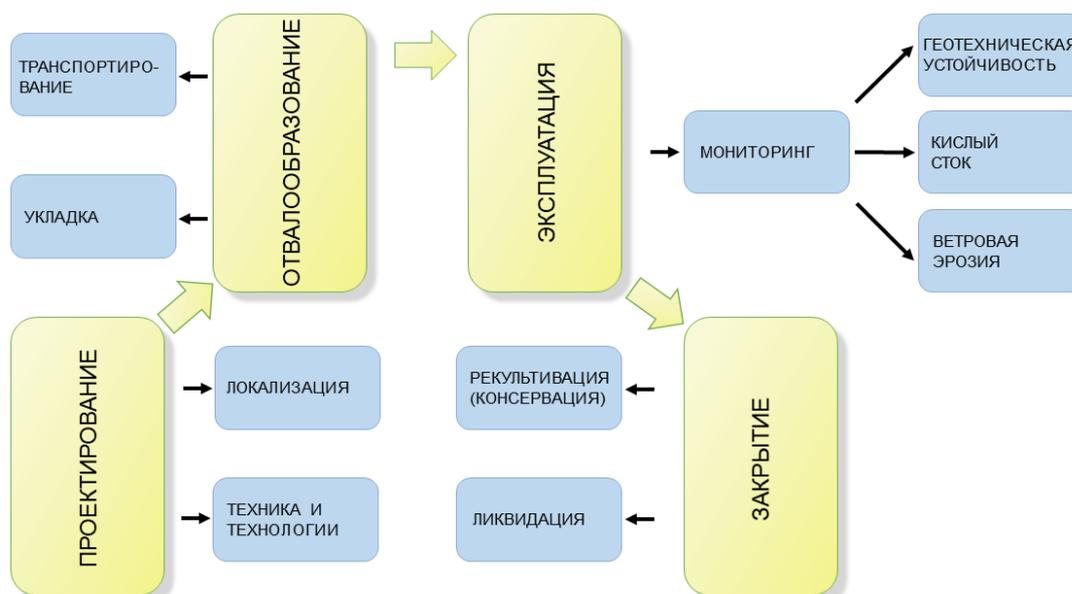


Рисунок 2.10 Жизненный цикл отвала как объекта размещения отходов горнодобычи

При выборе площадки для размещения объекта по обращению с отходами горнодобычи необходимо учитывать помимо расстояния и другие факторы, в том числе следующие:

- предпочтительное использование существующего рельефа (например, существующие карьеры или склоны);
- необходимость учета гидрогеологической обстановки в окружающей местности (поверхностные и грунтовые воды);
- геотехнические и геологические условия (например, грунты, данные о сейсмических рисках);

- метеорология (например, данные об осадках);
- природная и культурная среда;
- топография долгосрочного строительства;
- близость к поверхностным водам;
- существующее землепользование;
- экологические (шумовые воздействия, контроль запыленности и т.д.), социальные (местная общественность), культурные особенности;
- перспективные планы развития территории и транспортной инфраструктуры.

*Отвалообразование* – необходимая стадия формирования отвала. Отвалы формируются посредством транспортировки горной массы с последующей ее укладкой в насыпь.

*Транспортировка* горной породы в отвал может осуществляться с помощью ленточного конвейера, грузового или железнодорожного транспорта. Отвалы контролируются на предмет устойчивости сооружения\*. Геометрия и связанная с ней стабильность (устойчивость) отвалов зависит от типа материала, из которого сложен отвал, способа его формирования и особенностей рельефа местности. Крупность материала, сам процесс выгрузки из грузового транспорта, распределение и уплотнение тонкозернистых слоев с применением гусеничной техники и, иногда, вибрационного катка, помогают стабилизировать материал во время и после закладки в отвалы.

\*В качестве характеристик устойчивости отвала рассматриваются: сдвиговая прочность, а также факторы, присущие горным породам, складированным в отвале и влияющие на сдвиговую прочность:

- гранулометрический состав горной породы (распределение частиц по размерам);
- плотность;
- пластичность;
- содержание влаги;
- проницаемость.

Мерой обеспечения *устойчивости отвалов* является запас прочности, т.е. отношение показателя прочности на сдвиг к напряжению сдвига.

## ИТС 16-2023

*Укладка* в отвал основана на угле естественном откоса и может осуществляться как без дополнительной планировки, так и с планировкой. Это – традиционный способ формирования отвалов пустой породы.

Вода безоговорочно является наиболее вероятной причиной возникновения проблем со стабильностью отвалов пустой породы, включая стабильность подстилающего грунта, поскольку она может привести к повышению порового давления и снижению прочности на сдвиг. Поэтому все, что способствует увеличению объема воды или поровых давлений в отвале или его основании, является потенциальным источником ослабления его стабильности.

В целях исключения обводнения основания отвала предусмотрены дренажные каналы по его периметру, куда собирается поверхностный сток. На склоновых поверхностях отвала дренажные каналы обычно устраивают ближе к верховой стороне объекта. При расчете пропускной способности обводных и дренажных канав учитываются: водосборная площадь выше дренажной канавы, нарушение отвалом естественного поверхностного стока.

Поверхностный сток направляется либо в хвостохранилище (при технической возможности), либо в отдельные резервуары-накопители, либо в принимающие водоемы (водотоки); при необходимости перед сбросом в приемник сточных вод очищается.

Управление жизненным циклом отвала вскрышных и вмещающих пород на стадии *эксплуатации* заключается в обеспечении условий его стабильного существования при минимальных воздействиях на окружающую среду посредством мониторинга и решения следующих потенциальных или имеющих место проблем:

- геотехническая неустойчивость откосов отвала;
- ветровая эрозия и пыление;
- образование КС;
- пожары/самовозгорание (для вскрышных и вмещающих пород добычи углеродсодержащих материалов).

*Геотехническая устойчивость откосов отвала.* Обеспечивается комплексом мер при проектировании отвала (выбор стабильных горных пород для устройства основания отвала; отведение поверхностного стока; применение коэффициента запаса прочности не менее 1,3 для всех отвалов). При размещении отвалов горных пород в понижениях местности (или в выработанных карьерах) необходимость в контроле устойчивости склонов отсутствует.

*Ветровая эрозия и пыление.* Наиболее серьезные проблемы с пылью в отвалах пустой породы происходят в сухие дни при дроблении, транспортировке и укладке пустой породы. Для снижения пылевыноса подъездные пути поливают водой; допустима также приостановка деятельности в особенно ветреные или сухие (в случае близости промышленной площадки к жилому массиву).

*Образование кислого стока (КС).* С экологической точки зрения основное различие между минералом в исходном месторождении и тем же минералом, содержащимся в остаточных количествах в пустой породе, заключается в большей подверженности последнего воздействию физических, химических и биологических процессов из-за более развитой поверхности (дробление горной породы при извлечении и обработке), доступности таких реагентов как кислород и вода. Эти обстоятельства обусловили эффект кислых стоков.

Кислые стоки могут образоваться при разработке сульфидных месторождений добычи руд цветных металлов (Pb, Zn, Cu, Au и др.), угля, хотя достоверно прогнозировать и определять их количество затруднительно. При горнодобыче образование кислых стоков происходит, например, в отвалах пустой породы, временных складах руды, хвостохранилищах, бортах карьера, подземных выработках или кучах выщелачивания. Рисунок 2.11 иллюстрирует механизм образования кислых стоков.

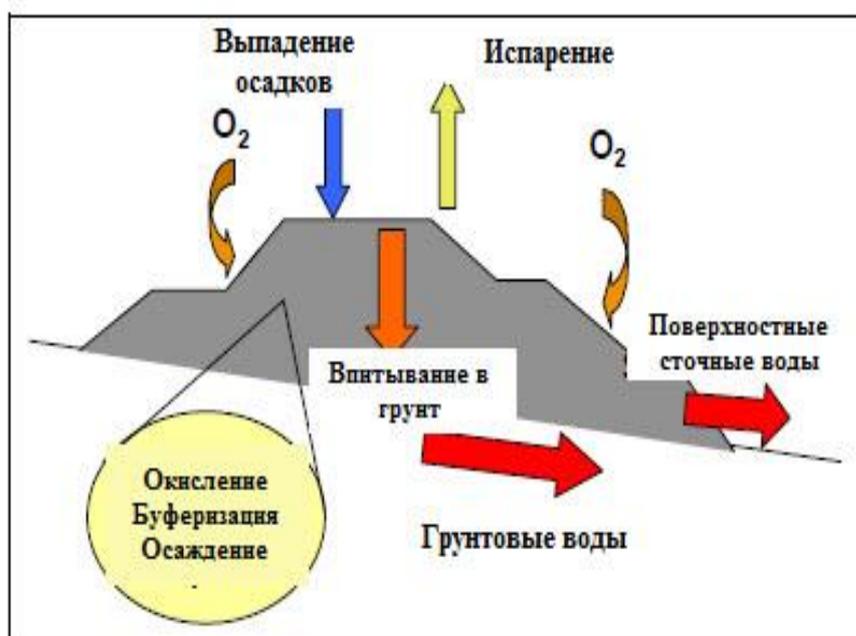


Рисунок 2.11 Схема образования кислых стоков при взаимодействии пустой породы отвалов с окружающей средой ([8])

. Заключительной стадией жизненного цикла отвала является его *закрытие*. После завершения эксплуатации отвала территория, занимаемая отвалом и примыкающая к нему, должна быть подготовлена для последующего использования (приняв во внимание тот факт, что восстановление территории в ее первоначальном состоянии невозможно).

В этом случае могут быть реализованы две принципиальные возможности:

- рекультивация отвала вскрышных и вмещающих пород;
- ликвидация отвала вскрышных и вмещающих пород.

*Рекультивация отвала вскрышных и вмещающих пород.* Основные вопросы, которые решаются при рекультивации отвалов отходов горнодобычи в долгосрочной перспективе, направлены на обеспечение:

- физической устойчивости сооружения (отвала);
- химической стабильности горной породы, размещенной в отвале;
- возможности последующего эффективного использования территории.

Для физической стабильности отвала предлагается укладка почвенного слоя на уступах с высадкой растительности, адаптированной к местным условиям.

Для формирования газодиффузионного барьера в целях химической стабилизации горных пород отвала целесообразно покрытие отвала слоем валунной глины или другого материала слоем 0,3 м, который будет выполнять роль основания для почвенно-растительного слоя. Процессы технической и биологической рекультивации разделены во времени: биологическая рекультивация начинается спустя 2-3 года после технической рекультивации.

Рекультивированные отвалы могут быть успешно использованы в хозяйственной деятельности и в рекреационных целях (примеры использования в Германии):

- лесное использование;
- сельскохозяйственное использования;
- конструкции для отдыха и рекреационных целей;
- вторичные биотопы;
- новые промышленные районы.

### **2.5.5 Направления использования вскрышных и вмещающих пород**

Направления использования отходов горнодобычи (в том числе, вскрышных и вмещающих пород) на протяжении жизненного цикла объекта горнодобычи (предприятия) описаны в ([21]).

### *1 Эффективные геологоразведочные работы (поисковые)*

Использование современной техники разведки (например, Electrical Resistivity Tomography (ERT), Ground Penetrating Radar (GPR) и др.), или математическое моделирование расположения массива полезного ископаемого позволяет исключить масштабное бурение; дать ответы по качеству и рыночной востребованности продукта, основываясь на его характеристиках; оптимизировать объемы извлечения посредством локализации зон месторождения.

Надлежащие характеристики ресурса и отходов горнодобычи и предварительное планирование добычи обеспечивают эффективность извлечения и стерилизацию ресурсов (т.е. помогает в будущем сделать доступными первородные сырые материалы).

### *2 Эффективное разрушение пород*

Разрушение пород традиционно осуществляется или механическими экскаваторами, или бурением и взрывом. Оптимальный выбор механического оборудования для бурения или горных машин для извлечения горной массы зависит от геологических или геотехнических условий месторождения.

Оптимизация процесса буровых работ при добыче приводит к уменьшению объема вскрышных пород. Для этих целей целесообразно компьютерное моделирование буровзрывных работ.

### *3 Эффективная транспортировка*

Доступ к месторождению, транспортная сеть и выбор надлежащей транспортной техники является многоплановой проблемой оптимизации, которая должна быть рассмотрена на проектной стадии. В некоторых случаях горная масса транспортируется на много километров до подходящего места для обработки или размещения. Оптимизация пути (подземный или поверхностный транспорт с использованием большегрузной автомобильной техники, конвейеров или гидротранспорта) обычно приводит к эффективному использованию энергии, снижению воздействия на окружающую среду и в некоторых случаях к снижению объема извлекаемой горной массы. Эффективная транспортная сеть и транспорт являются неотъемлемой частью проекта разработки месторождения.

### *4 Эффективная сортировка руд и избирательная обработка руды*

Сортировка руды по фракциям в максимальной степени повышает эффективность обогащения и может привести в отдельных случаях к снижению опасности производимых отходов горнодобычи.

Предпочтительное разделение руды и отходов горнодобычи на месте предотвращает образование отходов и улучшает управление отходами. Например, лучшее разделение руды и скальной породы может снизить износ и разрушение оборудования, избегая извлечения ненадлежащего качества скальной породы.

Практика разделения может создавать возможность идентификации и коммерциализации вторичных ресурсов.

### *5 Эффективное использование горной массы*

#### *5.1 Заполнение образовавшихся пустот горной массой*

Применение обратного размещения извлеченных горных пород представляет наилучшую практику ввиду того, что она способствует предотвращению или уменьшению образования отходов горнодобычи, одновременно обеспечивая рекультивацию местности, исключая оккупацию новых земель для сбора, хранения и размещения отходов горнодобычи.

Обратная закладка – это заполнение материалами выработанной части или частей рудника. Применяется как при подземной, так и при открытой разработке месторождения в качестве альтернативы поверхностного размещения в следующих целях:

- при подземной разработке:
  - для гарантии устойчивости грунта;
  - для снижения просадок подземного и наземного грунта;
  - для крепления кровли и повышения безопасности при дальнейшей разработке рудного тела;
  - для улучшения вентиляции.
- при открытой разработке:
  - для восстановления ландшафта при закрытии объекта;
  - для обеспечения безопасности сооружения (карьера).

Существует четыре вида обратной закладки выработок:

- сухая обратная закладка;
- обратная закладка с цементированием;
- гидравлическая обратная закладка;
- пастообразная обратная закладка.

Технология обратной закладки описана в ([8]) как наилучшая доступная технология предотвращения или сокращения, насколько возможно, образования хвостов и пустой породы (вскрышных и вмещающих пород):

- обратная закладка хвостов и пустой породы при условии, что:

- обратная закладка является частью метода добычи;
  - обратная закладка производится в близлежащие открытые выработки;
  - обратная закладка производится в подземные очистные выработки/забои;
- технология разработки карьерным способом предусматривает возможность обратной закладки пустой породы (внутреннее отвалообразование) без остановки основных горных работ;
- для стабильности закладываемого материала может потребоваться добавление связывающих компонентов.

## *5.2 Строительные минералы - коммерческие материалы из отходов горнодобычи*

Вскрыша и отходы скальной породы могут быть вовлечены в хозяйственный оборот посредством производства агрегатов (щебня). Целесообразность производства строительных минералов существенно зависит от локальных рынков потребных материалов с определенными свойствами (например, соответствующих норм и приемлемых транспортных тарифов). Агрегаты используются в строительстве, дорожном строительстве, гражданском строительстве, береговой защите и для собственных строительных целей. Инертные отходы (по определению) не создают проблем в отношении экологической приемлемости, неинертные и неопасные горные массы могут быть применимы для отдельных целей, например, для оснований в дорожном строительстве. Это зависит от их специфических свойств, технических, экономических и экологических требований. Некоторые строительные минералы могут быть коммерческими и для химической промышленности.

## *6 Эффективное управление верхним почвенным слоем*

Почва является минерально-органическим материалом, который обеспечивает рост субстратов на ее поверхности. Почва представляет собой экосистему, зависящую от совокупности условий среды, как-то: распределение осадков, температурные диапазоны. Это означает, что функциональность почвы может быть ослаблена или разрушена, а на ее восстановление потребуются годы, а не месяцы.

Возвращение почвы на место после закрытия места размещения отходов или использование всюду, где возможно (например, для ландшафтных целей и растениеводства), является главным принципом циркулярной экономики.

## **ИТС 16-2023**

Поэтому весь верхний слой почвы удаляется при строительстве и подготовительных работах по освоению месторождения, организуется его раздельное хранение в условиях, исключающих нарушение ее функциональности в наименьшей степени. По той же причине почвенный слой следует использовать как можно оперативнее.

### *7 Планирование утилизации (ликвидации) и управление последующим использованием (дообогащение)*

Переработка исторических отходов горнодобычи является долголетней практикой, которая принята для всех типов минералов: энергетических, металлических руд, промышленных и строительных. Отходы с низким содержанием оригинального минерала, которые размещены в данный момент в хвостах или отвалах, подвергаются обработке, чтобы получить полноценный продукт - металл, щебень (агрегаты), уголь (для энергетических минералов) и т.д. Технологический прогресс делает экономически целесообразным использование исторических отходов горнодобычи в качестве ресурса.

### *8 Эффективный мониторинг менеджмента отходов горнодобычи*

План управления отходами горнодобычи должен пересматриваться периодически (например, каждые 5 лет функционирования месторождения): в связи с коррекцией объемов отходов горнодобычи и/или для внесения надлежащих поправок в случае законодательных изменений, существенных изменений технологий горнодобычи, обработки отходов горнодобычи или их размещения.

Обычно план мониторинга включает релевантные параметры в отношении отходов горнодобычи (количество и их состав), геотехнические тесты, топографическая съемка и данные дистанционного зондирования; возможно также апробирование воды и почвы на месте расположения объекта размещения отходов горнодобычи.

Основные направления использования вскрышных и вмещающих пород в европейской практике ([26]) показаны на рисунке 2.12. Спектр применения отходов горнодобычи несомненно шире сравнительно с позициями ([19]): здесь упомянуто сельское хозяйство, управление кислым стоком. Направления утилизации, которые можно отнести к наилучшим практикам (т.е. применяются на более, чем 2-х объектах), совпадают с рекомендованными в ([19]).

Следует отметить, что, несмотря на достаточно разносторонние области применения, указанные на рисунке 2.12, вовлеченность отходов горнодобычи в

хозяйственный оборот не очень значительна: по информации ([26]) отношение объемов побочной продукции и образовавшихся отходов в среднем не превышает значения 0,3.

В целях формирования жизненных стратегий (и направлений) использования вскрышных и вмещающих горных пород ввиду масштабности (многотоннажности) их образования требуются анализ и оценка востребованности таких объемов материалов (и/или продуктов из них) в экономике (9, рисунок 2.9). Одновременно, имея в виду локализацию территорий образования вскрышных и вмещающих пород, необходима рационализация транспортных тарифов для их перевозки. Это обстоятельство гарантирует доступность вскрышных и вмещающих пород для широкого применения.

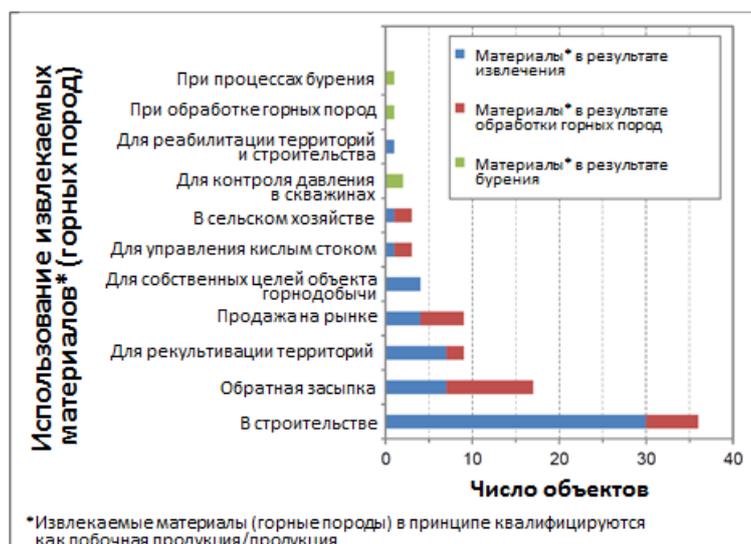


Рисунок 2.12 Направления утилизации вскрышных и вмещающих пород в европейской практике ([26])

Для вовлечения вскрышных и вмещающих пород в хозяйственный оборот следует выполнить достаточно значимую подготовительную работу, включающую ряд мероприятий (которые собственно и открывают направления утилизации в дополнение к отмеченным в п. 2.5.3):

- *Для применения в дорожной отрасли:* разработка регламентных документов с требованиями к свойствам вскрышных и вмещающих пород (гранулометрический состав, физические, химические свойства) для использования в различных структурах дорожного полотна для дорог федерального, регионального и местного значений (7, рисунок 2.9);

## **ИТС 16-2023**

- *Для применения в промышленном строительстве:* исследование и разработка новых составов бетонов с наполнителями из вскрышных и вмещающих пород (7, рисунок 2.9);

- *Для применения в новых процессах* (8, рисунок 2.9):

- разработка и внедрение фильтрующих материалов на основе вскрышных и вмещающих пород для очистки сточных вод и в водоподготовке;

- разработка эффективных методов дообогащения для извлечения полезных компонентов из вскрышных и вмещающих пород;

- исследование технологий обработки вскрышных и вмещающих пород для подготовки сырья для других отраслей промышленности (например, в производстве керамических изделий, стекольной, порошков, фармацевтической промышленности, парфюмерии).

### **Раздел 3. Воздействие на окружающую среду**

Воздействие горнодобывающей деятельности на окружающую среду зависит от геологических особенностей, размера, формы месторождения и концентрации полезного компонента, природно-климатических особенностей территории расположения, а также от применяемых методов добычи и обогащения, выбранных технических и технологических решений, природоохранных мероприятий и др.

Горнодобывающая деятельность оказывает воздействие на все компоненты окружающей среды: недра, земли, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный и животный мир.

Основные виды негативного воздействия на окружающую среду:

- изменение естественных ландшафтов, уничтожение (изменение) природной среды;

- изъятие земельных ресурсов или участков недр под строительство ОРО;

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух (пыли, метана и других газообразных веществ);

- сбросы сточных вод в водные объекты (шахтный и карьерный водоотлив, сточные воды от обогащения);

- поступление загрязняющих веществ в геологическую среду: подземные водные объекты, горные породы, почвы. Изменение уровня подземных вод в результате осушения горных выработок;

- размещение крупнотоннажных отходов недропользования— вскрышных и вмещающих пород, хвостов обогащения;

- шум и вибрация при эксплуатации техники и ведении буровзрывных работ.

Далее рассмотрено воздействие горнодобывающей деятельности на окружающую среду на разных этапах промышленного освоения месторождений полезных ископаемых.

#### **3.1 Воздействие на окружающую среду на этапе геологоразведочных работ**

Геологоразведочные работы (ГРР) оказывают незначительное воздействие на окружающую среду, что связано с кратковременностью и локальностью проводимых работ. Характер воздействия зависит от вида ГРР и необходимых для его осуществления операций. Инженерные изыскания по воздействию на

## ИТС 16-2023

окружающую среду сопоставимы с воздействиями на этапе ГРР и отдельно не рассматриваются.

Основные виды работ, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду при ведении геологоразведочных работ:

- горные и буровые работы — бурение скважин, проходка поверхностных и подземных горных выработок;
- пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы;
- строительство временных дорог и прокладка коммуникаций, организация временных площадок для стоянки техники и пр.;
- осушение разведочных горных выработок со сбросом сточных вод в водные объекты;
- эксплуатация техники и оборудования.

Доставка людей и оборудования до объекта ГРР осуществляется по существующим дорогам, либо, при отсутствии таковых, прокладываются новые временные дороги и другие коммуникации. При строительстве временных дорог, прокладке коммуникаций, организации площадок для стоянки техники и др. производится расчистка территории, сопровождаемая уничтожением почвенного и растительного покрова, временной утратой местообитаний.

Воздействие от ведения горных и буровых работ связано с локальным изменением ландшафта территории, уничтожением растительного и почвенного покрова, утратой местообитаний.

Горные и буровые работы, как и пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы сопровождаются выбросами твердых загрязняющих веществ в атмосферу (пыление), а также появлением факторов беспокойства для объектов животного мира — шума, вибрации, искусственного освещения, а также за счет нахождения людей на территории. Оседающая на поверхность земли и водных объектов пыль может вызывать их загрязнение, оказывать воздействие на растения и условия их роста.

Образующиеся отходы вскрышных и вмещающих пород, буровые шламы и др., размещаются на исследуемой территории и могут быть источником загрязнения почвенного и растительного покрова, загрязнения поверхностных водных объектов и грунтовых вод.

При необходимости из разведочных выработок организуется временный водоотлив со сбросом сточных вод в водные объекты. Продолжительное откачивание воды может вызывать понижение уровня грунтовых вод и приводить к

локальному изменению водного баланса территории. Сбросы сточных вод вызывают загрязнение водных объектов взвешенными и растворенными веществами.

При ведении ГРР используется свежая вода из местных источников либо привозная, без организации системы водоснабжения на территории.

Эксплуатация техники и оборудования оказывает воздействие на окружающую среду в виде выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (выхлопные газы и пыль), уплотнения и загрязнения почв.

В случае аварийных проливов нефтепродуктов возможно загрязнение почв, грунтовых вод и поверхностных водных объектов.

Данные воздействия этапа ГРР носят кратковременный характер и оказываются на незначительных площадях.

Основные эмиссии этапа ГРР:

- Выбросы твердых загрязняющих веществ (пыль) — при строительстве дорог и др. коммуникаций, ведении горно-буровых работ, пробной добыче, погрузке и транспортировке горной массы, а также при эксплуатации техники.

- Выбросы газообразных веществ (выхлопные газы) — эксплуатация техники и оборудования.

- Сбросы загрязненных сточных вод в водные объекты — при осушении разведочных горных выработок.

- Размещение отходов вскрышных и вмещающих пород — при ведении горно-буровых работ и пробной добыче полезных ископаемых.

- Шум, вибрация — при строительстве дорог и других коммуникаций, ведении буровзрывных работ, погрузке горной массы, эксплуатации техники.

### **3.2 Воздействие на окружающую среду на этапе строительства**

В зависимости от способа разработки месторождения проектом определяются объекты строительства и последовательность их ввода в эксплуатацию.

При открытом способе разработки месторождения вскрышные работы начинаются на этапе строительства и продолжаются на этапе эксплуатации вплоть до полного вскрытия рабочей площади. Одним из основных этапов строительства шахт является предварительная дегазация и разгрузка горного массива,

## ИТС 16-2023

проведение подземных горных выработок. На стадии строительства организуется осушение зоны ведения горных работ. Интенсивно эксплуатируется горная и строительная техника и оборудование. Таким образом, строительство горнодобывающего предприятия оказывает значительное воздействие на окружающую среду, которое варьируется от видов и объемов работ.

Строительство обогатительных комплексов включает в себя выполнение видов работ, аналогичных для возведения объектов капитального строительства (площадных объектов), и отдельно не рассматривается. Воздействие от пробного обогащения аналогично воздействию от обогащения этапа эксплуатации и рассмотрено в 3.3.2.

Основные виды работ этапа строительства, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду:

- инженерная подготовка территории (расчистка, планировка, осушение поверхности);
- горно-капитальные работы (в т. ч. применение буровзрывных работ);
- строительство зданий и сооружений, объектов размещения отходов и очистных сооружений (породных отвалов, хвостохранилищ, прудов-отстойников), складов и др.;
- строительство линейных объектов (подъездных и внутриплощадочных дорог, железнодорожных путей, трубопроводов, ЛЭП);
- осушение горных выработок со сбросом сточных вод в водные объекты;
- эксплуатация техники и оборудования.

Инженерная подготовка территории, строительство линейных и площадных объектов сопровождаются трансформацией естественных ландшафтов, в т. ч. изменением рельефа местности. При расчистке и планировке территории уничтожается растительный покров (популяции и целые экосистемы на значительных площадях), происходит снятие и (или) уничтожение почвенного покрова, утрата местообитаний.

В зависимости от природных условий территории осуществляется снятие и временное складирование плодородного и потенциально плодородного слоя почвы на специальных площадках с целью дальнейшего использования при рекультивации. При этом возможно частичное уничтожение непригодных для рекультивации почв, потери плодородного слоя при корчевании пней и других земляных работах.

Удаление растительного покрова и земляные работы могут вызывать эрозию почв, особенно в период обильных дождей и весеннего снеготаяния, что, в свою очередь, усиливает вынос взвешенных веществ в водоемы, повышая мутность воды и заиливание дна.

Происходит преобразование рельефа — образуются искусственные отрицательные (карьерная выемка) и положительные (внешние отвалы вскрышных и вмещающих пород) формы рельефа. На территории ведения работ формируются горнопромышленные ландшафты, занимающие обширные площади. Особенно это характерно для разработки месторождений пластообразно залегающих полезных ископаемых (пласты каменного и бурого угля, марганца, стратиформные полиметаллические месторождения) ([27]).

Данные процессы продолжаются на этапе эксплуатации, особенно при открытом способе добычи, вплоть до полной отработки запасов.

Осушение поверхностной территории включает перенос русел рек за пределы участка работ, уничтожение ручьев и малых рек, осушение водно-болотных угодий, что вызывает утрату местообитаний, нерестилищ, кормовой базы и водного биоразнообразия, загрязнение водных объектов; изменение водного баланса прилегающей территории.

Горно-капитальные работы при открытом способе разработки месторождения включают:

- перемещение почв, вскрышных и вмещающих пород на временные склады и породные отвалы, соответственно;
- буровзрывные работы.

Данные виды работ сопровождаются уничтожением почвенного покрова, утратой местообитаний, как на территории добычных работ, так и на территории отвалов и складов. Также буровзрывные работы, транспортировка и погрузка породы оказывают воздействие на значительные расстояния за счет шума, вибрации, мощного выброса газообразных загрязняющих веществ и пыли.

Организация линейных объектов может приводить к фрагментации среды обитания, что создает препятствия на пути миграции животных, опылению растений и др.

Осушение горных выработок сопровождается понижением уровня подземных вод с формированием депрессионной воронки, изменением водного баланса территории, влияющего на поверхностные водотоки и водоемы, грунтовые воды и водно-болотные угодья, расположенные на водосборной площади, а также

## ИТС 16-2023

на популяции растений и животных, зависящих от этих объектов. Данные изменения могут приводить к угнетению и (или) гибели отдельных популяций и целых экосистем, либо к их трансформации. Снижение уровня подземных вод может вызвать также высыхание колодцев и водозаборных скважин на прилегающих территориях.

В целом отработка пластовых месторождений подземным способом может оказывать значительное пролонгированное воздействие на прилегающую территорию вследствие значительного изменения гидрогеологических режимов, с последующей трансформацией биоценозов, ландшафтов.

На этапе строительных работ организуется система водоснабжения горнодобывающего предприятия из местных источников. Забор воды должен осуществляться в установленных разрешительной документацией объемах и не вызывать нарушений гидрологических режимов водных объектов.

Воздействие сброса шахтных и карьерных и хозяйственно-бытовых сточных вод в поверхностные водные объекты проявляется в изменении гидрологического и температурного режима водотока, химического состава (загрязнение взвешенными веществами, металлами, азотной группой и др.), повышении мутности и заиливании дна, что негативно сказывается на водном биоразнообразии, а также на возможностях использования водного объекта в хозяйственных и рекреационных целях.

Интенсивная эксплуатация строительной техники сопровождается:

- выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух (пыль и выхлопные газы);

- физическими факторами воздействия — шум, вибрация, искусственное освещение;

- загрязнением почв и водных объектов при аварийных проливах нефтепродуктов — утечки смазочных веществ и топлива.

Основные эмиссии этапа строительства:

- выбросы твердых загрязняющих веществ (пыль) — при инженерной подготовке территории, ведении горно-капитальных работ, строительстве линейных и площадных объектов, эксплуатации техники;

- выбросы газообразных веществ (оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, углеводороды, сажа) — при буровзрывных работах, эксплуатации техники и оборудования;

- сбросы загрязненных сточных вод в водный объект — при осушении горных выработок;
- размещение отходов вскрышных и вмещающих пород — при ведении горно-капитальных работ;
- шум и вибрация — при инженерной подготовке территории, строительстве линейных и площадных объектов, выполнении горно-капитальных работ и эксплуатации техники.

### **3.3 Воздействие на окружающую среду на этапе эксплуатации**

На этапе эксплуатации горнодобывающего предприятия осуществляется добыча полезного ископаемого и его отгрузка на дробильно-сортировочные и обогатительные комплексы либо потребителю.

Основные виды работ этапа эксплуатации, оказывающие негативное воздействие на компоненты окружающей среды:

- вскрышные и добычные работы, в т. ч. с применением буровзрывных работ;
- первичная переработка и обогащение полезных ископаемых;
- погрузка, транспортировка горной массы;
- осушение горных выработок;
- дегазация горных выработок;
- операции по размещению отходов недропользования (вскрышные и вмещающие породы, отходы углеобогащения, хвосты);
- эксплуатация техники и оборудования;
- текущая рекультивация.

Воздействие на окружающую среду при текущей рекультивации отражено в 3.5.

Основные эмиссии этапа эксплуатации:

- выбросы газообразных и твердых загрязняющих веществ;
- сброс загрязненных сточных вод в водные объекты;
- размещение отходов недропользования (вскрышных и вмещающих пород, отходов обогащения);
- шум, вибрация, электромагнитное излучение.

### **3.3.1 Воздействие добычи полезных ископаемых на окружающую среду**

Добыча полезных ископаемых оказывает значительное воздействие на недра за счет изъятия горной массы и нарушения состояния геологической среды.

Нарушения геологической среды проявляются в виде ([27]):

- формирования подземных полостей, карьеров, выемок, траншей и др.;
- изменения полей напряжений в горном массиве, и как следствие, его структурных характеристик и свойств;

- нарушения циркулирующих в недрах водоносных, газовых и др. потоков.

Подземные горные выработки стимулируют гравитационные процессы, как на поверхности, так и в глубине. Происходят провалы, проседания, обвалы, оползни и смещения блоков горных пород, изменения порождают наведенную сейсмичность, горные удары и внезапные выбросы, разрушают инженерные сооружения.

В ходе ведения открытых горных работ активизируются опасные геологические процессы и явления, такие как оплывины, оползни, промоины, овражная эрозия, плоскостной смыв, заболачивание и др.

Данные процессы оказывают негативное воздействие на почвенно-растительный покров и могут влиять на водный баланс территории: например, появление просадок приводит к изменению поверхностного стока, заболачиванию данных участков и, соответственно, к трансформации экосистем и пр.

На этапе эксплуатации вскрышные и добычные работы, а также операции по размещению отходов сопровождаются нарушением ландшафтов, утратой растительного и почвенного покрова, местообитаний на территории производства работ.

Размещение отходов горнодобычи осуществляется как на поверхности (внешние отвалы вскрышных и вмещающих пород), так и в горных выработках. Внешние отвалы могут занимать значительные площади, преобразуя естественный рельеф местности, и являться источником загрязнения окружающей среды: почвенного и растительного покрова, поверхностных водных объектов и грунтовых вод. При нарушении технологии складирования отходов возможны процессы самовозгорания породы отвалов с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу (угольные породные отвалы), развитие инженерно-геологических процессов и явлений и пр.

Водоотлив изменяет направление движения подземных вод в районе действия горнодобывающего предприятия, сопровождается понижением уровня подземных вод с формированием депрессионной воронки, превосходящей размеры шахтного (карьерного) поля. Данные процессы приводят к изменению водного баланса прилегающей территории и сопровождаются снижением расходов малых рек, изменением водного баланса почв, вызывая угнетение поверхностного и водного биологического разнообразия, вплоть до исчезновения популяций некоторых видов. Снижение уровня подземных вод может вызывать также высыхание колодцев и водозаборных скважин на прилегающих территориях.

Для очистки шахтных и карьерных вод перед сбросом в водный объект на территории организуются очистные сооружения.

При эксплуатации горнодобывающего предприятия образуются поверхностные и хозяйственно-бытовые сточные воды. Отведение сточных вод осуществляется в централизованную систему канализации либо на очистные сооружения с последующим сбросом в водный объект.

- Пруды-отстойники и другие очистные сооружения могут быть источником загрязнения подземных вод и почв при фильтрации загрязненных сточных вод через основания и дамбы.

- Воздействие сброса сточных вод в поверхностные водные объекты проявляется в изменении гидрологического и температурного режима водотока, химического состава, повышении мутности и заиливании дна, что негативно сказывается на водном биоразнообразии, а также на возможностях использования водного объекта в хозяйственных и рекреационных целях.

- На территории организуется система хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения, источником может быть свежая вода из поверхностных или подземных источников либо очищенная вода системы оборотного водоснабжения предприятия.

- Выемка и погрузка горной массы, как и буровзрывные работы, отвалообразование и пр.. сопровождаются выбросами пыли, распространяющимися на значительные расстояния. В состав пыли могут входить соединения тяжелых металлов, которые при определенных концентрациях могут губительно действовать на живые организмы, негативно воздействуя практически на все составляющие экосистемы: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвенный покров, растительный и животный мир и человека.

## ИТС 16-2023

- На этапе эксплуатации горнодобывающего предприятия возможны выбросы следующих веществ:

- пыль и рудничные газы — из горных выработок, в состав рудничных газов входит преимущественно метан, с примесью:

- оксида углерода (для угольных месторождений);

- оксида углерода, сероводорода, диоксида серы, тяжелых углеводородов (для рудных месторождений)<sup>6)</sup>.

- пыль, оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, зола — при аварийном горении породных отвалов<sup>7)</sup>;

- оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, бенз(а)пирен, зола, мазутная зола, сажа, углеводороды (бензин, керосин, формальдегид) — при сжигании топлива в котельных и иных топливосжигающих установках, в зависимости от вида топлива (твердое, жидкое, природный газ);

- пыль, оксиды азота, оксид углерода — при ведении буровзрывных работ;

- выхлопные газы (оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, углеводороды, сажа) и пыль — при эксплуатации техники.

Выбросы оксидов серы и азота могут вызывать закисление почв и водных объектов, наносить ущерб растительности.

Практически все операции этапа эксплуатации сопровождаются физическими факторами воздействия (искусственное освещение, шум, вибрация, электромагнитное излучение), являющимися причинами беспокойства объектов животного мира, а также населения, проживающего в непосредственной близости от горнодобывающего предприятия. Наиболее значимое воздействие связано с ведением буровзрывных работ при открытой разработке полезных ископаемых.

В результате загрязнения и (или) изменения компонентов окружающей среды в процессе добычи полезных ископаемых происходит угнетение биоценозов на прилегающих территориях; оказывается воздействие на социально-экономические и условия проживания населения на близлежащей территории: изменяются среда обитания человека, условия землепользования; снижается стоимость объектов недвижимости и земель и т. д.

---

<sup>6)</sup> В настоящее время нормируются выбросы метана от шахт, методика расчета выбросов метана (рудничных газов) от карьеров отсутствует.

<sup>7)</sup> Выбросы от горения породных отвалов не нормируются, так как данный процесс не относится к штатному режиму.

### 3.3.2 Воздействие обогащения на окружающую среду

Процессы обогащения полезных ископаемых сопровождаются выбросами загрязняющих веществ, образованием сточных вод, отходов и другими воздействиями на окружающую среду, зависящими от состава обогащаемого минерального сырья, выбранного метода обогащения, применяемых технических и технологических решений.

Наиболее значимое негативное воздействие на компоненты окружающей среды оказывают операции по размещению отходов обогащения.

Отходы обогащения (порода, хвосты (шламы)) представляют собой мелкофракционный материал, в т. ч. содержащий остатки применяемых реагентов, размещаемые на объектах размещения отходов (отвалах, хвостохранилищах (шламонакопителях)).

Воздействие от объектов размещения отходов обогащения проявляется в виде изъятия земель, трансформации естественных ландшафтов, статической нагрузки на грунты, загрязнении компонентов окружающей среды.

Загрязнения окружающей среды проявляется в случаях:

- фильтрации загрязненных сточных вод через основания и дамбы гидротехнических сооружений при нарушении целостности или отсутствии изолирующих экранов;

- пыления с поверхности объектов размещения отходов;

- аварийных прорывов дамб, пульпопроводов и др.

Отходы обогащения за счет мелкофракционного состояния могут активно вступать в химические реакции при доступе воды и кислорода с образованием опасных веществ, и соединений, способных мигрировать в подземные горизонты загрязнять, в том числе закислять, почвы и водные объекты. Загрязнение компонентов окружающей среды приводит к угнетению водных и прибрежных биоценозов, ухудшению качества воды источников водоснабжения и др.

На хвостохранилищах (шламонакопителях) возможно развитие опасных инженерно-геологических процессов и явлений, таких как оплывания откосов дамб, появление зон высачивания вод, оседания, промоины и др.

Аварийные ситуации могут привести к катастрофическим последствиям в связи с затоплением и погребением значительных площадей естественных ландшафтов, разрушением зданий и сооружений, инженерных коммуникаций,

## **ИТС 16-2023**

уничтожением растительного покрова, гибелью людей и животных, масштабным загрязнением почв, поверхностных и подземных водных объектов.

Состав загрязненных сточных вод при обогащении полезных ископаемых зависит от состава минерального сырья, применяемых реагентов и др.

Загрязнение водных объектов негативно сказывается на водном биоразнообразии, а также на возможностях использования водного объекта в хозяйственных и рекреационных целях.

Процессы обогащения сопровождаются значительным водопотреблением. Источником водоснабжения могут являться очищенные сточные воды системы оборотного водоснабжения предприятия либо свежая вода из поверхностных или подземных источников.

При обогащении угля и руды на обогатительных фабриках основными загрязняющими атмосферный воздух ингредиентами являются:

- пыль от процессов сортировки, дробления, грохочения горной массы и продукции, узлов перегрузки и погрузки/разгрузки, мест складирования и хранения горной массы и продукции, а также обжига, сушки концентрата после мокрого обогащения. Состав пыли зависит от вида обогащаемого полезного ископаемого, а также химического и морфологического состава горной массы;

- оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, зола, бенз(а)пирен — при сжигании топлива в отделениях обжига и на установках сушки концентрата (после мокрого обогащения);

- специфические загрязняющие вещества от реагентных, флотационных отделений, в зависимости от технологии обогащения и состава обогащаемого полезного ископаемого.

### **3.4 Воздействие на этапе закрытия**

С прекращением производственной деятельности горнодобывающего предприятия прекращается воздействие целого ряда факторов техногенного характера на окружающую среду, в том числе:

- нарушение геологической среды за счет изъятия полезных ископаемых из недр;

- изъятие и нарушение земель, снятие и уничтожение почвенного и растительного покровов;

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от технологических процессов добычи, обогащения, транспортировки и хранения полезных ископаемых, а также перемещения вскрышных и вмещающих пород в отвалы;

- откачка и сброс шахтных и карьерных, а также производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод в водные объекты;

- размещение вскрышной породы и отходов обогащения на объектах размещения отходов;

- шум и вибрация от ведения буровзрывных и других видов работ.

Однако в этот период более активно и широко могут проявиться последствия предыдущих стадий освоения месторождения, причем не сразу, а по истечении времени:

- в случае прекращения водоотлива происходит поднятие уровня грунтовых вод, в результате чего возможны подтопление и заболачивание территории;

- выщелачивание химических компонентов из породных отвалов, хвостохранилищ и смыв их с поверхностными водами на прилегающие территории, либо миграция в водоносные горизонты, что приводит к загрязнению почв, поверхностных и подземных вод, источников водоснабжения;

- в атмосферу продолжает поступать метан, продукты окисления и неполного сгорания самовозгоревшихся углей и породы в отвалах, а также твердые частицы при сдувании с поверхности и уступов объектов размещения отходов, шахтные газы проникают в подвальные помещения зданий и сооружений;

- происходит активизация опасных инженерно-геологических процессов и явлений, таких как провалы, проседания, оползни, промоины, овражная эрозия, плоскостной смыв, заболачивание и др.;

- остаются значительные площади нарушенных земель, представляющие собой техногенный ландшафт с существенными перепадами высот.

Основные виды работ этапа ликвидации, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду:

- консервация и ликвидация горных выработок;

- демонтаж зданий и сооружений;

- тушение террикоников;

- рекультивация нарушенных земель;

- водоотлив;

- эксплуатация техники и оборудования.

При выполнении ликвидационных работ возможно загрязнение атмосферного воздуха твердыми (пыль) и газообразными (выхлопные газы, газы от горящих терриконигов) веществами, размещение отходов от демонтажа зданий и сооружений, образование загрязненного поверхностного стока и сброса шахтных вод в водные объекты, физические факторы воздействия.

Воздействие на окружающую среду при рекультивации отражено в 3.5.

Основные эмиссии этапа ликвидации:

- выбросы газообразных и твердых загрязняющих веществ;
- размещение отходов от демонтажа зданий и сооружений;
- шум, вибрация, электромагнитное излучение.

### **3.5 Воздействие при рекультивации**

Рекультивация, как текущая, так и на этапе ликвидации горнодобывающего предприятия (при полной отработке запасов), является природоохранным мероприятием и направлена на восстановление земель, нарушенных в процессе добычи полезных ископаемых и их обогащении.

При рекультивации нарушенных земель необходимо учитывать природно-климатические особенности территории, исторически сложившиеся и существовавшие ранее на месте горных выработок экосистемы, характеристики прилегающих территорий (особенности рельефа, видовой состав растительности, типы почв и пр.).

Основные виды работ, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду при рекультивации нарушенных земель:

- планировочные работы, формирование откосов, снятие, транспортирование и нанесение почв и плодородных пород на рекультивируемые земли;
- агротехнические и фитомелиоративные мероприятия по восстановлению плодородия нарушенных земель;
- эксплуатация техники и оборудования.

При выполнении рекультивационных работ возможно загрязнение атмосферного воздуха твердыми (пыль) и газообразными (выхлопные газы) веществами, переуплотнение и загрязнение формируемого плодородного слоя почвы и грунтов в результате движения техники. При разборе разбора терриконигов возможно самовозгорание углеродсодержащих пород и выброс в атмосферу газов и сажи. Внесение минеральных и органических удобрений

является физико-химическим фактором воздействия. Состав и объем вносимых удобрений зависит от агрохимических свойств формируемого корнеобитаемого почвенного слоя и видов применяемых культур.

Возможным негативным воздействием на окружающую среду при рекультивации может быть внедрение инвазивных видов флоры и фауны.

### **3.6 Основные эмиссии**

Основные эмиссии в окружающую среду, утрата природных ресурсов и другие факторы воздействия при добыче и обогащении полезных ископаемых, а также основные направления по снижению воздействия представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 — Воздействие на окружающую среду и направления по их снижению

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП					Этап строительства					Этап эксплуатации					Этап ликвидации			Направления по снижению воздействия				
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения	эксплуатация техники и оборудования		текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования
Основные эмиссии в окружающую среду:																							
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу																							
твердых веществ (пыли)	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	- Использование технологических и технических решений при добыче, в т. ч. ведении буровзрывных работ, и обогащении полезных ископаемых, способствующих сокращению

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП			Этап строительства				Этап эксплуатации						Этап ликвидации			Направления по снижению воздействия								
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок		операции по размещению отходов добычи и обогащения	эксплуатация техники и оборудования	текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель	
																									пылевыделения; - оснащение технологических процессов аспирацией и пылеочистным оборудованием; - использование укрытий в местах погрузки/разгрузки горной массы и (или) продукции, при транспортировке;

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП				Этап строительства				Этап эксплуатации							Этап ликвидации			Направления по снижению воздействия					
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения	эксплуатация техники и оборудования		текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
																								<p>- мероприятия по пылеподавлению, в т. ч. орошение дорог, уступов и пр. водой, использование специальных связующих веществ.</p>

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП				Этап строительства				Этап эксплуатации						Этап ликвидации			Направления по снижению воздействия						
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения		эксплуатация техники и оборудования	текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
Газообразных веществ		+	+		+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использование передовых технологий при производстве буровзрывных работ (взрывчатых веществ, технологии взрывания и т. д.);</li> <li>- использование передовых технологий по обогащению;</li> <li>- установка эффективного газоочистного оборудования;</li> </ul>

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП				Этап строительства				Этап эксплуатации						Этап ликвидации			Направления по снижению воздействия						
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения		эксплуатация техники и оборудования	текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
																								<ul style="list-style-type: none"> <li>- использование качественного топлива, перевод на газ техники и автотранспорта;</li> <li>- своевременные техническое обслуживание и текущий ремонт техники и автотранспорта;</li> <li>- использование современной техники, автотранспорта, оборудования.</li> </ul>

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП			Этап строительства					Этап эксплуатации						Этап ликвидации			Направления по снижению воздействия						
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения		эксплуатация техники и оборудования	текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
рудничных газов (метана)			+				+				+				+				+					- Применение технологий проветривания и дегазации горных выработок
Сбросы загрязненных сточных вод																								
шахтных и карьерных сточных вод				+					+						+									- Применение рациональных схем осушения горных выработок; - очистка сточных вод; - организация оборотного водоснабжения; - организация поверхностного стока.

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП					Этап строительства					Этап эксплуатации						Этап ликвидации				Направления по снижению воздействия			
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения	эксплуатация техники и оборудования	текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок		демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
Сточных вод от процесса обогащения												+												
Отходы																								
Отходы вскрышных и вмещающих пород		+	+				+				+													- Обратная засыпка отходов в выработанное пространство; - использование отходов; - организация мест

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП		Этап строительства				Этап эксплуатации						Этап ликвидации			Направления по снижению воздействия								
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок		дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения	эксплуатация техники и оборудования	текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
																								накопления и объектов размещения отходов в соответствии с требованиями законодательства, с исключением негативного воздействия на окружающую среду; - рекультивация объектов размещения отходов.

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП			Этап строительства					Этап эксплуатации						Этап ликвидации			Направления по снижению воздействия							
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения		эксплуатация техники и оборудования	текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель	
Отходы (хвосты) обогащения												+													<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использование отходов;</li> <li>- организация мест накопления и объектов размещения отходов в соответствии с требованиями законодательства, с исключением негативного воздействия на окружающую среду;</li> <li>- рекультивация объектов размещения отходов.</li> </ul>

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП					Этап строительства					Этап эксплуатации						Этап ликвидации			Направления по снижению воздействия				
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения	эксплуатация техники и оборудования	текущая рекультивация нарушенных земель		консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
Физические факторы воздействия: шум, вибрация, освещение, электромагнитное излучение	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	- Использование специальных акустических и архитектурно-планировочных мер; - использование специальных технологий ведения буровзрывных работ, позволяющих снизить воздействие физических факторов.

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП				Этап строительства				Этап эксплуатации						Этап ликвидации				Направления по снижению воздействия					
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения	эксплуатация техники и оборудования		текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
Утрата природного ресурса:																								
Уничтожение растительного покрова	+	+				+	+	+	+			+	+											- Минимизация вовлечения естественных ненарушенных территорий при добыче и обогащении полезных ископаемых за счет: - технологических и технических решений по отработке запасов
Уничтожение (погребение) почв	+	+				+	+	+	+			+	+			+								

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП					Этап строительства					Этап эксплуатации						Этап ликвидации			Направления по снижению воздействия				
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения	эксплуатация техники и оборудования	текущая рекультивация нарушенных земель		консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
Уничтожение (осушение) поверхностных водных объектов — малых рек, ручьев, прудов и пр.	+			+		+	+	+	+					+		+								(применение комбинированного способа отработки запасов и др.); - размещения отходов в выработанном пространстве, на нарушенных ранее территориях; - сокращения площадей объектов размещения отходов за счет использования отходов.

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП			Этап строительства				Этап эксплуатации						Этап ликвидации			Направления по снижению воздействия							
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок		операции по размещению отходов добычи и обогащения	эксплуатация техники и оборудования	текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
Утрата местообитаний																								<ul style="list-style-type: none"> <li>- проведение мероприятий по охране краснокнижных и редких видов растений и животных;</li> <li>- селективное снятие, складирование и использование плодородного и потенциально плодородного слоев почвы;</li> </ul>

Продолжение таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП				Этап строительства				Этап эксплуатации						Этап ликвидации				Направления по снижению воздействия					
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения	эксплуатация техники и оборудования		текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
																								<ul style="list-style-type: none"> <li>- перенос русел рек с соблюдением требований природоохранного законодательства за пределы участка производства работ;</li> <li>- рекультивация нарушенных земель;</li> </ul>

## Окончание таблицы 3.1

Воздействие на окружающую среду	Этап ГРП				Этап строительства				Этап эксплуатации						Этап ликвидации				Направления по снижению воздействия					
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	пробная добыча, погрузка и транспортировка горной массы	осушение разведочных горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	инженерная подготовка территории	ведение горно-капитальных работ	строительство площадных объектов	строительство линейных объектов	осушение горных выработок	эксплуатация техники и оборудования	вскрышные и добычные работы	обогащение полезного ископаемого	погрузка, транспортировка горной массы	осушение горных выработок	дегазация горных выработок	операции по размещению отходов добычи и обогащения	эксплуатация техники и оборудования		текущая рекультивация нарушенных земель	консервация/ликвидация горных выработок	демонтаж зданий и сооружений	эксплуатация техники и оборудования	рекультивация нарушенных земель
																								- компенсационные мероприятия по сохранению объектов животного и растительного мира, водных биологических ресурсов, охотничьих и лесных ресурсов, почв и местообитаний.

## Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий

Согласно ([2]), настоящий раздел должен содержать определение технологии в качестве НДТ для рассматриваемой отрасли промышленности в соответствии с утвержденными методическими рекомендациями по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии.

В настоящее время, взамен утративших силу, актуализированы и утверждены «Методические рекомендации по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии» (Приказ Министерства промышленности и торговли от 23 августа 2019 г. № 3134) ([30]), разработанные на основании «Правил определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» ([7]).

Данные «Методические рекомендации» следует применять при отсутствии согласованной позиции между членами ТРГ по вопросу отнесения рассматриваемой технологии к НДТ.

Помимо вышеуказанных «Методических рекомендаций» при определении технологии в качестве НДТ - для сравнительного анализа могут быть использованы международные справочники НДТ, соответствующая научная литература, статистические сборники, результаты научно-исследовательских и диссертационных работ, иные источники.

Согласно пункту 3 «Методических рекомендаций», рекомендуется проводить отнесение технологических процессов, оборудования, технических способов, методов к НДТ с учетом совокупности следующих критериев:

а) наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги либо уровень, соответствующий другим показателям воздействия на окружающую среду, предусмотренным международными договорами Российской Федерации;

б) экономическая эффективность внедрения и эксплуатации;

в) применение ресурсо- и энергосберегающих методов;

г) период внедрения;

д) промышленное внедрение технологических процессов, оборудования, технических способов, методов на 2 или более объектах в Российской Федерации,

оказывающих негативное воздействие на окружающую среду<sup>8</sup> и относящихся к области применения НДТ (далее - объект).

Данные критерии предусматривают определение НДТ прежде всего на основе сравнения удельных, а также иных показателей технологий в рамках одной отрасли (вида деятельности), одного вида продукции — например, среди предприятий по добыче угля или предприятий по обогащению меди и т. д., т. е. в рамках вертикальных справочников НДТ.

Настоящий справочник НДТ является горизонтальным, применим к широкому спектру различных технологических процессов по производству различных видов продукции. При этом удельные величины, характеризующие данные процессы, не могут быть сопоставимы между собой. Кроме того, степень детализации для горизонтальных справочников по определению меньше, чем для вертикальных. Поэтому настоящий справочник НДТ не содержит информации по количественным характеристикам, а определение отнесения технологии к наилучшим доступным технологиям основывается на качественных критериях.

В частности, при подготовке настоящего справочника НДТ были использованы следующие подходы:

1) Применение наилучших доступных технологий направлено на комплексное предотвращение и (или) минимизацию негативного воздействия на окружающую среду ([1]).

2) К областям применения наилучших доступных технологий могут быть отнесены хозяйственная и (или) иная деятельность, которая оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду, и технологические процессы, оборудование, технические способы и методы, применяемые при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности ([1]).

3) Определение технологических процессов, оборудования, технических способов, методов в качестве наилучшей доступной технологии для конкретной области применения осуществляется уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти, который создает технические рабочие группы, включающие экспертов заинтересованных

---

<sup>8</sup> В случаях, когда количество объектов в Российской Федерации составляет менее 2-х, рекомендуется в качестве референтных объектов, демонстрирующих промышленное внедрение технологических процессов, оборудования, технических способов, использовать зарубежные производственные площадки, относящиеся к области применения НДТ.

федеральных органов исполнительной власти, государственных научных организаций, некоммерческих организаций, в том числе государственных корпораций ([1]).

4) Информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям разрабатываются с учетом имеющихся в Российской Федерации технологий, оборудования, сырья, других ресурсов, а также с учетом климатических, экономических и социальных особенностей Российской Федерации. При их разработке могут использоваться международные информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям ([1]).

На основе вышеизложенного, в целях настоящего справочника НДТ технологии оцениваются экспертно, определение НДТ производится на основании следующих качественных критериев:

а) минимизация воздействия на окружающую среду:

- применение следующих технологических и (или) технических, организационных решений, позволяющих снизить негативное воздействие на окружающую среду, в т. ч. эмиссии:

1) минимизация потерь полезных ископаемых в недрах посредством технологий комплексного освоения ресурсов недр с использованием попутно добываемых полезных ископаемых и ресурсов, добычи полезных ископаемых и полезных компонентов из отходов недропользования, в том числе из вскрышных и вмещающих горных пород, глубокой переработки сырья;

2) наличие современного высокоэффективного оборудования и технологий по очистке сточных вод и выбросов загрязняющих веществ;

3) применение мер по снижению выделения и выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

4) наличие систем оборотного водоснабжения, бессточных систем;

5) применение технологий производства буровзрывных работ, направленных на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду;

6) использование технологических отходов, отходов недропользования, в том числе вскрышных и вмещающих горных пород;

7) обустройство объектов размещения отходов недропользования, в том числе вскрышных и вмещающих горных пород, минимизирующее воздействие на окружающую среду;

## ИТС 16-2023

8) проведение горных работ с обязательными проектными решениями по рекультивации нарушенных земель, в том числе с использованием вскрышных и вмещающих горных пород;

- применение технологий организационно-управленческого и организационно-технического характера - внедрение эффективных систем экологического менеджмента;

- организация систем эффективного производственного экологического контроля и экологического мониторинга, в том числе на основе ГИС технологий;

б) применение ресурсо- и энергосберегающих методов;

в) экономическая эффективность внедрения и эксплуатации - применение технологий, капитальные и текущие затраты на которые являются оправданными и минимальными;

г) с точки зрения периода внедрения - применение технологий, для внедрения которых необходимы минимальные временные затраты;

д) с точки зрения промышленного внедрения на 2 и более объектах по добыче и обогащению полезных ископаемых в Российской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Определение наилучших технологий производилось на основании:

- опыта экспертов, принимавших участие в разработке настоящего справочника НДТ в указанной области (охрана окружающей среды, организация систем экологического менеджмента, систем производственного экологического контроля и мониторинга, технология добычи, обогащения и переработки отходов недропользования, в том числе вскрышных и вмещающих горных пород);

- сбора и анализа имеющейся в общем доступе информации по применению на горнодобывающих предприятиях современных передовых технологических и технических решений (Интернет, периодические специализированные, в т. ч. отраслевые издания горнопромышленного профиля;

- анализа материалов справочников НДТ и наилучших практик в смежных и (или) схожих отраслях ([8]), ([31]) - ([35]));

- данных анкетирования горнодобывающих предприятий, проведенного в период май - июнь 2023 года;

- сбора и анализа информации о перспективных технологиях и технических решениях: материалы специализированных изданий, патентный поиск и т. д.

По результатам анализа собранной информации был сформирован предварительный список наилучших технологий в рамках области применения настоящего справочника НДТ.

Поскольку настоящий справочник НДТ носит «горизонтальный» характер, то он не содержит конкретной информации о технологиях, в том числе о затратах на внедрение и эксплуатацию той или иной технологии, периоде внедрения, энерго- и ресурсоемкости.

В связи с этим оценка технологий по вышеуказанным критериям производилась методом экспертных оценок, на основе обобщенных данных о группах технологий. Там, где это было возможно, результаты оценки уточнялись по данным анкетирования горнодобывающих предприятий.

Таким образом, из предварительного перечня наилучших технологий были исключены те, которые не соответствовали принципу «доступности», и внедрение которых экономически нецелесообразно и/или требует значительных временных затрат, является энерго- или ресурсоемким.

Оценка технологий по критерию «промышленное внедрение на 2 и более объектах в Российской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» производилась по данным анкетирования, а также на основании анализа информации в общем доступе (сайты горнодобывающих предприятий, специализированные периодические издания).

В итоге были определены наилучшие доступные технологии для горнодобывающей промышленности с учетом области применения и степени детализации вследствие межотраслевого («горизонтального») характера справочника НДТ.

Для оценки возможности применения НДТ на конкретном предприятии определены ограничения, связанные с:

- особенностями технологического процесса;
- техническими возможностями обустройства и конструктивными особенностями производственных объектов;
- геологическими особенностями и климатическими, и иными местными условиями;
- требованиями правил технической безопасности ведения горных работ;
- лицензионными условиями на недропользование;
- качеством (составом) и количеством эмиссий;
- наличием и удаленностью потребителей побочной продукции или ресурсов.

## **ИТС 16-2023**

Ключевые риски и проблемы использования вскрышных и вмещающих горных пород:

- правильность определения и точность допустимых отклонений объема образования и использования вскрышных пород;
- соблюдение требований по отдельному хранению вскрышных пород, подлежащих использованию для добычи ПИ и ПК и для иных целей;
- создание и эксплуатация объектов хранения вскрышных пород и объектов размещения отходов и нарушение требований по их размещению;
- низкая востребованность вскрышных пород третьими лицами;
- отсутствие рентабельной технологии использования вскрышных пород (добыча ПИ и ПК);
- нарушение условий технического проекта и сроков использования вскрышных пород с последующим введением повышающего коэффициента при начислении платы за размещение отходов;
- риски постановки всего объема вскрышных пород на государственный баланс как полезного ископаемого с увеличением в несколько раз налога на добычу полезных ископаемых;
- необходимость создания стимулов и механизмов, позволяющих использовать в полном объеме вскрышные породы и максимально вовлекать отходы недропользования в хозяйственный оборот.

## Раздел 5. Наилучшие доступные технологии

### 5.1 НДТ организационно-управленческого характера

#### НДТ 5.1.1 Внедрение эффективных систем экологического менеджмента (СЭМ)

Эффективное управление природоохранной деятельностью на предприятии является одним из наиболее значимых инструментов для минимизации негативного воздействия горнодобывающего предприятия на окружающую среду, наряду с технологическими и техническими мерами.

НДТ предусматривает внедрение эффективной системы экологического менеджмента (СЭМ) на горнодобывающем предприятии.

Нормативно-правовая база Российской Федерации содержит детальные рекомендации по организации эффективных систем управления охраной окружающей среды на предприятиях -систем экологического менеджмента (СЭМ) в соответствии:

- со стандартами 130 14001:2015/ГОСТ Р ИСО 14001-2016<sup>9)</sup> ([36])
- ГОСТ Р ИСО 19011-2012 ([37]);

Указанные документы устанавливают перечень элементов эффективной системы экологического менеджмента, процедуры и последовательность действий предприятия по организации эффективного управления экологическими вопросами, а также по организации взаимодействия с общественностью и другими заинтересованными сторонами.

Согласно данному подходу - эффективная система экологического менеджмента имеет следующие взаимосвязанные структурные элементы:

- утвержденная экологическая политика;
- утвержденные цели и задачи по охране окружающей среды;
- процедуры идентификации и оценки экологических аспектов;
- персонал, ответственный за поддержание системы экологического менеджмента (обучение);
- управление операциями;

---

<sup>9)</sup> В 1998 году Госстандартом был опубликован аутентичный стандарту ISO 14001 текст на русском языке в качестве национального ГОСТ Р ИСО 14001—98. ГОСТ пересмотрен в 2015 году, актуальный документ — ГОСТ Р ИСО 14001—2016 ([36])

## **ИТС 16-2023**

- документационное обеспечение системы экологического менеджмента;
- оценка результатов деятельности (мониторинг, измерение, анализ и оценка, внутренний аудит, анализ со стороны руководства);
- система учета мнений заинтересованных сторон (общественность, государственные надзорные органы, инвесторы, поставщики, подрядчики и т. д.);
- корректирующие и предупреждающие действия.

Основным принципом оценки эффективности функционирования системы является обеспечение фактического непрерывного улучшения (результативности) природоохранной деятельности и снижения негативного воздействия на окружающую среду, начиная с наиболее значимых экологических аспектов.

Система экологического менеджмента может быть интегрирована в систему менеджмента качества (СМК), с созданием или без интегрированной системы менеджмента (ИСМ).

Организация системы экологического менеджмента в соответствии с вышеуказанными документами добровольна. При этом внедрение СЭМ, организованных по данному принципу, зарекомендовало себя в качестве эффективной системы в России и в мировом сообществе.

В случае необходимости предприятие может сертифицировать СЭМ, обратившись в сертификационный орган. Сертификация системы экологического менеджмента дает предприятию ряд преимуществ на рынке, а иногда и является прямым требованием потребителей и/или поставщиков, инвесторов и кредиторов. Затраты на внедрение СЭМ, как правило, находятся в рамках текущих расходов предприятия. При этом НДТ может иметь значительный эколого-экономический эффект.

### **НДТ 5.1.2 Внедрение системы энергоменеджмента**

Система энергоменеджмента предусматривает:

- разработку и актуализацию энергетической политики;
- обученный персонал, ответственный за энергетический менеджмент;
- наличие соответствующих ресурсов;
- определение области применения и границ, относящихся к системе энергетического менеджмента;
- разработку целей и задач;
- обеспечение соответствия показателей энергетической результативности предприятия поставленным целям и задачам в области энергетики;

- обеспечение долгосрочного планирования энергетической результативности;

- обеспечение измерения и регистрации результатов через определенные интервалы времени;

- проведения анализа со стороны руководства с целью идентификации, определения приоритетов для улучшения энергетической результативности (определение потенциальных источников энергии, возможности использования возобновляемых источников энергии и других альтернативных источников энергии, таких как вторичные энергоресурсы);

- анализ использования и потребления электрической энергии и тепла;

- идентификацию области значительного использования электрической энергии и тепла.

Управление системой потребления энергетических ресурсов способствует уменьшению выбросов в атмосферу парниковых газов и других воздействий на окружающую среду, а также уменьшению затрат на энергообеспечение.

### **НДТ 5.1.3 Проведение инженерно-экологических изысканий**

Инженерно-экологические изыскания (ИЭИ) выполняются в соответствии с СП «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» ([38]).

НДТ предусматривает учет следующих аспектов проведения ИЭИ:

- качественное выполнение исследований состояния компонентов окружающей среды территории ведения намечаемых работ с учетом особенностей территории и специфики месторождения, с целью определения оптимальных направлений сохранения природных ресурсов в процессе ведения горных работ;

- выполнение исследований состояния природной среды в период, достаточный для получения репрезентативных данных о компонентах окружающей среды (выбор сезонности и продолжительности работ осуществляется в каждом конкретном случае и зависит от рассматриваемой территории);

- привлечение профильных квалифицированных специалистов к выполнению исследований в рамках изысканий;

- включение в состав отчета об инженерно-экологических изысканиях характеристики социально-экономических условий на территории в районе планируемой деятельности, в т. ч. условий водоснабжения и водопотребления населения, памятных и священных объектов для местных сообществ;

## **ИТС 16-2023**

- представление аналитических выводов для дальнейшего проектирования, направлений для разработки природоохранных мероприятий и иных компенсационных мер.

НДТ способствует сокращению возможных финансовых и других рисков недропользователя в будущем (дополнительные расходы на корректировку проектной документации, изменение проектных решений, либо на снижение экологических и социальных рисков на этапе эксплуатации предприятия); сохранению экосистем, редких и исчезающих видов растений и животных, и др.

### **НДТ 5.1.4 Выполнение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС)**

Процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) регламентирована Требованиями к материалам оценки воздействия на окружающую среду ([39]).

Материалы оценки воздействия на окружающую среду разрабатываются в целях обеспечения экологической безопасности и охраны окружающей среды, предотвращения и (или) уменьшения воздействия планируемой (намечаемой) хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и связанных с ней социальных, экономических и иных последствий, а также выбора оптимального варианта реализации такой деятельности с учетом экологических, технологических и социальных аспектов или отказа от деятельности. В материалах оценки воздействия на окружающую среду обеспечивается выявление характера, интенсивности и степени возможного воздействия на окружающую среду планируемой (намечаемой) хозяйственной и иной деятельности, анализ и учет такого воздействия, оценка экологических и связанных с ними социальных и экономических последствий реализации такой деятельности и разработка мер по предотвращению и (или) уменьшению таких воздействий с учетом общественного мнения.

Результаты ОВОС являются основой для разработки проектных решений.

НДТ предусматривает:

- выполнение ОВОС на наиболее ранних стадиях (предпроектной) реализации намечаемой деятельности по строительству горнодобывающего предприятия;

- качественную проработку альтернативных вариантов (в отличие от практикуемого формального подхода);

- соответствие технологических процессов по уровню воздействия на окружающую среду требованиям наилучших доступных технологий, для объектов I категории;

- качественное и точное выполнение процедур по обеспечению общественного участия в процедуре ОВОС, включая подготовку документации, выкладываемой на общественный доступ, в понятном формате;

- подробный учет социально-экономической составляющей, учет интересов заинтересованных сторон (в т. ч. местных общин).

Для предприятия качественное выполнение ОВОС обеспечит не только соблюдение требований законодательства, но и снижение в будущем возможных рисков непрогнозируемой деградации экосистем, а также социальных и репутационных рисков.

#### **НДТ 5.1.5 Организация взаимодействия с местным сообществом**

В настоящее время регламентированное взаимодействие предприятий с общественностью осуществляется в формате ОВОС, ГЭЭ, СЭМ на предпроектной и проектной стадиях, а также в процессе деятельности предприятия.

НДТ предусматривает организацию эффективного взаимодействия с общественностью на всех этапах жизненного цикла предприятия.

Основные принципы организации эффективного взаимодействия с общественностью:

1) Обеспечение прозрачности деятельности предприятия в области охраны окружающей среды для общественности:

а) доведение до местного сообщества результатов производственного экологического контроля на границе СЗЗ;

б) информирование об изменениях в структуре производства, мощности производства;

в) информирование об аварийных ситуациях, их последствиях для окружающей среды и населения, а также о деятельности по ликвидации последствий;

г) информирование населения о планах природоохранных мероприятий и результатах их выполнения;

д) информирование о деятельности предприятия в области охраны окружающей среды за отчетный период.

## ИТС 16-2023

Данная информация может быть доведена до общественности посредством размещения информации на сайте предприятия, а также публикации в СМИ (в т. ч. Интернет).

2) Организация «обратной связи» в виде:

а) форм обратной связи на сайте предприятия;

б) предоставления контактной информации для приема обращений (замечаний, предложений и жалоб) от общественности - фамилия, имя и отчество ответственного за прием обращений, телефон/факс, электронная почта, почтовый адрес;

в) ведения журнала учета обращений (замечаний, предложений и жалоб) от общественности.

3) В случаях нового строительства, реконструкции, расширения производства и т. д. - организация консультаций с общественностью, с целью сбора и, по возможности, учета общественного мнения при принятии решений.

С точки зрения наилучших практик по организации взаимодействия с местным сообществом в рамках СЭМ рекомендуется:

- разрабатывать внутренние документы, процедуры по организации взаимодействия, «обратной связи» с местным сообществом, по результатам работы в отчетном периоде пересматривать эффективность данной процедуры, при необходимости вносить изменения и актуализировать ее;

- распределять полномочия на предприятии, выделять ресурсы (вплоть до создания отдельного подразделения) для организации системы внешних коммуникаций;

- организация проведения этнологической экспертизы территорий проживания КМНС, на которые осуществляется воздействие горнопромышленной деятельности;

- размещать в открытом доступе информацию о способах взаимодействия компании или предприятия с местным сообществом, информацию об учете мнения заинтересованной общественности;

- размещать в открытом доступе информацию о значимых воздействиях деятельности предприятия на окружающую среду и информацию о деятельности предприятия по смягчению этих воздействий.

Учет мнений общественности относительно уязвимости экосистем, необходимости сохранения их компонентов на конкретных территориях и в конкретных объемах позволяет предусмотреть в составе проектных решений по

строительству и эксплуатации предприятий возможности сохранения окружающей среды на территории присутствия горнодобывающего предприятия.

#### **НДТ 5.1.6 Создание и поддержание особо охраняемых территорий в качестве компенсационных мероприятий**

Разработка компенсационных мероприятий предусматривается в рамках проектной документации — раздела «Перечень мероприятий по охране окружающей среды».

НДТ предусматривает создание и поддержание особо охраняемых территорий в качестве компенсационных мероприятий в случаях, когда совокупность предусмотренных проектом строительства природоохранных и компенсационных мероприятий не может обеспечить сохранение местных популяций редких и исчезающих видов, уникальных биоценозов.

Создание охраняемых природных территорий является самым эффективным способом соблюдения баланса между природными и техногенными компонентами окружающей среды.

Работы компании или предприятия при этом могут заключаться в следующем:

- поиск специализированных организаций и экспертов для привлечения к исследовательским и проектным работам;
- консультации со специализированными организациями и экспертами, государственными контролирующими и надзорными органами, местными и региональными властями;
- проведение либо финансирование проведения исследований компонентов окружающей среды (растительного покрова, животного мира и т. д.);
- разработка либо финансирование разработки проекта создания особо охраняемой природной территории, его согласование с заинтересованными сторонами и проведение государственной экологической экспертизы;
- финансирование работ по поддержке ООПТ после ее утверждения.

#### **НДТ 5.1.7 Разработка графиков проведения взрывных работ с учетом специфики территории расположения предприятия**

НДТ предусматривается, учет особенностей территории при разработке графиков проведения взрывных работ, в частности:

## **ИТС 16-2023**

- учет периодов размножения, гнездования, нереста представителей охотничье- промысловых, ценных и угрожаемых видов фауны;

- учет периодов миграции животных.

Кроме того, в связи с тем, что проведение взрывных работ является наиболее значимым воздействием для окружающей среды и населения, проживающего в зоне влияния горнодобывающего предприятия, НДТ предусматривается оптимизация графиков проведения взрывных работ с учетом особенностей уклада жизни населения, местных обычаев, традиций, праздников в дополнение к установленным требованиям по соблюдению предельно допустимых уровней шума, сейсмического воздействия и пр. в дневное и ночное время.

### **НДТ 5.1.8 Повышение квалификации персонала**

Предотвращение негативного воздействия на окружающую среду во многом зависит от правильного ведения технологического процесса, выполнения технологических и иных производственных операций, а также надлежащего уровня информированности персонала в области экологической безопасности, соответствующего выполняемым работам и уровню ответственности.

НДТ предусматривает регулярное повышение квалификации персонала для качественного выполнения работ и осознания своей роли в процессе охраны окружающей среды. Для этого необходимо разработать стандарт организации по процессу обучения персонала, который должен предусматривать:

- графики обучения, программы повышения квалификации персонала (стажировки, переподготовки);

- проведение специализированных мероприятий (день, неделя, месячник) направленных на повышение информированности и ответственности персонала;

- проведение обучения на базе учебных заведений, имеющих соответствующие лицензии в области образования;

- проведение периодической проверки знаний персонала.

### **НДТ 5.1.9 Выбор подрядчиков, взаимодействие с ними**

НДТ предусматривает включение в критерии отбора при проведении тендеров на осуществление различных видов работ, помимо обычных требований, учет экологической и социальной ответственности подрядчиков:

- наличие установленных в подрядной организации принципов экологической и социальной ответственности (экологическая политика, система экологического

менеджмента и (или) наличие ее элементов, политики или иные документы в области социальной ответственности);

- предъявление требований к товарам и услугам по контролю углеродного следа;

- отсутствие экологических правонарушений, превышений установленных нормативов выбросов, отходов, сбросов;

- отсутствие судебных разбирательств, связанных с охраной окружающей среды и (или) с конфликтами с общественностью.

Помимо этого, необходимо включение в состав договоров и технических заданий на выполнение работ требований по соблюдению норм природоохранного законодательства, а также иных требований (внутренние требования Компании-заказчика) в области экологической и социальной ответственности.

В процессе выполнения работ подрядной организацией на территории предприятия НДТ предусматривает осуществление контроля со стороны предприятия за выполнением подрядной организацией природоохранных требований.

## **5.2 НДТ организационно-технического характера**

### **НДТ 5.2.1 Применение современных экологичных материалов и оборудования для производства работ**

НДТ предусматривает:

- применение современного экологичного горнотранспортного оборудования и материалов при производстве работ;

- проведение своевременного технического осмотра и плановых ремонтов горнотранспортного оборудования, машин и механизмов;

- выполнение периодической оценки соответствия материально-технической базы предприятия современному уровню - сравнение видов применяемого оборудования и материалов с лучшими аналогами, и, по мере возможности, переоснащение предприятия.

Современные материалы и техника, как правило, обладают лучшими экологическими характеристиками, и их применение, в целом приводит к снижению эмиссий и меньшему воздействию на окружающую среду.

### **НДТ 5.2.2 Оптимизация технологических процессов**

НДТ предусматривает оптимизацию технологических процессов, включая:

- оптимизацию грузопотоков (снижение выбросов вредных веществ, уровня шума, вибрации и других факторов беспокойства для населения и объектов животного мира);
- распределение технологических процессов в объеме и во времени (снижение уровня шума и максимально-разовых выбросов загрязняющих веществ);
- оптимизацию проведения взрывных работ (снижение уровня шума, вибрации и максимально-разовых выбросов загрязняющих веществ);
- организацию защитных мероприятий (технологических, технических), направленных на снижение вредного воздействия для населения и объектов животного мира.

### **НДТ 5.2.3 Автоматизация технологических процессов**

НДТ предусматривает применение автоматизированных систем управления технологическими процессами и параметрами добычи и обогащения полезных ископаемых и использования отходов производства, в том числе вскрышных и вмещающих горных пород, позволяющих более точно регулировать технологические режимы работы оборудования, оптимизировать состав продукта, контролировать транспортировку сырья и горной массы.

## **5.3 НДТ в области энергосбережения и ресурсосбережения**

Базовые принципы энергосбережения установлены в системе национальных стандартов ГОСТ Р Ресурсосбережение ([40], [41]).

### **НДТ 5.3.1 Снижение потребления энергетических ресурсов при обогащении полезных ископаемых**

Управление потреблением энергии и энергоэффективностью с целью сокращения расхода топливно-энергетических ресурсов в процессах добычи и обогащения полезных ископаемых путем:

- организация надлежащей системы учета потребления энергоресурсов;
- оптимизации технологических процессов;
- сокращение потребления воды в технологических процессах;

- применение эффективных систем транспортировки горной массы на обогатительную фабрику;
- применение эффективных светодиодных светильников для освещения цехов.

### **НДТ 5.3.2 Сокращение энергопотребления в процессах добычи и обогащения полезных ископаемых**

НДТ предусматривает реализацию следующих технологических подходов:

- формирование системы мониторинга энергопотребления;
- проведение энергетического аудита основных технологических операций;
- применение современного энергоэффективного оборудования, модернизация действующего оборудования, автоматизация систем и элементов управления для повышения энергоэффективности;
- использование автоматических средств измерения и учета энергоресурсов (газ, электроэнергия, расход свежей воды и др.);
- применение специальных технических мероприятий, направленных на сокращение потерь тепловой энергии;
- обучения персонала основам организации энергопотребления.

### **НДТ 5.3.3 Минимизация потерь полезных ископаемых в недрах**

Минимизация потерь полезных ископаемых в недрах путем реализации, если применимо, следующих мероприятий:

- эффективных технологий разведки, в том числе эксплуатационной, доразведки полезных ископаемых и сопутствующих компонентов;
- обоснования запасов полезных ископаемых с учетом прогрессивных технологий их обогащения и переработки;
- технологий предварительного воздействия на продуктивные пласты для снижения горных рисков и потерь полезных ископаемых;
- эффективных способов разработки месторождения и технологических решений по ведению горных работ с целью снижения эксплуатационных потерь полезного ископаемого;
- использование компьютерной модели прогнозирования и проектирования формы развала и распределения полезных компонентов при производстве взрывных работ;
- процессов предварительного обогащения;

## **ИТС 16-2023**

- специальных технологий переработки и вовлечения в хозяйственный оборот пород вскрыши.

Применение НДТ способствует рациональному и бережному использованию ресурсов недр.

### **НДТ 5.3.4 Максимально полное извлечение ценных компонентов из добываемого полезного ископаемого**

Применение технологий исследования физико-химических свойств и состава полезных ископаемых с формированием оптимальных параметров их переработки и обогащения, технологических и технических решений, специального оборудования и др., позволяющих максимально полно извлекать ценные компоненты из добываемого полезного ископаемого, сократить потери ценных компонентов с отходами.

Применение НДТ способствует рациональному и бережному использованию природных ресурсов (полезных ископаемых).

### **НДТ 5.3.5 Извлечение сопутствующих компонентов на основе определения кондиций**

Применение способов обогащения полезных ископаемых, технологических и технических решений, специального оборудования и др., позволяющих извлекать сопутствующие компоненты из недр, горной массы и (или) отходов добычи и обогащения на основе определения кондиций (см. также НДТ 5.8.13).

Применение НДТ способствует комплексному использованию природных ресурсов (полезных ископаемых).

### **НДТ 5.3.6 Использование хвостов обогащения на основе определения кондиций**

Использование хвостов обогащения для:

- доизвлечения ценных основных и сопутствующих компонентов;
- производства строительных материалов;
- при проведении рекультивационных работ, в том числе для производства материалов для рекультивации.

Применение НДТ способствует комплексному использованию природных ресурсов (полезных ископаемых), снижению негативного воздействия на компоненты окружающей среды от объектов размещения отходов.

### **НДТ 5.3.7 Сокращение потерь полезных ископаемых при транспортировке**

Использование специальных технических мероприятий, направленных на сокращение потерь полезных ископаемых при транспортировке, таких как:

- укрытия железнодорожных вагонов и кузовов автотранспорта;
- контроль и обеспечение целостности вагонов и запорных механизмов;
- закрытые конвейеры, пневматический и другие виды закрытого транспорта;
- устройства и установки для выравнивания и уплотнения верхнего слоя грузов при транспортировке в железнодорожных вагонах и др.

Применение НДТ способствует рациональному и бережному использованию природных ресурсов (полезных ископаемых), сокращению выбросов пыли в атмосферу.

### **НДТ 5.3.8 Сокращение забора воды из природных источников**

Сокращение забора свежей воды из природных источников при добыче и обогащении полезных ископаемых путем применения следующих технологических подходов:

- применение систем оборотного водоснабжения;
- создание (модернизация) биологических очистных сооружений с внедрением НДТ доочистки сточных вод до требуемых показателей;
- селективная откачка шахтных и карьерных вод исходя из их качественных характеристик;
- использования шахтных и карьерных вод, вторичное использование технологической воды в производственных процессах;
- сбор и использование поверхностных сточных вод, если применимо.

Применение автоматизированных систем управления подачи воды позволяет осуществлять бесперебойную подачу воды из различных источников в требуемом объеме и необходимого качества, что позволяет сократить расход свежей воды.

НДТ позволяет сократить изъятие водных ресурсов, сброс сточных вод и связанные с ними негативные воздействия на компоненты окружающей среды.

## **5.4 НДТ в области производственного контроля**

### **НДТ 5.4.1 Производственный контроль**

НДТ заключается в осуществлении производственного контроля за основными параметрами технологических процессов и операций, параметрами воздействия на компоненты окружающей среды, согласно технологических регламентов предприятия и утвержденных в надзорных органах графиках контроля с применением визуального контроля, а также систем инструментального и автоматизированного контроля для источников и веществ, определенных нормативными актами регулятора.

### **НДТ 5.4.2 Производственный экологический мониторинг**

НДТ предусматривает проведение производственного экологического мониторинга с использованием ГИС технологий в районе расположения предприятия, предусмотренного лицензионными условиями пользования недрами, в том числе может включать:

- мониторинг состояния и загрязнения атмосферного воздуха;
- мониторинг состояния и загрязнения поверхностных и подземных вод;
- мониторинг состояния и загрязнения земель и почв;
- мониторинг образования и селективного складирования пород вскрыши и отходов производства;
- мониторинг состояния и загрязнения недр;
- мониторинг состояния и загрязнения растительного и животного мира (включая биоресурсы и среду их обитания).

НДТ позволяет проводить комплексную оценку состояния окружающей среды и прогнозировать его изменения под воздействием природных и (или) антропогенных факторов для своевременной разработки мероприятий, позволяющих предотвращать и сокращать негативные воздействия хозяйственной деятельности по добыче и обогащению полезных ископаемых на окружающую среду.

## **5.5 НДТ в области минимизации негативного воздействия на атмосферный воздух**

### **НДТ 5.5.1 Организация хранения, перегрузки и транспортировки горной массы и полезного ископаемого**

Организация хранения, погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки горной массы и полезного ископаемого осуществляется с применением следующих технологических подходов:

- организация хранения, перегрузок и перевозок, обеспечивающих минимизацию попадания пылящих материалов в окружающую среду;
- сокращение числа промежуточных узлов и мест перегрузок;
- использование устройств, установок для выравнивания и уплотнения верхнего слоя пылящих грузов в железнодорожных вагонах.

НДТ позволяет минимизировать выбросы твердых веществ в атмосферу от процессов хранения, перегрузки и транспортировки пылящих материалов. Сокращает потери груза от выдувания мелких фракций при перевозках (см. также НДТ 5.3.7).

### **НДТ 5.5.2 Орошение пылящих поверхностей**

С целью сокращения пыления поверхностей рабочих забоев, дорожного полотна, складов, породных отвалов, сухих пляжей хвостохранилищ, земель, подлежащих рекультивации, сдувания и уноса материала при перевозке в открытых вагонах и др. в теплый сухой период года осуществляется их орошение и укрепление внешнего слоя пылящих поверхностей путем применения:

- систем пылеподавления водяным орошением с использованием поливочных машин, установок, распылителей;
- систем пылеподавления, если применимо, пылесвязывающими жидкостями (растворами неорганических и органических веществ, ПАВ, полимерными веществами, эмульсиями и другими химическими реагентами), создающих на поверхности обрабатываемого материала утолщенную эластичную и долговременную корку.

Использование на действующих гидроотвалах и хвостохранилищах системы равномерно распределенных пульпопроводов.

## **ИТС 16-2023**

НДТ позволяет снизить выбросы пыли в атмосферный воздух. Снижение выбросов (пыления) при гидрообеспыливании или орошении пылесвязывающими жидкостями составляет 85 % - 90 %. При использовании пылесвязывающих жидкостей поверхность и структура обрабатываемых площадей становится стойкой к ветровой эрозии, обладает высокой морозостойкостью и стойкостью к агрессивным средам. Увлажнение дорожного полотна не только снижает пылеобразование, но и уплотняет полотно дороги, что предотвращает ветровую эрозию.

### **НДТ 5.5.3 Укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ**

Применение скального грунта, грубодробленной пустой породы, в том числе вскрышных и вмещающих пород, при укреплении откосов ограждающих дамб хвостохранилищ, с целью сокращения площади пылящей поверхности (см. также НДТ 5.8.2).

### **НДТ 5.5.4 Рекультивация пылящих поверхностей**

Озеленение пылящих поверхностей (откосов породных отвалов, терриконов) — посев трав и саженцев на неиспользуемых территориях с целью закрепления внешнего слоя пылящих поверхностей, сокращения площади неорганизованных источников пыления (см. также НДТ 5.9.1).

Применение НДТ способствует защите пылящих поверхностей от ветровой эрозии, сокращению площади неорганизованных источников пыления.

### **НДТ 5.5.5 Применение современных методов очистки выбросов от пыли**

Оборудование пылеобразующих операций аппаратами очистки выбросов.

Применение современных высокоэффективных технологий очистки выбросов, таких как очистка запыленного воздуха в установках сухой очистки газов (циклоны, пылесадительные камеры, тканевые (рукавные) фильтры, электрофильтры), применение аппаратов мокрой очистки (скрубберы Вентури и другие), использование многоступенчатой очистки, обеспечивающие степень очистки 90 % — 99,99 %.

НДТ позволяет сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 90 % — 99,99 %.

### **НДТ 5.5.6 Снижение выбросов в атмосферу при производстве буровзрывных работ**

Снижение пылевых и газовых выбросов при бурении скважин и производстве массовых взрывов предусматривает применение следующих технологических подходов:

- внедрение и оснащение буровой техники средствами эффективного пылеподавления и пылеулавливания в процессе бурения технологических скважин;
  - внедрение и оснащение буровой техники автоматизированными системами управления буровзрывными работами;
  - применение технологий гидрообеспыливания (гидрозабойка взрывных скважин);
  - использование забоечного материала с минимальным удельным пылеобразованием;
  - орошение зоны выпадения пыли из пылегазового облака водой или пылесмачивающими добавками;
  - применение системы электронного инициирования взрывов;
  - применение неэлектрических систем взрывания;
  - внедрение компьютерных технологий моделирования и проектирования рациональных параметров буровзрывных работ;
  - применение взрывчатых веществ с нулевым кислородным балансом (эмульсионные взрывчатые вещества и др.);
  - использование безвзрывной технологии разработки крепких горных пород.
- НДТ позволяет снизить удельный расход взрывчатых веществ, сократить выбросы пыли и газообразных продуктов взрыва.

### **5.6 НДТ в области минимизации негативного воздействия физических факторов**

#### **НДТ 5.6.1 Снижение уровня шума и вибрации при производстве горных работ**

Снижение акустического воздействия и вибрации на человека и окружающую среду предусматривает применение следующих подходов:

- звукоизоляцию шумящего оборудования, применение звукопоглощающих конструкций;

## **ИТС 16-2023**

- виброизоляцию оборудования и механизмов, исключение резонансных режимов работы;

- ограничение продолжительности работы и рассредоточение по времени работы техники с высоким уровнем шума, организация и управление транспортными потоками;

- внедрение на карьерах со значительными грузопотоками и существенной глубиной ведения горных работ циклично-поточной технологии на базе высокопроизводительных, технологичных и эффективных технических средств: крутонаклонных конвейеров, передвижных дробильно-перегрузочных пунктов, модульных межступенных перегружателей;

- шумозащитное озеленение (высадка деревьев в защитных лесополосах).

НДТ позволяет минимизировать негативное воздействие шума и вибрации на окружающую среду, население, создать безопасные и комфортные условия труда работающих.

### **НДТ 5.6.2 Снижение уровня шума и вибрации при производстве взрывных работ**

Снижение воздействия физических факторов на окружающую среду при производстве взрывных работ предусматривает применение следующих технологических подходов:

- установка защитных устройств для гашения ударных воздушных волн;

- использование рациональной технологии взрывных работ, применение систем электронного инициирования взрывов, неэлектрического взрывания при производстве взрывных работ;

- прекращение буровзрывных работ в ночное время при нахождении населенных пунктов в зоне влияния горных работ;

- установление периода производства взрывных работ с учетом метеоусловий, экологической обстановки и природных биологических ритмов (нерест, гнездование, миграции и т. п.) в зоне производства работ (см. также НДТ 5.1.6);

- использование безвзрывной технологии разработки крепких горных пород.

НДТ позволяет снизить интенсивность ударных воздушных волн и сейсмическое действие производимых массовых взрывов.

## **5.7 НДТ в области минимизации негативного воздействия на водные ресурсы**

Базовые принципы очистки сточных вод рассмотрены в справочниках НДТ ИТС 8-2022 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» и ИТС 10-2019 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» ([33], [34]).

### **НДТ 5.7.1 Управление водным балансом горнодобывающего предприятия**

Разработка водохозяйственного баланса горнодобывающего предприятия с целью управления водопритокom шахтных и карьерных вод, водопотреблением и водоотведением технологических процессов и операций по добыче и обогащению полезных ископаемых, предусматривающего:

- перспективный водоприток шахтных и карьерных вод;
- возможные изменения режима водопотребления и водоотведения, осушения и водопонижения, в увязке с водохозяйственным балансом;
- предотвращение истощения и загрязнения водоносных горизонтов и поверхностных водных объектов;
- рациональную организацию водопользования с минимальным объемом потребления свежей воды в технологических процессах;
- возможность рециркуляции, очистки отработанной воды и повторного ее использования;
- учет водохозяйственной обстановки на прилегающих территориях с целью выявления уязвимых компонентов (малых рек и ручьев, водно-болотных угодий и др.), зависимости местного населения от местных водных ресурсов.

Управление водным балансом горнодобывающего предприятия позволяет учитывать возможные изменения водопритока в горные выработки и водопользования, своевременно перераспределять потоки с целью регулирования гидравлических и других нагрузок на сети и сооружения, рационально использовать водные ресурсы.

### **НДТ 5.7.2 Применение рациональных схем осушения горных выработок**

Применение рациональных схем осушения горных выработок предусматривает применение следующих технологических подходов:

- оптимизация и автоматизация работы дренажной системы;
- использование специальных защитных сооружений, мероприятий, таких как противодиффузионные завесы и др.;
- изоляция горных выработок от поверхностных вод путем регулирования поверхностного стока, отвода русел рек за пределы карьерных полей;
- недопущение опережающего понижения уровней подземных вод;
- предотвращение загрязнения шахтных и карьерных вод в процессе откачки.

НДТ позволяет сократить воздействие на подземные воды, снизить гидравлическую нагрузку на очистные сооружения за счет сокращения объема водоотлива.

### **НДТ 5.7.3 Внедрение систем оборотного водоснабжения**

Система оборотного водоснабжения обеспечивает многократное использование оборотной воды в технологическом процессе (например, бессточное хвостовое хозяйство с замкнутым водным циклом).

Выбор схем оборотного водоснабжения определяется технологическим процессом, техническими условиями к качеству воды.

НДТ позволяет сократить забор воды из природных источников (забор воды необходим только на подпитку системы), сократить объем или полностью исключить сброс сточных вод.

### **НДТ 5.7.4 Повторное использование технической воды**

Повторное (последовательное) использование технической воды заключается в употреблении воды, использованной в одном производственном процессе, на другие технологические нужды. Например, вода, нагретая в процессе охлаждения оборудования компрессорной станции, может использоваться в системе отопления или на промывку оборудования перед ремонтом; ливневые сточные воды могут использоваться в процессах пылеподавления, для полива растений, для мойки дорожной техники и т. д.

НДТ позволяет сократить забор воды из природных источников на технологические нужды.

**НДТ 5.7.5 Сокращение водопотребления в технологических процессах**

Применение водосберегающих или безводных технологий, характеризующихся низким потреблением воды либо ее полным отсутствием. Например, дозированная подача воды в производство, автоматическое отключение воды при остановке технологического процесса, кроме процессов охлаждения оборудования.

НДТ позволяет сократить забор воды из природных источников на технологические нужды.

**НДТ 5.7.6 Внедрение систем раздельного сбора сточных вод**

Система раздельного сбора сточных вод заключается в разделении потоков сточных вод по степени и видам загрязнений для проведения локальной очистки оптимальным способом, максимального возврата в процесс очищенной воды; снижения гидравлической нагрузки на очистные сооружения.

НДТ позволяет сократить объем сброса сточных вод в водные объекты.

**НДТ 5.7.7 Использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод**

Создание локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод отдельных производств позволяет извлечь специфические вещества (например, остатки реагентов) с целью их последующей утилизации или возврата в технологический процесс, а также обеспечить максимальный возврат очищенной воды в технологический процесс.

НДТ позволяет снизить негативное воздействие на водные объекты за счет обеспечения качества сбрасываемых сточных вод в соответствии с установленными нормативами.

**НДТ 5.7.8 Применение современных методов очистки сточных вод**

Применение эффективных методов очистки сточных вод (шахтных, карьерных, вод от обогащения и т. д.) с целью снижения уровня загрязнения сточных вод веществами, содержащимися в горной массе, продукции или отходах производства.

Выбор технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку сточных вод, определяется составом сточных вод,

## **ИТС 16-2023**

особенностями технологического процесса, техническими условиями к качеству воды (в случае оборотного водоснабжения или повторного использования), нормативами допустимого сброса, установленными с учетом качества воды водного объекта — приемника сточных вод.

НДТ позволяет снизить негативное воздействие на водные объекты за счет обеспечения качества сбрасываемых сточных вод в соответствии с установленными нормативами.

### **НДТ 5.7.9 Управление поверхностным стоком с территории наземной инфраструктуры**

НДТ предусматривает управление ливневыми и талыми сточными водами с территории наземной инфраструктуры горнодобывающего предприятия с учетом особенности размещения предприятия и его специфики с целью сведения к минимуму попадания ливневых и талых сточных вод на загрязнённые участки, отделения чистой воды от загрязнённой, предотвращения эрозии незащищённых участков почвы, предотвращения заиливания дренажных систем.

Технологические операции по управлению поверхностным стоком включают:

- отведение поверхностного стока с ненарушенных участков в обход нарушенных участков, в том числе и выровненных, засеянных или озелененных, что позволит минимизировать объемы очищаемых сточных вод;

- очистку поверхностного стока с нарушенных и загрязненных участков территории с повторным использованием очищенных сточных вод на технологические нужды;

- организацию ливнестоков, траншей, канав надлежащих размеров; оконтуривание, террасирование и ограничение крутизны склонов; применение отмостков и облицовок с целью защиты от эрозии;

- организацию подъездных дорог с уклоном, оснащение дорог дренажными сооружениями;

- выполнение фитомелиоративных работ биологического этапа рекультивации осуществлять сразу же после создания корнеобитаемого слоя с целью предотвращения эрозии.

НДТ позволяет снизить негативное воздействие на водные объекты за счет сокращения объема сброса загрязненных сточных вод в водный объект.

### **НДТ 5.7.10 Внедрение автоматизированных систем управления очистными сооружениями**

Применение автоматизированных систем управления очистными сооружениями позволяет осуществлять управление технологическими процессами очистных сооружений, контроль технологических параметров, в том числе расхода реагентов для очистки сточных вод и обработки осадка, минимальным для осуществления технологических процессов очистки, а также поддержание оптимального режима работы очистных сооружений в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах (см. также НДТ 5.2.3).

НДТ позволяет снизить негативное воздействие на водные объекты, обеспечить качество сбрасываемых сточных вод в соответствии с установленными нормативами, регулировать гидравлическую нагрузку на очистные сооружения.

## **5.8 НДТ в области минимизации воздействия отходов горнодобывающих предприятий**

Базовые принципы по обращению с отходами добычи и обогащения представлены в справочнике Европейского союза по наилучшим доступным технологиям по обращению с отходами и пустыми породами горнодобывающей промышленности (Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries) ([8]).

### **НДТ 5.8.1 Организация противofильтрационных экранов объектов размещения жидких отходов**

Экранирование дна и ограждающих поверхностей чаш объектов размещения отходов (отстойников сточных вод, хвостохранилищ, шламохранилищ) высокопрочными противofильтрационными гидроизоляционными покрытиями. Создание специальной пьезометрической системы контроля уровня фильтрационной воды в теле дамбы с целью контроля эффективности противofильтрационных экранов и сопутствующего анализа устойчивости гидротехнического сооружения.

НДТ позволяет сократить риск инфильтрации загрязненных вод, аккумулируемых в объекте размещения отходов, через дно и ограждающие конструкции и связанные с ним негативные воздействия на окружающую среду.

### **НДТ 5.8.2 Укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ и шламохранилищ с использованием скального грунта, грубодробленной пустой породы**

Применение скального грунта, грубодробленной пустой породы, в том числе вскрышных и вмещающих пород, крупной породы от обогащения при укреплении откосов ограждающих дамб хвостохранилищ и шламохранилищ.

НДТ позволяет сократить риск возникновения аварийных ситуаций (разрушения дамбы) при эксплуатации ГТС, а также снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, обусловленные пылением с поверхности откосов ограждающих дамб.

### **НДТ 5.8.3 Рациональное размещение складироваемых отходов**

Эксплуатация шламохранилищ и хвостохранилищ с использованием систем равномерно распределенных пульпопроводов, поддержание уровня воды над поверхностью складироваемых отходов, если это допускается правилами технической эксплуатации.

НДТ позволяет снизить выбросы пыли в атмосферный воздух.

### **НДТ 5.8.4 Организация системы очистки поверхностных сточных вод с породных отвалов угледобывающих предприятий**

Организация системы водоотводных канав по контуру внешних отвалов вскрышных и вмещающих пород с учетом особенности территории размещения предприятия и его специфики, первичное осветление поверхностных сточных вод в оборудованном отстойнике поверхностных сточных вод и, при необходимости, их доочистка на локальных комплексах очистки сточных вод.

НДТ позволяет сократить риск загрязнения почв, подземных и поверхностных вод, обусловленный инфильтрацией загрязненных поверхностных сточных вод с территории породных отвалов угледобывающих предприятий.

### **НДТ 5.8.5 Организация объектов размещения отходов недропользования, в том числе вскрышных и вмещающих горных пород, на нарушенных территориях**

Организация объектов размещения отходов недропользования, в том числе вскрышных и вмещающих горных пород, на нарушенных территориях, ранее

используемых под размещение производственных объектов (в том числе породных отвалов, участков ведения горных работ, гидроотвалов).

НДТ позволяет предотвратить воздействие, обусловленное изъятием земель с целью организации объектов размещения отходов недропользования, в том числе вскрышных и вмещающих горных пород. Заполнение выработанного пространства карьеров и гидроотвалов вскрышными и вмещающими породами также следует расценивать как ликвидацию горных выработок и гидроотвалов, являющуюся одной из стадий технической рекультивации.

#### **НДТ 5.8.6 Предупреждение самовозгорания породных отвалов угольных предприятий**

Эксплуатация породных отвалов угольных предприятий с выполнением мероприятий по предупреждению самовозгораний:

- выбор рациональных форм отвалов;
- послойный порядок отсыпки пород (заливание или засыпка нижних пористых частей отвалов негорючими материалами; предварительное увлажнение пластов посредством принудительного нагнетания в них воды или специальных антипирогенных растворов);
- уплотнение верхних и боковых поверхностей отвалов;
- проведение рекультивационных работ.

НДТ позволяет предупредить самовозгорание породных отвалов, сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух (см. также НДТ 5.9.4).

#### **НДТ 5.8.7 Применение замкнутой водооборотной схемы обогащения**

Обезвоживание отходов обогащения (см. также НДТ 5.8.12) с применением оборотной схемы водоснабжения позволяет снизить объем хвостохранилищ.

НДТ позволяет предотвратить воздействие, обусловленное изъятием земель с целью организации объектов размещения отходов (хвостохранилищ), загрязнением почв, подземных и поверхностных вод в результате инфильтрации загрязненных вод, аккумулируемых в хвостохранилище, исключить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от эксплуатации объекта.

**НДТ 5.8.8 Использование угольных шламов в качестве добавки к продукции**

Использование обезвоженных угольных шламов в качестве добавки к продуктам обогащения.

НДТ позволяет сократить воздействие, обусловленное изъятием земель с целью организации объектов размещения отходов, загрязнением почв, подземных и поверхностных вод, обусловленное инфильтрацией загрязненных вод, сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от эксплуатации объекта.

**НДТ 5.8.9 Использование отходов при содержании хвостохранилищ**

Использование технологических отходов недропользования, в том числе вскрышных и вмещающих горных пород, при содержании хвостохранилищ: наращивании дамб, создании защитных пляжей дамб.

НДТ позволяет сократить воздействие, обусловленное изъятием земель с целью организации объектов размещения отходов недропользования, в том числе вскрышных и вмещающих горных пород, загрязнением почв, подземных и поверхностных вод, обусловленное инфильтрацией загрязненных вод, сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от эксплуатации объекта.

**НДТ 5.8.10 Обезвоживание отходов обогащения**

Обезвоживание отходов обогащения (хвостов) на пресс-фильтрах или иных аппаратах и устройствах, в случае применимости, с целью их последующего «полусухого» (сгущенной хвостовой пульпы) или «сухого» (кека) размещения.

НДТ позволяет рационально использовать водные ресурсы (применение системы оборотного водоснабжения), сократить объемы размещаемых отходов, тем самым уменьшить площади изымаемых земель с целью организации объектов размещения отходов.

**НДТ 5.8.11 Доизвлечение ценных компонентов из отходов обогащения на основе определения кондиций**

Переработка отходов обогащения (хвостов) с целью извлечения основных и попутных ценных компонентов на основе определения кондиций.

НДТ позволяет рационально и комплексно использовать полезные ископаемые, снизить объемы образующихся отходов, сократить размер земель,

изымаемых из сельскохозяйственного производства и обеспечить необходимые условия охраны окружающей природной среды.

#### **НДТ 5.8.12 Использование отходов недропользования для собственных технологических и производственных нужд**

Использование отходов недропользования, в том числе укрепленных композиционными материалами, где применимо, для собственных технологических и производственных нужд, в том числе, в целях обеспечения ведения горных работ (укрепление откосов бортов или уступов карьеров и отвалов, отсыпка карьерных автодорог и рабочих площадок, использование в качестве забоечного материала при ведении взрывных работ и др.), для поддержания объектов инфраструктуры, при ликвидации горных выработок (карьеров, шахт), рекультивации нарушенных земель и территорий, для производства строительных материалов, позволяет уменьшить объем размещаемых отходов, сократить размер площадей, изымаемых под отвалы, и соответственно минимизировать воздействие на окружающую среду.

#### **НДТ 5.8.13 НДТ по обращению с объектами размещения отходов недропользования**

НДТ состоит в:

- отведении естественного поверхностного стока;
- размещении хвостов обогащения или вскрышных и вмещающих пород в понижениях местности (во избежание необходимости контроля устойчивости склонов);
- постоянной рекультивации земель и восстановлении растительного покрова;
- мониторинге отвалов (оценка устойчивости, геометрия уступов, подотвальная сток).

## **5.9 НДТ в области рекультивации земель, нарушенных в процессе ведения горнодобывающих работ**

### **НДТ 5.9.1 Текущая рекультивация нарушенных земель в процессе отработки месторождений полезных ископаемых**

Проведение текущей рекультивации нарушенных земель на этапе эксплуатации горнодобывающего предприятия с целью сокращения негативного воздействия нарушенных земель на окружающую среду и возврата восстановленных земель в оборот в соответствии с проектом отработки месторождения.

Включение рекультивационных работ в основные технологические процессы горного производства, если применимо, позволяет повысить эффективность работ, ускорить темпы восстановления нарушенных земель, сократить расходы, например, за счет использования основного горного оборудования.

НДТ позволяет ускорить процесс восстановления нарушенных земель, минимизировать негативные воздействия на почвы, атмосферный воздух и водные объекты.

### **НДТ 5.9.2 Восстановление рельефа территории ведения работ**

Восстановление рельефа территории ведения работ путем рекультивации нарушенных земель до проектируемых отметок.

Применение данных технологических подходов целесообразно до установления стабильных биогеоценозов на нарушенной территории.

НДТ позволяет снизить воздействие на ландшафты, почвы и биоразнообразие.

### **НДТ 5.9.3 Предупреждение самовозгорания породных отвалов угледобычи**

Выполнение комплекса мероприятий по предупреждению самовозгорания угля, содержащегося в породе и продуктах углеобогащения, размещаемых на отвалах:

- формирование (перестроение) оптимальных по форме и структуре негорящих и устойчивых отвалов;

- послойный порядок отсыпки пород (заливание или засыпка нижних пористых частей отвалов негорючими материалами; предварительное увлажнение пластов посредством принудительного нагнетания в них воды или специальных антипирогенных растворов);

- уплотнение верхних и боковых поверхностей отвалов;

- ведение теплового мониторинга.

НДТ позволяет предупредить самовозгорание углеродсодержащих породных отвалов, сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

#### **НДТ 5.9.4 Создание благоприятного корнеобитаемого слоя на рекультивируемой территории**

Создание благоприятного корнеобитаемого слоя на рекультивируемой территории с учетом агротехнических и физико-химических свойств почв и выбранного направления рекультивации путем:

- создания (сохранения) неровностей рельефа: технологических гребней, бугров и впадин при выполнении планировочных работ технического этапа рекультивации, обеспечивающих улучшение условий влагонакопления и питания в корнеобитаемом слое;

- послойного нанесения потенциально плодородного и плодородного слоев почвы;

- нанесения потенциально плодородного и плодородного слоев почвы в смеси;

- нанесение потенциально плодородных пород первого вскрышного горизонта в смеси с потенциально плодородным и плодородным слоями почв;

- использования отходов на биологическом этапе рекультивации для улучшения буферных, водоудерживающих и питательных свойств корнеобитаемого слоя (осадка городских сточных вод, золошлаков и других отходов при подтверждении возможности использования данных отходов в соответствии с требованиями природоохранного законодательства).

НДТ позволяет ускорить процесс восстановления нарушенной территории при сокращении затрат на проведение рекультивации.

**НДТ 5.9.5 Проведение агротехнических и фитомелиоративных мероприятий**

Проведение агротехнических и фитомелиоративных мероприятий в процессе биологического этапа рекультивации, предусматривающих:

- создание полидоминантного (многовидового) сообщества путем высева смеси семян аборигенной флоры;
- выполнение кулисных посадок;
- внесение минеральных, органических и других видов удобрений, способствующих ускорению процесса восстановления плодородия нарушенных земель.

НДТ позволяет увеличить устойчивость сообществ, ускорить процесс восстановления нарушенных территорий.

**НДТ 5.9.6 Применение современной техники и оборудования при ведении рекультивационных работ**

Применение специализированных современных машин и механизмов для производства рекультивационных работ, в том числе:

- использование машин с низким удельным давлением на грунт для уменьшения переуплотнения поверхности рекультивируемого слоя;
- использование средств гидромеханизации, например, для подачи на поверхность отвала пород рекультивационного слоя и почв;
- сокращение выбросов выхлопных газов и проливов нефтепродуктов.

НДТ позволяет ускорить процесс восстановления нарушенной территории, снизить загрязнение атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод.

**НДТ 5.9.7 НДТ при закрытии (консервации/ликвидации) объекта**

НДТ состоит в:

- разработке планов закрытия, включая смету расходов;
- организации сохранности горных выработок, скважин (при консервации);
- погашении горных выработок;
- демонтаже зданий, сооружений, оборудования;
- рекультивации нарушенных земель;
- проведении экологического мониторинга.

## 5.10 Минимизация негативного воздействия на ландшафты, почвы и биологическое разнообразие

Минимизация негативного воздействия на ландшафты, почвы и биоразнообразии достигается путем применения НДТ, направленных на ресурсосбережение, сокращение эмиссий в окружающую среду, рассмотренных в 5.1–5.9, которые включают ([42]):

- оценку уровней биоразнообразия до начала ведения горных работ в сравнении с эталонными территориями;

- сокращение земель, нарушаемых в процессе добычи и обогащения полезных ископаемых;

- восстановление рельефа территории ведения работ;

- сохранение малых водотоков в районе ведения горнодобывающей деятельности посредством оптимального расположения производственных объектов и переноса русел за пределы участка ведения работ. Выполнение защитных водоохранных мероприятий по организации участка искусственного русла водного объекта, в том числе формирование водоупорного слоя; формирование и укрепление берегов; контроль русловых и береговых деформаций; организация водоохранной зоны; создания благоприятных условий для развития водной и прибрежной растительности;

- сохранение водно-болотных угодий прилегающих территорий путем применения рациональных схем осушения горных выработок, специальных технических решений, защитных сооружений, направленных на сохранение водного баланса территории;

- сохранение почв посредством поэтапного селективного снятия, складирования и дальнейшего использования плодородного и потенциально плодородного слоев почвы при восстановлении нарушенных территорий;

- предотвращение загрязнения почв на прилегающих территориях (предотвращение и ликвидации аварийных проливов ГСМ, реагентов и других загрязняющих веществ; сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух за счет применения высокоэффективного оборудования и технологий по очистке выбросов загрязняющих веществ и т. д.);

- использование аборигенных (местных) видов растительности рассматриваемой территории, недопущение внедрения адвентивных видов,

угрожающих экосистемам, местам обитания или видам в процессе биологической рекультивации;

- создание экологических коридоров, соединяющих ненарушенные участки, позволяющих сохранить генетическое и видовое разнообразие местных популяций, пути миграции животных.

### **Раздел 6. Экономические аспекты реализации наилучших доступных технологий**

Настоящий справочник НДТ является горизонтальным и включает в себя широкий спектр видов деятельности, поэтому в данном разделе могут быть приведены только общие модели оценки затрат на внедрение технологий, обеспечивающих сокращение негативного воздействия на окружающую среду. При этом в разделе приведены укрупненные группы НДТ, по которым может быть произведена экспертная экономическая оценка целесообразности их применения (таблица 6.1).

Методология экономической оценки эффективности технологии, принятой в качестве НДТ, базируется на сопоставлении затрат, связанных с внедрением конкретной НДТ, и ограничений её использования, с одной стороны, и выгод от внедрения – с другой стороны.

Затраты на внедрение НДТ включают в себя:

- капитальные затраты;

- эксплуатационные затраты — затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание установки, сооружения, технологии, процесса, определяемых в качестве НДТ (оплата труда, затраты на энергоносители, на приобретение материалов и услуг, необходимых для эксплуатации оборудования и реализации технологии).

Выгодами от внедрения НДТ являются дополнительные доходы, предотвращенные издержки и ущербы окружающей среде, налоговые льготы и государственная финансовая поддержка.

К дополнительным доходам могут быть отнесены: реализация побочной продукции и оказание услуг, экономия на использовании в производственных процессах попутных ресурсов тепло- и электроэнергии и т. д.

Предотвращенные издержки могут включать сокращение потерь при транспортировке пылящих материалов (продукции, горной массы), снижение

затрат за счет сокращения простоев и оптимизации использования подвижного состава и т. д.

Выгоды от внедрения НДТ включают также:

- уменьшение сумм природоохранных платежей за счет:
- снижения объема эмиссий;
- применения коэффициента 0 к ставке платы за негативное воздействие на окружающую среду (согласно п. 5 ст. 16.3 ([1]);
- налоговые льготы, предусмотренные ст. 17 ([1]);
- государственная поддержка (выделение средств федерального бюджета и бюджетов субъектов Российской Федерации с целью содействия в осуществлении инвестиционной деятельности, направленной на внедрение наилучших доступных технологий и реализацию иных мер по снижению негативного воздействия на окружающую среду), согласно ст. 17 ([1]);
- получение дополнительных доходов от повышения качества продукции (за счет повышения конкурентоспособности продукции и расширения рынков сбыта).

При оценке экономической целесообразности внедрения технологии в качестве НДТ необходимо учитывать ряд следующих факторов:

- особенности технологического процесса и используемого оборудования (технические возможности модернизации оборудования, технико-экономические показатели проекта модернизации);
- масштаб производства;
- конъюнктура рынка, в том числе эластичность спроса цены на конечную продукцию, ценовая динамика, объем спроса;
- наличие транспортной инфраструктуры, логистика, доступность инфраструктурных и технологических объектов;
- прямые операционные затраты, зависящие от уровня ресурсоемкости технологии (к примеру, климатические условия; специальные мероприятия по обеспечению технической безопасности; затраты на оплату труда, связанные с масштабом деятельности, требованиями безопасности и трудового законодательства, местного рынка труда; стоимость потребляемых объемов энергии, воды и т. д.);
- финансовые особенности проекта, связанные с периодом внедрения технологии, необходимостью использования кредитных финансовых ресурсов, дисконтированием показателей;
- стадии жизненного цикла предприятия;

## ИТС 16-2023

- остаточный объем запасов полезных ископаемых и время до прекращения добычных работ;

- в целом экономическая ситуация в стране и уровень инвестиционного климата в регионе присутствия.

В России на достоверность и репрезентативность данных будет влиять также высокая степень изменчивости показателей валютных и финансовых рынков, уровень ставки рефинансирования, годовой процентной ставки, темп инфляции и т. д. В связи с этим требуется корректировка показателей и приведение их к сопоставимому виду в рассматриваемый период с учетом текущих цен для оценки применимости (доступности) технологии в настоящий момент.

Данными для экономической оценки могут быть:

- информация от предприятий (бухгалтерская отчетность, данные о стоимости природоохранных мероприятий);

- корпоративная отчетность;

- информация от поставщиков технологий, оборудования;

- результаты аналитических и маркетинговых исследований;

- материалы отраслевых и научно-практических конференций, семинаров и т. д.

Для оценки доступности технологий, представленных в разделе 5 настоящего справочника НДТ, с точки зрения экономической целесообразности был использован метод экспертных оценок.

Результаты экономической оценки НДТ представлены в таблице 6.1 по укрупненным группам технологий.

В рыночных условиях наиболее эффективным признается развитие экономических механизмов охраны окружающей среды, которые позволят выработать рыночную систему стимулирования организаций на внедрение экологически чистых, энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий, создать меры по предотвращению и возмещению в случае его нанесения ущерба окружающей среде, установить четкий экономический механизм рационального природоохранного регулирования.

Основными механизмами экономического стимулирования рационального использования вскрышных и вмещающих горных пород должны быть:

- займы ФРП на проекты развития предприятий по использованию вскрышных пород;

- введение повышающего коэффициента амортизации 2 на природоохранное оборудование в целях рационального использования отходов;
- предоставление льгот в отношении платы за НВОС в соответствии с природоохранным законодательством;
- включение в государственные контракты по строительству автомобильных и железных дорог, в качестве дополнительного условия обязанность исполнителя по использованию ВВГП от общего объема проектной потребности в материалах;
- включение проектов дорожного и промышленного строительства с использованием ВВГП в программы финансирования «зеленых» проектов;
- получение инвестиционного налогового кредита;
- заключение СПИК на создание производств по использованию ВВГП;
- субсидирование процентной ставки по кредиту на реализацию инвестпроектов по использованию ВВГП с внедрением НДТ;
- субсидирование части затрат на проведение НИОКР в рамках реализации комплексных инвестиционных проектов использования ВВГП;
- установление по налогу на имущество льготы в отношении объектов имущества, предназначенных для промышленного извлечения полезных компонентов и ископаемых из ВВГП и для использования непосредственно самих ВВГП;
- снижение таможенных пошлин и акцизов на оборудование и запчасти к нему для использования ВВГП, аналоги которого не производятся в РФ;
- зачет затрат на выполнение мероприятий по использованию ВВГП в счет платы за НВОС, с применением понижающего коэффициента платы как во время, так и после проведения таких мероприятий;
- исключение из налогооблагаемой базы (или введение налоговых каникул на срок до 10 лет) стоимости оборудования и имущества, приобретенного для использования ВВГП;
- льготное кредитование и развитие инструментов небанковского финансирования строительных проектов, предусматривающих использование ВВГП;
- распространение механизма «эффективного радиуса» по использованию ВВГП, которые расположены вблизи от проектов дорожного и промышленного строительства;
- создание электронных платформ для поиска потребителей и развития рынка ВВГП;

## **ИТС 16-2023**

- идентификация реальных объемов ВВГП;
- разработка документов о стандартизации и соответствующих технических регламентов, предусматривающих использование ВВГП в качестве сырья в различных отраслях промышленности;
- внедрение наилучших доступных технологий, влияющих на уменьшение объемов образования ВВГП, а также увеличение доли их переработки на собственном производстве при осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- снижение ставки налогообложения вплоть до полной отмены налога на прибыль с продукции, изготовленной с использованием ВВГП;
- отмена (возврат) земельного налога в случаях строительства объектов хранения ВВГП;
- предоставление льгот (временная нулевая налоговая ставка) по уплате НДС при добыче ПК и ПИ из ВВГП;
- предоставление понижающего коэффициента к железнодорожному тарифу по всем направлениям перевозки на территории РФ (или на территории Единого Таможенного Союза) щебня и других инертных материалов, образованных из ВВГП;
- создание механизмов мотивации строительных компаний к применению материалов, произведенных из ВВГП, через поощрительные и запретительные меры, включая введение обязательного уровня применения рециклинговых материалов;
- формирование государственного заказа на строительные материалы, произведенные с использованием ВВГП, а также строительство дорог, рекультивацию земель и полостей с использованием ВВГП.

Таблица 6.1— Экономическая оценка основных групп НДТ в составе настоящего справочника НДТ

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
1. Снижение пылевыведения, сокращение выбросов пыли за счет укрытий при хранении и транспортировке, уплотнения или связывания поверхности пылящих материалов (за счет применения реагентов, установок уплотнения и т. д.)	<p>Капитальные затраты: значительные.</p> <p>Включают строительство/реконструкцию складов или технологического оборудования (например, внедрение установок уплотнения).</p> <p>Эксплуатационные затраты: средние.</p> <p>Включают:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приобретение и монтаж, техническое обслуживание конструкций и материалов (тенты, брезент, связывающие реагенты и т. д.) для обустройства технологического и транспортного оборудования укрытиями;</li> <li>- техническое обслуживание и ремонт новых объектов (укрытий, складов, установок уплотнения и т. д.), в случае их строительства</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Снижение потерь продукции при транспортировке и хранении;</li> <li>- снижение эксплуатационных затрат на транспортировку за счет рационального использования подвижного состава;</li> <li>- снижение платы за негативное воздействие на атмосферный воздух</li> </ul>	Ограничения, связанные с техническими возможностями установки укрытий, конструктивными особенностями производственных объектов

Продолжение таблицы 6.1

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
<p>2. Использование основных технологических отходов для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обустройства объектов размещения отходов;</li> <li>- ликвидации горных выработок;</li> <li>- передачи сторонним организациям;</li> <li>- получения побочной продукции</li> </ul>	<p>Капитальные затраты: значительные.</p> <p>Включают затраты на проектирование и строительство технологических линий по переработке отходов и получения побочной продукции.</p> <p>Эксплуатационные затраты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в рамках текущих затрат — в случае ликвидации горных выработок и передачи отходов сторонним организациям, обустройства объектов размещения отходов;</li> <li>- средние — на техническое обслуживание и ремонт в случае строительства новых технологических линий по переработке отходов и получения побочной продукции</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Снижение платы за размещение отходов;</li> <li>- снижение арендной платы/земельного налога на земли под размещение отходов;</li> <li>- ресурсосбережение — экономия ресурсов на обустройство объектов размещения отходов и выполнение технического этапа рекультивации;</li> <li>- дополнительные доходы от реализации побочной продукции</li> </ul>	<p>Ограничения использования отходов, обусловленные различными трактовками законодательства в области использования отходов.</p> <p>Ограничения, связанные с:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- запретом на захоронение отходов в границах населенных пунктов лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зон, а также водоохраных зон, на водосборных площадях подземных</li> </ul>

Продолжение таблицы 6.1

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
			<p>водных объектов, которые используются в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;</p> <p>- запретом на захоронение отходов в местах залегания полезных ископаемых и ведения горных работ в случаях, если возникает угроза загрязнения мест залегания полезных ископаемых и безопасности ведения горных работ</p> <p>(п. 5 ст. 12 Федерального закона от 24 июня 1998 г.</p>

Продолжение таблицы 6.1

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
			№ 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»)
3. Обустройство объектов размещения отходов, минимизирующее воздействие на окружающую среду (экранирование, отвод поверхностных сточных вод и т. д.)	Капитальные затраты: значительные. Включают затраты на проектирование и работы по обустройству объектов размещения отходов, а также затраты на применяемые материалы (геотекстиль и т. д.)	Минимизация рисков штрафных санкций и исчисления вреда за загрязнение компонентов окружающей среды (подземные воды, почвы, поверхностные воды, растительный и животный мир)	Ограничения, связанные с: - техническими возможностями обустройства и конструктивными особенностями объектов размещения отходов; - свойствами отходов; - геологическими особенностями и климатическими условиями

Продолжение таблицы 6.1

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
	<p>Эксплуатационные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в рамках текущих затрат — на основное техническое обслуживание объекта размещения отходов;</li> <li>- средние — на техническое обслуживание и ремонт новых сооружений (например, насосное оборудование).</li> </ul>		
<p>4. Рекультивация нарушенных земель, в т. ч. горных выработок, объектов размещения отходов</p>	<p><u>Капитальные затраты:</u> значительные, как правило, предусмотренные проектом на строительство горнодобывающего предприятия и (или) рекультивации.</p> <p>Включают затраты на проектирование, работы по выполнению технического и биологического этапов рекультивации (выполживание откосов, нанесение плодородного слоя, посадка биоматериала)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду (за воздействие на атмосферный воздух, за сбросы сточных вод (при наличии));</li> <li>- прекращение осуществления арендной платы, выплаты земельного налога (при возвращении рекультивированных земель собственнику или в хозяйственный оборот)</li> </ul>	<p>Рекультивация нарушенных земель сопровождается значительными затратами, но не влечет существенных дополнительных выгод, за исключением прекращения осуществления арендной платы, выплаты земельного налога.</p>

Продолжение таблицы 6.1

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
			При этом проведение рекультивации нарушенных земель — обязательное требование законодательства Российской Федерации. Рекультивация является наиболее эффективным методом восстановления окружающей среды после хозяйственной деятельности горнодобывающих предприятий

Продолжение таблицы 6.1

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
5. Строительство и эксплуатация высокоэффективных очистных сооружений (пылегазоочистное оборудование, очистные сооружения по очистке сточных вод)	<p>Капитальные затраты: значительные.</p> <p>Включают затраты на проектирование, строительство очистных сооружений. Могут сопровождаться затратами на модернизацию технологического оборудования</p> <p>Эксплуатационные затраты: значительные.</p> <p>Включают затраты на техническое обслуживание и ремонт очистного оборудования</p>	<p>- Снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду (выбросы в атмосферный воздух, сбросы сточных вод);</p> <p>- минимизация рисков штрафных санкций и исчисления вреда за загрязнение компонентам окружающей среды (подземные воды, почвы, поверхностные воды, растительный и животный мир)</p>	<p>Ограничения, связанные с:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенностями технологического процесса;</li> <li>- техническими возможностями, конструктивными особенностями производственных объектов;</li> <li>- климатическими условиями;</li> <li>- составом и количеством эмиссий (выбросов, сточных вод).</li> </ul> <p>Строительство высокоэффективных очистных сооружений</p>

Продолжение таблицы 6.1

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
			затратно и при этом не влечет значительных экономических выгод, так как является по своей сути природоохранным мероприятием. Однако при ужесточении требований законодательства к качеству очистки внедрение современных высокоэффективных очистных сооружений, с высокой степенью очистки, является необходимым условием нормального функционирования предприятия

Продолжение таблицы 6.1

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
6. Снижение воздействия буровзрывных работ за счет применения современного оборудования, взрывчатых веществ и технологий взрывания	<p>Капитальные затраты: значительные.</p> <p>Включают затраты на приобретение буровзрывного оборудования, технологий взрывания.</p> <p>Эксплуатационные затраты: в рамках текущих затрат на техническое обслуживание и ремонт буровзрывного оборудования, а также на приобретение современных взрывчатых веществ</p>	<p>- Снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду (выбросы в атмосферный воздух);</p> <p>- снижение рисков выставления штрафных санкций вследствие жалоб и обращений в государственные надзорные органы населения с прилегающих территорий</p>	<p>Выбор технологии, оборудования, взрывчатых веществ для производства буровзрывных работ осуществляется, исходя из:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенностей технологического процесса;</li> <li>- геологических особенностей, в т. ч. физико-механических свойств пород, водообильности отложений</li> </ul>

Продолжение таблицы 6.1

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
7. Использование замкнутых систем водооборота	<p>Капитальные затраты: значительные.</p> <p>Включают затраты на проектирование и строительство производственных объектов и сооружений в составе систем оборотного водоснабжения (трубопроводы, насосные станции и т. д.).</p> <p>Эксплуатационные затраты: средние.</p> <p>Включают затраты на техническое обслуживание и ремонт систем оборотного водоснабжения</p>	<p>- Ресурсосбережение (за счет сокращения количества потребляемой свежей воды и соответствующих затрат);</p> <p>- снижение/прекращение платы за негативное воздействие на окружающую среду (за сбросы сточных вод).</p>	<p>Ограничения, связанные с:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенностями технологического процесса;</li> <li>- техническими возможностями, конструктивными особенностями производственных объектов;</li> <li>- климатическими условиями;</li> <li>- составом и количеством сточных вод</li> </ul>

Продолжение таблицы 6.1

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
8. Организационно-управленческие решения	В рамках текущих затрат (как правило)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Снижение рисков сверхнормативных платежей за негативное воздействие на окружающую среду и штрафных санкций за счет оптимизации системы управления и решения приоритетных задач в области охраны окружающей среды, минимизации и предотвращения загрязнения окружающей среды, своевременного реагирования на нештатные ситуации;</li> <li>- снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду;</li> <li>- снижение эксплуатационных затрат за счет оптимизации системы управления;</li> </ul>	Организационно-управленческие решения позволяют получить существенные экономические выгоды при относительно небольших затратах на внедрение

Окончание таблицы 6.1

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- предотвращение издержек будущих периодов;</li> <li>- ресурсосбережение;</li> <li>- повышение рентабельности продукции, объема прибыли (увеличение спроса, повышение качества продукции);</li> <li>- благоприятные условия для кредитования в международных финансовых организациях</li> </ul>	
9. Организационно-технические решения	<p>Капитальные затраты: средние и незначительные. Включают затраты на внедрение технических решений.</p> <p>Эксплуатационные затраты: в рамках текущих затрат</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду;</li> <li>- снижение текущих издержек за счет сокращения потерь в рамках производственного процесса, исключение узких мест;</li> <li>- ресурсосбережение;</li> <li>- энергосбережение</li> </ul>	Организационно-технические решения позволяют получить существенные экономические выгоды при относительно небольших затратах на внедрение

## **Раздел 7. Перспективные технологии**

### **7.1 Внедрение информационных систем и автоматизация горнодобывающей деятельности**

7.1.1 Пространственное моделирование в процессах проектирования, эксплуатации и ликвидации горнодобывающего предприятия на основе данных геофизического зондирования, применения спутниковых навигационных систем и др. с целью создания актуализированной во времени 3D модели месторождения, процессов развития горных работ, в том числе расположения горного оборудования, диспетчеризации рудничного и карьерного транспорта, определения объемов выемки горной массы, контроля устойчивости естественных и техногенных откосов, обеспечения контроля производства и т. д.

7.1.2 Цифровизация в горнодобывающей промышленности относится к использованию компьютеризированных и цифровых устройств, систем и оцифрованных данных, которые должны снизить затраты, повысить производительность бизнеса и трансформировать практику добычи полезных ископаемых ([43]).

7.1.3 Непрерывный автоматизированный мониторинг технологических процессов в горнодобывающей деятельности, оборудования и состояния геомассива с целью своевременной корректировки технологических решений.

### **7.2 Перспективные технологии в геологоразведочных и изыскательских работах**

Дистанционное зондирование территории месторождения полезного ископаемого с использованием беспилотных летательных аппаратов с соответствующим зондирующим (электромагнитным, радиолокационным, геофизическим и др.) оборудованием, позволяющим проводить работы в любых, в том числе удаленных и труднодоступных районах, оперативно получать необходимые данные.

### **7.3 Перспективные технологии в строительстве горнодобывающих предприятий**

7.3.1 Формирование горнопромышленных комплексов (хабов) для разработки нескольких месторождений при освоении новых месторождений полезных ископаемых, в особенности в удаленных и труднодоступных районах с недостаточно развитой инфраструктурой, с единой инфраструктурой, включающей источники энергии, водоснабжения, ремонтные базы, объекты социальной инфраструктуры, перерабатывающие предприятия и др.

7.3.2 Размещение тепловых электростанций и объектов глубокой переработки (газификации) углей максимально приближенных к угледобывающим предприятиям для выработки электроэнергии и синтетических топлив для собственных нужд и передачи сторонним потребителям.

7.3.3. Использование местных энергетических ресурсов в основных и вспомогательных процессах, в том числе возобновляемых источников энергии и ТКО.

7.3.4 Применение технологии имитационного моделирования для снижения затрат на проектирование и оптимизацию различных технологических процессов. Моделирование включает построение цифрового двойника реальной системы с необходимым уровнем абстракции и выполнение экспериментов с разработанной моделью по различным сценариям. Статистика работы модели, полученная в результате выполнения экспериментов, позволяет оценивать эффективность проектных решений и технологических процессов.

### **7.4 Перспективные технологии в добыче полезных ископаемых**

7.4.1 Взрывы скважинных, шпуровых зарядов в гидравлической среде (гидровзрывы). Использование гидровзрыва позволяет:

- снизить удельный расход взрывчатых веществ;
- снизить сейсмическое воздействие на законтурный массив;
- уменьшить риск воспламенения газов, находящихся во взрываемом массиве;
- снизить действие ударно-воздушной волны.

7.4.2 Возведение искусственных целиков из льдопородного закладочного материала с целью снижения уровня потерь и разубоживания добываемой руды, применимо в криолитозоне ([44]).

7.4.3. Применение новых биохимических методов выщелачивания металлов из руд. Способствует повышению эффективности переработки некоторых типов сырья и вовлечения в оборот новых источников металлов, в том числе техногенных ([45]).

Бактериальное выщелачивание используют для добычи меди и урана, но бактерии разрушают и другие сульфидсодержащие минералы, например, сфалерит, галенит. Изучено влияние бактерий на интенсивность выщелачивания золота, цинка, никеля, кобальта, свинца, олова. Их возможно использовать при кучном и подземном выщелачивании. С помощью микробиологических процессов можно эксплуатировать многие неэффективные в настоящее время технологии для разработки месторождения полезных ископаемых.

7.4.4 Разработка залежей полезных ископаемых в тонких жилах с применением термического дробления руды ([46]).

7.4.5 Совершенствование подземных технологий добычи путем применения следующих технологических решений:

- системы разработки с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями и (или) породой взамен системы с открытым очистным пространством при разработке высокоценных руд;

- одновременное ведение открытых и подземных горных работ при комбинированной разработке месторождений;

- улучшение количественных и качественных показателей извлечения за счет селективной добычи;

- использование горного давления для разрушения рудного массива.

7.4.6. Дегазация, улавливание и утилизация метана.

Извлечение метана из угольных пластов и выработанного пространства строящихся, действующих и закрываемых угольных шахт, дальнейшее использование для производства тепловой, электрической энергии и создания продукции углехимии.

7.4.7 Использование автономной (беспилотной) технологии в горнодобыче. Оснащение беспилотными технологиями горного оборудования (автосамосвалы, погрузчики, буровые станки) для повышения безопасности производства и снижения затрат.

## **7.5 Перспективные технологии обогащения полезных ископаемых**

7.5.1. В рудоподготовке использование сухих методов дробления, измельчения (в том числе сверхтонкого), обеспечивающие оптимальное раскрытие полезных минералов при минимизации энергоемкости операций; в крупнокусковом обогащении - высокопроизводительные методы радиометрического, магнитного, гравитационного обогащения; в глубоком обогащении - магнитное обогащение на аппаратах с постоянными магнитами, сухие методы гравитации, электрическая сепарация, селективная флотация, гибридная флотация для снижения содержания серы в железорудном концентрате ([47]).

7.5.2. Технология сухого обогащения угля. Применение технологии позволяет значительно повысить качество обогащения исходного продукта и снизить затраты на технологическое оборудование и капитальные сооружения.

7.5.3. Размещение оборудования для первичной переработки и обогащения полезных ископаемых в разрезе или непосредственно в шахте, внедрение мобильных дробильных установок в комплексе с конвейерным транспортом. Позволяет уменьшить затраты на подъем горной массы на поверхность, отсечь из сырьевого потока бедные руды и разубоживающие породы, а отходы обогащения разместить в выработанном пространстве. Снижает себестоимость обогащения полезных ископаемых ([47]).

## **7.6 Перспективные технологии комплексного извлечения ценных компонентов из отходов добычи и обогащения полезных ископаемых**

7.6.1 Применение процессов подземного выщелачивания металлов из хвостов обогащения сульфидных руд цветной металлургии с использованием тепла недр Земли и давления.

При подземном выщелачивании есть возможность использовать существующий комплекс подготовительных выработок и систему коммуникаций (электроснабжения, закладочного и компрессорного хозяйства) для оптимизации циркуляции, сбора и транспортирования продуктивного раствора на переработку.

Закладка выработанного пространства сульфидсодержащими отходами обогащения руд цветных металлов ([47]).

7.6.2 Использование вскрышных и вмещающих горных пород для добычи полезных ископаемых, и полезных компонентов.

Добыча полезных ископаемых, как имеющих, так и не имеющих самостоятельное промышленное значение, из вскрышных и вмещающих горных пород, образовавшихся при осуществлении недропользования на предоставленном в пользование участке недр, с целью максимального полного извлечения попутных полезных компонентов на основе определения кондиций и снижения количества отходов недропользования.

7.6.3 Применение вскрышных и вмещающих горных пород для производства строительных материалов.

Состав и свойства вскрышных и вмещающих горных пород делают их перспективными для производства строительных материалов (щебень, пески, добавки в качестве наполнителей в бетоны и др.). Расширение областей применения позволяет использовать ценное потребительское качество вскрышных и вмещающих пород и снизить воздействие на окружающую среду в связи с сокращением объемов их размещения в отвалах и терриконах.

## **7.7 Перспективные технологии в рекультивации нарушенных земель**

7.7.1 Организация выемки и укладки пригодных для биологической рекультивации вскрышных и вмещающих горных пород в тело отвалов по селективной, валовой или комбинированной технологии, обеспечивающих создание отвальных горизонтов, не отличающихся от свойств первичных геологических образований с самых ранних этапов отвалообразования ([48]).

7.7.2 Использование вскрышных и вмещающих горных пород, в том числе укрепленных композиционными материалами, при ликвидации горных выработок (карьеров, шахт). Заполнение выработанного пространства карьеров вскрышными и вмещающими породами следует расценивать как ликвидацию горных выработок, являющуюся одной из стадий технической рекультивации.

7.7.3 Использование отходов недропользования (и других техногенных материалов) на техническом этапе рекультивации нарушенных земель для сокращения изъятия земель под объекты размещения отходов, загрязнения почв, поверхностных водных объектов и подземных вод:

## **ИТС 16-2023**

- вскрышных и вмещающих пород;
- хвостов обогащения;
- отходов производства черных металлов IV и V классов опасности;
- золошлаков;
- других видов отходов производства IV и V классов опасности.

Сокращает затраты на технический этап рекультивации, расходы на транспортировку отходов до объектов размещения отходов.

### **7.8 Перспективные технологии организационно-управленческого характера.**

7.8.1 Использование вскрышных и вмещающих горных пород для передачи иному пользователю недр.

Предусматривает передачу (частично или полностью) образующихся отходов недропользования иному пользователю недр в целях их использования данным пользователем для собственных производственных и технологических нужд, ликвидации горных выработок и иных сооружений, связанных с использованием недрами, рекультивации земель в объеме, определенном для выполнения соответствующих работ техническими проектами, иной предусмотренной указанным Законом проектной документацией на выполнение таких работ и (или) проектом рекультивации земель.

## Заключительные положения и рекомендации

Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы» подготовлен в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 10.06.2022 г. № 1537-р «Об утверждении поэтапного графика актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» и правилами определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 г. № 1458.

Состав ТРГ 16 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы» утвержден приказом Минпромторга России от 6 марта 2023 г. № 708.

В настоящем справочнике НДТ приведено описание применяемых в настоящее время и перспективных технологических процессов при добыче полезных ископаемых, включая добычу угля, железных руд, руд цветных и драгоценных металлов.

При подготовке справочника НДТ были использованы материалы, полученные от российских горнодобывающих, горно-обогатительных комбинатов, в ходе сбора данных. Также учитывались результаты научно-технических работ, получивших отражение в открытой печати и в диссертационных работах, маркетинговых исследований.

Кроме того, использовались зарубежные материалы, в том числе справочные документы и руководства: Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries (2018).

НДТ, учитывающие особенности горнодобывающего производства при добыче и обогащении руд цветных металлов, железных руд, драгоценных металлов, угля, а также при очистке сточных вод, хранении и обработки материалов, обращении с отходами и другие будут рассмотрены в соответствующих отраслевых («вертикальных») справочниках НДТ.

Рекомендуется продолжать дальнейшую работу в следующих направлениях:

- сбор (накопление) данных, чтобы оценить состояние определенных технических решений на заводском уровне, особенно потенциальные НДТ;

## **ИТС 16-2023**

- сбор данных по стоимости (инвестиции, эксплуатационные расходы), относящихся ко всем техническим решениям, учитываемым при определении НДТ;

- сбор данных по стоимости и эффективности всех технических решений, снижающих выбросы.

**Приложение А**  
**(обязательное)**

**Перечень НДТ**

№ п/п	Номер НДТ	Наименование
1.	НДТ 5.1.1	Внедрение эффективных систем экологического менеджмента (СЭМ)
2.	НДТ 5.1.2	Внедрение системы энергоменеджмента
3.	НДТ 5.1.3	Проведение инженерно-экологических изысканий
4.	НДТ 5.1.4	Выполнение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС)
5.	НДТ 5.1.5	Организация взаимодействия с местным сообществом
6.	НДТ 5.1.6	Создание и поддержание особо охраняемых территорий в качестве компенсационных мероприятий
7.	НДТ 5.1.7	Разработка графиков проведения взрывных работ с учетом специфики территорий расположения предприятия
8.	НДТ 5.1.8	Повышение квалификации персонала
9.	НДТ 5.1.9	Выбор подрядчиков, взаимодействие с ними
10.	НДТ 5.2.1	Применение современных экологичных материалов и оборудования для производства работ
11.	НДТ 5.2.2	Оптимизация технологических процессов
12.	НДТ 5.2.3	Автоматизация технологических процессов
13.	НДТ 5.3.1	Снижение потребления энергетических ресурсов при обогащении полезных ископаемых
14.	НДТ 5.3.2	Сокращение энергопотребления в процессах добычи и обогащения полезных ископаемых
15.	НДТ 5.3.3	Минимизация потерь полезных ископаемых в недрах
16.	НДТ 5.3.4	Максимально полное извлечение ценных компонентов из добываемого полезного ископаемого
17.	НДТ 5.3.5	Извлечение сопутствующих компонентов на основе определения кондиций
18.	НДТ 5.3.6	Использование хвостов обогащения на основе определения кондиций

## Продолжение таблицы

№ п/п	Номер НДТ	Наименование
19.	НДТ 5.3.7	Сокращение потерь полезных ископаемых при транспортировке
20.	НДТ 5.3.8	Сокращение забора воды из природных источников
21.	НДТ 5.4.1	Производственный контроль
22.	НДТ 5.4.2	Производственный экологический мониторинг
23.	НДТ 5.5.1	Организация хранения, перегрузки и транспортировки горной массы и полезного ископаемого
24.	НДТ 5.5.2	Орошение пылящих поверхностей
25.	НДТ 5.5.3	Укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ
26.	НДТ 5.5.4	Рекультивация пылящих поверхностей
27.	НДТ 5.5.5	Применение современных методов очистки выбросов от пыли
28.	НДТ 5.5.6	Снижение выбросов в атмосферу при производстве буровзрывных работ
29.	НДТ 5.6.1	Снижение уровня шума и вибрации при производстве горных работ
30.	НДТ 5.6.2	Снижение уровня шума и вибрации при производстве взрывных работ
31.	НДТ 5.7.1	Управление водным балансом горнодобывающего предприятия
32.	НДТ 5.7.2	Применение рациональных схем осушения горных выработок
33.	НДТ 5.7.3	Внедрение систем оборотного водоснабжения
34.	НДТ 5.7.4	Повторное использование технической воды
35.	НДТ 5.7.5	Сокращение водопотребления в технологических процессах
36.	НДТ 5.7.6	Внедрение систем отдельного сбора сточных вод
37.	НДТ 5.7.7	Использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод
38.	НДТ 5.7.8	Применение современных методов очистки сточных вод
39.	НДТ 5.7.9	Управление поверхностным стоком с территории наземной инфраструктуры

## Продолжение таблицы

№ п/п	Номер НДТ	Наименование
40.	НДТ 5.7.10	Внедрение автоматизированных систем управления очистными сооружениями
41.	НДТ 5.8.1	Организация противофильтрационных экранов объектов размещения жидких отходов
42.	НДТ 5.8.2	Укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ и шламохранилищ с использованием скального грунта, грубодробленной пустой породы
43.	НДТ 5.8.3	Рациональное размещение складированных отходов
44.	НДТ 5.8.4	Организация системы очистки поверхностных сточных вод с породных отвалов угледобывающих предприятий
45.	НДТ 5.8.5	Организация объектов размещения отходов недропользования, в том числе вскрышных и вмещающих горных пород, на нарушенных территориях
46.	НДТ 5.8.6	Предупреждение самовозгорания породных отвалов угольных предприятий
47.	НДТ 5.8.7	Применение замкнутой водооборотной схемы обогащения
48.	НДТ 5.8.8	Использование угольных шламов в качестве добавки к продукции
49.	НДТ 5.8.9	Использование отходов при содержании хвостохранилищ
50.	НДТ 5.8.10	Обезвоживание отходов обогащения
51.	НДТ 5.8.11	Доизвлечение ценных компонентов из отходов обогащения на основе определения кондиций
52.	НДТ 5.8.12	Использование отходов недропользования для собственных технологических и производственных нужд
53.	НДТ 5.8.13	НДТ по обращению с объектами размещения отходов недропользования
54.	НДТ 5.9.1	Текущая рекультивация нарушенных земель в процессе отработки месторождений полезных ископаемых
55.	НДТ 5.9.2	Восстановление рельефа территории ведения работ
56.	НДТ 5.9.3	Предупреждение самовозгорания породных отвалов угледобычи

## ИТС 16-2023

Окончание таблицы

№ п/п	Номер НДТ	Наименование
57.	НДТ 5.9.4	Создание благоприятного корнеобитаемого слоя на рекультивируемой территории
58.	НДТ 5.9.5	Проведение агротехнических и фитомелиоративных мероприятий
59.	НДТ 5.9.6	Применение современной техники и оборудования при ведении рекультивационных работ
60.	НДТ 5.9.7	НДТ при закрытии (консервации/ликвидации) объекта недропользования

## Приложение Б (справочное)

### Энергоэффективность

#### Б.1 Краткая характеристика отрасли с точки зрения ресурсо- и энергопотребления

Горнодобывающие предприятия относятся к числу энергоемких производств.

Характерной чертой горнодобывающей промышленности является опережающий рост энергопотребления по отношению к темпам роста промышленной продукции. Увеличение электропотребления горной промышленностью вызывается качественными изменениями технологий, усложнением горно-геологических условий добычи, внедрением природоохранных мероприятий.

Современные горнодобывающие предприятия используют в своей деятельности различные виды энергии – электроэнергию, тепловую энергию в виде пара и воды, различные виды топливных ресурсов (жидкое топливо, природный газ).

Энергетические затраты в себестоимости продукции горнодобывающего предприятия, по оценке экономистов, составляют от 3 % до 10 % и более.

Структура энергопотребления горнодобывающего предприятия может быть представлена двумя основными блоками:

1. Энергопотребление технологического оборудования – шахтных бурильных установок (ШБУ), бурильных станков, погрузочных и погрузочно-транспортных машин, рудничного транспорта и др.

Энергоэффективность технологического оборудования может быть улучшена за счет повышения производительности горных машин, благодаря чему удельные затраты энергии будут снижаться.

Например: применение шахтных бурильных установок с электрогидравлическим приводом позволяет увеличить темпы проведения горных выработок в 2-3 раза по сравнению с аналогичным пневматическим буровым оборудованием.

2. Энергопотребление вспомогательного оборудования – насосные, компрессорные установки, электросилового оборудования и др.

Энергоэффективность этого оборудования может быть повышена за счет улучшения организации обслуживания энергетического хозяйства:

- ликвидация утечек сжатого воздуха (планируемые убытки сжатого воздуха составляют 20 % от произведенного компрессором);

- снижение аэродинамического сопротивления горных выработок (устранение захламленности горных выработок, создание более совершенных аэродинамических форм (круглого сечения восстающих место квадратных));

- правильный выбор энергетического оборудования и трубопроводов.

Применение буровых комбайнов позволяет не только создавать современные формы горных выработок, но и увеличить темпы проведения восстающих в 3 и более раз.

### **Б.2 Основные технологические процессы, связанные с использованием энергии**

Основные производственные процессы горнодобывающего предприятия связанные с использованием топлива — вскрышные и добычные работы. Вскрышные и добычные работы включают процессы отбойки, выемки, транспортировки, разгрузки и складирования вскрыши, пустой породы и полезного ископаемого.

Процессы дробления, сепарации, сушки и концентрирования — базовые технологические процессы обогащения.

К вспомогательным процессам относятся строительство и ремонт дорог (автомобильных, железных), вентиляция, водоотлив и др.

Наиболее существенное потребление энергии в горнодобывающей отрасли характерно, в частности, для транспортных средств, геологоразведочных работ и таких технологических процессов, как бурение, выемка породы, выемка минерального сырья, размол, дробление, обогащение, водоотлив и вентиляция. К числу рекомендуемых мер энергосбережения относятся:

- Использование неинвазивных технологий, например, дистанционного зондирования и наземных методик с целью минимизации прокладки разведочных выработок и бурения разведочных скважин;

- Правильный подбор мощности двигателей и насосов для выемки минерального сырья, его перемещения, дробления и погрузки, а также использование приводов с регулируемой скоростью (ПРС) в установках со значительными колебаниями нагрузки.

Сепарация (как правило, разделение твердой и жидкой фракций) может осуществляться в одну или несколько ступеней. Оптимизация этапов процесса, необходимых для получения требуемой продукции, позволяет достичь значительного энергосбережения. Для оптимизации энергоэффективности может использоваться сочетание двух или более методов сушки, сепарации и концентрирования.

### Уровни потребления

Удельные показатели характеризуют уровень, достигнутый с помощью внедрения новых и совершенствования существующих технологических процессов, проведения в последнее время политики снижения расхода электроэнергии.

Наименование производства	Единица продукции	Удельный расход электроэнергии, кВт·ч
Добыча каменного угля:		
- закрытая	1 т угля	35–70
- открытая	1 т угля	7–8
Добыча бурого угля закрытая	1 т угля	10–15
Обогатительная фабрика	1 т угля	5–10
Добыча руд черных металлов:		
- железной	1 т	70
- марганцевой	1 т	25–40
Добыча руд цветных металлов:		
- медной	1 т	15
- подземная	1 т	35–45
- открытая	1 т	10–15
- никелевой	1 т	35–45
Обогатительные фабрики черной металлургии:		
- дробильно-сортировочная	1 т руды	1,5
- промывочная	1 т руды	2,5
- сухое обогащение	1 т руды	5,0
- мокрое обогащение	1 т руды	60–65
- гравитационно-обогатительная фабрика	1 т руды	17–20
- обжиговая фабрика	1 т руды	12–17
- флотационная фабрика	1 т руды	25
- агломерационная фабрика	1 т агломерата	18–25
- брикетная фабрика	1 т брикетов	8–10
Обогатительные фабрики в цветной металлургии	1 т руды	25–35

## ИТС 16-2023

На изменение промышленного электропотребления в перспективе влияют следующие факторы:

- на увеличение удельных расходов — повышение безопасности и комфортности труда (подземные выработки, шахты), усложнение условий добычи сырья (угледобыча, добыча руды), вовлечение в производство ресурсов с низким содержанием ценных компонентов, повышение качества продукции за счет применения электроемких технологий обогащения;

- на уменьшение удельных расходов — совершенствование технологий, внедрение мероприятий по экономии электроэнергии.

### **Б.3 Наилучшие доступные технологии, направленные на повышение энергоэффективности и оптимизацию и сокращение ресурсопотребления**

Энергоэффективность в горнодобывающем производстве обеспечивается применением технологий ресурсосбережения и энергосбережения, отдельно рассмотренных в подразделе 5.3 «НДТ в области энергосбережения и ресурсосбережения» раздела 5 «Наилучшие доступные технологии».

Номер и наименование НДТ	Раздел/пункт справочника
Снижение потребления энергетических ресурсов при обогащении полезных ископаемых	5.3.1
Сокращение энергопотребления в процессах добычи и обогащения полезных ископаемых	5.3.2
Минимизация потерь полезных ископаемых в недрах	5.3.3
Максимально полное извлечение ценных компонентов из добываемого полезного ископаемого	5.3.4
Извлечение сопутствующих компонентов на основе определения кондиций	5.3.5
Использование хвостов обогащения на основе определения кондиций	5.3.6
Сокращение потерь полезных ископаемых при транспортировке	5.3.7
Сокращение забора воды из природных источников	5.3.8

#### **Б.4 Экономические аспекты реализации НДТ, направленные на повышение энергоэффективности и оптимизацию и сокращение ресурсопотребления**

Затраты на электроэнергию и энергетические ресурсы играют значительную роль в расходах горнодобывающих предприятий, особенно обрабатывающих месторождения подземным способом.

Неоптимальное функционирование энергосистем предприятия способно привести к увеличению затрат предприятия.

Основной вклад в повышение энергоэффективности вносит внедрение систем энергетического менеджмента ([49]).

#### **В.5 Перспективные технологии, направленные на повышение энергоэффективности и оптимизацию и сокращение ресурсопотребления**

- Дистанционное зондирование территории;
- Формирование горнопромышленных комплексов (хабов);
- Внедрение циклично-поточной технологии;
- Применение биохимических методов выщелачивания металлов;
- Совершенствование подземных технологий добычи;
- Дегазация, улавливание и утилизация метана.

## Приложение В (справочное)

### Технологическое оборудование

#### В.1 Основное оборудование

Характеристики технологического оборудования горнодобывающей промышленности приведены в таблице ([50]).

Данное оборудование может быть рассмотрено как применяемое в НДТ на основании критерия «в) применение ресурсо- и энергосберегающих методов» ([30]). Оценить оборудование, применяемое в горнодобывающей промышленности, по другим критериям не представляется возможным в связи со значительным разнообразием применяемого оборудования на горнодобывающих предприятиях различных отраслей, включенных в область применения настоящего горизонтального справочника НДТ; отсутствием достаточной исходной информации по оборудованию в заполненных анкетах.

Технологический этап	Наименование оборудования	Технические характеристики
1	2	3
Добыча подземным способом	Комбайны очистные и установки струговые для добычи угля и руды	Суммарная установленная мощность электродвигателей резания — от 500 до 1000 кВт включительно, Максимальная вынимаемая мощность пласта — не более 4 м Удельный расход электрической энергии на извлечение 1 т угля при номинальной (расчетной) производительности — не более 0,7 кВт·ч/т Суммарная установленная мощность электродвигателей резания — более 1000 кВт, максимальная вынимаемая мощность

## Продолжение таблицы

Технологический этап	Наименование оборудования	Технические характеристики
1	2	3
		пласта — не более 5 м Удельный расход электрической энергии на извлечение 1 т угля при номинальной (расчетной) производительности — не более 0,6 кВт·ч/т
	Комбайны проходческие по углю и породе	Суммарная мощность электродвигателей исполнительных органов, не менее 340 кВт Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности: по углю < 1,2 кВт·ч/т по породе (прочностью МПа) < 8 кВт·ч/т по смешанному забою (25 процентов угля и 75 процентов породы МПа) < 4,5 кВт·ч/т по углю < 1,4 кВт·ч/т по породе (прочностью МПа) < 9 кВт·ч/т по смешанному забою (25 процентов угля и 75 процентов породы МПа) < 5,5 кВт·ч/т по породе (прочностью МПа до 15 процентов при суммарной присечке пород до 75 процентов) < 11 кВт·ч/т
Добыча открытым способом	Экскаваторы одноковшовые на гусеничном ходу с электрическим (дизель-электрическим) приводом	Объем ковша не более 10 м <sup>3</sup> Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 0,41 кВт·ч/м <sup>3</sup>
		Объем ковша 10–15 м <sup>3</sup> Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 0,82 кВт·ч/м <sup>3</sup>
		Объем ковша свыше 15 м <sup>3</sup> Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 1,22 кВт·ч/м <sup>3</sup>
		Объем ковша до 20 м <sup>3</sup> Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 1,22 кВт·ч/м <sup>3</sup>

## Продолжение таблицы

Технологический этап	Наименование оборудования	Технические характеристики
1	2	3
		Объем ковша 20–40 м <sup>3</sup> Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 1,95 кВт·ч/м <sup>3</sup>
		Объем ковша свыше 40 м <sup>3</sup> Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 1,95 кВт·ч/м <sup>3</sup>
	Экскаваторы многоковшовые карьерные роторные (тип привода электрический)	Удельный расход электрической энергии при номинальной производительности — не более 0,6 кВт·ч/м <sup>3</sup>
Обогащение <sup>10)</sup>	Конусные дробилки крупного дробления типоразмер 500–1500	Крупность дробленого материала — 600–1000 мм Предел прочности при сжатии до 300 МПа Содержание влаги до 4 %
	Конусные дробилки среднего дробления типоразмер 500–900	Крупность дробленого материала — 100–300 мм Предел прочности при сжатии до 300 МПа Содержание влаги до 4 %
	Конусные дробилки мелкого дробления типоразмер 1750–3000	Крупность дробленого материала — 50–100 мм Предел прочности при сжатии до 300 МПа Содержание влаги до 4 %
	Дробилки ударного действия серии «Титан Д»	Производительность — 150–500 т/ч Установленная мощность — 110–500 кВт Скорость удара — 35–100 м/с

<sup>10)</sup> В соответствии с данными унифицированных анкет, для обогащения полезных ископаемых может применяться оборудование собственного производства либо произведенное по индивидуальному заказу. Подобное оборудование в таблице не представлено.

## Продолжение таблицы

Технологический этап	Наименование оборудования	Технические характеристики
1	2	3
	Щековые дробилки для дробления горных пород	Крупность дробленого материала — 150–500 мм Производительность до 550 м <sup>3</sup> /ч Предел прочности при сжатии до 300 МПа
	Грохоты инерционные самобалансные серии ГИСТ, ГИСЛ	Производительность 96–800 т/ч, Объемная масса насыпного груза 1,4–2,8 т/м <sup>3</sup>
	Мельницы шаровые серии МШЦ и МШР для мокрого измельчения рудных и нерудных полезных ископаемых	Рабочий объем — 36–82 м <sup>3</sup> Мощность двигателя — 1000–2500 кВт Производительность — до 3040 т/ч
	Мельницы мокрого самоизмельчения типа ММС	Рабочий объем — 80 м <sup>3</sup> Мощность двигателя — 1600 кВт Производительность — 80–600 т/ч
	Линейные грохоты DELKOR	Размер грохота — 12 м <sup>2</sup> Размер фильтровальной ткани — 3500 / (12250–13000)
	Отсадочные машины ВАТАС	Производительность — 450–720 т/ч Размер фракции — 0,5–150 мм
	Отсадочная машина МО-318	Размер фракции каменные угли и антрациты — 0,5–13; 13–150 и 0,5–150 мм, руды черных, цветных редких металлов — до 4 мм и 4–100 мм Производительность по исходному углю — 500 т/ч по руде 180–270 т/ч

## Окончание таблицы

Технологический этап	Наименование оборудования	Технические характеристики
1	2	3
	Тяжелосредние сепараторы ванного типа DANIELS	Размер фракции — 6–250 мм Производительность по исходному углю — 90–590 т/ч Производительность по исходной пульпе — 235–1500 м <sup>3</sup> /ч
	Машина флотационная МФУ-12	Вместимость камеры 12,5 м <sup>3</sup> Производительность по исходному твердому продукту (при содержании твердого продукта в исходной пульпе 120 г/л) — не менее 80 т/ч Объемная производительность — не менее 700 т/ч Установленная мощность электродвигателей на одну камеру — 38,03 кВт
	Машина флотационная серии WEMCO 144	Производительность по пульпе 900 м <sup>3</sup> по твердому 90 т/ч
	Магнитный сепаратор серии ПБМ	Производительность по тяжелой среде 160 м <sup>3</sup> /ч Диаметр рабочей части барабана 900 мм Длина барабана 2500 мм Магнитная индукция 0,16 Тл Мощность электродвигателя 4 кВт
	Ленточные фильтр-прессы серии CRF 1000–4000 SMX	Номинальная производительность по суспензии — до 110–140 м <sup>3</sup> /ч Мощность электродвигателя привода, кВт — до 2 × 8,5 Средний расход воды для очистки фильтровочной ткани — до 26 м <sup>3</sup> /ч

## В.2 Вспомогательное оборудование

Технологический этап	Наименование оборудования	Технические характеристики
1	2	3
Проветривание горных выработок	Вентиляторы осевые при производительности более 5000 м <sup>3</sup> /ч	Коэффициент полезного действия не менее 85 %
	Вентиляторы шахтные главного проветривания	Коэффициент полезного действия не менее 84 %
	Вентиляторы шахтные местного проветривания	Коэффициент полезного действия не менее 70 %
Транспортирование горной массы и полезного ископаемого	Конвейеры шахтные ленточные	Ширина ленты — от 1200 до 1600 мм, Номинальная скорость ленты — от 3,15 до 4,5 м/с, Суммарная мощность приводных электродвигателей — от 1200 до 3500 кВт Удельный расход электрической энергии по перемещению 1 т груза на 1 м — не более 0,0017 кВт·ч/т·м
	Конвейеры ленточные для открытых горных работ	Ширина ленты — более 1600 мм, номинальная скорость ленты — от 3,15 до 4,5 м/с, Суммарная мощность приводных электродвигателей — от 3500 до 5500 кВт Удельный расход электрической энергии по перемещению 1 т груза на 1 м — не более 0,00038 кВт·ч/т·м

## **Библиография**

1. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. ГОСТ Р 113.00.03–2019 Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника
3. ГОСТ Р 113.00.04–2020 Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий
4. ГОСТ Р 56828.15–2016 Наилучшие доступные технологии. Термины и определения
5. Федеральный закон от 23 июня 2016 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об актах гражданского состояния».
6. Федеральный закон от 29.06.2015 N 162-ФЗ (ред. от 30.12.2020) «О стандартизации в Российской Федерации».
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 г. № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».
8. Справочник по наилучшим доступным технологиям по обращению с отходами и пустыми породами горнодобывающей промышленности (Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities), EC, 2009.
9. Приказ Минпромторга России от 18.12.2019 г. № 4841 «Об утверждении порядка сбора и обработки данных, необходимых для разработки и актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».
10. Распоряжение Правительства РФ от 10 июня 2022 г. № 1537-р «Об утверждении поэтапного графика актуализации информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».
11. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году» / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – Москва, 2023.
12. Закон Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 «О недрах».
13. Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

14. ГОСТ Р 59070-2020 «Охрана окружающей среды. Рекультивация нарушенных и нефтезагрязненных земель. Термины и определения».

15. ГОСТ Р 59057-2020 «Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель».

16. ГОСТ 17.4.4.03-86 «Охрана природы. Почвы. Метод определения потенциальной опасности эрозии под воздействием дождей».

17. ГОСТ Р 59060-2020 «Охрана окружающей среды. Земли. Классификация нарушенных земель в целях рекультивации»

18. Егоров П.В., Бобер Е.А., Кузнецов Ю.Н., Косьминов Е.А., Решетов С.Е., Красюк Н.Н. Основы горного дела.-М, Из-во Московского государственного горного университета, 2006 г., 405 с.

19. Федеральный закон РФ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О недрах» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» №343-ФЗ, от 14.07.2022 г.

20. Федеральный классификационный каталог отходов: <https://rpn.gov.ru> >fkko (электронный ресурс).

21. Development of a guidance document on best practices in the Extractive Waste Management Plans. Circular Economy Action, 2019: <http://www.ecoefficiency.gr/en> (электронный ресурс)

22. Горное дело. Терминологический словарь/под ред. Трубецкого К.Н., Каплунова Д.Р.-М, Из-во «Горная книга», 2016 г., 635 с.

23. В. Afum, D. Caverson, E. Ben-Awuah/ A conceptual framework for characterizing mineralized waste rocks as future resource// International Journal of Mining Science and Technology, 2018/07/01

24. ГОСТ Р ИСО 14044 -2021 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Требования и рекомендации

25. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Производственные процессы.- М, Из-во «Книжный дом «Либроком», 2010 г., 509 с.

26. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries, 2018: <https://ec.europa.eu/jrc> (электронный ресурс)

27. ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель».

28. ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация».

29. ГОСТ 30491-2012 «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства».

## **ИТС 16-2023**

30. Приказ Минпромторга России от 23 августа 2019 г. N 3134 «Об утверждении Методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии».

31. Информационно - технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 2-2022 Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот.

32. Информационно - технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 3-2019. Производство меди.

33. Информационно - технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 8-2022. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнение работ и оказание услуг на крупных предприятиях.

34. Информационно - технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2019. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов.

35. Информационно - технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 11-2022. Производство алюминия.

36. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению (вступает в силу с 1 января 2017 г.).

37. Национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 19011-2021. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента.

38. СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96».

39. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 1 декабря 2020г. № 999 «Об утверждении требований к материалам оценки воздействия на окружающую среду».

40. Национальный стандарт ГОСТ Р 52106-2003. Ресурсосбережение. Общие положения.

41. Национальный стандарт ГОСТ Р 52107-2003. Ресурсосбережение. Классификация и определение показателей.

42. Сборник инновационных решений по сохранению биоразнообразия для угледобывающего сектора / Отв. редакторы С.А. Шейнфельд, Ю.А. Манаков; – Кемерово, Новокузнецк: ИнЭКА, 2015. – 208 с.

43. Решетняк С.П. Актуальные направления развития методов проектирования горнодобывающих предприятий / С.П. Решетняк // Журнал «Горная

Промышленность». – 2015. – №3 (121). – С.22. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mining-media.ru/ru/article/newtech/8822aktualnyenapravleniyarazvitiyametodovproektirovaniya-gornodobyvayushchikhpredpriyatij>.

44. Необутов Г.П. Оценка изменения тенденций развития технологии разработки жильных месторождений криолитозоны / Г.П. Необутов, Д.Н. Петров, Е.В. Никулин // Журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)» – 2010. – № 12 / том 4.

45. Биохимические методы и метод возгонки / Все о горном деле. Добывающая промышленность. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://industry-portal24.ru/razrabotka-mestorozhdeniy/1176-biohimicheskie-metody-i-metod-vozhgonki-chast-2.html>

46. Патент RU 2332567:Способ добычи руды из тонких жил с применением термического дробления руд // Автор патента: Бризбуа Дональд. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/233/2332567.html>.

47. Татаркин А. И. Прогноз технологического развития в горнодобывающих отраслях на основе модернизации техники и технологии горного производства / А. И. Татаркин, С. В. Корнилков, В. Л. Яковлев, Е. А. Орлова. // Экономика региона. – 2012. – № 3. – С. 81-92.

48. Бобров С.А. Эколого-технологическая связь между способом вскрытия, системой разработки и схемой комплексной механизации / С.А. Бобров, В.Е. Кисляков. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2009. – № 4. – С. 9-10.

49. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 50001-2023. Система энергетического менеджмента. Требования и руководства по применению.

50. Постановление Правительства Российской Федерации от 17 июня 2015 г. № 600 «Об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности».