ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

ИТС 16—2016

ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ. ОБЩИЕ ПРОЦЕССЫ И МЕТОДЫ

Москва
Бюро НДТ
2016

Содержание

Введение VIII
Краткое содержание справочника НДТ IX
Предисловие XI
Область применения 1
Раздел 1. Общие сведения о горнодобывающей промышленности в Российской Федерации 4
1.1 Железные руды 4
1.2 Алюминиевое сырье 11
1.3 Медь 16
1.4 Свинец 21
1.5 Цинк 25
1.6 Олово 31
1.7 Марганцевые руды 34
1.8 Хромовые руды 37
1.9 Никель 40
1.10 Кобальт 43
1.11 Молибден 44
1.12 Тантал 48
1.13 Ванадий 50
1.14 Золото 52
1.15 Серебро 63
1.16 Металлы платиновой группы 70
1.17 Уголь 74
1.18 Анализ приоритетных проблем отрасли 77
Раздел 2. Описание общих технологических процессов и методов 82
2.1 Геологоразведочные работы 84
Этапы и стадии геологоразведочных работ 85
2.1.1 Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых 86
2.1.2 Поиски и оценка месторождений 87
2.1.3 Разведка и освоение месторождения 88
2.2 Открытие горнодобывающего предприятия и этап строительства 90

2.3 Горнодобывающие и обогатительные технологические процессы и методы 91
2.3.1 Добыча и транспортировка 91
2.3.2 Основные процессы обогащения 95
2.4 Закрытие горнодобывающего предприятия и рекультивационные работы 103
2.4.1 Понятие и этапы рекультивации 104
2.4.2 Общие требования к рекультивации земель, нарушенных при горных работах 107
Раздел 3. Воздействие на окружающую среду 110
3.1 Воздействие на окружающую среду на этапе геологоразведочных работ 111
3.2 Воздействие на окружающую среду на этапе строительства 113
3.3 Воздействие на окружающую среду на этапе эксплуатации 116
3.3.1 Воздействие добычи полезных ископаемых на окружающую среду 117
3.3.2 Воздействие обогащения на окружающую среду 120
3.4 Воздействие на этапе закрытия 121
3.5 Воздействие при рекультивации 123
3.6 Основные эмиссии 124
Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий 132
Раздел 5. Наилучшие доступные технологии 136
5.1 НДТ организационно-управленческого характера 136
НДТ 5.1.1 Внедрение эффективных систем экологического менеджмента (СЭМ) 136
НДТ 5.1.2 Проведение инженерно-экологических изысканий 137
НДТ 5.1.3 Выполнение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) 138
НДТ 5.1.4 Организация взаимодействия с местным сообществом 139
НДТ 5.1.5 Создание и поддержание особо охраняемых территорий в качестве компенсационных мероприятий 140
НДТ 5.1.6 Разработка графиков проведения взрывных работ с учетом специфики территории расположения предприятия 141
НДТ 5.1.7 Повышение квалификации персонала 141
НДТ 5.1.8 Выбор подрядчиков, взаимодействие с ними 142

5.2 НДТ организационно-технического характера 142
НДТ 5.2.1 Применение современных экологичных материалов и оборудования для производства работ 142
НДТ 5.2.2 Оптимизация технологических процессов 143
НДТ 5.2.3 Автоматизация технологических процессов 143
5.3 НДТ в области энергосбережения и ресурсосбережения 143
НДТ 5.3.1 Управление системой потребления энергетических ресурсов 143
НДТ 5.3.2 Сокращение энергопотребления в процессах добычи и обогащения полезных ископаемых 144
НДТ 5.3.3 Минимизация потерь полезных ископаемых в недрах 145
НДТ 5.3.4 Максимально полное извлечение ценных компонентов из добываемого полезного ископаемого 145
НДТ 5.3.5 Извлечение сопутствующих компонентов на основе определения кондиций 146
НДТ 5.3.6 Использование вскрышных и вмещающих пород, хвостов обогащения на основе определения кондиций 146
НДТ 5.3.7 Сокращение потерь полезных ископаемых при транспортировке 146
НДТ 5.3.8 Сокращение забора воды из природных источников 147
НДТ 5.3.9 Удаление метана из горных выработок при помощи систем и схем вентиляции 147
5.4 НДТ в области производственного контроля 147
НДТ 5.4.1 Производственный контроль 147
НДТ 5.4.2 Производственный экологический мониторинг 148
5.5 НДТ в области минимизации негативного воздействия на атмосферный воздух 148
НДТ 5.5.1 Организация хранения, перегрузки и транспортировки горной массы и полезного ископаемого 148
НДТ 5.5.2 Орошение пылящих поверхностей 149
НДТ 5.5.3 Укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ 149
НДТ 5.5.4 Рекультивация пылящих поверхностей 149
НДТ 5.5.5 Применение современных методов очистки выбросов от пыли 150

НДТ 5.5.6 Снижение выбросов в атмосферу при производстве буровзрывных работ 150
5.6 НДТ в области минимизации негативного воздействия физических факторов 151
НДТ 5.6.1 Снижение уровня шума и вибрации 151
НДТ 5.6.2 Снижение уровня шума и вибрации при производстве взрывных работ 151
5.7 НДТ в области минимизации негативного воздействия на водные ресурсы 152
НДТ 5.7.1 Управление водным балансом горнодобывающего предприятия 152
НДТ 5.7.2 Применение рациональных схем осушения горных выработок 153
НДТ 5.7.3 Внедрение систем оборотного водоснабжения 153
НДТ 5.7.4 Повторное использование технической воды 153
НДТ 5.7.5 Сокращение водопотребления в технологических процессах 154
НДТ 5.7.6 Внедрение систем раздельного сбора сточных вод 154
НДТ 5.7.7 Использование локальных систем очистки и обезвреживания сточных вод 154
НДТ 5.7.8 Применение современных методов очистки сточных вод 154
НДТ 5.7.9 Управление поверхностным стоком территории наземной инфраструктуры 155
НДТ 5.7.10 Внедрение автоматизированных систем управления очистными сооружениями 155
5.8 НДТ в области минимизации воздействия отходов горнодобывающих предприятий 156
НДТ 5.8.1 Организация противофильтрационных экранов объектов размещения жидких отходов 156
НДТ 5.8.2 Укрепление откосов ограждающих дамб хвостохранилищ и шламохранилищ с использованием скального грунта, грубодробленой пустой породы 156
НДТ 5.8.3 Рациональное размещение складируемых отходов 157
НДТ 5.8.4 Организация системы очистки поверхностных сточных вод с породных отвалов угледобывающих предприятий 157

НДТ 5.8.5 Организация объектов размещения отходов на нарушенных территориях 157
НДТ 5.8.6 Предупреждение самовозгорания породных отвалов угольных предприятий 158
НДТ 5.8.7 Применение замкнутой водооборотной схемы обогащения 158
НДТ 5.8.8 Использование угольных шламов в качестве добавки к продукции 158
НДТ 5.8.9 Использование отходов горнодобывающей деятельности при ликвидации горных выработок 159
НДТ 5.8.10 Использование отходов горнодобывающей деятельности для производства строительных материалов 159
НДТ 5.8.11 Использование отходов при содержании хвостохранилищ 159
НДТ 5.8.12 Обезвоживание отходов обогащения 159
НДТ 5.8.13 Доизвлечение ценных компонентов из отходов обогащения на основе определения кондиций 160
5.9 НДТ в области рекультивации земель, нарушенных в процессе ведения горнодобывающих работ 160
НДТ 5.9.1 Текущая рекультивация нарушенных земель в процессе отработки месторождений полезных ископаемых 160
НДТ 5.9.2 Восстановление рельефа территории ведения работ 160
НДТ 5.9.3 Использование отходов на техническом этапе рекультивации нарушенных земель 161
НДТ 5.9.4 Предупреждение самовозгорания породных отвалов угледобычи 161
НДТ 5.9.5 Создание благоприятного корнеобитаемого слоя на рекультивируемой территории 162
НДТ 5.9.6 Проведение агротехнических и фитомелиоративных мероприятий 162
НДТ 5.9.7 Применение современной техники и оборудования при ведении рекультивационных работ 163
5.10 Минимизация негативного воздействия на ландшафты, почвы и биологическое разнообразие 163
Раздел 6. Экономические аспекты реализации наилучших доступных технологий 164
Раздел 7. Перспективные технологии 176

7.1 Внедрение информационных систем и автоматизация горнодобывающей деятельности 176
7.2 Перспективные технологии в геологоразведочных и изыскательских работах 176
7.3 Перспективные технологии в строительстве горнодобывающих предприятий 177
7.4 Перспективные технологии в добыче полезных ископаемых 177
7.5 Перспективные технологии обогащения полезных ископаемых 178
7.6 Перспективные технологии комплексного извлечения ценных компонентов из отходов добычи и обогащения полезных ископаемых 179
7.7 Перспективные технологии в рекультивации нарушенных земель 179
Заключительные положения и рекомендации 180
Приложение А (обязательное) Коды ОКВЭД и ОКПД, соответствующие области применения настоящего справочника НДТ 185
Приложение Б (обязательное) Перечень НДТ 186
Приложение В (справочное) Энергоэффективность 190
Приложение Г (справочное) Технологическое оборудование 195
Библиография 201

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.

Объекты, оказывающие воздействие на окружающую среду, подразделяются на четыре категории ([1]).

Хозяйственная деятельность по добыче и обогащению:

- железных руд,

- руд цветных металлов — алюминия (боксита), меди, свинца, цинка, олова, марганца, хрома, никеля, кобальта, молибдена, тантала, ванадия, а также руд драгоценных металлов (золота, серебра, платины), за исключением руд и песков драгоценных металлов, оловянных руд, титановых руд, хромовых руд на рассыпных месторождениях;

- угля, включая добычу и обогащение каменного угля, антрацита и бурого угля (лигнита), отнесена к объектам I категории, относящимся к областям применения наилучших доступных технологий (НДТ). 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 ПНСТ 21—2014 ([2]), формат описания технологий — ПНСТ 23—2014 ([3]), термины приведены в соответствии с ПНСТ 22—2014 ([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** представлена общая характеристика горнодобывающей промышленности России:

- состояние минерально-сырьевой базы Российской Федерации (в границах области применения);
- основные горнодобывающие предприятия;
- анализ приоритетных проблем отрасли.

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

- 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 литературных 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.

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 Росстандарта от 4 марта 2016 г. № 231 «О технической рабочей группе „Обращение с вскрышными и вмещающими горными породами“» (в редакции приказа Росстандарта от 18 июля 2016 г. № 1051).

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).

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 ([7]) 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, не дожидаясь 2019 года, когда начнется выдача комплексных экологических разрешений, оценить, насколько параметры выбросов и сбросов 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 ведении добычных работ в Российской Федерации, собрана в соответствии с Порядком сбора данных, необходимых для разработки информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям и анализа приоритетных проблем отрасли, утвержденным приказом Росстандарта от 23 июля 2015 г. № 863 ([10]).

6 Взаимосвязь с другими справочниками НДТ

Взаимосвязь настоящего справочника НДТ с другими справочниками НДТ, разрабатываемыми в соответствии с распоряжением Правительства от 31 октября 2014 г. № 2178-р ([11]), отражена в разделе «Область применения».

7 Информация об утверждении, опубликовании и введении в действие

Настоящий справочник НДТ утвержден приказом Росстандарта от 15 декабря 2016 г. № 1886.

Настоящий справочник НДТ введен в действие с 1 июля 2017 г., официально опубликован в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru).

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ. ОБЩИЕ ПРОЦЕССЫ И МЕТОДЫ

Mining industry. General processes and techniques

Дата введения — 2017-07-01

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 (боксита), 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». Таким образом, в части обогащения углей, обогащения и подготовки руд черных, цветных и драгоценных металлов настоящий справочник НДТ распространяется на методы и технологии, применяемые непосредственно на месторождениях соответствующих 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.

Настоящий справочник НДТ не распространяется на:

- добычу и обогащение руд и песков драгоценных металлов, оловянных руд, титановых руд, хромовых руд на рассыпных месторождениях;

- обогащение руд черных и цветных металлов (как отдельный производственный процесс);

- 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 31 октября 2014 года № 2178-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 8-2015 «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 «Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов)»
Обращение с отходами	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 9-2015 «Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов)»; Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 15-2016 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов)»
Добыча и обогащение руд цветных металлов	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Добыча и обогащение руд цветных металлов»
Добыча и обогащение железных руд	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Добыча и обогащение железных руд»
Добыча и обогащение угля	Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Добыча и обогащение угля»

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

Раздел 1. Общие сведения о горнодобывающей промышленности в Российской Федерации

1.1 Железные руды

Россия занимает второе место в мире по запасам железной руды, уступая только Бразилии. Запасы достигают 110 млрд т, ресурсы наиболее достоверной категории P_1 оцениваются в 95,4 млрд т. При этом качество железорудного сырья в России заметно ниже, чем в других странах, обладающих значительными запасами этого сырья: Бразилии, Австралии и Индии.

Распределение запасов железных руд и их прогнозных ресурсов категории P_1 по основным субъектам Российской Федерации представлено на рисунке 1.1-1 ([10],[11]).



Рисунок 1.1-1 — Распределение запасов железных руд и их прогнозных ресурсов категории P_1 по основным субъектам Российской Федерации, млрд т

Основу российской железорудной базы составляют железистые кварциты (70 % запасов железных руд России). С ними связано высококачественное сырье, не требующее обогащения — богатые гематит-сидерит-мартитовые руды с содержанием железа более 50 %, по качеству сопоставимые с сырьем лучших мировых месторождений. Запасы богатых гематит-сидерит-мартитовых руд Курской магнитной аномалии составляют 29 млрд т, но из-за сложных условий залегания только шестая их часть может быть вовлечена в разработку. Остальные запасы железистых кварцитов — руды среднего качества с содержанием железа 40 %, требующие обогащения.

Руды титаномагнетитового геолого-промышленного типа занимают второе место в российской сырьевой базе железных руд (15 % запасов страны). Руды преимущественно бедные (содержание железа 16,5 %). По масштабу запасов титаномагнетитовых руд Уральская железорудная провинция не имеет аналогов в мире.

Скарново-магнетитовые месторождения составляют около 11 % запасов России (12 млрд т). Руды их, как правило, легкообогатимы и отличаются сравнительно высоким содержанием железа (31 % — 45 %). Большая часть запасов магнетитовых руд скарнового типа (7,3 млрд т) разведана в Сибири, в пределах Алтае-Саянской и Восточно-Сибирской железорудных провинций железорудных провинций.

Руды остальных геолого-промышленных типов занимают значительно меньшую долю в сырьевой базе железных руд России

С учетом прироста в результате геологоразведочных работ, добычи и потерь при добыче запасы железных руд категорий A+B+C1 в 2014 году выросли относительно предыдущего года на 908 млн т, или на 1,5 %, динамика запасов категории C2 показала более существенный рост — на 2,5 млрд т, или на 5,3 %

Россия занимает пятое место в мире по добыче железорудного сырья. Добыча сырых железных руд в 2014 году составила 328,6 млн т, что на 1,1 % меньше, чем в 2013 году.

Основные месторождения железных руд и их добыча в субъектах Российской Федерации представлены на рисунке 1.1-2.



Рисунок 1.1-2 — Основные месторождения железных руд и распределение их добычи по субъектам Российской Федерации, млн т

Четыре холдинга контролируют около 80 % российского производства железорудного сырья и более 60 % лицензированных запасов железных руд. ХК «Металлоинвест» занимает ведущие позиции в железорудной отрасли России и

СНГ Холдинги «ЕвразГруп С.А.». ОАО «НЛМК» и ОАО «Северсталь»[1] по производственным мощностям более чем вдвое уступают лидеру отрасли.

Характеристика основных месторождений железных руд и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1 1-1

Таблица 1.1-1 — Основные месторождения железных руд и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, млн т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание Fe в рудах, %	Добыча в 2014 году, млн т руды
		$A+B+C_1$	C_2			
ОАО «Михайловский ГОК»[2]						
Михайловское* (Курская область)	Гематит-магнетитовый в железистых кварцитах	8052	4764	11,7	39,5	93
ОАО «Лебединский ГОК»[3]						
Стойло-Лебединское (Белгородская область)	Магнетитовый в железистых кварцитах	2199	109	2,1	35	13
Лебединское* (Белгородская область)		3613	1789	4,9	34,6	34.1
ОАО «Карельский окатыш»[4]						
Костомукшское (Республика Карелия)	Магнетитовый в железистых кварцитах	714,3	77 6	0,7	32,1	21,2

[1] В настоящее время — ПАО «НЛМК», ПАО «Северстапь». в соответствии с изменениями в Гражданском кодексе.

[2] ПАО «Михайловский ГОК»

[3] АО «Лебединский ГОК»

[4] АО Карельский окатыш».

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, млн т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание Fe в рудах, %	Добыча в 2014 году, млн т руды
		A+B+C$_1$	C$_2$			
ОАО «Ковдорский ГОК»[5]						
Ковдорское* (Мурманская область)	Бадделеит-апатит-магнетитовый	743,5	730	1,3	25,1	16,6
ОАО «Евразруда»[6]						
Шерегешевское (Кемеровская область)	Магнетитовый в скарнах	140,2	14,5	0,1	36	1,5
Таштагольское* (Кемеровская область)		410,3	296,4	0,6	45,5	1,3
ОАО «Коршуновский ГОК»[7]						
Рудногорское* (Иркутская область)	Магнетитовый в скарнах	205	37	0,2	32	3,9
ОАО «Стойленский ГОК»						
Стойленское* (Белгородская область)	Гематит-магнетитовый в железистых кварцитах	6506	4645	10,2	35	31,3
ОАО «Комбинат КМАруда»						
Коробковское (Белгородская область)	Магнетитовый в железистых кварцитах	2942	673	3,3	33,2	4,7

[5] АО «Ковдорский ГОК».

[6] АО «Евразруда»

[7] ПАО «Коршуновский ГОК»

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, млн т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание Fe в рудах, %	Добыча в 2014 году, млн т руды
		A+B+C$_1$	C$_2$			
ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»						
Приоскольское (Белгородская область)	Магнетитовый в железистых кварцитах	1560	678	2	37.1	0**
ООО «Металл-Групп»						
Яковлевское* (Белгородская область)	Гематит-сидерит-мартитовый	1861	7740	8,8	60.5	1
ОАО «Качканарский ГОК «Ванадий»[51]						
Гусевогорское (Свердловская область)	Ванадиевотитано-магнетитовый	2427	2410	4.4	16.6	57,2
Собственно-Качканарское (Свердловская область)		3603	3270	6.3	16.6	0
ООО «ЛЕКС ЭЛЕКТА»						
Суроямское (Челябинская область)	Ванадиевотитано-магнети-товый	1791	1918	3,4	14 3	0
ОАО ГМП «Забайкалстальинвест»						
Чинейское (Забайкальский край)	Титаномагнети-товый	464,1	472.4	0,8	33.5	0
ООО «Энерготехмаш XXI век»						

[51] АО «Качканарский ГОК «Ванадий»

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, млн т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание Fe в рудах, %	Добыча в 2014 году, млн т руды
		$A+B+C_1$	C_2			
Гостищевское* (Белгородская область)	Гематит-сидерит-мартитовый	2596	7559	9.3	61.6	0
ЗАО «ГМК «Тимир»						
Тарыннахское (Республика Саха (Якутия))	Магнетитовый в железистых кварцитах	1093	211,5	1,2	28 3	0
Горкитское (Республика Саха (Якутия))		971	942.4	1,7	28.3	0
ООО «Гаринский горно-металлургический комбинат»						
Гаринское (Амурская область)	Магнетитовый в скарнах	211.4	177.3	0,4	41.7	0
ООО «Кимкано-Сутарский ГОК»						
Кимканское (Еврейская АО)	Магнетитовый в железистых кварцитах	184,5	32,3	0,2	35.6	3
Нераспределенный фонд						
Висловское (Белгородская область)	Гематит-сидерит-мартитовый	1453	2500	3,6	60.7	

* Часть запасов находится в нераспределенном фонде.

** «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам.

1.2 Алюминиевое сырье

Россия имеет крупные запасы традиционного алюминиевого сырья — бокситов, которые достигают 1,1 млрд т. Однако из-за невысокого качества руд и/или глубокого их залегания только около половины имеющихся запасов (526 млн т) активно используется или готовится к эксплуатации. Прогнозные ресурсы бокситов в России незначительны и локализованы в районах разрабатываемых месторождений, поэтому перспективы прироста сырьевой базы бокситов в стране ограничены.

Основные месторождения бокситов и распределение их запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации представлены на рисунке 1.2-1



Рисунок 1.2-1 — Основные месторождения бокситов и распределение их запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации, млн т

Наилучшие по качеству бокситы разведаны в Северо-Уральском бокситоносном районе (СУБР) в Свердловской области, где сосредоточена почти треть российских запасов бокситов. Это осадочные бемит-диаспоровые бокситы, залегающие в карбонатных толщах. Руды высокого качества сосредоточены в месторождениях Северо-Уральского бокситоносного района (СУБР) крупном Черемуховском и средних по масштабу Красная Шапочка, Кальинском и Ново-Кальинском. Потенциал наращивания

российской сырьевой базы бокситов невелик и имеется только на Урале и в Республике Коми.

Государственным балансом запасов Российской Федерации учитывается 57 месторождений бокситов; из них 18 — только с забалансовыми запасами. В распределенном фонде недр находится 13 месторождений с наиболее качественными рудами. Среди объектов нераспределенного фонда — крупное Висловское месторождение в Белгородской области с рудами среднего качества, не востребованное недропользователями из-за большой глубины их залегания. Остальные объекты государственного резерва либо характеризуются еще более низким качеством руд, либо расположены в малоосвоенных районах.

В 2014 году прирост запасов бокситов категорий $A+B+C_1$ составил всего 363 тыс. т. Это позволило компенсировать лишь 6 % запасов, погашенных при добыче. Российские разведанные запасы бокситов уменьшились по сравнению с предыдущим годом на 0,6 %.

В 2014 году в России добыто максимальное за последние 10 лет количество бокситов — 6,056 млн т, на 7,5 % больше, чем годом ранее. Тем не менее Россия осталась на седьмом месте в мире.

Более 90 % извлеченных бокситов (5547 тыс. т) пришлось на долю предприятий, входящих в «Объединенную компанию «РУСАЛ».

В 2014 году в России разрабатывались семь месторождений. Основные месторождения бокситов и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.2-1.

Таблица 1.2-1 — Основные месторождения бокситов и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, млн т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание Al_2O_3 в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс. т
		$A+B+C_1$	C_2			
ОАО «Севуралбокситруда»[9]						
Черемуховское (Свердловская область)	Осадочный в карбонатных толщах	136,7	56.8	13,7	11.8	454
Ново-Кальинское (Свердловская область)		75,3	30.2	7.5	17.7	565
Кальинское (Свердловская область)		33,2	48.6	5,8	20,8	706
Красная Шапочка (Свердловская область)		9,6	16 8	1,9	13,4	719
ОАО «Боксит Тимана»[10]						
Вежаю-Ворыквинское (Республика Коми)	Полигенный	104,6	2,8	7,6	6.8	3103
Иксинское (Беловодская залежь, Западный участок) (Архангельская область)	Осадочный в терригенных толщах	254,3	0	18	3 1	486

[9] АО «Севуралбокситруда»

[10] АО «Боксит Тимана»

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, млн т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание Al_2O_3 в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс. т
		A+B+C_1	C_2			
Нераспределенный фонд						
Висловское (Белгородская область)	Латеритный	153,4	49	14,3	6	–

Невысокое качество российских бокситов стимулирует добычу альтернативного сырья — нефелиновых руд. Россия — единственная страна, где для производства алюминия используются уртриты — богатые нефелиновые руды.

Качественные нефелиновые руды (уртиты, берешиты, тералито-сиениты) с содержанием Al_2O_3 22 % — 28 % разведаны в южных районах Сибири — в Красноярском крае, Кемеровской области и Республике Тыва. Самые богатые — уртитовые руды эксплуатируемого Кия-Шалтырского месторождения в Кемеровской области; они содержат 27,78 % Al_2O_3 и перерабатываются в глинозем без обогащения. Ийолит-уртитовые руды Баянкольского месторождения в Республике Тыва также высокого качества (26,5 % Al_2O_3), но труднодоступность месторождения препятствует его освоению. Тералит-сиенитовые руды Горячегорского месторождения в Красноярском крае содержат 22,5 % Al_2O_3.

Три этих объекта заключают около четверти российских запасов нефелиновых руд.

Остальные запасы — это бедные руды апатит-нефелиновых месторождений Хибинской группы в Мурманской области.

Основные месторождения нефелиновых руд и распределение их запасов по территории страны представлены на рисунке 1.2-2 по данным на 01.01.2014.

Государственным балансом запасов Российской Федерации учитывается 16 месторождений нефелиновых руд, из них четыре — только с забалансовыми запасами. В распределенном фонде недр находятся восемь месторождений апатит-нефелиновых руд Хибинской группы в Мурманской области и Кия-Шалтырское месторождение уртитов в Кемеровской области.

Геологоразведочные работы на нефелиновые руды в стране не ведутся, в результате добычи их разведанные запасы постоянно сокращаются. В 2014 году они уменьшились на 0,7 % по сравнению с 2013 года

В 2014 году в России добыто 28,99 млн т нефелиновых руд, на 0,6 % меньше, чем годом ранее Добыча богатых уртитовых руд на Кия-Шалтырском месторождении компании ОАО «РУСАЛ Ачинский глиноземный комбинат»[1)] в Кемеровской области в 2014 году оказалась самой низкой за 10 лет — извлечено только 3,275 млн т руды, на 3,5 % меньше, чем в 2013 году.



Рисунок 1.2-2 — Основные месторождения нефелиновых руд и распределение их запасов по субъектам Российской Федерации, млн т

Основные месторождения нефелиновых руд и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.2-2

[1)] АО «РУСАЛ Ачинский глиноземный комбинат».

Таблица 1.2-2 — Основные месторождения нефелиновых руд и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, млн т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание Al_2O_3 в рудах, %	Добыча в 2014 году, млн т
		$A+B+C_1$	C_2			
ОАО «Апатит»[12], ЗАО «Северо-Западная Фосфорная Компания»						
Хибинская группа месторождений (Мурманская область)	Апатит-нефелиновые руды	3401.5	446,1	77	12.77	25,71
ОАО «РУСАЛ Ачинский глиноземный комбинат»						
Кия-Шалтырское (Кемеровская область)	Уртиты	62.5	0	1.3	27.78	3.28
Нераспределенный фонд						
Горячегорское (Красноярский край)	Тералито-сиениты	445,9	292,1	14,8	22.45	–
Баянкольское (Республика Тыва)	Уртиты	304,7	41.4	6,9	26.52	–

1.3 Медь

Россия обладает значительной сырьевой базой меди, превышающей 90 млн т, и занимает третью (после Чили и Перу) строчку в мировом рейтинге стран, обладающих запасами меди. Прогнозные ресурсы наиболее достоверной категории P_1 оцениваются в 12,2 млн т.

[12] АО «Апатит».

Основу российской минерально-сырьевой базы меди составляют месторождения сульфидного медно-никелевого, стратиформного и колчеданного геолого-промышленных типов, что отличает ее от мировой, базирующейся, прежде всего на объектах медно-порфирового типа. Но доля запасов меди, связанных с медно-порфировыми объектами, в России ежегодно увеличивается.

В Норильском рудном районе на севере Красноярского края, находятся два крупнейших в мире сульфидных медно-никелевых объекта: Октябрьское и Талнахское месторождения, вместе заключающие более трети российских запасов металла. Руды их рядовые. Еще один уникальный по масштабу объект относится к стратиформному геолого-промышленному типу — это Удоканское месторождение медистых песчаников в Забайкалье, заключающее 19,95 млн т меди (22 % российских запасов). По содержанию меди (в среднем 1,56 %) его руды также относятся к рядовым.

Основные месторождения меди и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.3-1.

Таблица 1.3-1 — Основные месторождения меди и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, тыс. т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание меди в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс. т
		$A+B+C_1$	C_2			
ПАО «ГМК „Норильский никель“»						
Октябрьское (Красноярский край)	Сульфидный медно-никелевый	14430,5	5605,2	21,8	1,64	354,6
Талнахское (Красноярский край)		7802,5	2693,4	11,4	1,11	76,9
Норильск-1 (Красноярский край)		749,9	836,1	1,7	0,48	11,7
АО «Кольская ГМК»						
Ждановское (Мурманская область)	Сульфидный медно-никелевый	733,7	227,2	1	0,3	13,3

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, тыс. т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание меди в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс. т
		$A+B+C_1$	C_2			
ООО «ГРК «Быстринское»						
Быстринское (Забайкальский край)	Скарновый медно-магнетитовый	1717,5	355,9	2,3	0,78	0[1]
ОАО «Гайский ГОК»[13]						
Гайское (Оренбургская область)	Медноколчеданный	4426,9	478,5	5,3	1,3	62,6
ОАО «Святогор»[14]						
Волковское (Свердловская область)	Ванадиевожелезо-медный	1602,5	153,4	1,9	0,64	4,3
ООО «Башкирская медь»						
Юбилейное (Республика Башкортостан)	Медноколчеданный	1298,3	46	1,5	1,68	27,9
Подольское (Республика Башкортостан)		1701,3	16,7	1,9	2,11	0
ООО «Байкальская горная компания»						
Удоканское (Забайкальский край)	Медистые песчаники	14434,6	5519,6	21,7	1,56	0
ЗАО «Михеевский ГОК»[15]						
Михеевское (Челябинская область)	Медно-порфировый	1191,4	297	1,6	0,44	55,3

[13] ПАО «Гайский ГОК».

[14] АО «Святогор»

[15] АО «Михеевский ГОК».

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, тыс. т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание меди в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс. т
		$A+B+C_1$	C_2			
ЗАО «Томинский ГОК»						
Томинское (Челябинская область)	Медно-порфировый	743,3	793,2	1,7	0,47	0
ООО «ГДК «Баимская»						
Песчанка (Чукотский АО)	Медно-порфировый	2606 2	1124,5	4,1	0,83	0
* «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам						

Доля России в структуре мировой добычи меди невелика — всего около 5 %. В 2014 году в России добыто из недр 878,1 тыс. т меди, а с учетом добычи на техногенных месторождениях — 887 тыс. т. Это на 2 % больше, чем в 2013 году.

Основные месторождения меди и добыча ее в субъектах Российской Федерации представлены на рисунке 1.3-1.



Рисунок 1.3-1 — Основные месторождения меди и распределение ее добычи (включая добычу из руд техногенных месторождений) по субъектам Российской Федерации, тыс. т

Больше половины извлеченной в 2014 году меди (52,3 %), как и ранее, добыто одной из крупнейших в мире горно-металлургических компаний, ПАО «ГМК „Норильский никель"» (рисунок 1.3-2)

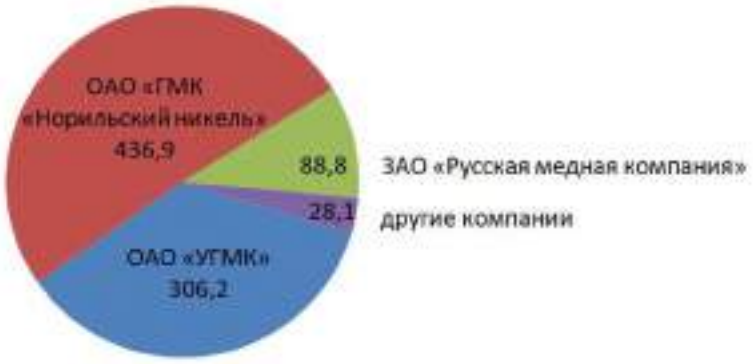

Рисунок 1.3-2 — Добыча меди российскими компаниями в 2014 году, тыс. т

Государственным балансом запасов Российской Федерации учтено 164 коренных месторождения меди, в том числе 95 собственно медных и 69 комплексных медьсодержащих: на 12 из них подсчитаны только забалансовые запасы.

В нераспределенном фонде находится 61 месторождение. Кроме того, на Государственном балансе запасов стоят шесть техногенных месторождений, расположенных в Мурманской, Свердловской областях и Красноярском крае; их суммарные запасы категорий C_1 и C_2 составляют 73,5 тыс. т меди. Два объекта из них находятся в нераспределенном фонде недр.

С учетом добычи, потерь при добыче и переоценки запасы меди категорий $A+B+C_1$ увеличились относительно предыдущего года на 1908,8 тыс. т, или на 2,9 %, категории C_2 — сократились на 868,3 тыс. т (3,5 %). Запасы категорий $A+B+C_1$ техногенных месторождений с учетом добычи и изменения технических границ сократились на 3,9 тыс. т.

1.4 Свинец

Российская Федерация сырьевая база свинца заключает около 7 % его мировых ресурсов. Отечественные запасы свинца составляют 19,5 млн т. Но прогнозные ресурсы металла характеризуются преимущественно низкой степенью достоверности, прогнозные ресурсы высокой степени достоверности (категории P_1) составляют всего 2,7 млн т.

Основные месторождения свинца и распределение его запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации представлены на рисунке 1.4-1.



Рисунок 1 4-1 — Основные месторождения свинца и распределение его запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации, млн т

Свинец заключен преимущественно в рудах комплексных полиметаллических месторождений, содержащих, кроме него, такие полезные компоненты, как цинк, медь, серебро, золото и др.

Около половины запасов свинца, учитываемых Государственным балансом Российской Федерации, заключено в богатых рудах, содержащих более 4 % свинца, а около 80 % богатых руд — в главном месторождении свинца страны, Горевском в Красноярском крае. Месторождение относится к геолого-промышленному типу колчеданно-полиметаллических месторождений, залегающих в терригенных породах докембрия. Среднее содержание свинца в его разведанных запасах составляет 7,2 %. По качеству руд и масштабу оруденения, Горевское месторождение сопоставимо с крупными зарубежными объектами.

Остальные запасы свинца сосредоточены в месторождениях Красноярского края и Республики Бурятия.

В Государственном балансе запасов полезных ископаемых учтено 102 месторождения с запасами свинца, из них десять — только с забалансовыми. В распределенном фонде недр находятся 43 объекта, суммарно заключающие более 86 % российских запасов, в том числе все крупные месторождения.

Геологоразведочные работы на свинец в 2014 году велись в ограниченном объеме и преимущественно на уже установленных объектах. С учетом геологоразведочных работ, переоценки, добычи и потерь при добыче российские запасы свинца категорий $A+B+C_1$ в 2014 году сократились на 1,8 %, или на 218,8 тыс. т. При этом запасы категории C_2 выросли на 372,3 тыс. т, или на 5,5 %.

Основные месторождения свинца и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.4-1.

Таблица 1.4-1 — Основные месторождения свинца и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, тыс. т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Со-держание свин-ца в рудах %	Добыча в 2014 году, тыс. т
		$A+B+C_1$	C_2			
ОАО «Горевский ГОК»						
Горевское (Красноярский край)	Колчеданно-полиметаллический	4906,4	2004	35,6	7,23	177
ОАО «Сибирь-Полиметаллы»						
Корбалихинское (Алтайский край)	Колчеданно-полиметаллический	465,2	31,4	2,6	2,01	1,1
ОАО «ГМК «Дальполиметалл»						
Николаевское (Приморский край)	Скарново-полиметаллический	239,5	138,6	1,9	2,7	4
ОАО «Ново-Широкинский рудник»						
Ново-Широкинское (Забайкальский край)	Полиметаллический жильный	101	220,2	1,7	1,78	12,9
ООО «Сибирские цветные металлы»						
Сардана (Республика Саха (Якутия))	Стратиформный	0	592,2	3	3,23	0*

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, тыс. т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Со-держание свин-ца в рудах %	Добыча в 2014 году, тыс. т
		$A+B+C_1$	C_2			
ООО «Байкалруд»						
Нойон-Тологой (Забайкальский край)	Скарново-полиметаллический	271,2	350	3,2	1,18	5,1
ООО «ИнвестЕвроКомпани»						
Холоднинское (Республика Бурятия)	Колчеданно-полиметаллический	2011,6	1347,3	17,3	0,6	0
ООО «Техпроминвест»						
Озерное (Республика Бурятия)	Колчеданно-полиметаллический	1464,1	99,5	8	1,17	0
* «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам.						

В 2014 году в России добыто 239 тыс. т свинца, что на 7 % больше, чем в предыдущем году.

Свинец извлекался из руд 22 объектов, но почти три четверти его добыто на руднике Горевского месторождения в Красноярском крае компанией ОАО «Горевский ГОК» (рисунок 1.4-2). На остальных месторождениях добыча свинца в 2014 году велась в небольших объемах и суммарно составила 62 тыс. т металла.

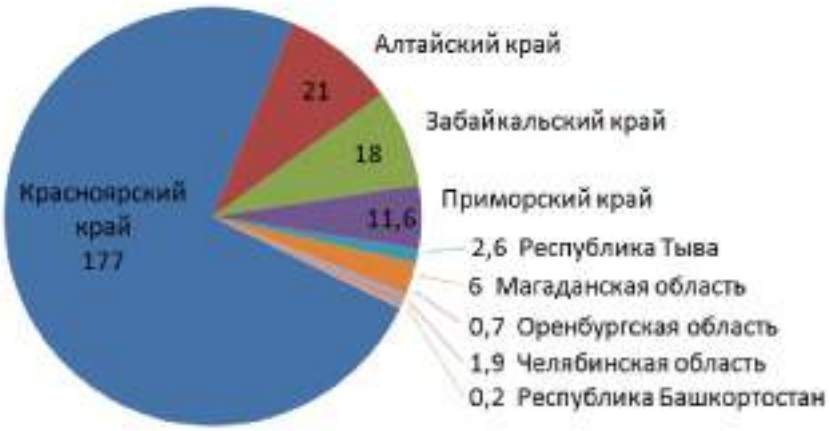

Рисунок 1.4-2 — Добыча свинца в субъектах Российской Федерации в 2014 году.

тыс т

1.5 Цинк

Россия обладает одной из крупнейших сырьевых баз цинка Государственным балансом учитываются запасы цинка в 60,3 млн т, что соответствует почти десятой части мировых Прогнозные ресурсы в основном имеют низкую степень достоверности. ресурсы наиболее изученной категории P_1 составляют только 9,7 млн т

Основные месторождения цинка и распределение его запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации представлено на рисунке 1.5-1

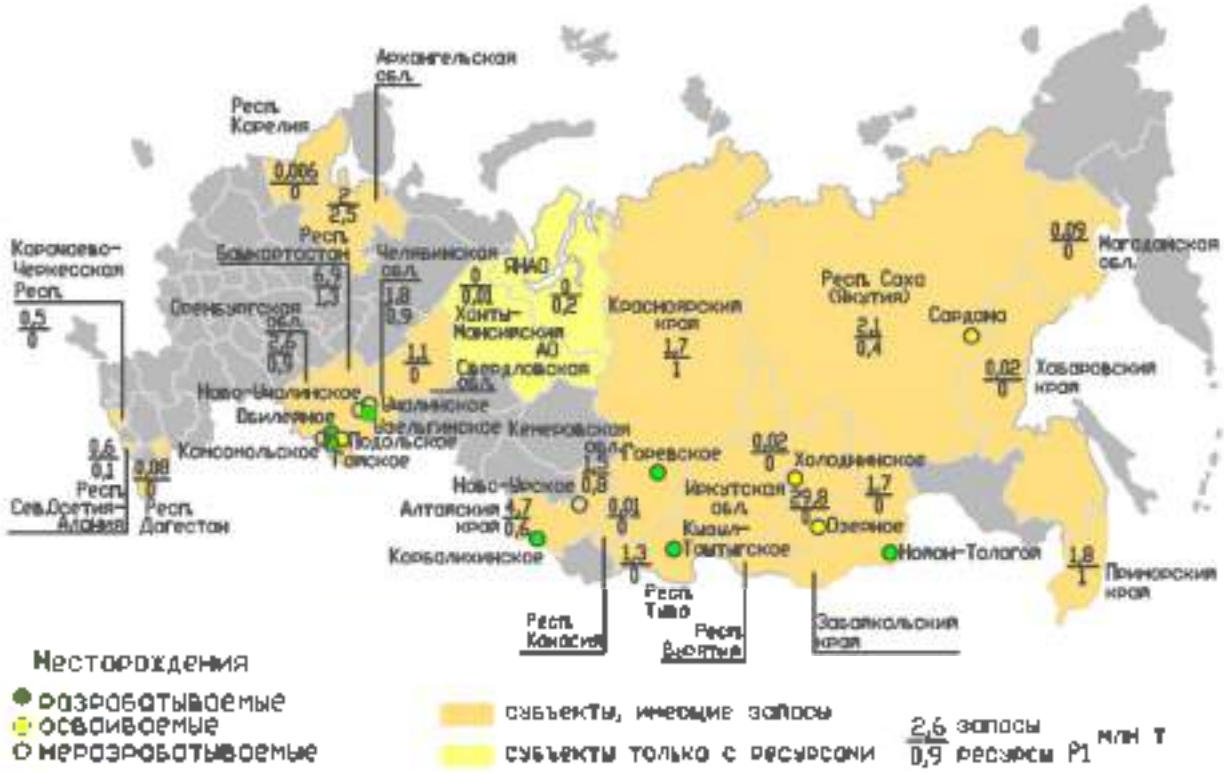

Рисунок 1.5-1 — Основные месторождения цинка и распределение его запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации, млн т

Цинк заключен преимущественно в рудах комплексных колчеданно-полиметаллических месторождений, которые также содержат свинец, медь, серебро и золото. По качеству сырья российские месторождения в целом соответствуют аналогичным зарубежным

Ведущими для цинковой горнодобывающей отрасли России являются цинково-медноколчеданные месторождения, хотя по содержанию цинка их руды являются преимущественно бедными (2 % — 3 %) и очень бедными (< 2 %). Такие месторождения широко распространены на Южном и Среднем Урале и связаны с вулканитами. Они заключают всего пятую часть российских запасов, но обеспечивают около 70 % добычи цинка.

Ведущим геолого-промышленным типом месторождений цинка в мире является колчеданно-полиметаллический в докембрийских метаморфических комплексах. В России к этому типу относятся крупные Горевское и Холоднинское месторождения.

Вторыми по значимости являются полиметаллические месторождения, характеризующиеся высоким качеством руд. К ним относится в частности, более десятка колчеданно-полиметаллических месторождений Алтайского края, локализованных в осадочно-вулканогенных породах.

Для наращивания сырьевой базы богатых руд наиболее перспективными являются Архангельская область и Приморский край

Основные месторождения цинка и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1 5-1.

Таблица 1.5-1 — Основные месторождения цинка и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы млн т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание цинка в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс т
		$A+B+C_1$	C_2			
ОАО «Сибирь-Полиметаллы»						
Корбалихинское (Алтайский край)	Колчеданно-полиметаллический	2,3	0,1	4	9,81	0,04
ООО «Башкирская медь»						
Подольское (Республика Башкортостан)	Цинково-медноколчеданный	1,1	0,01	1,8	1,34	0*
Юбилейное (Республика Башкортостан)		1	0,03	2,3	1,24	5,1
ООО «Святогор»						
Тарньерское (Свердловская область)	Цинково-медноколчеданный	0,2	0	0,4	5,63	12,7
ОАО «Горевский ГОК»						
Горевское (Красноярский край)	Колчеданно-полиметаллический	0,8	2,9	1,38	33,6	
ООО «Лунсин»						

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, млн т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание цинка в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс. т
		$A+B+C_1$	C_2			
Кызыл-Таштыгское (Республика Тыва)	Колчеданно-полиметаллический	1,1	0,2	2,1	10,19	30,5
ООО «Сибирские цветные металлы»						
Сардана (Республика Саха (Якутия))	Стратиформный	0	1,9	3,2	10,5	0
ООО «ИнвестЕвроКомпани»						
Холоднинское (Республика Бурятия)	Колчеданно-полиметаллический	13,3	7,9	35,1	3,99	0
ООО «Техпроминвест»						
Озерное (Республика Бурятия)	Колчеданно-полиметаллический	7,7	0,6	13,7	6,16	0
ОАО «Гайский ГОК»						
Гайское (Оренбургская область)	Цинково-медноколчеданный	1,4	0,2	2,7	0,52	30,7
ОАО «Учалинский ГОК»[16]						
Ново-Учалинское (Республика Башкортостан)	Цинково-медноколчеданный	2,1	1	5	2,95	0
Узельгинское (Челябинская область)		1,2	0,07	2,1	2,32	60,7
Учалинское (Республика Башкортостан)		0,3	0,02	0,6	4,5	53,8
Нераспределенный фонд						

[16] АО «Учалинский ГОК»

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, млн т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание цинка в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс. т
		$A+B+C_1$	C_2			
Павловское (Архангельская область)	Стратиформный	0,06	1,9	3,3	6,61	
Комсомольское (Оренбургская область)	Цинково-медноколчеданный	0,7	0,03	1,2	2,26	
Ново-Урское (Кемеровская область)		0,5	0,01	0,9	2,42	
* «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам.						

Государственным балансом полезных ископаемых Российской Федерации учтено 150 месторождений цинка; в том числе 20 — только с забалансовыми запасами. В распределенном фонде числится 73 месторождения, включая большинство основных месторождений цинка. В нераспределенном фонде остаются преимущественно мелкие объекты с рудами различного качества. Кроме того, на государственном учете состоит одно техногенное месторождение, заключающее только забалансовые запасы цинка.

Всего с учетом добычи, разведки, переоценки и списания российские запасы цинка категорий $A+B+C_1$ в 2014 году сократились на 174,1 тыс. т. В то же время на 174,2 тыс. т увеличились запасы категории C_2.

В 2014 году добыча цинка в России уменьшилась относительно 2013 года на 8,3 %, до 352,5 тыс. т. Это составляет всего около 2 % мировой добычи цинка. Традиционно более 60 % добытого металла обеспечили рудники Уральского региона; на месторождениях Сибири и Дальнего Востока получено более трети добытого металла (рисунок 1.5-2).

Более 2/3 российской добычи цинка обеспечивают два лидера отрасли: горнодобывающая компания ОАО «Учалинский ГОК», на долю которой в 2014 году пришлось

36 % российской добычи металла и ОАО «Уральская горно-металлургическая компания» — 31 % (рисунки 1.5-2, 1.5-3). Оба предприятия входят в состав холдинга УГМК.

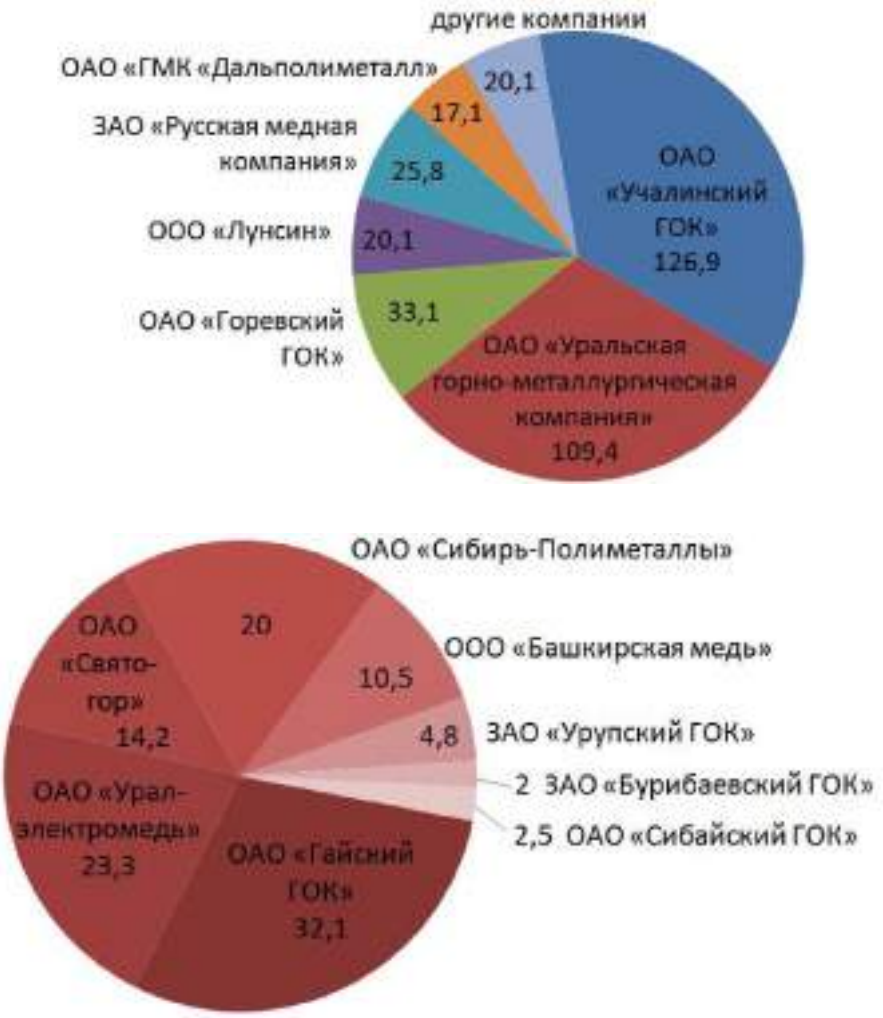

Рисунок 1.5-2 — Добыча цинка российскими горнодобывающими компаниями в 2014 году, тыс. т



Рисунок 1 5-3 — Добыча цинка в субъектах Российской Федерации в 2014 году.

тыс т

1.6 Олово

Россия располагает одной из крупнейших в мире сырьевых баз олова — запасы металла достигают почти 2,17 млн т, превышая запасы Китая. При этом добыча олова в стране сведена к минимуму

Основные месторождения олова и распределение его запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации представлены на рисунке 1.6-1.



Рисунок 1 6-1 — Основные месторождения олова и распределение его запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации, тыс т

Сырьевая база олова России характеризуется высокой степенью концентрации: она практически полностью сосредоточена в пределах Дальневосточного федерального округа Здесь разведано более 90 % запасов этого металла и локализованы практически все его прогнозные ресурсы, в том числе почти 600 тыс т ресурсов категории P_1 (98 % суммарных)

Главным оловоносным регионом страны является Республика Саха (Якутия) — 36 % запасов олова страны (770,4 тыс т) Главным месторождением является месторождение мирового уровня Депутатское.

Суммарные запасы месторождений Приморского и Хабаровского краев достигают почти 40 % российских.

В Чукотском АО разведано более 15 % российских запасов олова

6 % российских запасов олова находятся в недрах Забайкальского края.

Государственным балансом запасов учитывается 123 коренных месторождений олова: в том числе в 34 коренных месторождениях оценены только забалансовые запасы. На учете находятся также четыре техногенных объекта. Кроме того, учитывается четыре техногенных месторождения. В распределенном фонде недр находится только 14 коренных объектов

Прирост запасов олова в результате геологоразведочных работ в 2014 году получен не был. Сокращение запасов за счет добычи, потерь при добыче и по другим причинам в этом году составило менее 0,1 % или 1239 т.

Основные месторождения олова и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.6-1.

Таблица 1.6-1 — Основные месторождения олова и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Тип руд	Запасы, тыс. т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание олова в рудах	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
ООО «Правоурмийское»						
Правоурмийское (Хабаровский край)	Касситерит-турмалиновый	62,1	22,4	3,9	1,17 %	1066
ОАО «Оловянная рудная компания»						
Фестивальное (Хабаровский край)	Касситерит-сульфидный	57,4	29,5	4	0,65 %	11
Перевальное (Хабаровский край)	Касситерит-многосульфид-ный	30,2	13	2	0,53 %	0*
Нераспределенный фонд						
Депутатское (Республика Саха (Якутия))	Касситериттурмалиновый	198,3	57,5	11,8	1,15 %	
Одинокое (Республика Саха (Якутия))	Касситерит-кварцевый	125,8	1,8	5,9	0,32 %	
Верхнее (Приморский край)	Касситеритхлоритовый	93,7	6	4,6	0,3 %	
Тигриное (Приморский край)	Касситеритвольфрамиткварцевый	170,5	15,6	8,6	0,12 %	

Месторождение	Тип руд	Запасы, тыс. т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание олова в рудах	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
* «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам.						

Добыча олова в стране в 2014 году выросла по сравнению с 2013 года почти втрое и составила 1136 т против 382 т годом ранее.

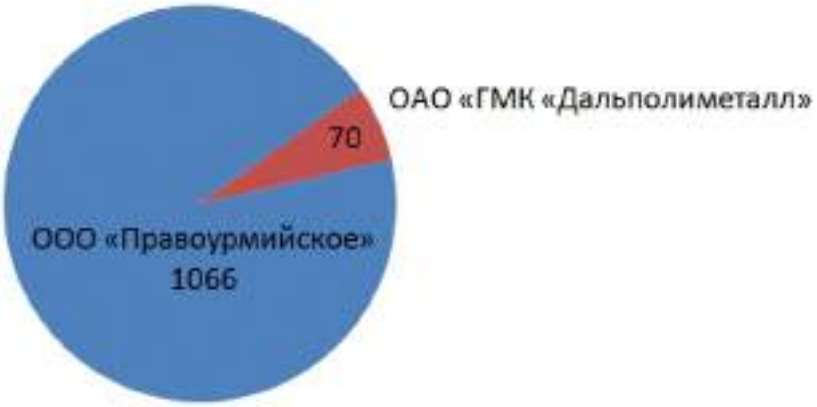

Рисунок 1.6-2 — Добыча олова российскими компаниями в 2014 году, т

1.7 Марганцевые руды

По масштабу минерально-сырьевая база марганцевых руд России достаточно велика и сопоставима с сырьевой базой марганца других стран. Прогнозные ресурсы марганцевых руд, локализованные на российской территории, велики, количество ресурсов только категории P_1 соизмеримо с величиной суммарных запасов. Но добыча марганцевых руд в России ведется нерегулярно и в малых количествах, поэтому в мировом выпуске товарных руд доля страны несущественна

Основные месторождения марганцевых руд и распределение их запасов и ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации представлены на рисунке 1.7-1



Рисунок 1.7.1 — Основные месторождения марганцевых руд и распределение их запасов и ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации, млн т

Качество марганцевых руд в России ниже, чем у большинства основных стран, добывающих марганец. Среднее содержание марганца в рудах российских объектов находится в пределах 9 % — 23 % и лишь на одном месторождении достигает 31 %. При этом отечественные марганцевые руды зачастую содержат повышенные количества вредных или нежелательных примесей — фосфора, железа, кремнезема.

Почти три четверти российских запасов марганцевых руд (170,5 млн т) и около 80 % их ресурсов категории P_1 (184,5 млн т) сосредоточено в Сибири. Здесь разведано два крупных месторождения — Усинское в Кемеровской области и Порожинское в Красноярском крае. Усинское месторождение карбонатных марганцевых руд заключает 55 % суммарных запасов марганцевых руд страны, среднее содержание марганца составляет 20,2 %. Порожинское месторождение по масштабу существенно уступает Усинскому, заключая 29,5 млн т марганцевых руд.

Доля Уральского региона в российских запасах марганцевых руд составляет 19 %.

На Дальнем Востоке разведано одно месторождение железо-марганцевых руд, залегающих в метаморфических породах — Южно-Хинганское в Еврейской АО с запасами, составляющими 3,9 % российских.

В трех других регионах — Республике Коми, Республике Башкортостан и на шельфе Балтийского моря — суммарно разведано менее 3 % российских запасов марганцевых руд.

Государственным балансом запасов полезных ископаемых Российской Федерации учитываются 29 месторождений марганцевых руд, из них два — только с забалансовыми запасами. В распределенном фонде недр находятся 13 объектов, остальные — преимущественно мелкие и с низкосортными рудами — числятся в государственном резерве, в том числе четыре условных месторождения железо-марганцевых конкреций на шельфе Балтийского моря.

Прироста запасов марганцевых руд за счет геологоразведочных работ в 2014 году не получено. Запасы их остались неизменными, поскольку в 2014 году добыча марганцевых руд в России не велась.

Основные месторождения марганцевых руд и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.7-1.

Таблица 1.7-1 — Основные месторождения марганцевых руд и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Тип руд	Запасы, тыс. т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание Mn в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс. т руды
		$A+B+C_1$	C_2			
ЗАО «ЧЕК-СУ.ВК»						
Усинское (Кемеровская область)	Карбонатные	64231	57454	52,9	19,72	0*
	Окисленные	5847	164	2,6	25,57	0
ООО «Туруханский меридиан»						
Порожинское (Красноярский край)	Окисленные	15696	13767	12,8	18,85	0
ООО «Хэмэн Дальний Восток»						
Южно-Хинганское (Еврейская АО)	Окисленные	127	0	0,06	18,09	0
	Смешанные	6009	2093	3,5	20,88	0

Месторождение	Тип руд	Запасы, тыс. т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание Mn в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс. т руды
		$A+B+C_1$	C_2			
	Оксидные	285	381	0,3	21.09	0
* «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам.						

1.8 Хромовые руды

Российская сырьевая база хромовых руд невелика, по ее масштабу Россия уступает не только мировым лидерам по добыче хромовых руд — ЮАР и Казахстану, но и многим другим странам. Количество прогнозных ресурсов хромитов категории P_1 на территории Российской Федерации почти втрое превышает их запасы.

Основные месторождения хромовых руд и распределение их запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации представлены на рисунке 1.8-1.

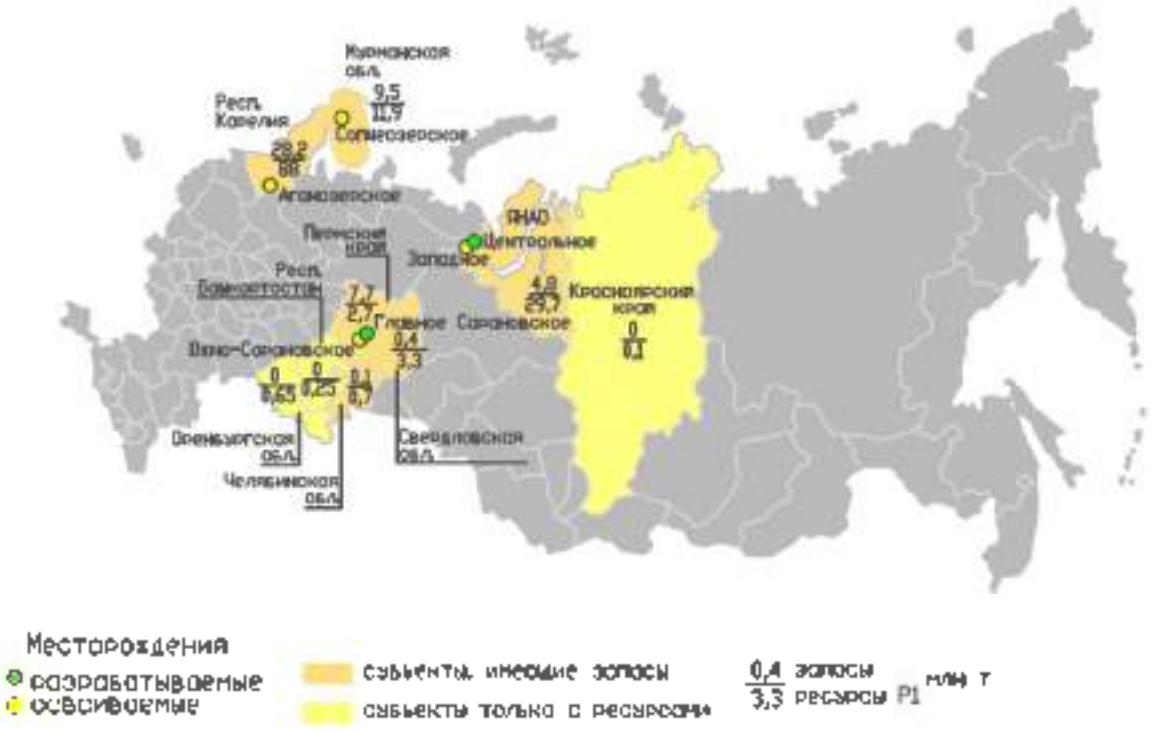

Рисунок 1.8-1 — Основные месторождения хромовых руд и распределение их запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации, млн т

Руды большинства отечественных месторождений по содержанию Cr_2O_3, составляющему в среднем 20 % — 39 %, относятся к бедным и убогим.

Почти три четверти запасов (37.7 млн т) и ресурсов категории P_1 (99.9 млн т) хромовых руд сосредоточено на северо-западе страны. Более половины запасов хромовых руд России сконцентрировано в Республике Карелия, но представлены они хромитами низкого качества. Запасы хромитов Пермского края заключают 15 % запасов хромовых руд страны

Основные месторождения хромовых руд и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.8-1.

Государственным балансом запасов полезных ископаемых Российской Федерации учитывается 25 месторождений хромовых руд: 17 из них находятся в распределенном фонде недр. Месторождения, числящиеся в нераспределенном фонде, относятся преимущественно к мелким, их суммарные запасы не превышают 3.4 % российских

В итоге, с учетом добычи, потерь при добыче, перевода извлеченных забалансовых запасов в разведанные категории и изменения по иным причинам, российские запасы категорий $A+B+C_1$ снизились на 85 тыс. т, категории C_2 — на 193 тыс т.

Таблица 1.8-1 — Основные месторождения хромовых руд и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Запасы, тыс. т руды		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Среднее содержание Cr_2O_3 в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс. т руды
	$A+B+C_1$	C_2			
ОАО «Сарановская шахта «Рудная»[17]					
Главное Сарановское (Пермский край)	1409	3288	9,2	39	116
ООО «Северная хромовая компания»					
Сопчеозерское (Мурманская обл.)	4808	4706	18.7	25.7	0*
ОАО «Челябинский электрометаллургический комбинат»[18]					
Центральное (ЯНАО)	92	1835	3.8	35.7	306
Западное (ЯНАО)	856	2044	5,7	39,1	0
ООО «Западно-Уральский хром»					
Южно-Сарановское (Пермский край)	1983	879	5,6	37,7	0
ОАО «Карелмет»					
Аганозерское (Республика Карелия)	8111	18477	52.4	22,7	0

* «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам.

Добыча хромовых руд в России в 2014 году составила 476 тыс. т, в полтора раза (на 149 тыс. т) превысив показатели 2013 г. (рисунок 1.8-2). Две трети этого количества добыто компанией ОАО «Челябинский электрометаллургический комбинат».

[17] АО «Сарановская шахта «Рудная»

[18] АО «Челябинский электрометаллургический комбинат».

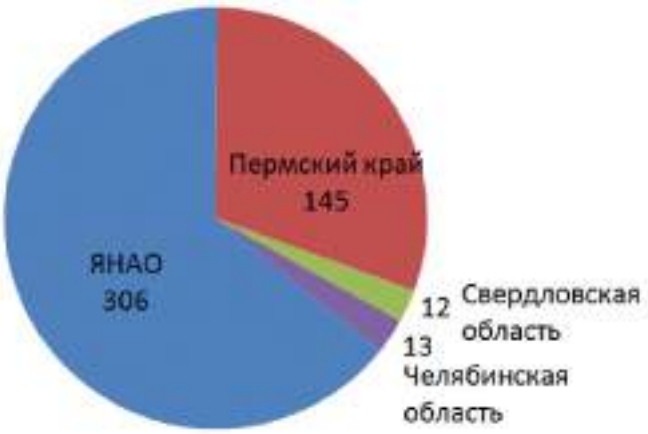

Рисунок 1.8-2 — Распределение объемов добычи хромовых руд в 2014 году по субъектам Российской Федерации. тыс. т

1.9 Никель

Сырьевая база никеля Российской Федерации составляет 13 % мировой. По количеству промышленных запасов никеля Россия занимает второе место в мире, несколько уступая Индонезии

Основные месторождения никеля и распределение его запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации представлены на рисунке 1.9-1



Рисунок 1 9-1 — Основные месторождения никеля и распределение его запасов (%) и прогнозных ресурсов категории P_1 (тыс т) по субъектам Российской Федерации

Качество руд российских месторождений никеля в целом высокое. Сырьевая база включает преимущественно месторождения сульфидного медно-никелевого геолого-промышленного типа. Руды их комплексные. промышленно значимыми компонентами, помимо никеля, являются медь, платиноиды, а также кобальт и золото

Распределение запасов и прогнозных ресурсов никеля на территории России весьма неравномерно. Более трех четвертей запасов заключено в сульфидных медно-никелевых рудах месторождений Норильского рудного района в Красноярском крае, входящего в Норильско-Хараелахскую металлогеническую зону. Здесь разрабатываются два уникальных по масштабу и качеству руд сульфидных месторождения — Октябрьское. заключающее 36 % российских запасов категорий $A+B+C_1$ и Талнахское — 25 %. а также месторождение Норильск — 1 % — 7 % запасов

Вторым по значимости является Печенгский рудный район в Мурманской области. В 12 сульфидных медно-никелевых месторождениях района сосредоточено около 13 % запасов никеля страны

Почти 10 % российских запасов никеля заключено в силикатных (латеритных) кобальто-никелевых месторождениях. разведанных в пределах Восточно-Уральской провинции

В Государственном балансе запасов учтено 56 коренных месторождения никеля, в том числе 14 — только с забалансовыми запасами. Кроме того, учтены и разрабатываются три техногенных месторождения.

В 2014 году российские запасы никеля категорий $A+B+C_1$ в результате геологоразведочных работ увеличились на 427,5 тыс. т. Это позволило не только полностью компенсировать убыль запасов в результате добычи, но и нарастить их на 0,5 % относительно 2013 года. Запасы никеля категории C_2 увеличились за этот период на 1,1 %.

Основные месторождения никеля и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.9-1.

Таблица 1.9-1 — Основные месторождения никеля и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Доля в запасах $A+B+C_1$ России, %	Содержание Ni в рудах, %	Добыча в 2014 году, тыс. т
ПАО «ГМК «Норильский Никель»				
Октябрьское (Красноярский край)	Сульфидный медно-никелевый	35,9	0,79	197
Талнахское (Красноярский край)		25	0,69	54,8
АО «Кольская ГМК»				
Ждановское (Мурманская область)	Сульфидный медноникелевый	8,3	0,66	33,7
ОАО «Комбинат Южуралникель»[19]; ООО «Буруктальское никелевое месторождение»				
Буруктальское (Оренбургская область)	Силикатный никелевый	6,9	0,64	0*
* «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам.				

Добыча никеля в России в 2014 году составила 319,2 тыс. т; более 97 % металла было извлечено из руд сульфидных месторождений, на силикатные руды пришлось менее 3 %. По сравнению с уровнем 2013 года объем извлеченного никеля составил 95 %. Еще 0,4 тыс. т металла добыто на техногенных объектах.

[19] ПАО «Комбинат Южуралникель».

Более 80 % годовой добычи никеля обеспечивает ПАО «ГМК „Норильский никель“» (рисунок 1.9-2).

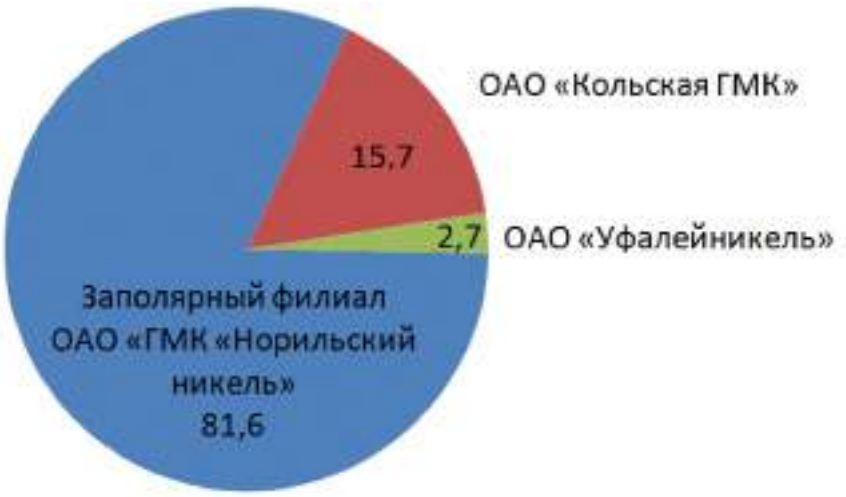

Рисунок 1.9-2 — Добыча никеля российскими компаниями в 2014 году, %

1.10 Кобальт

Характерной особенностью кобальта является его способность образовывать промышленные концентрации в месторождениях других металлов (например, меди, где он находится не только в составе собственно кобальт-минералов, но в виде примесей в других рудных минералах (пирит, пентландит и др.)). По генезису и минеральному составу различают: гидротермальные и скарновые, арсенидно-кобальтовые, окисленные, сернистые комплексные типы месторождений.

Среднее содержание кобальта в промышленных рудах обычно составляет 1 % — 2 %.

Кобальтовые месторождения в России разведаны в Туве, на Урале, в Восточной Сибири. Среди месторождений кобальтовых руд промышленное значение в России имеет Ховуаксинское месторождение арсенидного никель-кобальтового промышленного типа в Туве. Основным компонентом является кобальт, но запасы месторождения невелики.

Подавляющая часть кобальта в России (около 1 млн. т) связана с никелевыми месторождениями, где кобальт является попутным компонентом.

Окисленные руды относятся к комплексным месторождениям. Они образуются при выветривании оказавшихся на поверхности ультраосновных пород или сернистых руд.

Сернистые руды, из которых кобальт извлекается попутно, относятся к типу комплексных руд никеля, меди и железа. Несмотря на невысокие средние содержания кобальта в таких рудах (от тысячных и сотых до десятых долей процента), крупные размеры месторождений при комплексном использовании руд позволяют вести экономически рентабельную его добычу в значительных масштабах. В России такие кобальтсодержащие медно-никелевые руды известны в Красноярском крае (Норильск) и на Кольском полуострове.

Именно на месторождениях Норильского района и Кольского полуострова ведется основная добыча кобальта в России.

Крупнейшим предприятием по добыче кобальта является ГМК «Норильский никель», в состав которого входят рудники, разрабатывающие сульфидные медно-никелевые руды месторождений Норильского района и Кольского полуострова. На долю этих руд в последние годы приходится 92 % — 93 % общероссийской добычи кобальта.

1.11 Молибден

Минерально-сырьевая база молибдена России входит в число крупнейших; запасы металла составляют около 2,1 млн т. В недрах российских разрабатываемых и осваиваемых месторождений заключено почти 70 % запасов молибдена (более 1,43 млн т), что позволяет России занимать шестое место в мире после Китая, Чили, США, Перу и Мексики.

По качеству руд месторождения, входящие в сырьевую базу, сопоставимы с зарубежными, но в структуре доминируют собственно молибденовые штокверковые объекты, руды которых имеют практически монометальный состав и содержат 0,01 % — 0,1 % Mo. На их долю приходится примерно 80 % запасов молибдена и практически вся его добыча в Российской Федерации.

Основные месторождения молибдена и распределение его запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации представлены на рисунке 1.11-1.

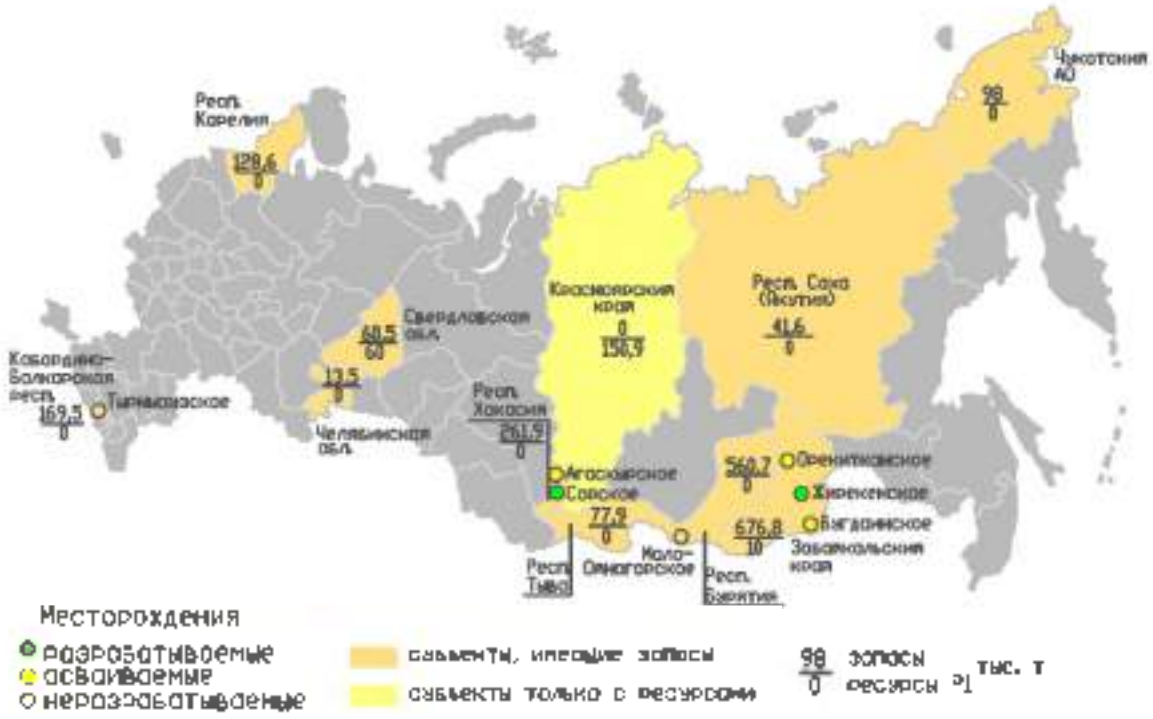

Рисунок 1 11-1 — Основные месторождения молибдена и распределение его запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации, тыс т

Основную часть запасов молибдена России составляют руды среднего качества Наиболее качественные руды заключены в единичных объектах. в большинстве своем — мелких жильного типа. практически все они сконцентрированы в Забайкальском крае.

Отечественная сырьевая база молибдена характеризуется сравнительно высокой концентрацией — более трех четвертей его запасов сконцентрировано на юге Сибири, главным образом в пределах Забайкальского края Бурятии и Хакасии

Основные месторождения молибдена и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.11-1.

Таблица 1.11-1 — Основные месторождения молибдена и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, тыс. т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание молибдена в рудах, %	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
ООО «Сорский ГОК»						
Сорское (Республика Хакасия)	Штокверковый Собственно молибденовый	106,4	0,2	5,1	0,06	4033
Агаскырское (Республика Хакасия)		155,3	0	7,4	0,05	0*
ОАО «Жирекенский ГОК»						
Жирекенское (Забайкальс-кий край)	Штокверковый собственно молибденовый	61,6	0	3	0,105	0
ООО «Бугдаинский рудник»						
Бугдаинское (Забайкальс-кий край)	Штокверковый собственно молибденовый	347,5	252,2	28,7	0,08	0
ООО «Орекитканская ГРК»						
Орекитканское (Республика Бурятия)	Штокверковый собственно молибденовый	246,7	113,8	17,3	0,099	0
Нераспределенный фонд						
Тырныаузское (Кабардино-Балкарская Республика)	Скарновый вольфрамовый с попутным молибденом	130,1	13,6	6,9	0,041	–
Мало-Ойногорское (Республика Бурятия)	Штокверковый собственно молибденовый	154,9	0	7,4	0,051	–

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, тыс. т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание молибдена в рудах, %	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
* «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам.						

Государственный баланс запасов Российской Федерации учитывает 32 месторождения молибдена, из которых четыре содержат только забалансовые запасы. В распределенном фонде недр находятся 22 месторождения, в том числе 10 урановых Стрельцовского рудного района с попутным молибденом. Собственно молибденовые месторождения распределенного и нераспределенного фонда характеризуются сопоставимым средним содержанием молибдена в рудах.

С учетом добычи, потерь при добыче, разведки, переоценки и других причин российские запасы молибдена категорий $A+B+C_1$ за 2014 г. выросли по сравнению с 2013 года на 33,6 тыс. т, или на 2,3 %; запасы категории C_2 сократились на 25,9 тыс. т, или на 4,1 %.

Россия обеспечивает лишь около 2 % мирового производства молибдена. В 2014 году в России добыто 4658 т молибдена, на 2 % меньше, чем в 2013 году.

Около 95 % производства традиционно обеспечивали ООО «Сорский ГОК» и ОАО «Жирекенский ГОК». Но в 2013 году ОАО «Жирекенский ГОК» приостановило работу рудника и в 2014 году добычу не вело. ООО «Сорский ГОК» нарастило добычу металла на 17,5 % — до 4033 т, обеспечив тем самым около 87 % показателя отрасли (рисунок 1.11-2).

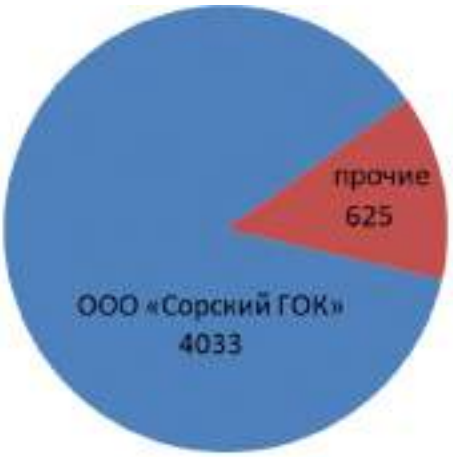

Рисунок 1.11-2 — Добыча молибдена российскими компаниями в 2014 году, т

1.12 Тантал

По разведанным запасам тантала Россия занимает первое место в мире. Однако качество их значительно ниже, чем в других странах, ведущих добычу тантала. Многие отечественные месторождения, в которых сосредоточены около 80 % всех основных запасов тантала, представлены рудами потенциально-промышленных типов. Подобные месторождения в зарубежных странах до последнего времени не представляли коммерческого интереса

Запасы тантала сосредоточены в 20 месторождениях, расположенных в основном в Северном (26,3 %) и Восточно-Сибирском (73.3 %) регионах. К категории активных (рентабельных для освоения) отнесено 54 %, в том числе в районах деятельности ГОКов — 24 %, в других освоенных районах — 6 % и в неосвоенных районах — 24 % К неактивным отнесены запасы крупного Улуг-Танзекского месторождения (содержит более 37 % всех разведанных ($A+B+C_1$) запасов страны) а также месторождения с содержанием Ta_2O_5 в рудах менее 0 01 %.

Из 12 месторождений тантала в Восточной Сибири в разработке находились только Орловское, Завитинское и Этыкинское

Добыча тантала неуклонно снижается На Орловском месторождении после отработки более богатых руд в контурах карьера в оставшихся запасах содержание пентоксида тантала снизилось до менее 0.01 %. Из-за убыточности добычи этих очень бедных руд работы в карьере были приостановлены и возобновление их нецелесообразно. На Завитинском и Этыкинском месторождениях в Читинской области добыча танталового сырья также прекращена.

Наибольшее значение в России имеют месторождения комплексных руд ниобия, тантала и редкоземельных элементов. Основное из них — Ловозерское в Мурманской области.

В России единственный производитель танталового сырья — ЗАО «Ловозерский ГОК», который функционирует на грани банкротства. В 2007 году запасы Ловозерского месторождения были оценены ГКЗ как забалансовые до завершения реконструкции Карнасуртского рудника.

Танталосодержащие месторождения в Восточном Саяне, на Алдане, в Северном Прибайкалье, в юго-восточной Туве и на севере Якутии планируются к разработке.

В настоящее время разведаны следующие месторождения: Катугинское (Читинская область) — 0,019 %Ta_2O_5, Зашихинское (Иркутская область), Среднезиминское (Восточный Саян) — 0,024 %Ta_2O_5, Ковдорское (Мурманская область) — 0,012 %Ta_2O_5, Вуориярвинское (участок Тухта — Вара) — 0,013 %Ta_2O_5, Себльяврское (Мурманская область) — менее 0,012 %Ta_2O_5, Гулинское (Западное Приенабарье) и др.

Объектами промышленного освоения в первую очередь могут стать разведанное Катугинское (Читинская область) и оцененное Зашихинское (Иркутская область) месторождения. Оба месторождения относятся к распределенному фонду недр, ведется подготовка к их освоению. Вначале планируется разработка Катугинского месторождения (уже в ближайшей перспективе до 2017 года), далее — Зашихинского месторождения (по данным на декабрь 2014 года, профинансированы геологоразведка, проектные работы, проведение НИОКР; плановый запуск ГОКа намечен на 2018 год).

Катугинское месторождение расположено в Забайкальском крае в 24 км от ст. Чина и в 50 км от Удоканского. По количеству разведанных в контуре карьера запасов месторождение относится к весьма крупным, а с учетом запасов за контуром карьера — к уникальным. Среднее содержание Ta_2O_5 в запасах танталовых руд категорий $A+B+C_1$ составляет 0,02 %. Содержание Та низкое, его запасы в этих рудах незначительны. Преимуществом объекта является его приуроченность к осваиваемому горно-промышленному узлу региона, включающему Удоканское и Чинейское месторождения.

Зашихинское месторождение расположено в Нижнеудинском районе Иркутской области. Его балансовые и забалансовые запасы, подсчитанные в 2009 году, составляют 34,5 млн т руды, в которой содержится около 8,5 тыс. т пентоксида тантала. Руды месторождения относятся к тантал-ниобиевому промышленному типу в щелочных гранитах. По количеству запасов, подсчитанных на оценочной стадии, месторождение среднее. Балансовые запасы категорий C_1+C_2 при среднем содержании Ta_2O_5 0,03 % составляют 4,28 тыс. т. Выделено два технологических типа руд: коренные руды и коры

выветривания. Месторождение характеризуется самыми высокими содержаниями тантала в России.

Таблица 1.12-1 — Основные месторождения тантала в Российской Федерации

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Основной промышленный минерал	Среднее содержание Ta_2O_5, %
Катугинское	Щелочные граниты	Пирохлор, колумбит	0,02
Зашихинское	Щелочные граниты	Колумбит	0,03
Вишняковское	Пегматиты	Колумбит, танталит	0,0198
Ловозерское	Лопаритовые уртиты	Лопарит	0,0188

В настоящее время ЗАО «ТЕХНОИНВЕСТ АЛЬЯНС» ведет работы по разработке ТЭО постоянных разведочных кондиций месторождения, технологической схемы обогащения руд Зашихинского месторождения с получением колумбитового концентрата и технологической схемы его гидрометаллургической переработки с получением чистых и особо чистых оксидов тантала и ниобия. Ведется также подготовка проектной документации на ГОК, объекты его инфраструктуры и гидрометаллургический цех. Работы по строительству горно-металлургического комплекса, состоящего из ГОКа и гидрометаллургического цеха, начнутся в 2016 году и будут завершены в 2018 году.

1.13 Ванадий

По запасам ванадия Россия занимает второе место в мире.

В Российской Федерации выявлено большое число месторождений ванадия, которые относятся к различным промышленно-генетическим типам: магматические, выветривания, осадочные, метаморфогенные:

- в магматических месторождениях сосредоточены основные запасы промышленных руд, содержащих ванадий. Среднее содержание ванадия в рудах невысокое — 0,1 % — 1 %, однако запасы руд на некоторых месторождениях достигают нескольких миллионов тонн. Провинции эндогенных месторождений ванадия в России: восточного склона Урала (Гусевогорское, Качканарское, Первоуральское и др. месторождения), западного склона Урала (Кусинское, Медведевское, Маткальское, Копанское), Карело-Кольская (Пудожгорское, Елеть Озеро и др.), Кузнецко-Саянская (Лысаковское, Кедранское и др.), Восточно-Забайкальская (Кручининское и др.), Сибирская трапповая (Камышевский Байкитик и др.);

- месторождения выветривания формируются в зонах окисления полиметаллических руд. Они, как правило, небольшие по запасам;

- значительные количества ванадия концентрируются в осадочных месторождениях железа, бокситов, а также в сланцах, углях и нефти. В оолитовых бурых железняках (Лотарингский, Керченский бассейны и др.) содержится 0,05 % — 0,1 % металла, который извлекается.

Основная добыча ванадия в России осуществляется на титаномагнетитовых железорудных месторождениях Урала (в России расположено около половины открытых мировых запасов титаномагнетитовых руд).

Группа месторождений (Кусинское, Копанское, Медведевское) титаномагнетитовых руд с общими балансовыми запасами около 170 млн. т расположена в Кусинском районе Челябинской области. Кусинское месторождение до последнего времени разрабатывалось Златоустовским рудоуправлением. В связи с развитием Качканарского ГОКа эксплуатация Кусинского месторождения прекращена, и разработка других месторождений этой группы в обозримой перспективе не предусматривается.

Главным источником ванадия в России является Гусевогорское месторождение титаномагнетитовых руд, разрабатываемое Качканарским ГОКом. Кроме того, подготовлено к освоению Качканарское месторождение. Разведанные запасы руд обоих месторождений составляют 6,67 млрд т. Ванадий попутно извлекается в составе титаномагнетитового концентрата.

Первоуральское месторождение титаномагнетитов характеризуется ограниченными запасами и самостоятельного значения не имеет.

К числу титаномагнетитовых и фосфористых железных руд относятся титаномагнетиты Пудожгорского и Качканарского месторождений, а также керченские, аятские и лисаковские бурые железняки.

Пудожгорская руда (восточный берег Онежского озера, Карельская АР) представляет собой вкрапленные в метадиабазах титаномагнетиты мелкокристаллического строения и относится к категории бедных по железу руд. По своим запасам Пудожгорское месторождение может рассматриваться в качестве крупного источника ванадия и титана.

По ресурсам ванадия одним из крупнейших в мире является Чинейское месторождение ванадийсодержащих титаномагнетитовых руд. Однако оно расположено в гористой сейсмоопасной местности.

Руды Цапинского месторождения титаномагнетитов в Мурманской области содержат около 0,13 % — 0,45 % V_2O_5. Установлено наличие значительных запасов этих

руд, что позволяет рассматривать Цагинское месторождение как крупную базу ванадия в Северо-Западном районе России.

Крупными запасами ванадия характеризуется Качканарское месторождение титаномагнетитов (Свердловская область), которое можно рассматривать как одно из наиболее мощных в России.

Весьма крупными запасами ванадия характеризуются также и оолитовые фосфористые бурые железняки Керченского (Крым), Аятского и Лисаковского месторождений (Кустанайская область). Все эти руды являются бедными по содержанию ванадия. Но, несмотря на низкое содержание ванадия в концентратах, эти месторождения могут служить базой для его получения в крупных масштабах. Запасы фосфористых оолитовых бурых железняков Кустанайской области практически неограниченны, возможный объем добычи при открытой разработке очень большой. Велик также возможный объем добычи и керченской руды.

Учитывая намечаемые на ближайший период весьма крупные масштабы добычи на базе качканарских, кустанайских, керченских, а затем и пудожгорских руд, следует отметить, что Россия располагает мощной сырьевой базой ванадия.

1.14 Золото

Российская Федерация, наряду с ЮАР, является мировым лидером по размеру сырьевой базы золота; в ее недрах заключено почти 12 % мировых запасов. Государственным балансом запасов полезных ископаемых Российской Федерации учитывается в недрах более 13,1 тыс. т драгоценного металла; на долю разведанных (категорий $A+B+C_1$) приходится более 8 тыс. т. Прогнозные ресурсы категории P_1 оцениваются примерно в 5,3 тыс. т.

В структуре запасов России основную роль играют месторождения золото-кварцевых, золото-сульфидных и золото-мышьяково-сульфидных руд, а также золото-серебряные месторождения вулкано-плутонических поясов, отличающиеся более богатыми, чем в зарубежных аналогах, рудами. На долю коренных собственно золоторудных месторождений приходится более 65 % российских запасов драгоценного металла.

Сырьевая база золота России характеризуется высокой концентрацией. Большая часть сырьевой базы страны сконцентрирована на Дальнем Востоке и юге Сибири. Крупнейшими запасами и прогнозными ресурсами драгоценного металла обладает Иркутская область. В Магаданской области сконцентрировано более 2100 т золота, или 16 % российских запасов. Крупные запасы золота (1704 т) локализованы на территории Республики Саха (Якутия). На территории Красноярского края заключено более 12 %

российских запасов драгоценного металла (более 1600 т). Существенными запасами золота (более 1200 т) располагает Забайкальский край. Более 5 % российских запасов золота сконцентрировано на территории Чукотского АО. Почти 15 % российских запасов заключено в месторождениях Уральской металлогенической провинции.

Сырьевая база золота южных и северо-западных регионов европейской части России существенно беднее.

Распределение запасов золота и его прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации представлены на рисунке 1.14-1.



Рисунок 1.14-1 — Распределение запасов золота и его прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации, т

Запасы золота страны заключены в 532 коренных месторождениях, в числе которых 107 комплексных, где золото является попутным компонентом.

Основные месторождения золота и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.14-1.

Крупнейшей золотодобывающей компанией в России является ПАО «Полюс Золото»: в 2014 году этой компанией произведено 52,7 т золота, на 3 % больше, чем в 2013 году.

Таблица 1.14-1 — Основные месторождения золота и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание золота в рудах (г/т) и песках	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
АО «Рудник им. Матросова»						
Наталкинское (Магаданская область)	Золото-кварцевый	944,1	212,9		1,68	5,5
АО «ЗДК «Полюс»						
Благодатное (Красноярский край)	Золото-кварцевый	195,63	32.9		2,48	14,4
Олимпиадинское (Красноярский край)	Золото-мышьяково-сульфидный	112,09	115,6		3,65	22,1
Титимухта (Красноярский край)	Золото-сульфидно-кварцевый	29,08	16,32		4,00	3,6
АО «Тонода»						
Чертово Корыто (Иркутская область)	Золото-сульфидный	76,22	10,7		2,38	0*
АО «Алданзолото ГРК»						
Куранахская группа (Республика Саха (Якутия))	Коры выветривания	98,16	66,65		2,00	4,6

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание золота в рудах (г/т) и песках	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
АО «Первенец»						
Вернинское (Иркутская область)	Золото-сульфидный	102.33	153 59		3.23	9.7
АО «Южно-Верхоянская горнодобывающая компания»						
Нежданинское (Республика Саха (Якутия)	Золото-мышьяково-сульфидный	278.70	353 30		5.13	0
ООО «Красноярское ГРП»						
Попутнинское (Красноярский край)	Золото-сульфидный	23,31	68.66		3.83	0
ЗАО «Чукотская ГГК»[20]						
Купол (Чукотский АО)	Золото-серебряный	38,8	45 5	0 6	21,2	13 4
ООО «Северное золото»						
Двойное (Чукотский АО)	Золото-серебряный	12,6	37 3	0 4	19,8	11 2
ООО «Ресурсы Албазино»						
Албазинское (Хабаровский край)	Золото-серебряный	20,9	19 6	0 3	7,1	7,8

[20] АО «Чукотская ГГК».

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание золота в рудах (г/т) и песках	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
ЗАО «Золото Северного Урала»						
Воронцовское (Свердловская обл.)	Золото-сульфидный	2,9	11 1	0.1	16,9	6,2
ООО «Маломырский рудник»						
Маломырское (Амурская область)	Золото-сульфидно-кварцевый	18.6	14 6	0 3	2,3	2,9
ОАО «Покровский рудник»						
Пионер (Амурская область)	Золото-серебряный	7,7	14 3	0 2	1,8	9,3
Покровское (Амурская область)		0,4	0,1	0,004	8,1	0,8
ООО «Березитовый рудник»						
Березитовое (Амурская обл.)	Золото-сульфид-нокварцевый	15	3,3	0 1	5,5	4
ОАО «Бурятзолото»						
Зун-Холбинское (Республика Бурятия)	Золото-сульфидно-кварцевый	6,2	3.1	0,07	11,7	1,9
ООО «Тасеевское»						

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание золота в рудах (г/т) и песках	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
Тасеевское (Забайкальский край)	Золото-серебряный	21,8	83 8	0 8	4,6	0
ЗАО «Многовершинное»						
Многовершинное (Хабаровский край)	Золото-серебряный	24,4	19 1	0 3	27,6	3,7
ООО «Дарасунский рудник»						
Дарасунское (Забайкальский край)	Золото-сульфидно-кварцевый	31.3	25.3	0 4	14,8	0
Талатуйское (Забайкальский край)		23.5	7.3	0.2	9,1	0.3
ОАО «Южно-Верхоянская горнодобывающая компания»[21]						
Нежданинское (Республика Саха (Якутия)	Золото-мышьяково-сульфидный	278,7	353,3	4.9	4,9	0
ОАО «Гайский ГОК»						
Гайское (Оренбургская область)	Медно-колчеданный	373.8	41.1	3.2	1,1	5,8
ООО «ГДК «Баимская»						

[21] АО «Южно-Верхоянская горнодобывающая компания»

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание золота в рудах (г/т) и песках	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
Песчанка (Чукотский АО)	Медно-порфировый	178.6	55 2	1 8	0.57	0
ОАО «Золоторудная компания «Павлик»[22]						
Павлик (Магаданская область)	Золото-кварцевый	52.2	101,7	1 2	2,8	0,2
ООО «Золоторудная компания «Майское»						
Майское (Чукотский АО)	Золото-мышьяково-сульфидный	34,8	91 6	1	15,2	5,5
ООО «Амурское геологоразведочное предприятие»						
Бамское (Амурская область)	Золото серебряный	17,4	90 1	0 8	4,1	0
ООО «Березовское рудоуправление»						
Березовское (Свердловская область)	Золото-сульфид-нокварцевый	59.9	30.2	0.7	1,9	0,6
ООО «Красноярское ГРП»						

[22] АО «Золоторудная компания «Павлик»

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание золота в рудах (г/т) и песках	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
Попутнинское (Красноярский край)	Золото-сульфидный	23,3	69	0 7	3,2	0
ЗАО «Рудник «Западная-Ключи»[23]						
Ключевское (Забайкальский край)	Золото-сульфидно кварцевый	48,6	27.2	0.6	2	0
ООО ГРК «Амикан»						
Ведугинское (Красноярский край)	Золото-мышьяково-сульфидный	33,9	37 5	0 5	4,9	1,7
ДП ЗАО «Корякгеолдобыча «Аметистовое»						
Аметистовое (Камчатский край)	Золото-серебряный	21,5	29 3	0.4	12,3	1
ЗАО «Базовые металлы»						
Кекура (Чукотский АО)	Золото-кварцевый	10.5	36.2	0 4	8,9	0
ООО «Оренбургская горная компания»						

[23] АО «Рудник «Западная-Ключи».

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание золота в рудах (г/т) и песках	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
Васин (Оренбургская область)	Золото-сульфидно-кварцевый	1,4	43	0,3	4,8	0
ООО «Соврудник»						
Эльдорадо (Красноярский край)	Золото-кварцевый	6,9	28 5	0.3	2,8	2,6
ЗАО «Камчатское золото»[24]						
Бараньевское (Камчатский край)	Золото-серебряный	4	30 6	0.3	9,4	0
ООО «Охотская горно-геологическая компания»						
Хаканджинское (Хабаровский край)	Золото-серебряный	25,4	0,6	0 2	10,5	0,8
ОАО «Рудник Каральвеем»						
Каральвеемское (Чукотский АО)	Золото-кварцевый	17,7	4,9	0 2	88,7	2,2
ОАО «Южуралзолото Группа Компаний»[25]						
Светлинское (Челябинская область)	Золото-сульфидный	16,4	2,1	0 1	2,9	4,8

[24] АО «Камчатское золото».

[25] АО «Южуралзолото Группа Компаний»

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание золота в рудах (г/т) и песках	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
ОАО «Южуралзолото Группа Компаний», ОАО «Восточная»						
Кочкарское (Челябинская область)	Золото-сульфидно-кварцевый	10,6	9,9	0,2	11,5	1,1
ЗАО «Камголд»						
Агинское (Камчатский край)	Золото-серебряный	10,8	3	0,1	50,5	0,6
Нераспределенный фонд						
Сухой Лог (Иркутская область)	Золото-ульфидный	1378,9	574	14,9	2,1	–
Кючус (Республика Саха (Якутия))	Золото-мышьяково-сульфидный	70,9	104,3	1,3	6,1	–
Итакинское (Забайкальский край)	Золото-сульфидно-кварцевый	19,1	43,4	0,5	8,9	–
Балейское (Забайкальский край)	Золото-серебряный	28,8	11,5	0,3	2,1	–

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание золота в рудах (г/т) и песках	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
Родниковое (Камчатский край)	Золото-серебряный	8,6	22 2	0 2	5,8	–

* «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам.

С учетом геологоразведочных работ, добычи, потерь при добыче, переоценки, списания и иных причин российские запасы золота категории C_1 в 2014 году уменьшились по сравнению с 2013 года на 47,1 т, или на 0,6 %. При этом запасы категории C_2 существенно выросли на 267,5 т, или на 5,5 %.

Россия занимает третье место по объему золотодобычи, уступая лишь Китаю и Австралии

В 2014 году в России получено 249,1 т драгоценного металла (рисунок 1 14-2).



Рисунок 1.14-2 — Основные месторождения золота и распределение его добычи по субъектам Российской Федерации в 2014 году, т

1.15 Серебро

Российская Федерация обладает одной из крупнейших сырьевых баз серебра, составляющей около 8 % мировых ресурсов. Россия занимает четвертое место в мире по объему сырьевой базы серебра уступая Мексике, Перу и Польше Российские запасы серебра категорий $A+B+C_1+C_2$ составляют 121,7 тыс т Однако запасы, заключенные в разрабатываемых и осваиваемых объектах с учетом качества руд и возможности извлечения из них серебра оцениваются всего в 46,3 тыс. т драгоценного металла

Распределение запасов серебра и его прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации представлены на рисунке 1.15-1.



Рисунок 1.15-1 — Распределение запасов серебра и его прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации, тыс. т

Подавляющая часть серебра в России, как и в мире, заключена в рудах комплексных месторождений благородных и цветных металлов, главным образом, золота, меди, свинца и цинка, содержащих серебро в качестве попутного компонента. Содержание серебра в рудах варьирует в широких пределах.

Среди комплексных объектов наиболее сереброносными являются колчеданно-полиметаллические месторождения, в рудах которых заключено более пятой части запасов серебра страны. Вторыми по значимости среди комплексных являются медно-колчеданные месторождения, они заключают более 17 % российских запасов серебра. Около 13 % запасов серебра заключают руды месторождений золота. Роль еще двух геолого-промышленных типов серебросодержащих месторождений: сульфидных медно-никелевых и медистых песчаников — соизмерима, в каждом из них сосредоточена примерно десятая часть российских запасов серебра.

Большая часть российских запасов серебра сосредоточена в восточной части страны. Наибольшее количество серебра (почти 60 % запасов) локализуется в Магаданской области и Якутии, где оно заключено в собственно серебряных, серебряно-золотых и серебро-полиметаллических месторождениях, и в Красноярском и Забайкальском краях, где оно связано с комплексными серебросодержашими объектами.

Почти 15 % запасов серебра страны и треть наиболее достоверных ресурсов серебра (категории P_1) находятся в недрах Охотско-Чукотской металлогенической провинции.

Руды собственно серебряных месторождений выгодно отличаются от комплексных. В России эти месторождения, как и их зарубежные аналоги, характеризуются высокими средними содержаниями металла в рудах. Однако собственно серебряные объекты заключают лишь 21 % суммарных запасов металла. Собственно серебряные месторождения распространены в Верхояно-Колымской металлогенической провинции, захватывающей территорию Республики Саха (Якутия), Магаданской области и Хабаровского края, и в Охотско-Чукотском поясе, простирающемся вдоль побережья Тихого океана.

Основные серебряные и серебросодержащие месторождения и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.15-1.

Таблица 1.15-1 — Основные серебряные и серебросодержащие месторождения и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание серебра в рудах, г/т	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
ЗАО «Серебро Магадана»[26)]						
Дукатское (Магаданская область)	Золото-серебряный	6455,3	1305,3	6,4	652,4	574,8
Лунное (Магаданская область)	Серебряно-золотой	432,3	1293,4	1,4	422,6	125,6
Гольцовое (Магаданская область)	Серебряный	745,2	679,1	1,2	1221,6	119
ООО «Охотская ГГК»						
Хаканджинское (Хабаровский край)	Серебряно-золотой	1132,8	49,3	1	469,1	38,4

[26)] АО «Серебро Магадана».

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание серебра в рудах, г/т	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
ОАО «Сибирь-Полиметаллы»						
Корбалихинское (Алтайский край)	Колчеданно-полиметаллический	1254,3	101,5	1,1	54,3	3,9
ОАО «Гайский ГОК»						
Гайское (Оренбургская область)	Медно-колчеданный	3375,7	405,1	3,1	9,9	76,6
ООО «Башкирская медь»						
Подольское (Республика Башкортостан)	Медно-колчеданный	2226.9	38.2	1.9	27.6	0*
ЗАО «Чукотская ГГК»						
Купол (Чукотский АО)	Золото-серебряный	523,2	604,9	0,9	285,1	154,8
ОАО «Учалинский ГОК»						
Узельгинское (Челябинская область)	Медно-колчеданный	1557,8	46,2	1,3	30,8	81,5
Ново-Учалинское (Республика Башкортостан)		1863 5	956,4	2.3	26.7	0
ОАО «Горевский ГОК»						
Горевское (Красноярский край)	Колчеданно-полиметаллический	3861,2	1620,3	4,5	56,9	139
ПАО «ГМК «Норильский Никель»						
Октябрьское (Красноярский край)	Медно-никелевый	4436.9	1343,3	4,7	5	80.2

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание серебра в рудах, г/т	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
Талнахское (Красноярский край)		2555,1	1027,7	2,9	3,6	20,2
ООО «Прогноз-Серебро»						
Прогноз (Республика Саха (Якутия))	Серебряный	4224,5	4966	7,6	906,4	0
ООО «ГеоПроМайнинг Верхне Менкече»						
Верхне-Менкече (Республика Саха (Якутия))	Серебряный	181,3	1278,1	1,2	332,1	0
ЗАО «Прогноз»						
Вертикальное (Республика Саха (Якутия))	Серебряный	440,9	706,8	0,9	718,1	0
ОАО «Южно-Верхоянская горнодобывающая компания»						
Нежданинское (Республика Саха (Якутия))	Золотой	1559,6	673,6	1,8	27,4	0
ООО «Байкальская горная компания»						
Удоканское (Забайкальский край)	Медистые песчаники	7345,5	4555,1	9,8	10	0
ООО «Техпроминвест»						
Озерное (Республика Бурятия)	Колчеданно-полиметаллический	4383,8	287,3	3,8	35	0
ООО «ИнвестЕвроКомпани»						
Холоднинское (Республика Бурятия)	Колчеданно-полиметаллический	2776,9	759,9	2,9	9,9	0

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание серебра в рудах, г/т	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
ООО «ГДК «Баимская»						
Песчанка (Чукотский АО)	Медно-порфировый	1450,8	551,4	1,6	4,6	0
* «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам.						

Запасы серебра учтены в 385 коренных месторождениях; в 25 объектах только запасы металла только забалансовые. Кроме того, подсчитаны запасы серебра в отвалах и хвостохранилищах рудников; эти запасы категорий $A+B+C_1+C_2$ составляют 83,1 т. В распределенном фонде учитывается 282 месторождения, в том числе все крупнейшие месторождения серебряных и серебросодержащих руд и все россыпи. Нелицензированными остаются преимущественно мелкие объекты.

В 2014 году российские запасы серебра категорий $A+B+C_1$ уменьшились на 1,4 тыс. т, категории C_2 — выросли на 2,5 тыс. т.

Россия входит в первую десятку стран, добывающих драгоценный металл. Добыча серебра в России в 2014 году увеличилась на 8,3 %, достигнув рекордного уровня в 2356,7 т. Добыча на собственно серебряных объектах выросла против 2013 года на 7,7 %. На предприятиях, эксплуатирующих комплексные месторождения, в 2014 году добыто на 8,6 % серебра больше, чем в предыдущем.



Рисунок 1.15-2 — Основные месторождения серебра и распределение его добычи по субъектам Российской Федерации в 2014 году, т

Около половины добычи серебра в России обеспечивает холдинг ОАО «Полиметалл» (рисунок 1.15-3), входящий в десятку мировых лидеров.

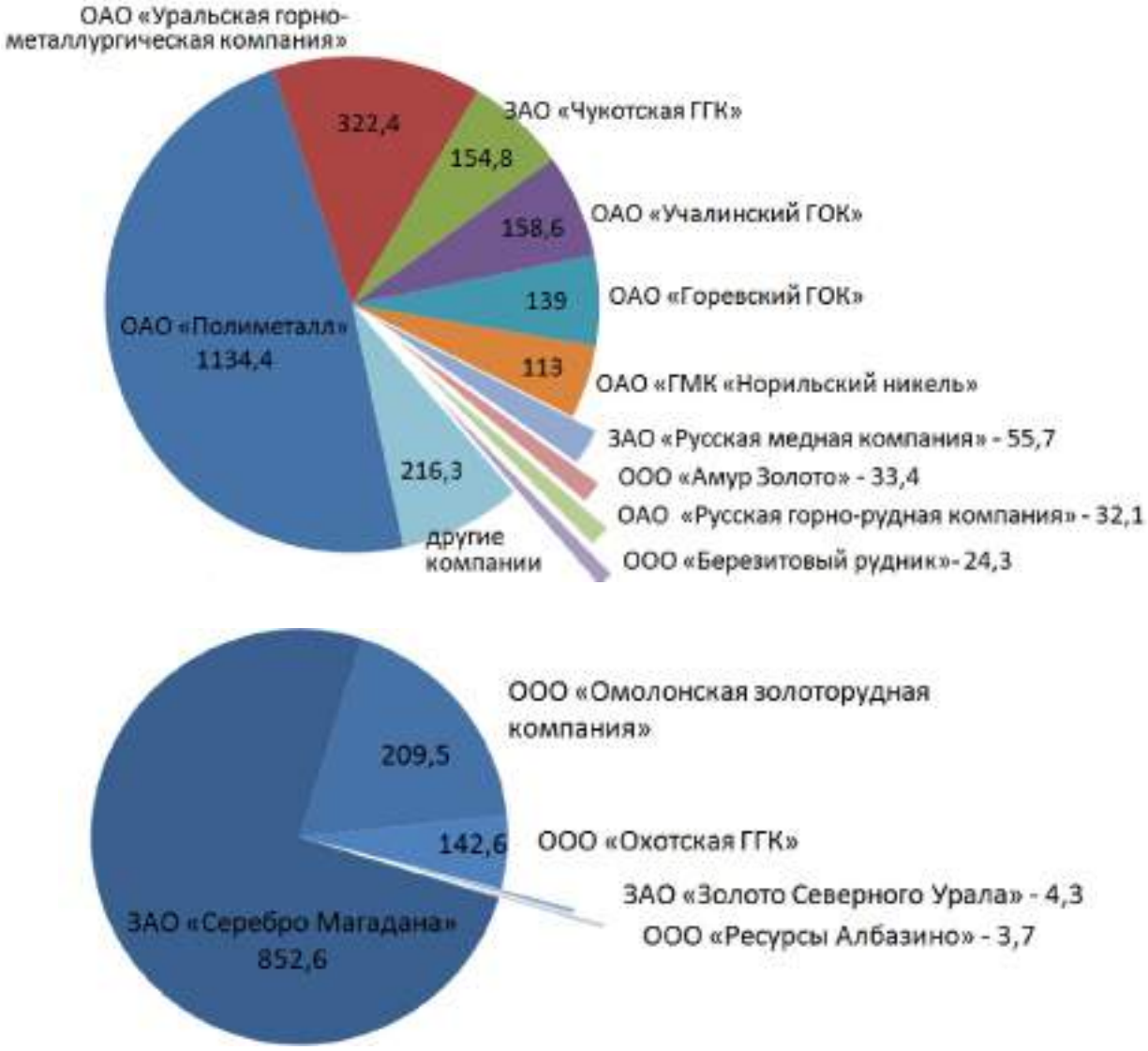

Рисунок 1.15-3 — Добыча серебра российскими компаниями в 2014 году, т

1.16 Металлы платиновой группы

Минерально-сырьевая база металлов платиновой группы Российской Федерации значительна и составляет примерно пятую часть мировой. По промышленным запасам платиноидов страна прочно занимает вторую позицию уступая лишь ЮАР

Прогнозные ресурсы металлов платиновой группы в России официально учитываются только в коренных собственно платиноидных рудах Они сравнительно невелики, преимущественно оценены в пределах слабо изученных площадей (ресурсы категории P_1 составляют всего 33.9 т) и не могут обеспечить существенного наращивания запасов.

Основные месторождения металлов платиновой группы и распределение их запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации представлены на рисунке 1.16-1



Рисунок 1.16-1 — Основные месторождения металлов платиновой группы и распределение их запасов и прогнозных ресурсов категории P_1 по субъектам Российской Федерации, т

Основу российской минерально-сырьевой базы металлов платиновой группы составляют комплексные месторождения сульфидного медно-никелевого промышленного типа, хотя платиноиды в их рудах содержатся только в качестве попутных компонентов.

В комплексных медно-никелевых объектах заключено более 96 % балансовых запасов платиноидов страны. Практически все они локализованы в недрах на севере Красноярского края, в Норильском рудном районе. Здесь эксплуатируются два крупнейших объекта, не имеющие сопоставимых аналогов ни в России, ни в мире, как по масштабу, так и по качеству руд. Это Октябрьское и Талнахское месторождения. Руды по качеству в среднем заметно превосходят известные за рубежом аналоги, но отличаются от них повышенными по сравнению с платиной концентрациями палладия.

На юге Красноярского края, в Канской металлогенической зоне, осваиваются месторождения бедных вкрапленных сульфидных медно-никелевых руд, по масштабу относящихся к крупным.

Остальные отечественные объекты этого промышленного типа на один-два порядка уступают норильским как по запасам, так и по содержанию металлов платиновой группы.

Собственно платиноидные месторождения, расположенные в Мурманской области, также не могут быть названы выдающимися ни по своим масштабам, ни по качеству руд. При этом Кольский полуостров остается едва ли не единственным регионом страны, все еще располагающим определенными перспективами выявления новых сколько-нибудь значимых месторождений металлов платиновой группы.

Основные месторождения платиноидов и перечень эксплуатирующих их предприятий представлены в таблице 1.16-1.

Государственным балансом России учтены запасы 30 коренных месторождений металлов платиновой группы. Запасы четырех коренных объектов — только забалансовые. В 2014 году на государственный учет поставлено техногенное месторождение Хвостохранилище № 1 НОФ с попутными платиноидами. В нераспределенном фонде недр находятся девять коренных объектов, среди которых преобладают малосульфидные платиноидные, как правило, меньшего масштаба, чем лицензированные, с сопоставимыми содержаниями платиноидов в рудах.

Таблица 1.16-1 — Основные месторождения платиноидов и перечень эксплуатирующих их предприятий

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание МПГ рудах	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
ПАО «ГМК „Норильский никель“»						
Октябрьское (Красноярский край)	Сульфидный медно-никелевый	3989,2	1653,6	37,2	4,52 г/т	91,4

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Запасы, т		Доля в балансовых запасах Российской Федерации, %	Содержание МПГ в рудах	Добыча в 2014 году, т
		$A+B+C_1$	C_2			
Талнахское (Красноярский край)		3248,2	1195,1	29,3	4,62 г/т	33,9
Масловское (Красноярский край)		881,4	587	9,7	6,6 г/т	0*
ПАО «ГМК „Норильский никель"»; ОАО «Артель старателей «Амур»[27]						
Норильск-1 (Красноярский край)	Сульфидный медно-никелевый	1037 6	1139,2	14,4	6,69 г/т	16,4
ООО «Черногорская ГРК»						
Черногорское (Красноярский край)	Сульфидный медно-никелевый	320,3	210,1	3,5	3,51 г/т	0

* «0» в последнем столбце означает, что в 2014 году добыча на данном месторождении не велась по различным причинам.

С учетом потерь при добыче, переоценки, списания и иных причин запасы платиноидов Российской Федерации категорий $A+B+C_1$ в 2014 году незначительно сократились — на 0,1 %, а запасы категории C_2 на 0.2 % увеличились.

Добыча платиноидов в России в 2014 году составила 147,2 т, сократившись по сравнению с предыдущим годом на 4.5 %.

Одной из ведущих в мире и практически единственной в России компанией, добывающей металлы платиновой группы, является компания ПАО «ГМК „Норильский никель"», которая разрабатывает крупнейшие месторождения Красноярского края (рисунок 1 16-2).

[27] АО «Артель старателей «Амур»

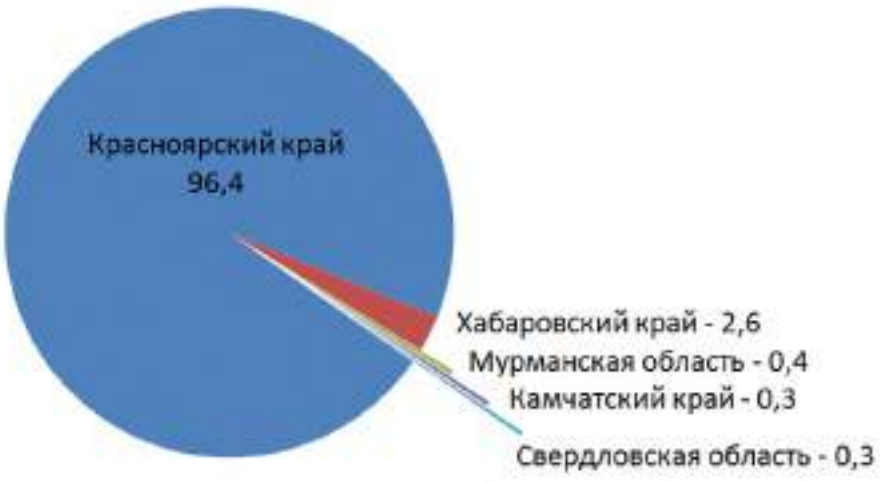

Рисунок 1.16-2 — Добыча металлов платиновой группы в субъектах Российской Федерации в 2014 году, %

1.17 Уголь

Россия обладает мощной сырьевой базой углей. В ее недрах сосредоточена треть ресурсов угля и пятая часть мировых разведанных запасов угля — 193,3 млрд т.

Более половины российских запасов (101,2 млрд т) приходится на бурые угли. Из-за высокой влажности угли имеют повышенную способность к самовозгоранию и не могут транспортироваться на дальние расстояния. Запасы каменного угля в стране составляют 85,3 млрд т (в том числе 39,8 млрд т коксующегося). Каменные угли характеризуются высокой теплотворной способностью и меньшим выходом летучих по сравнению с бурыми углями. Запасы антрацита в России относительно невелики и составляют 6,8 млрд т. Антрациты обладают высокой теплотворной способностью и малым выходом летучих.

В пределах Российской Федерации находятся 22 угольных бассейна и 129 отдельных месторождения. Добыча угля ведется в семи федеральных округах, в 25 субъектах Российской Федерации.

Из угледобывающих регионов самым мощным поставщиком угля является Кузнецкий бассейн — здесь производится более половины (58 %) всего добываемого угля в стране и 73 % углей коксующихся марок.

Наиболее перспективными по запасам и качеству угля, состоянию инфраструктуры и горнотехническим возможностям являются, помимо предприятий Кузбасса, также разрезы Канско-Ачинского бассейна, Восточной Сибири и Дальнего Востока, дальнейшее развитие которых позволит обеспечить основной прирост добычи угля в отрас-

ли С точки зрения наращивания производственного потенциала наиболее перспективными становятся районы Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Фонд действующих угледобывающих предприятий России по состоянию на 01.01.2016 насчитывает 192 предприятия (шахты — 71, разрезы — 121).

Добыча угля в России за 2015 г составила 373,3 млн т Она возросла по сравнению с 2014 года на 4 % При этом добыча угля подземным способом уменьшилась, добыча угля открытым способом увеличилась по сравнению с уровнем 2014 года. Данные по объемам добычи угля в России за 2014–2015 годы приведены в таблице 1.17-1.



1 — Донецкий, 2 — Печорский, 3 — Сосьвинско-Сапехардский, 4 — Кузнецкий, 5 — Канско-Ачинский, 6 — Минусинский, 7 — Таймырский 8 — Тунгусский, 9 — Улугхемский 10 — Иркутский, 11 — Ленский, 12 — Южноякутский 13 — Буреинский

Рисунок 1.17-1 — Крупнейшие угольные бассейны Российской Федерации

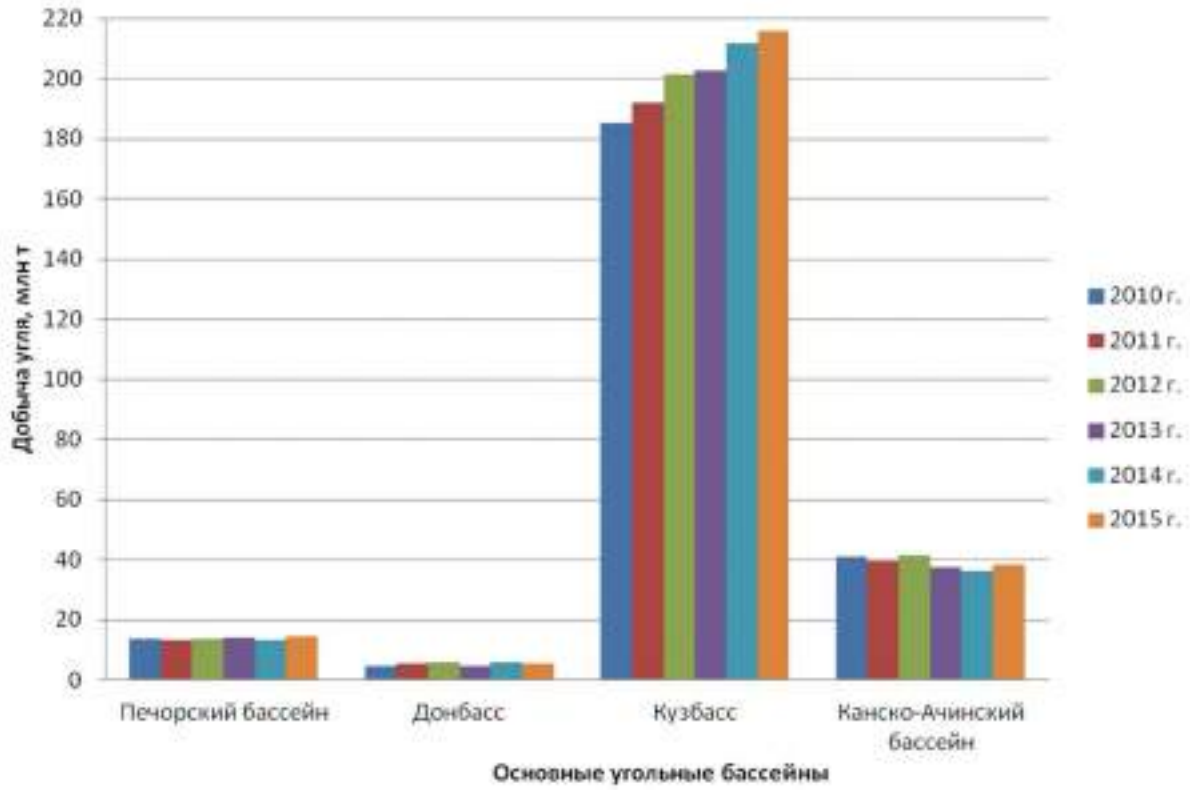

Рисунок 1.17-2 — Добыча угля по основным бассейнам, млн т

Таблица 1.17-1 — Добыча угля в России

Показатели	2015 год	2014 год	К уровню 2014 года, %
Добыча угля, всего, тыс. т:	373 363	359 018	104,0
- подземным способом	103 662	105 352	98,4
- открытым способом	269 701	253 666	106,3
Добыча угля на шахтах, тыс. т	105 016	105 776	99,3
Добыча угля на разрезах, тыс. т	268 347	253 242	106,0
Добыча угля для коксования, тыс. т	86 995	85 309	101,9

В 2015 году по сравнению с предыдущим годом добыча угля увеличилась в трех из четырех основных угольных бассейнов страны: Кузнецком, Канско-Ачинском и Печорском. Снижение добычи угля отмечено в Донецком бассейне. Данные по добыче угля по основным бассейнам за 2010–2015 годы представлены на рисунке 1.17-2.

Наиболее крупные компании, обеспечивающие 75 % всего объема добычи угля в России, приведены в таблице 1.17-2.

Таблица 1.17-2 — Добыча угля основными компаниями России, тыс. т

Угледобывающие компании	2015 г.	+/- к 2014 году
1. АО «СУЭК»	97 756	-1105
2. ОАО «УК «Кузбассразрезуголь»	44 476	493
3. АО ХК «СДС-Уголь»	30 018	363
4. ОАО «Мечел-Майнинг»	23 181	568
5. «ЕВРАЗ»	20 583	-1186
6. ОАО «Русский Уголь»[28)]	14 382	792
7. ОАО «Воркутауголь» (Северсталь Ресурс)[29)]	13 160	1800
8. ООО «Компания «Востсибуголь» (En+Group)	13 029	951
9. ПАО «Кузбасская Топливная Компания»	11 002	394
10. ООО «Холдинг Сибуглемет»	10 909	118

В 2015 году было добыто 87 млн т коксующегося угля, что на 2 % выше уровня 2014 года.

Доля углей для коксования в общей добыче составила только 23 %. Основной объем добычи этих углей пришелся на предприятия Кузбасса — 73 %. Здесь было добыто 63,2 млн т угля для коксования, что на 0,8 млн т меньше, чем годом ранее.

Масштабы запасов и качественные характеристики углей позволяют России уже в краткосрочной перспективе увеличить долю в мировом производстве. В то же время около трети запасов угля не соответствует мировым стандартам по зольности и содержанию серы и/или отличаются сложными условиями разработки. Кроме того, основные российские угледобывающие центры расположены на значительном удалении как от отечественных потребителей, так и от портов (рисунок 1.17-1), что ослабляет внутренний спрос на уголь и осложняет развитие внешних поставок.

1.18 Анализ приоритетных проблем отрасли

Горнодобывающая промышленность является одной из ключевых отраслей экономики страны. Она обеспечивает весомую долю доходов бюджета, вносит серьезный вклад в создание ВВП. Но столь крупный «вес» отрасли в экономике, ее масштаб и

[28)] АО «Русский Уголь».

[29)] АО «Воркутауголь».

условия работы в сочетании с непростой ситуацией в стране создают значительные проблемы.

Успешно функционировать горнодобывающая промышленность может лишь при наличии мощной минерально-сырьевой базы. На сегодняшний день Россия является одним из мировых лидеров по запасам, добыче углей, железных руд, никеля, золота и многих других сырьевых товаров. Однако в будущем ситуация может существенно измениться. В процессе добычи минерального сырья расходуется невозобновляемый ресурс — запасы полезных ископаемых в недрах. Устойчивая работа добывающих отраслей промышленности возможна лишь тогда, когда развитие минерально-сырьевой базы идет непрерывно и вновь выявляемые запасы компенсируют погашенные при добыче.

Минерально-сырьевая база России должна гарантировать такие уровни добычи полезных ископаемых, которые позволят полностью удовлетворить внутренние потребности экономики в минеральном сырье и обеспечить экспорт. Для решения этой задачи необходимо выполнение значительных объемов геологоразведочных работ, ориентированных на воспроизводство запасов и ресурсов, а также переоценку давно разведанных, но не эксплуатируемых месторождений. Минерально-сырьевая база России должна также обеспечить экономическое и социальное развитие удаленных, слабо освоенных и геополитически значимых регионов страны, располагающих значительным сырьевым потенциалом.

Ключевыми проблемами отрасли являются:

- геологические — исчерпание рентабельных для отработки запасов, вероятностный характер положительных результатов ГРР, 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 экономические санкции и ограничения на торговлю, накладываемые как по политическим, так и по иным мотивам;

- несовершенство отечественной нормативно-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 базы 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 ограниченны: объекты, которые потенциально могут быть вовлечены в отработку, характеризуются небольшими запасами и имеют худшие, чем у эксплуатируемых, качественные 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 Урале и к западу от него, в том числе на экспорт, осуществляется по железной дороге, что ведет к росту транспортной составляющей в их стоимости. В результате экспортные поставки российского энергетического угля становятся экономически эффективными при цене угля в несколько раз выше по сравнению с другими странами. И в будущем эта ситуация вряд ли изменится. Другая проблема связана с избыточностью разведанных запасов углей, 80 % которых заключено в месторождениях нераспределенного фонда недр. Часто это связано с их неблагопри-

ятным географическим положением. Даже в случае развития промышленности, угольная электрогенерация в этих регионах может оказаться слишком дорогой из-за конечной стоимости топлива с учетом транспортных и прочих издержек.

Внутренний спрос на 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 вряд ли сможет существенно нарастить продажи энергетических углей.

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 складируются, 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, обес-

печенностью 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-съемочных, 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.

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, 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 ГРР, 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 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 ме-

сторождений 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.

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 расположен в Красноярском крае, входит в состав компании СУЭК. Длина разреза составляет 7 км, ширина — 2 км.

В Челябинской области находится самый глубокий в Европе и второй в мире Коркинский угольный разрез, сейчас его глубина достигает 500 м и продолжает увеличиваться (проектная глубина — 610 м), диаметр воронки разреза — 1,5 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, 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 превышает объем добываемого полезного ископаемого (коэффициент вскрыши может достигать 25), затраты на их 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.

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

- штреки, квершлаги, 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 иселективное 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 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 являет-

ся 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, 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 (обогатительные) и вспомогательные (заключительные).

Применение водно-шламовых технологий обогащения предусматривает эксплуатацию гидроотвалов и шламовых отстойников.



Рисунок 2.3-1 — 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 вмешающих 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-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 дешевизной. 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 стадиального измельчения и мокрой магнитной сепарации (ОАО «Ковдорский ГОК», ОАО «Лебединский ГОК», ОАО «Карельский окатыш»[30)], 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 ОАО «Сарановская шахта «Рудная»[31)] 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).

[30)] АО «Карельский окатыш».

[31)] АО «Сарановская шахта «Рудная».

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, не смотря на сложности в достижении эффективности процесса обогащения, нифелиновые руды перерабатываются на предприятиях России с использованием флотационного метода (ОАО «Аппатит»), флотационно-магнитной технологии обогащения (ЗАО «СЗФК»[32)]).

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.

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 чернового 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.

[32)] АО «СЗФК».

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 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 обслужи-

вания: 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.

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 ([17], [18]).

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 ([19]) 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» ([18]), 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 ([20]).

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 ([20], [21]).

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 мелиорация, строительство дорог, специальных гидротехнических сооружений и др. ([20]).

При проведении технического этапа рекультивации земель в зависимости от направления рекультивируемых земель должны быть выполнены следующие основные работы ([21]):

- грубая и чистовая планировка поверхности отвалов, засыпка нагорных, водоподводящих, водоотводных каналов; выполаживание 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;

- противоэрозионная 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 ([22]).

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 ([20]).

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 ([19])–([20], [21]), ([23])–([26]).

Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования приведена в таблице 2.4-1.

Таблица 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 природо-

охранным 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 ([21], [23]):

- 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.

2.4.2.1 Требования к рекультивации земель, нарушенных при открытых горных работах

При открытых горных работах рекультивации подлежат ([21]):

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

При рекультивации отвалов и карьерных выемок должны выполняться следующие требования ([21]):

- 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 противоэрозионной 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, исключающим 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 ([21]):

- 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 с учетом требований ГОСТ 17.5.3.04—83 (подразделы 1.6 и 2.2) ([23]).

- террасирование или выполаживание 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 производится в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.3.04—83 (подраздел 6.3) ([23]).

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/уничтожение естественных ландшафтов, уничтожение местообитаний;

- 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);

- изменение уровня подземных вод в результате осушения горных выработок;

- образование и размещение крупнотоннажных отходов — 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 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:

- горноые ибуровые 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 до-

роги 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 ибуровых работ связано с локальным изменением ландшафта территории, уничтожением растительного и почвенного покрова, утратой местообитаний.

Горные ибуровые 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 и погребения 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.

- Образование и 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, 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 при 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 слоев 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 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.

- Образование и 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 и связанные с ними негативные воздействия начинаются на этапе строительства и продолжаются при эксплуатации, приобретая большую интенсивность.

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 добычи (вскрышные и вмещающие породы) и обогащения (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;

- образование и размещение отходов 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 из недр 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, за счет сползания горных масс на ненарушенные территории происходит погребение почвенно-растительного покрова, загрязнение и изменение физико-механических свойств почв; появление просадок приводит к изменению поверхностного стока, заболачиванию данных участков и, как следствие, 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 добычи 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 основание 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. Оседающая на поверхность земли и водных объектов пыль может вызывать их загрязнение, оказывать воздействие на растения и условия их роста.

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)[33)].

- пыль, оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, зола — при аварийном горении породных отвалов[34)];

- 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 прилега-

---

[33)] В настоящее время нормируются выбросы метана от шахт, методика расчета выбросов метана (рудничных газов) от карьеров отсутствует.

[34)] Выбросы от горения породных отвалов не нормируются, так как данный процесс не относится к штатному режиму.

ющих территориях; оказывается воздействие на социально-экономические и рекреационные условия проживания населения на близлежащей территории; изменяются среда обитания человека, состояние компонентов биогеоценозов и биоразнообразие, условия землепользования; снижается стоимость объектов недвижимости и земель и т. д.

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, уничтожением раститель-

ного покрова, гибелью людей и животных, значительным 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 загрязняющим 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 или 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 террикоников) веществами, образование и размещение отходов от демонтажа зданий и соору-

жений, 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;
- образование и 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. В результате разбора террикоников 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.

Также возможным негативным воздействием на окружающую среду при рекультивации может быть внедрение инвазионных 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 мероприятий по снижению воздействия представлено в таблице 3.1

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

Воздействия на окружающую среду	Этап ГРР					Этап строительства						Этап эксплуатации							Этап ликвидации				Направление мероприятий по снижению воздействия
	строительство временных дорог и др. коммуникаций	ведение горно-буровых работ	подобная 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	
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 пылевыделения. - оборудование технологических процессов аспирацией и пылеочистным оборудованием.

																							- использование укрытий в местах погрузки/разгрузки горной массы и (или) продукции, при транспортировке; - мероприятия по пылеподавлению, в т. ч орошение дорог, уступов и пр водой, использование специальных связующих веществ.
газообразных веществ		+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	- Использование передовых технологий при производстве буровзрывных работ (взрывчатых веществ технологии взрывания и т д.), - использование передовых технологий по обогащению; - установка эффективного газоочистного оборудования

																							- использование качественного топлива, перевод на газ техники и автотранспорта; - своевременные техническое обслуживание и текущий ремонт техники и автотранспорта; - использование современной техники, автотранспорта, оборудования.
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.

Сточных вод от процесса обогащения												+										
Отходы																						
Отходы вскрышных и вмещающих пород		+	+				+					+										- Обратная засыпка отходов в выработанное пространство; - использование отходов; - организация мест накопления и объектов размещения отходов в соответствии с требованиями законодательства, с исключением негативного воздействия на окружающую среду; - рекультивация объектов размещения отходов.

Отходы (хвосты) обогащения												+										- Использование отходов; - организация мест накопления и объектов размещения отходов в соответствии с требованиями законодательства, с исключением негативного воздействия на окружающую среду; - рекультивация объектов размещения отходов.
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.
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 (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 - проведение мероприятий
Уничтожение (погребение) почв	+	+				+	+	+	+			+	+			+						
Уничтожение (осушение) поверхностных водных объектов — малых рек, ручьев, прудов и пр	+			+		+	+	+	+	+					+	+						

Утрата местообитаний	+	+				+	+	+	+			+	+		+		+						по охране краснокнижных и редких видов растений и животных; - селективное снятие, складирование и использование плодородного и потенциально плодородного слоев почвы; - перенос русел рек с соблюдением требований природоохранного законодательства за пределы участка производства работ; - 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 ПНСТ 21—2014 (подраздел 6.7) ([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 утверждены «Методические рекомендации по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии» ([28]), разработанные на основании «Правил определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» ([6]).

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 6 «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 соответствие 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 и более объектах в Российской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

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

7) обустройство объектов размещения отходов, минимизирующее воздействие на окружающую среду;

8) проведение горных работ с обязательными проектными решениями по рекультивации нарушенных земель;

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

- организация систем эффективного производственного экологического контроля и экологического мониторинга;

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 и обогащения);

- 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]), ([29]) – ([34]));

- данных анкетирования горнодобывающих предприятий, проведенного в период май — июнь 2016 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.

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 ISO 14001:2015/ГОСТ Р ИСО 14001—2016[35)] ([35]);
- ГОСТ Р ИСО 19011-2007 ([36]);

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;

[35)] 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 ([35]).

- персонал, ответственный за поддержание системы экологического менеджмента (обучение);

- управление операциями;

- 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 Проведение инженерно-экологических изысканий

Инженерно-экологические изыскания (ИЭИ) выполняются в соответствии с СП «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» ([37]).

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;

- 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 5.1.3 Выполнение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС)

Процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) регламентирована Положением об ОВОС ([38]).

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);

- 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 5.1.4 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.

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;

- 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 5.1.5 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 5.1.6 Разработка графиков проведения взрывных работ с учетом специфики территории расположения предприятия

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

- 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 в дневное и ночное время.

НДТ 5.1.7 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 окружаю-

щей среды. Для этого необходимо разработать стандарт организации по процессу обучения персонала, который должен предусматривать:

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

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

- проведение периодической проверки знаний персонала.

НДТ 5.1.8 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);

- 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.

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 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).

НДТ 5.2.3 Автоматизация технологических процессов

НДТ предусматривает применение автоматизированных систем управления технологическими процессами и параметрами добычи и обогащения полезных ископаемых, 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 ([39],[40]).

НДТ 5.3.1 Управление системой потребления энергетических ресурсов

Управление системой потребления энергии и энегоэффективностью с целью сокращения расхода топливно-энергетических ресурсов в процессах добычи и обогащения полезных ископаемых путем использования систем энергоменеджмента в соответствии с требованиями ([51]).

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 энергию.

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;

- процессов предварительного обогащения;

- 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 вскрышных и вмещающих пород, хвостов обогащения на основе определения кондиций

Использование вскрышных и вмещающих пород, 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;

- 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.

НДТ 5.3.9 Удаление метана из горных выработок при помощи систем и схем вентиляции

НДТ предусматривает следующие способы и схемы проветривания горных выработок для удаления метана и иных газов без их улавливания:

- нагнетательное — нагнетание воздуха вентилятором;

- всасывающее — всасывание воздуха вентилятором;

- нагнетательно-всасывающее, или комбинированное,- всасывание и нагнетание воздуха вентиляторами в различных комбинациях;

- естественное — побуждение движения воздуха с помощью естественной тяги.

Использование данной технологии позволяет повысить безопасность труда рабочих, снизить вероятность возникновения подземных взрывов и негативного воздействия с ними связанного.

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 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 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 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 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.

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, грубодробленой пустой породы 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, пылеосадительные 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;
- 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.).

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

Снижение акустического воздействия и вибрации на атмосферный воздух предусматривает применение следующих подходов:

- звукоизоляцию шумящего оборудования, применение звукопоглощающих конструкций;

- 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;

- шумозащитное озеленение (высадка деревьев в защитных лесополосах).

НДТ позволяет минимизировать негативное воздействие шума и вибрации на атмосферный воздух, места обитания, 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 атмосферный воздух 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).

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 8-2015 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» и ИТС 10-2015«Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» ([32], [33]).

НДТ 5.7.1 Управление водным балансом горнодобывающего предприятия

Разработка водохозяйственного баланса горнодобывающего предприятия с целью управления водопритоком 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 работы дренажной системы;
- использование специальных защитных сооружений, мероприятий, таких как противофильтрационные 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 специфичные 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, 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 территории наземной инфраструктуры

НДТ предусматривает управление ливневыми и талыми сточными водами 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 технологи-

ческих 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 (Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities) ([8]).

НДТ 5.8.1 Организация противофильтрационных экранов объектов размещения жидких отходов

Экранирование дна и ограждающих поверхностей чаш объектов размещения отходов (отстойников сточных вод, хвостохранилищ, шламохранилищ) высокопрочными противофильтрационными гидроизоляционными покрытиями. Создание специальной пьезометрической системы контроля уровня фильтрационной воды в теле дамбы с целью контроля эффективности противофильтрационных 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, грубодробленой пустой породы

Применение скального грунта, грубодробленой пустой породы, 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 ат-

мосферный воздух, обусловленные пылением с поверхности откосов ограждающих дамб.

НДТ 5.8.3 Рациональное размещение складируемых отходов

Эксплуатация шламохранилищ и хвостохранилищ с использованием систем равномерно распределенных пульпопроводов, поддержание уровня воды над поверхностью складируемых 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 на нарушенных территориях

Организация объектов размещения отходов 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. 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 горнодобывающей деятельности при ликвидации горных выработок

Использование отходов горнодобывающей деятельности (вскрышных и вмещающих пород, хвостов) 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 (см. также НДТ 5.9.3).

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 5.8.10 Использование отходов горнодобывающей деятельности для производства строительных материалов

Использование основных технологических отходов добычи (вскрышные и вмещающие породы, породы от обогащения) с целью производства строительных материалов, материалов для рекультивации, отсыпки технологических дорог.

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 5.8.11 Использование отходов при содержании хвостохранилищ

Использование технологических отходов добычи и обогащения при содержании хвостохранилищ: наращивании дамб, создании защитных пляжей дамб.

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 5.8.12 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 5.8.13 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, сократить объемы образующихся отходов.

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 Использование отходов на техническом этапе рекультивации нарушенных земель

Использование отходов добычи и обогащения полезных ископаемых на техническом этапе рекультивации нарушенных земель при подтверждении возможности использования данных видов отходов:

- вскрышных и вмещающих пород;
- хвостов;
- отходов производства черных металлов;
- золошлаков;
- других видов отходов IV и V классов опасности.

НДТ позволяет сократить изъятие земель под объекты размещения отходов, загрязнение почв, поверхностных водных объектов и подземных вод. Также сокращаются затраты на технический этап рекультивации, расходы на транспортировку отходов до объектов размещения отходов.

НДТ 5.9.4 Предупреждение самовозгорания породных отвалов угледобычи

Выполнение комплекса мероприятий по предупреждению самовозгорания угля, содержащегося в породе и продуктах углеобогащения, размещаемых на отвалах:

- формирование (переформирование) 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 5.9.5 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 5.9.6 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 5.9.7 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.

5.10 Минимизация негативного воздействия на ландшафты, почвы и биологическое разнообразие

Минимизация негативного воздействия на ландшафты, почвы и биоразнообразие достигается путем применения НДТ, направленных на ресурсосбережение, сокращение эмиссий в окружающую среду, рассмотренных в 5.1–5.9 и включают ([42]):

- 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 [28], 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, 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;

- 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:

- собственно 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.

Таблица 6-1 — Экономическая оценка основных групп НДТ в составе настоящего справочника НДТ

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
1. Снижение пылевыделения, 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.)	Капитальные затраты: значительные. Включают строительство/реконструкцию складов или технологического оборудования (например, внедрение установок уплотнения). Эксплуатационные затраты: средние. Включают: - приобретение и монтаж, техническое обслуживание конструкций и материалов (тенты, брезент, связывающие реагенты и т. д.) для обустройства технологического и транспортного оборудования укрытиями; - техническое обслуживание и ремонт новых объектов (укрытий, складов, установок уплотнения и т. д.), в случае их строительства	- Снижение потерь продукции при транспортировке и хранении; - снижение эксплуатационных затрат на транспортировку за счет рационального использования подвижного состава; - снижение платы за негативное воздействие на атмосферный воздух	Ограничения, связанные с техническими возможностями установки укрытий, конструктивными особенностями производственных объектов
2. Использование основных технологических отходов для: - обустройства объектов размещения отходов;	Капитальные затраты: значительные. Включают затраты на проектирование и строительство технологических линий по переработке отходов и получения побочной продукции.	- Снижение платы за размещение отходов; - снижение арендной платы/земельного налога на земли под размещение отходов;	Ограничения использования отходов, обусловленные различными трактовками законодательства в области

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
- ликвидации горных выработок; - передачи сторонним организациям; - получения побочной продукции	Эксплуатационные затраты: - в рамках текущих затрат — в случае ликвидации горных выработок и передачи отходов сторонним организациям, обустройства объектов размещения отходов; - средние — на техническое обслуживание и ремонт в случае строительства новых технологических линий по переработке отходов и получения побочной продукции	- ресурсосбережение — экономия ресурсов на обустройство объектов размещения отходов и выполнение технического этапа рекультивации; - дополнительные доходы от реализации побочной продукции	использования отходов. Ограничения, связанные с: - запретом на захоронение отходов в границах населенных пунктов лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зон, а также водоохранных зон, на водосборных площадях подземных водных объектов, которые используются в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения; - запретом на захоронение отходов в местах залегания полезных ископаемых и ведения

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
			горных работ в случаях, если возникает угроза загрязнения мест залегания полезных ископаемых и безопасности ведения горных работ (п. 5 ст. 12 Федерального закона от 24 июня1998 г. № 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 климати-

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
			ческими условиями
	Эксплуатационные: - в рамках текущих затрат — на основное техническое обслуживание объекта размещения отходов; - средние — на техническое обслуживание и ремонт новых сооружений (например, насосное оборудование).		
4. Рекультивация нарушенных земель, в т. ч. горных выработок, объектов размещения отходов	Капитальные затраты: значительные, как правило, предусмотренные проектом на строительство горнодобывающего предприятия и (или) рекультивации. Включают затраты на проектирование, работы по выполнению технического и биологического этапов рекультивации (выполаживание откосов, нанесение плодородного слоя, посадка биоматериала)	- Снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду (за воздействие на атмосферный воздух, за сбросы сточных вод (при наличии)); - прекращение осуществления арендной платы, выплаты земельного налога (при возвращении рекультивированных земель собственнику или в хозяйственный оборот)	Рекультивация нарушенных земель сопровождается значительными затратами, но не влечет существенных дополнительных выгод, за исключением прекращения осуществления арендной платы, выплаты земельного налога. При этом проведение рекультивации нарушенных земель — обя-

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
			зательное требование законодательства Российской Федерации. Рекультивация является наиболее эффективным методом восстановления окружающей среды после хозяйственной деятельности горнодобывающих предприятий
5. Строительство и эксплуатация высокоэффективных очистных сооружений (пылегазоочистное оборудование, очистные сооружения по очистке сточных вод)	Капитальные затраты: значительные. Включают затраты на проектирование, строительство очистных сооружений. Могут сопровождаться затратами на модернизацию технологического оборудования Эксплуатационные затраты: значительные. Включают затраты на техническое обслуживание и ремонт очистного оборудования	- Снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду (выбросы в атмосферный воздух, сбросы сточных вод); - минимизация рисков штрафных санкций и исчисления вреда за загрязнение компонентам окружающей среды (подземные воды, почвы, поверхностные воды, растительный и животный мир)	Ограничения, связанные с: - особенностями технологического процесса; - техническими возможностями, конструктивными особенностями производственных объектов; - климатическими условиями; - составом и количе-

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
			ством эмиссий (выбросов, сточных вод). Строительство высокоэффективных очистных сооружений 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

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
			предприятия
6. Снижение воздействия буровзрывных работ за счет применения современного оборудования, взрывчатых веществ и технологий взрывания	Капитальные затраты: значительные. Включают затраты на приобретение буровзрывного оборудования, технологий взрывания. Эксплуатационные затраты: в рамках текущих затрат на техническое обслуживание и ремонт буровзрывного оборудования, а также на приобретение современных взрывчатых веществ	- Снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду (выбросы в атмосферный воздух); - снижение рисков выставления штрафных санкций вследствие жалоб и обращений в государственные надзорные органы населения с прилегающих территорий	Выбор технологии, оборудования, взрывчатых веществ для производства буровзрывных работ осуществляется, исходя из: - особенностей технологического процесса; - геологических особенностей, в т. ч. физико-механических свойств пород, водообильности отложений
7. Использование замкнутых систем водооборота	Капитальные затраты: значительные. Включают затраты на проектирование и строительство производственных объектов и сооружений в составе систем оборотного водоснабжения (трубопроводы, насосные станции и т. д.). Эксплуатационные затраты: средние.	- Ресурсосбережение (за счет сокращения количества потребляемой свежей воды и соответствующих затрат); - снижение/прекращение платы за негативное воздействие на окружающую среду (за сбросы сточных вод).	Ограничения, связанные с: - особенностями технологического процесса; - техническими возможностями, конструктивными особенностями производственных объ-

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
	Включают затраты на техническое обслуживание и ремонт систем оборотного водоснабжения		ектов; - климатическими условиями; - составом и количеством сточных вод
8. Организационно-управленческие решения	В рамках текущих затрат (как правило)	- 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; - снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду; - снижение эксплуатационных	Организационно-управленческие решения позволяют получить существенные экономические выгоды при относительно небольших затратах на внедрение

Группа НДТ	Затраты	Экономический эффект	Примечание/Ограничения
		затрат за счет оптимизации системы управления; - предотвращение издержек будущих периодов; - ресурсосбережение; - повышение рентабельности продукции, объема прибыли (увеличение спроса, повышение качества продукции); - благоприятные условия для кредитования в международных финансовых организациях	
9. Организационно-технические решения	Капитальные затраты: средние и незначительные. Включают затраты на внедрение технических решений. Эксплуатационные затраты: в рамках текущих затрат	- Снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду; - снижение текущих издержек за счет сокращения потерь в рамках производственного процесса, исключение узких мест; - ресурсосбережение; - энергосбережение	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

Пространственное моделирования 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.

Переход на методы объёмного проектирования и визуальной оценки объёмных моделей проектируемых объектов позволит исключить ошибки, связанные с использованием двухмерных моделей, и значительно повысит надёжность проектных решений ([43]).

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

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.

Размещение тепловых электростанций максимально приближенных к угледобывающим предприятиям для собственных нужд и передачи электроэнергии сторонним потребителям.

7.4 Перспективные технологии в добыче полезных ископаемых

1. Взрывы скважинных, шпуровых зарядов в гидравлической среде (гидровзрывы):

- использование гидровзрыва позволяет снизить удельный расход взрывчатых веществ;

- снижение сейсмического воздействия на законтурный массив;

- уменьшение риска воспламенения газов, находящихся во взрываемом массиве;

- снижение действия ударно-воздушной волны.

2. 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 межуступных перегружателей ([44]).

3. Возведение искусственных целиков из льдопородного закладочного материала с целью снижения уровня потерь и разубоживания добываемой руды, применимо в криолитозоне ([45]).

4. Применение биохимических методов выщелачивания металлов из руд. Эффективность метода обусловлена снижением расхода кислот и ускорением процесса выщелачивания. Сущность метода заключается в биокаталитическом ускорении окислительных процессов ([46]).

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 для разработки месторождения полезных ископаемых.

5. Разработка залежей полезных ископаемых в тонких жилах с применением термического дробления руды ([47]).

6. Безвзрывная технология разработки крепких горных пород на карьерах путем применения экскаваторов с ковшом активного действия ([48]).

7. 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.

8. 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.

7.5 Перспективные технологии обогащения полезных ископаемых

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 ([49]).

2. Технология сухого обогащения угля. Применение технологии позволяет значительно повысить качество обогащения исходного продукта и снизить затраты на технологическое оборудование и капитальные сооружения.

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 па 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 ([49]).

7.6 Перспективные технологии комплексного извлечения ценных компонентов из отходов добычи и обогащения полезных ископаемых

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 ([49]).

7.7 Перспективные технологии в рекультивации нарушенных земель

Организация выемки и укладки пригодных для биологической рекультивации вскрышных 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 ([50]).

Заключительные положения и рекомендации

Справочник НДТ «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы» (Старое наименование справочника «Обращение с вскрышными и вмещающими горными породами» — изменение внесено распоряжением Правительства Российской Федерации от 7 июля 2016 г № 1444) разработан в соответствии с Поэтапным графиком создания в 2015–2017 годах справочников наилучших доступных технологий, утвержденным распоряжением Правительства от 31 октября 2014 г. № 2178-р ([9]).

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.

Для разработки справочника НДТ была сформирована техническая рабочая группа «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы» (ТРГ 16), состав которой утвержден приказом Росстандарта от 4 марта 2016 г. № 231 «О создании технической рабочей группы «Обращение с вскрышными и вмещающими горными породами».

В процессе работы над справочником НДТ состав ТРГ 16 был актуализирован приказом Росстандарта от 18 июля 2016 г. № 1051. В состав ТРГ 16 согласно данному приказу вошли 85 представителей горнодобывающих предприятий, научных и некоммерческих организаций, федеральных органов исполнительной власти.

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Организация
1.	Бабкин Евгений Анатольевич	ПАО «ГМК «Норильский никель»
2.	Баканова Ирина Газимовна	ПАО «ГМК «Норильский никель»
3.	Батугина Любовь Николаевна	Министерство энергетики РФ
4.	Белошейкин Виталий Алексеевич	АО «НИИпроектасбест»
5.	Брагин Евгений Владимирович	ООО «УГМК-Холдинг»
6.	Будников Борис Олегович	ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
7.	Булыгин Анатолий Николаевич	ЗАО «Русская медная компания»
8.	Бутовский Руслан Олегович	ФГБУ «ВНИИ Экология»
9.	Велюжинец Галина Анатольевна	ПАО «ГМК «Норильский никель»
10.	Вишняускене Наталья Сергеевна	АО «Воркутауголь»
11.	Воронкова Наталья Викторовна	ПАО «ГМК «Норильский никель»
12.	Гончар Наталия Валерьевна	ЗАО «Русская медная компания»
13.	Гордеев Алексей Иванович	ЗАО «Русская медная компания»
14.	Григорьев Александр Владимирович	АНО ИПЕМ
15.	Гришаев Сергей Иванович	Минпромторг России
16.	Грошева Светлана Валерьевна	Росприроднадзор
17.	Гуменюк Александр Владимирович	ПАО «ГМК «Норильский никель»

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Организация
18.	Двинянина Ольга Викторовна	АО «НИИ Атмосфера»
19.	Демидова Елена Борисовна	Минпромторг России
20.	Довгялло Максим Валерьевич	АО «Сибирская угольная энергетическая компания»
21.	Докунин Эдуард Владимирович	ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ»
22.	Дружинина Ольга Васильевна	АО «Воркутауголь»
23.	Дыган Михаил Михайлович	ФБГУ «РЭА» Минэнерго России
24.	Епифанцев Максим Александрович	ООО «ЕвразХолдинг»
25.	Ермилов Виктор Ильич	ЗАО «Карабашмедь»
26.	Жарехин Андрей Александрович	ПАО «Полюс»
27.	Заварин Александр Станиславович	ЗАО «Русская медная компания»
28.	Захаров Илья Владимирович	ОАО «Уралмеханобр»
29.	Зингалева Надежда Вячеславовна	ЗАО «Новгородский металлургический завод»
30.	Икрянников Валентин Олегович	Минпромторг России
31.	Ишхнели Отари Георгиевич	АО «ННЦ ГП-ИГД им. А.А. Скочинского»
32.	Кадыров Олег Рафаэлевич	ОАО «Газпром нефтехим Салават»
33.	Книсс Владимир Альбертович	ЗАО «Карабашмедь»
34.	Конев Алексей Викторович	ФГБУ «РЭА» Минэнерго России
35.	Конева Анастасия Петровна	АО «Сибирская угольная энергетическая компания»
36.	Король Юрий Александрович	ЗАО «Русская медная компания»
37.	Корчагина Татьяна Викторовна	ООО «Сибирский институт горного дела»
38.	Крылова Тамара Геннадьевна	Росприроднадзор
39.	Кузнецов Юрий Николаевич	НИТУ «МИСиС»
40.	Кушнир Константин Яковлевич	ООО «Сибирская генерирующая компания»
41.	Лиманский Александр Васильевич	АО «ННЦ ГП-ИГД им. А.А. Скочинского»
42.	Литвинов Александр Романович	ООО «ВостЭКО», ООО «Горный ЦОТ» (Московское представительство)
43.	Макаров Юрий Александрович	ЗАО «Русская медная компания»
44.	Макеенко Павел Алексеевич	ООО «УГМК-Холдинг»
45.	Малыгина Ирина Михайловна	ОАО НК «Роснефть»
46.	Мандзий Юлия Васильевна	ПАО «Уралкалий»
47.	Медведев Виктор Николаевич	ФГУП «Горно-химический комбинат»
48.	Митрофанова Ольга Ивановна	АО «НЦ ВостНИИ»
49.	Могилева Елена Михайловна	АО «Сибирская угольная энергетическая компания»
50.	Мылова Марина Викторовна	АО «СУАЛ»
51.	Неволин Александр Владимирович	ПАО «Русолово»
52.	Нестеров Константин Васильевич	АО «Кольская ГМК»
53.	Ощепкова Анна Зальмановна	ФГБУ УралНИИ «Экология»
54.	Павлов Михаил Александрович	ФГБУ «РЭА» Минэнерго России
55.	Пастихин Денис Валерьевич	НИТУ «МИСиС»
56.	Персиев Арслан Сапаркулиевич	ОАО «Русский уголь»
57.	Петров Иван Васильевич	НП «Технологическая платформа твердых полезных ископаемых»
58.	Писарев Алексей Александрович	ПАО «Полюс»
59.	Поздняков Георгий Акимович	АО «ННЦ ГП-ИГД им. А.А. Скочинского»

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Организация
60.	Полесский Евгений Анатольевич	ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ»
61.	Пшеничников Олег Владимирович	ООО «Роктех»
62.	Рудаков Евгений Николаевич	АНО ИПЕМ
63.	Савич Игорь Николаевич	НИТУ «МИСиС»
64.	Семенов Юрий Алексеевич	ПАО «ГМК «Норильский никель»
65.	Сергеева Юлия Александровна	АО «Сибирская угольная энергетическая компания»
66.	Сидоренко Александр Юрьевич	ЗАО «Кыштымский медеэлектролитный завод»
67.	Солободяник Александр Юрьевич	АНО ИПЕМ
68.	Смольков Константин Геннадьевич	АО «Южуралзолото Группа Компаний»
69.	Соболь Дмитрий Викторович	ООО «УГМК-Холдинг»
70.	Суслонова Галина Николаевна	ОАО «Уралмеханобр»
71.	Тощев Дмитрий Анатольевич	ФГУП «ВНИИ СМТ»
72.	Третьякова Марина Витальевна	ФГБУ «РЭА» Минэнерго России
73.	Третьякова Нина Борисовна	ОАО «Уралмеханобр»
74.	Унанян Константин Левонович	ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
75.	Ушаков Алексей Сергеевич	Минпромторг России
76.	Федаш Анатолий Владимирович	ИПКОН РАН
77.	Федосеенков Геннадий Дмитриевич	ОАО «Челябинская угольная компания»
78.	Халипский Дмитрий Викторович	ПАО «Русолово»
79.	Хан Сергей Алексеевич	Минпромторг России
80.	Чижикова Валентина Максимовна	ПАО «НЛМК»
81.	Шабалин Антон Валерьевич	ЗАО «Кыштымский медеэлектролитный завод»
82.	Шабловский Виктор Зенусович	ООО «УК Мечел-Майнинг»
83.	Шор Евгений Людогович	ЗАО «РУСАЛ Глобал Менеджмент Б.В.»
84.	Юдин Александр Борисович	ЗАО «Новгородский металлургический завод»
85.	Шатилов Дмитрий Александрович	ПАО «Южный Кузбасс»

В публичном обсуждении проекта настоящего справочника НДТ (12.08.2016-12.09.2016) принимали участие следующие организации:

- АО «Сибирская угольная энергетическая компания»
- ХК «СДС-Уголь»
- ООО УК «Мечел-Майнинг»
- ПАО "ГМК «Норильский никель»

Всего было получено более 25 замечаний, комментариев и предложений, которые были рассмотрены на заседании ТРГ 16. По каждому из них вынесено решение о принятии или обоснованном отклонении.

Экспертиза проекта справочника НДТ была проведена профильным техническим комитетом по стандартизации ТК 113 «Наилучшие доступные технологии». Проект

справочника НДТ был одобрен на заседании комиссии РСПП по горнопромышленному комплексу.

В целях сбора информации о применяемых на горнодобывающих предприятиях технологических процессах, оборудовании, источниках загрязнения окружающей среды, технологических, технических и организационных мероприятиях, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду, повышение энергоэффективности и ресурсосбережения, была подготовлена унифицированная анкета и направлена в адреса всех крупных холдингов, осуществляющих деятельность в сфере горнодобывающей промышленности и попадающих под область распространения данного справочника НДТ. Всего было получено 65 заполненных анкет от предприятий. По результатам анкетирования охвачены предприятия, обеспечивающие более 50 % валовой добычи в рассматриваемых подотраслях горнодобывающей промышленности (добыча железных руд, добыча руд цветных металлов и добыча угля).

В качестве основы для формирования анкет использовался ПНСТ 23—2014 ([3]). Сведения, полученные в результате анкетирования, были использованы при разработке настоящего справочника НДТ.

Все разделы справочника НДТ согласованы членами ТРГ 16 в соответствии с установленной процедурой. Протоколы голосования имеются в деле справочника НДТ и хранятся в Бюро НДТ.

Исполнители разделов настоящего справочника НДТ:

Раздел	Исполнители[1]
Введение	Перфильев Е.Е.
Предисловие	Перфильев Е.Е.
Область применения	Перфильев Е.Е.
Раздел 1. Общая информация о горнодобывающей промышленности РФ	Гаврилова Н.А.
Раздел 2. Описание общих технологических процессов и методов	Воробьева Е.Ю.
Раздел 3. Воздействие на окружающую среду	Стадникова К.В.
Раздел 4. Определение наилучших доступных технологий	Белозерова С.С.
Раздел 5. Наилучшие доступные технологии	Стадникова К.В., Белозерова С.С., Воробьева Е.Ю. , Миллер И.В., Кислякова М.А., Перфильев Е.Е.
Раздел 6. Экономические аспекты реализации НДТ	Белозерова С.С.
Раздел 7. Перспективные технологии	Перфильев Е.Е.

Заключительные положения и рекомендации	Стадникова К.В.
Приложения	Стадникова К.В., Перфильев Е.Е.
[1]ООО «ИнЭкА-консалтинг»	

Справочник НДТ подготовлен также с учетом материалов справочника Европейского союза по наилучшим доступным технологиям по обращению с отходами и пустыми породами горнодобывающей промышленности ([8]).

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;

- 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)

Коды ОКВЭД и ОКПД, соответствующие области применения настоящего справочника НДТ

ОКПД*	Наименование продукции по ОКПД	Наименование вида деятельности по ОКВЭД	ОКВЭД **
05	Раздел В Продукция горнодобывающих производств	Раздел В. Добыча полезных ископаемых	
05	Уголь	Добыча угля	05
05 1	Уголь	Добыча и обогащение угля и антрацита	05.1
05 2	Уголь бурый (лигнит)	Добыча и обогащение бурого угля (лигнита)	05.2
07	Руды металлические	Добыча металлических руд	07
07.1	Руды железные	Добыча и обогащение железных руд	07.1
07.2	Руды цветных металлов	Добыча руд цветных металлов	07.2

* ОК 034—2014 (КПЕС 2008) «Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности».

** ОК 029—2014 (КДЕС РЕД. 2) «Общероссийский классификатор видов экономической деятельности»

Приложение Б
(обязательное)

Перечень НДТ

№ п/п	Номер НДТ	Наименование
1	НДТ 5.1.1	Внедрение эффективных систем экологического менеджмента (СЭМ)
2	НДТ 5.1.2	Проведение инженерно-экологических изысканий
3	НДТ 5.1.3	Выполнение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС)
4	НДТ 5.1.4	Организация взаимодействия с местным сообществом
5	НДТ 5.1.5	Создание и поддержание особо охраняемых территорий в качестве компенсационных мероприятий
6	НДТ 5.1.6	Разработка графиков проведения взрывных работ с учетом специфики территорий расположения предприятия
7	НДТ 5.1.7	Повышение квалификации персонала
8	НДТ 5.1.8	Выбор подрядчиков, взаимодействие с ними
9	НДТ 5.2.1	Применение современных экологичных материалов и оборудования для производства работ
10	НДТ 5.2.2	Оптимизация технологических процессов
11	НДТ 5.2.3	Автоматизация технологических процессов
12	НДТ 5.3.1	Управление системой потребления энергетических ресурсов
13	НДТ 5.3.2	Сокращение энергопотребления в процессах добычи и обогащения полезных ископаемых
14	НДТ 5.3.3	Минимизация потерь полезных ископаемых в недрах
15	НДТ 5.3.4	Максимально полное извлечение ценных компонентов из добываемого полезного ископаемого
16	НДТ 5.3.5	Извлечение сопутствующих компонентов на основе определения кондиций
17	НДТ 5.3.6	Использование вскрышных и вмещающих пород, хвостов обогащения на основе определения кондиций

№ п/п	Номер НДТ	Наименование
18	НДТ 5.3.7	Сокращение потерь полезных ископаемых при транспортировке
19	НДТ 5.3.8	Сокращение забора воды из природных источников
20	НДТ 5.3.9	Удаление метана из горных выработок при помощи систем и схем вентиляции
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
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 раздельного 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 территории наземной инфраструктуры

№ 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, грубодробленой пустой породы
43	НДТ 5.8.3	Рациональное размещение складируемых 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 на нарушенных территориях
46	НДТ 5.8.6	Предупреждение самовозгорания породных отвалов угольных предприятий
47	НДТ 5.8.7	Применение замкнутой водно-шламовой схемы обогащения
48	НДТ 5.8.8	Использование угольных шламов в качестве добавки к продукции
49	НДТ 5.8.9	Использование отходов горнодобывающей деятельности при ликвидации горных выработок
50	НДТ 5.8.10	Использование отходов горнодобывающей деятельности для производства строительных материалов
51	НДТ 5.8.11	Использование отходов при содержании хвостохранилищ
52	НДТ 5.8.12	Обезвоживание отходов обогащения
53	НДТ 5.8.13	Доизвлечение ценных компонентов из отходов обогащения на основе определения кондиций
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	Использование отходов на техническом этапе рекультивации нарушенных земель
57	НДТ 5.9.4	Предупреждение самовозгорания породных отвалов угледобычи

№ п/п	Номер НДТ	Наименование
58	НДТ 5.9.5	Создание благоприятного корнеобитаемого слоя на рекультивируемой территории
59	НДТ 5.9.6	Проведение агротехнических и фитомелиоративных мероприятий
60	НДТ 5.9.7	Применение современной техники и оборудования при ведении рекультивационных работ

Приложение В
(справочное)

Энергоэффективность

В.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, электросиловое 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.

B.2 Основные технологические процессы, связанные с использование 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, необходи-

мых 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

Наименование производства	Единица продукции	Удельный расход электроэнергии, кВт·ч
Обогатительные фабрики в цветной металлургии	1 т руды	25–35

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.

В.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
Управление системой потребления энергетических ресурсов	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	5.3.5
Использование вскрышных и вмещающих пород, хвостов обогащения	5.3.6

Номер и наименование НДТ	Раздел/пункт справочника
Сокращение потерь полезных ископаемых при транспортировке	5.3.7
Сокращение забора воды из природных источников	5.3.8
Удаление метана из горных выработок при помощи систем и схем вентиляции	5.3.9

В.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 отрабатывающих месторождения подземным способом.

Неоптимальное функционирование энергосистем предприятия способно привести к увеличению затрат предприятия.

Основной вклад в повышение энергоэффективности вносит внедрение систем энергетического менеджмента [51].

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 (раздел 7, 7.3–7.7).

Приложение Г
(справочное)

Технологическое оборудование

Г.1 Основное оборудование

Характеристики технологического оборудования горнодобывающей промышленности приведены в таблице ([52]).

Данное оборудование может быть рассмотрено как применяемое в НДТ на основании критерия «в) применение ресурсо- и энергосберегающих методов» ([28]). 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

1	2	3
		Суммарная установленная мощность электродвигателей резания — более 1000 кВт, максимальная вынимаемая мощность 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 $м^3$ Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 0,41 кВт·ч/$м^3$
		Объем ковша 10–15 $м^3$ Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 0,82 кВт·ч/$м^3$
		Объем ковша свыше 15 $м^3$ Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 1,22 кВт·ч/$м^3$

1	2	3
		Объем ковша до 20 м^3 Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 1,22 кВт·ч/м^3
		Объем ковша 20–40 м^3 Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 1,95 кВт·ч/м^3
		Объем ковша свыше 40 м^3 Удельный расход электрической энергии при номинальной (расчетной) производительности — не более 1,95 кВт·ч/м^3
	Экскаваторы многоковшовые карьерные роторные (тип привода электрический)	Удельный расход электрической энергии при номинальной производительности — не более 0,6 кВт*ч/м^3
Обогащение[36)]	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 %

[36)] 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.

1	2	3
	Дробилки ударного действия серии «Титан Д»	Производительность — 150–500 т/ч Установленная мощность — 110–500 кВт Скорость удара — 35–100 м/с
	Щековые дробилки для дробления горных пород	Крупность дробленого материала — 150–500 мм Производительность до 550 $м^3$/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/$м^3$
	Мельницы шаровые серии МШЦ и МШР для мокрого измельчения рудных и нерудных полезных ископаемых	Рабочий объем — 36–82 $м^3$ Мощность двигателя — 1000–2500 кВт Производительность — до 3040 т/ч
	Мельницы мокрого самоизмельчения типа ММС	Рабочий объем — 80 $м^3$ Мощность двигателя — 1600 кВт Производительность — 80–600 т/ч
	Линейные грохоты DELKOR	Размер грохота — 12 $м^2$ 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

1	2	3
	Тяжелосредные сепараторы ванного типа DANIELS	Размер фракции — 6–250 мм Производительность по исходному углю — 90–590 т/ч Производительность по исходной пульпе — 235–1500 м^3/ч
	Машина флотационная МФУ-12	Вместимость камеры 12,5 м^3 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^3 по твердому 90 т/ч
	Магнитный сепаратор серии ПБМ	Производительность по тяжелой среде 160 м^3/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^3/ч Мощность электродвигателя привода, кВт — до 2 × 8,5 Средний расход воды для очистки фильтровочной ткани — до 26 м^3/ч

Г.2 Вспомогательное оборудование

Технологический этап	Наименование оборудования	Технические характеристики
1	2	3
Проветривание горных выработок	Вентиляторы осевые при производительности более 5000 м^3/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. ПНСТ 21-2014 Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника.

3. ПНСТ 23-2014 Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий.

4. ПНСТ 22-2014 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. 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».

7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19 марта 2014 г. № 398-р «О комплексе мер, направленных на отказ от использования устаревших и неэффективных технологий, переход на принципы наилучших доступных технологий и внедрение современных технологий».

8. Справочник по наилучшим доступным технологиям по обращению с отходами и пустыми породами горнодобывающей промышленности (Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities), ЕС, 2009.

9. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 г. № 2178-р «Об утверждении поэтапного графика создания в 2015 - 2017 гг. справочников наилучших доступных технологий».

10. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2014 году» / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – Москва, 2015.

11. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2013 году» / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – Москва, 2014.

12. Мировой и Российский рынок кобальта 2013: концентраты, кобальт и продукция. http://www.metalresearch.ru/rus_cobalt_analysis.html.

13. О тантале. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://columbite.ru/?page_id=38.

14. Омарова Д.К. Применение тантала и производство мировой танталовой продукции (обзор) // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2012.

15. Рудная база России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://metal-archive.ru/vanadiy/952-rudnaya-baza-rossii.html.

16. Тарзанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь - декабрь 2015 года // Уголь. Москва: Изд-во «ООО «Редакция журнала «Уголь», 2016. С. 58-72.

17. Закон Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. № 2395-I «О недрах».

18. Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с пользованием недрами РД 07-291-99 (утв. постановлением Госгортехнадзора Российской Федерации от 2 июня 1999 г. № 33).

19. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

20. ГОСТ 17.5.1.01-83 «Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения».

21. ГОСТ 17.5.3.04-83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель».

22. ГОСТ 17.4.4.03.-86 «Охрана природы. Почвы. Метод определения потенциальной опасности эрозии под воздействием дождей».

23. ГОСТ 17.5.1.02-85 «Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации».

24. ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель».

25. ГОСТ 25100-2011 «Грунты. Классификация».

26. ГОСТ 30491-2012 «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства».

27. Панфилов Е.И. Оценка воздействий на недра и возможных последствий при разработке месторождений полезных ископаемых / Е.И. Панфилов // Горная Промышленность. – 2008. – №2. – С.26.

28. Об утверждении Методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии [Электронный ресурс]: приказ Минпромторга России от 31 марта 2015 № 665. — Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

29. Наилучшие экологические практики в горнодобывающей промышленности (металлические руды) / под ред. Пяйви Кауппила, Марья Лииса Ряйсянен и Сари Мюллюоя, Центр окружающей среды Финляндии.- Helsinki, 2013.

30. Информационно - технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 2-2015 Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот.

31. Информационно - технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 3-2015. Производство меди.

32. Информационно - технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 8-2015. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнение работ и оказание услуг на крупных предприятиях.

33. Информационно - технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2015. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов.

34. Информационно - технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 11-2015. Производство алюминия.

35. 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.).

36. Национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 19011-2012. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента.

37. СП 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96».

38. Приказ Госкомэкологии Российской Федерации от 16 мая 2000 г. № 372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации».

39. Национальный стандарт ГОСТ Р 52106-2003. Ресурсосбережение. Общие положения.

40. Национальный стандарт ГОСТ Р 52107-2003. Ресурсосбережение. Классификация и определение показателей.

41. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 56060-2014 Производственный экологический мониторинг. Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов.

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/8822aktualnyenapravleniyarazvitiyametodovproektirovaniyagornodobyvayushchikhpredpriyatij.

44. Самойлов Ю.А.. Анализ тенденций развития циклично-поточной технологии на карьерах / Ю.А. Самойлов // Журнал «Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)». – 2011. – № 2.

45. 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.

46. 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-vozgonki-chast-2.html

47. 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.

48. Безвзрывная технология разработки крепких горных пород на карьерах / Институт горного дела СО РАН. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.misd.nsc.ru/print/?page=10130.

49. 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.

50. 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.

51. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Система энергетического менеджмента. Требования и руководства по применению.

52 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»