

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

В.И. Голик

В.Г. Мартынов

В.И. Комащенко

**Экологические,
экономические
и правовые аспекты
разработки
месторождений
полезных
ископаемых**



**РГУ нефти и газа
им. И.М.Губкина**

**V.I. Golik, V.G. Martynov,
V.I. Komashenko**

**ENVIRONMENTAL, ECONOMIC
AND LEGAL ASPECTS OF
THE DEVELOPMENT OF
MINERAL DEPOSITS**

A Textbook



**ИЗДАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР
РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина
2012**

**В.И. Голик, В.Г. Мартынов,
В.И. Комащенко**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ
РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Учебное пособие

*Допущено Учебно-методическим объединением
вузов Российской Федерации по образованию
в области горного дела в качестве учебного пособия
для студентов вузов, обучающихся
по направлениям подготовки «Горное дело»,
«Физические процессы горного или нефтегазового производства»,
«Прикладная геология» и «Нефтегазовое дело»*



**ИЗДАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР**
РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина
2012

Р е ц е н з е н т ы:

Каледина Н.О. – проф., докт. техн. наук, заведующая кафедрой
«Аэрология и охрана труда»

Московского государственного горного университета
Кочуров Б.И. – проф., докт. геогр. наук, ведущий научный сотрудник
института географии РАН

Голик В.И., Мартынов В.Г., Комащенко В.И.

К-77 Экологические, экономические и правовые аспекты разработки месторождений полезных ископаемых: Учебное пособие. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012. – 000 с.

ISBN 978-5-91961-083-0

Учебник подготовлен в соответствии с утвержденной программой дисциплины «ЕН.Р.01 Природопользование» для вузов, разработанной на основании государственного стандарта.

Представляет собой фундаментальный курс на основе основных современных знаний в области прикладной геоэкологии, направлен на формирование у студентов знаний и понятий о взаимодействии человека с окружающей средой.

Подробно описана структура окружающей среды и взаимодействующие на нее геоэкологические факторы при разработке месторождений твердых и жидких полезных ископаемых. Анализ глобальных проблем проводится на примере антропогенного загрязнения территорий вокруг промышленных предприятий. Большое внимание уделено экологическим, экономическим и правовым вопросам горно-геологическим и нефтегазовым отраслям промышленности.

Обобщены сведения по ключевым проблемам взаимодействия производства с окружающей средой из курсов: «Геоэкология», «Охрана окружающей среды», «Экономика природопользования», «Экология и экономика природопользования», «Безопасность жизнедеятельности», «Изменение биосферы промышленным комплексом», «Экономика, экология и рынок», «Основы научных исследований» и др.

Рассмотрены социальные, экономические, юридические и управленческие аспекты жизнедеятельности. Предназначена для студентов, аспирантов и преподавателей высших учебных заведений, изучающих геоэкологию, а также для широкого круга читателей, которые интересуются проблемой сохранения окружающей среды.

Данное издание является собственностью РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина и его репродуцирование (воспроизведение) любыми способами без согласия университета запрещается

ISBN 978-5-91961-083-0

© В.И. Голик, В.Г. Мартынов, В.И. Комащенко.
2012

© РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012

© В.С. Голубев – оформление серии, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
 ГЛАВА 1. Экологические требования к разведке и разработке месторождений полезных ископаемых	 13
1.1. Научно-технический прогресс и окружающая среда.....	13
1.2. Экологические требования к разведке и разработке месторождений.....	25
1.3. Темпы накопления извлеченных из недр минералов.....	29
1.4. Контроль и охрана состояния окружающей среды	32
1.5. Основные требования к разведке и разработке месторождений.....	37
1.6. Особенности природоохранной добычи нефти	41
 ГЛАВА 2. Воздействие горного производства на окружающую среду.....	 43
2.1. Общие сведения о недрах и минеральном сырье	43
2.2. Воздействие нефтегазодобычи на окружающую среду	48
2.3. Воздействие горных работ на окружающую среду.....	60
2.4. Воздействие горных работ на воздушную среду	71
2.5. Воздействие горных работ на водную среду.....	78
2.6. Воздействие горных работ на земную поверхность и недра.....	83
 ГЛАВА 3. Охрана воздушной среды от влияния горного производства	 89
3.1. Оценка загрязнения воздушной среды.....	89
3.2. Охрана воздушной среды от загрязнения газами	91
3.3. Охрана воздушной среды от загрязнения пылью	92
3.4. Охрана воздушной среды от загрязнения шумом.....	97
3.5. Охрана воздушной среды от нефтегазового загрязнения.....	99

ГЛАВА 4. Охрана водной среды от влияния горного производства	102
4.1. Оценка загрязнения водной среды	102
4.2. Охрана водной среды от загрязнения жидкими отходами	106
4.3. Охрана водной среды от загрязнения твердыми отходами	110
4.4. Охрана водной среды от нефтегазового загрязнения	115
ГЛАВА 5. Охрана земной поверхности от влияния горного производства	120
5.1. Оценка состояния земной поверхности	120
5.2. Охрана земной поверхности при разведке	125
5.3. Охрана земной поверхности при разработке месторождений	127
5.4. Рекультивация нарушенных горными работами земель	133
ГЛАВА 6. Охрана морей и океанов от влияния горного производства	139
6.1. Оценка состояния морей и океанов	139
6.2. Особенности разведки и разработки нефти и газа	142
6.3. Технологии разведки твердого сырья	149
6.4. Технологии разработки твердого сырья	152
6.5. Роль хозяйственной деятельности в загрязнении морей	158
6.6. Минимизация загрязнения экосистем моря	160
ГЛАВА 7. Охрана земных недр от влияния горного производства	163
7.1. Основы охраны недр	163
7.2. Рациональное использование минеральных ресурсов	166
7.3. Комплексное использование минеральных ресурсов	172
7.4. Опыт охраны недр в Германии	177
7.5. Особенности охраны недр при добыче нефти и газа	184

ГЛАВА 8. Ресурсосберегающие технологии добычи полезных ископаемых	189
8.1. Принципы ресурсосбережения в горном производстве	189
8.2. Перспективы извлечения металлов из отходов.....	193
8.3. Рациональное использование отходов горного производства	200
8.4. Ресурсосберегающие технологии добычи руд	207
8.5. Ресурсосберегающие технологии добычи нефти и газа...	215
ГЛАВА 9. Правовые вопросы охраны окружающей среды	220
9.1. Правовые акты природопользования.....	220
9.2. Управление природопользованием	231
9.3. Опыт международного сотрудничества	238
9.4. Коллективные действия государств.....	246
9.5. Экологическое воспитание геологов и горных инженеров	252
ГЛАВА 10. Экономика рационального природопользования при добыче полезных ископаемых.....	255
10.1. Сведения об экономике пользования ресурсами.....	255
10.2. Экономическая система охраны минеральных ресурсов.....	263
10.3. Ущерб от неполноты использования ресурсов.....	265
10.4. Эколого-экономическая эффективность охраны ресурсов	269
10.5. Планирование и проектирование использования ресурсов	275
Заключение	278
Литература	280

ВВЕДЕНИЕ

Экономическая и политическая независимость государств, обеспечение достойной среды обитания и повышение благосостояния населения во многом определяются богатством их недр.

С ростом научно-технического прогресса и численности населения Земли потребление минерального сырья увеличивается. Только за последние 30–40 лет использовано 80–85% нефти и около половины угля и железных руд, добытых за всю историю, в 3–5 раз увеличилось потребление металлов, минеральных удобрений и других полезных ископаемых.

Современная технология добычи и переработки полезных ископаемых не совершенна, из-за чего в окружающую среду поступают миллионы тонн газопарообразных, жидких и твердых отходов. Из добываемого сырья не более 2% превращаются в полезную продукцию, а 98% возвращается природе в виде отходов. При ежегодной добыче около 25 млрд т сырья (топливо, руды, строительные материалы и пр.) в виде готовой продукции используется не более 1,5 млрд т, а остальное в виде отходов накапливается в хранилищах.

По прогнозам, численность населения Земли к 2050 г. увеличится до 7,5–10,0 млрд человек. При сохранении современного уровня потребления минерального сырья на душу населения объемы используемых минеральных ресурсов к 2050 г. превысят достигнутый уровень минимум на 25%, а при реализации максимальных прогнозов – более чем на 50%. И это без учета возможного роста уровня потребления минерального сырья в странах, относящихся сегодня к развивающимся.

Преобладает мнение, что существующие мировые природные ресурсы могут обеспечить комфортное проживание ограниченной популяции людей, «золотому миллиарду». Ряду стран, в том

числе России, отводится роль кладовой ресурсов для удовлетворения нужд «избранных» и сырьевого придатка.

С распадом СССР в государствах СНГ и в мире сложилась новая минерально-сырьевая ситуация. Бывшие союзные республики превратились в суверенные государства, попавшие в экономическую зависимость не только друг от друга, но и от дальнего зарубежья и международных организаций. Эта зависимость особенно заметна в области энергетических и минерально-сырьевых ресурсов. Ни одно из государств СНГ не располагает всеми видами полезных ископаемых, необходимых для жизнеобеспечения и экономического развития, и даже по имеющимся полезным ископаемым не может обеспечить себя на достигнутом уровне. Некоторые государства СНГ имеют значительные запасы одного или нескольких полезных ископаемых (Азербайджан – нефти; Туркмения – газа; Узбекистан – золота, меди, нефти и газа; Киргизия – олова, золота; Белоруссия – калийных солей), но лишены многих необходимых для нормального экономического развития страны.

Украина, располагая ресурсами угля, титана, железных и марганцевых руд, недостаточно обеспечена нефтью и газом. В составе СССР добыча ее полезных ископаемых не превышала 3,4% общесоюзной. В современной Украине добыча значительно уменьшилась, так как Донецкий уголь невозможно добывать без поставок крепежного леса из России. Развитая черная металлургия зависит от ввоза легирующих металлов из России и Казахстана. Являясь крупнейшей сельскохозяйственной державой, Украина не располагает запасами сырья для производства фосфатных минеральных удобрений.

Страны СНГ, будучи не в состоянии развивать ранее созданную горнодобывающую промышленность, вынуждены обращаться за помощью к иностранным инвесторам и международным организациям, не получая выгод для своей экономики.

Крупнейшими в мире потребителями минерально-сырьевых ресурсов являются США, страны Западной Европы, Япония, Китай. Каждая из этих стран оказывает существенное влияние

на формирование мировой политики по использованию минеральных ресурсов.

Обладая значительными запасами одних полезных ископаемых, Америка испытывает дефицит в других. По 22 из 100 видов полезных ископаемых США обеспечивают свои потребности за счет добычи в стране, а по некоторым (уголь, молибден и др.) являются экспортерами. В США практически отсутствуют собственные месторождения бокситов, марганцевых руд, никеля, кобальта, олова, тантала, ниобия, стронция и др. А по ряду полезных ископаемых, по которым имеются существенные запасы, потребление значительно превышает добычу: по нефти – в 1,8–1,9 раза, урану – в 10–13 раз, газу и углю – на 10–15%.

За счет инновационных научно-технологических разработок в XXI в. человечество может подойти к самообеспечению минерально-сырьевыми ресурсами.

Наращивание горнопромышленного производства смещается в сторону развивающихся стран. Это относится к нефти, меди, молибдену (Чили), бокситам (Гвинея, Ямайка, Бразилия), никелю (Новая Каледония), кобальту (Заир, Замбия), олову (Индонезия, Боливия, Малайзия), алмазам (Заир, Ботсвана), танталу и ниобию (Бразилия), серебру (Мексика), фосфоритам (Марокко, Тунис).

Увеличивается влияние добычи и переработки нефти и газа на экономику стран и Российской Федерации. Минерально-сырьевой комплекс является существенным источником доходов бюджетов. По показателю индекса производства нефтегазодобывающая промышленность занимает первое место среди всех отраслей экономики страны. В то же время разработка месторождений углеводородного сырья оказывает мощное деградирующее воздействие на окружающую природную среду и земной поверхности и недр. Нефтегазодобывающая промышленность вносит существенный вклад в ухудшение экологической обстановки. Назрела необходимость принятия действенных мер, направленных на сохранение и восстановление природной среды и рациональное использование запасов ресурсов.

В обеспечении промышленно развитых стран нефтью важную роль играют страны-члены ОПЕК. Их сырьевая база характеризуется высокой обеспеченностью: по текущей добыче она составляет десятки лет (Саудовская Аравия – 89 лет, ОАЭ – 124, Кувейт – 128 лет). Страны ОПЕК обладают также колоссальными ресурсами природного газа – 60,5 трлн м³ (42% от мировых).

С учетом конъюнктуры мирового рынка благородных и цветных металлов ожидаемые среднегодовые темпы роста их мирового производства на перспективу до 2025 г. составят (%): по золоту – 1,6; серебру – 2,2; меди – 2,3; никелю – 1,5; свинцу – 0,5; цинку – 2,5.

Охрана окружающей природной среды и рациональное использование ее ресурсов в условиях развития научно-технического прогресса и бурного роста промышленного производства стала одной из актуальнейшей проблем современности.

Эффективная реализация природоохранных мер возможна на базе соответствующего развития экономики, науки, техники и всестороннего совершенствования знаний о гармоническом взаимодействии человека с окружающей средой.

Анализ мировых тенденций развития минерально-сырьевой базы свидетельствует о том, что в XXI веке важнейшими направлениями в области изучения и освоения минерального сырья будут:

- создание технологий прогнозирования и оценки минерально-сырьевого потенциала, позволяющих ускорить и удешевить геологоразведку;
- конверсия методов открытой и подземной добычи на геотехнологические (гидродобыча, выщелачивание, газификация угля и пр.);
- создание эффективных технологий переработки техногенного сырья;
- разработка безотходных систем обогащения минерального сырья;
- создание принципиально новых технологий переработки минерального сырья с использованием биоорганизмов, плазмохимических реакций и т.д.;

- освоение глубинных месторождений и дна Мирового океана;
- использование нетрадиционных видов топливно-энергетических ресурсов (энергии солнца, ветра, приливов-отливов и пр.).

Предлагаемая книга поможет студентам горно-геологических, нефтегазовых и экологических специальностей познать основы геоэкологии, рационального природопользования и экологические особенности горного и нефтегазового производства.

Знание геоэкологии горно-геологического и нефтегазового производства позволит решать возникающие при разработке месторождений полезных ископаемых проблемы.

Основное внимание в книге уделяется формированию у студентов природоохранного сознания, передаче им комплекса общих знаний по природопользованию и защите природной среды, а также правовой ответственности, необходимых в процессе их будущей производственной деятельности.

Содержание книги органически связано с другими специальными дисциплинами, таким образом обеспечивает непрерывность экологической и природоохранной подготовки.

Книга предназначена в качестве учебника для студентов горно-геологических и нефтегазовых вузов и факультетов, обучающихся по горным, геологическим, нефтегазовым и экономическим специальностям. Она может служить практическим руководством для инженерно-технических работников горно-геологического и нефтегазового производства.

Соавтором параграфов (10.1, 10.2) является к.э.н. Шевченко Е.В.

Глава 1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗВЕДКЕ И РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

1.1. Научно-технический прогресс и окружающая среда

Научно-технический прогресс XX в. протекает в крайней форме научно-технической революции.

Научно-техническая революция – процесс создания крупнейших достижений человека: освоение ядерной энергии, выход в космос, создание компьютера, электронной техники, синтетических материалов и др.

Влияние научно-технической революции усиливается демографическим взрывом – быстрым ростом населения Земли, сопровождающимся изъятием у природы территорий под жилые дома, учреждения, дороги, посевы и пастбища и др. объекты. Сложилась глобальная открытая технолого-геоэкологическая система, включающая блоки (рис. 1).



Рис. 1. Взаимодействие блоков технолого-геоэкологической системы

Последствия демографического взрыва и научно-технической революции: колоссальное увеличение потребления природных ресурсов. Стало очевидным исчерпание многих природных

ресурсов. Отходы производства стали все больше загрязнять окружающую природную среду, разрушая здоровье населения. Получили распространение раковые, хронические легочные и сердечно-сосудистые заболевания [6].

Ускорение научно-технического прогресса – это не только бурное развитие производительных сил, но и усиление их влияния на окружающую среду через пользование природными ресурсами (рис. 2).



Рис. 2. Схема взаимодействия элементов системы «общество – окружающая среда»

Научно-технический прогресс породил проблемы глобального характера: потепление климата, истощение озонового слоя, истребление лесного покрова Земли, опустынивание территорий, загрязнение Мирового океана, уменьшение видов флоры и фауны.

Масштабы изменений природной среды несоизмеримо возросли. Проблема природоохранения стала острой и актуальной

из-за взаимодействия техники и природы, современных технических средств и других технологических факторов, воздействующих на природу. Иногда совершенный в техническом отношении и рентабельный индустриальный комплекс может оказаться нежелательным для развития производительных сил, если его воздействие на окружающую среду носит негативный характер.

Развитые страны обладают возможностями регулирования взаимодействия человека и природы на основе планомерного комплексного подхода к решению природоохранной проблемы с помощью различных мероприятий, регламентированных и оплачиваемых государством. Хотя некоторые из этих мероприятий обходятся дорого и не дают непосредственного экономического эффекта, общество реализует их, руководствуясь заботой о создании благоприятной жизненной среды.

Отношение к природной среде – мера социальных и технических достижений человеческого общества, характеристика уровня цивилизации. Рациональное природопользование во многих случаях стало неотъемлемой частью экономической политики. В развитых странах осуществляется система мер по охране природы и рациональному использованию ресурсов.

Так, Федеративная Республика Германия сегодня является страной с высокой производительностью и высоким уровнем доходов, с развитой сферой социальных услуг и высоким уровнем благосостояния, однако она бедная минеральным сырьем. Ей приходится импортировать две трети необходимой первичной энергии. В Германии имеются большие запасы угля, однако в силу неблагоприятных геологических условий добывать экономически нецелесообразно [2].

В Германии, так же как и в других странах, при ведении горных работ происходит существенное загрязнение воздуха и воды, но вредное воздействие оперативно нейтрализуется. Следует отметить, что с середины 90-х годов Германия занимает первое место в мире по объему производства электроэнергии с помощью ветра.

По сравнению с другими странами здесь достигнут высокий уровень охраны окружающей среды за счет нормирования выброса вредных веществ в окружающую среду.

Германия поощряет передачу экологически чистых технологий производителям в странах, которые вступают в эпоху индустриализации. Охрана окружающей среды является неременным условием оказания помощи ею развивающимся странам.

Однако в большинстве стран вопросы о бережном отношении к земле, ее недрам, озерам и рекам, растительному и животному миру не решаются из-за недостатка средств для этого.

В технологиях охраны природы недостаточно используются достижения науки и техники, при строительстве новых и реконструкции действующих предприятий применяются устаревшие технические решения, слабо внедряются безотходные и малоотходные технологические процессы, превышающая технологически обусловленные пределы часть добываемых полезных ископаемых идет в отходы, которые засоряют окружающую среду [8].

В развитых странах взаимоотношения общества с окружающей средой складываются под влиянием крупномасштабного загрязнения, в результате чего постоянно увеличиваются техногенные нагрузки на окружающую среду, вызванные высокой плотностью населения и промышленным освоением территории. Что касается развивающихся стран, то их политика в области охраны окружающей среды находится под воздействием низкого уровня развития промышленного производства, и прежде всего горнодобывающей промышленности.

Можно четко выделить особенности взаимодействия промышленного производства с окружающей средой по критериям:

- географических и климатических условий;
- плотности населения;
- уровня механизации и автоматизации технологических процессов;
- способов производства материальных благ;
- уровня использования природных ресурсов;
- состояния законодательства по охране окружающей среды;

- национальных традиций в отношениях с окружающей средой;
- состояния культуры и образования в области окружающей среды.

Наиболее уязвимой оказалась биота (рис. 3).

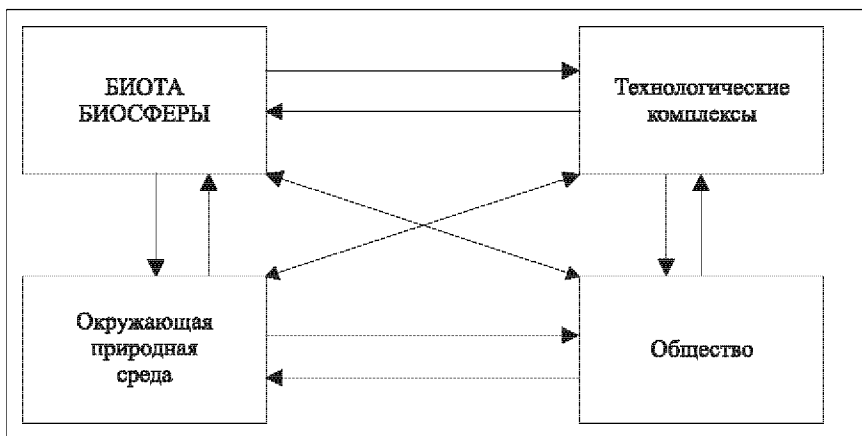


Рис. 3. Схема влияния элементов экосферы на биоту

Основные проблемы совместного развития научного-технического прогресса и негативного влияния на окружающую среду состоят в следующем.

Урбанизация. Количество городского населения и роль городских агломераций возрастают. Доля горожан в мире составляет более 40%, а скоро в городах будет жить около 80% населения. Так, удельный вес городского населения составляет, %: в ФРГ – 94, в Испании – 91, в Австралии – 86, в России – 70 [10].

Максимальные разовые концентрации таких загрязнителей воздуха, как пыль, оксид углерода, диоксид азота, аммиак, сероводород, фенол, фторид водорода, превышают ПДК более чем в 75% городов России. К числу наиболее загрязненных городов относятся: Екатеринбург, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Москва, Новокузнецк, Норильск, Владикавказ.

Техногенное воздействие городов привело к загрязнению примыкающих к ним водных систем. В США загрязнено 72% водных объектов, в Нидерландах – 92%, в Швейцарии – 75%

Площадь озелененных территорий в городах России составляет всего 25% всех городских земель, а площадь насаждений общего пользования не превышает 2% территории городских земель. Средняя обеспеченность горожан насаждениями общего пользования составляет 10 м^2 на одного человека, что вдвое ниже нормативного [10].

Изменение теплового режима территории городов происходит под влиянием нарушения естественного режима поглощения солнечного тепла из-за задымленности атмосферы, тепловыделения промышленных объектов, утечки нагретых вод. Создаются тепловые аномалии с превышением температуры над фоном до 10 и более градусов.

Накопление отходов производства. В ходе деятельности человек создает значительное количество отходов. В России ежегодно образуется около 20 млн тонн (без учета горной промышленности) токсичных отходов, которые складываются на территории предприятий или сбрасываются в водоемы, овраги, полигоны бытовых отходов.

Отвалы вблизи крупной ТЭС занимают 400–800 га земель.

Накопленные отходы создают реальную угрозу проживающему в окрестностях хвостохранилищ населению, создавая зоны опасности (рис. 4).

Еще более напряженная экологическая обстановка складывается в городах, которые поглотили ранее создаваемые на периферии участки переработки руд (рис. 5).

Такая ситуация характерна для большинства градообразующих предприятий (рис. 6) и не может быть решена силами отрасли без солидной государственной поддержки.

Проблемы радиации. История атомной энергетики началась в 1954 г. с пуском первой в мире АЭС, мощностью в 5000 кВт (Россия). В мире эксплуатируется более 500 АЭС, дающих ~20% электроэнергии.

Источниками радиоактивного загрязнения элементов биосферы являются ядерные взрывы, добыча радиоактивных минералов, а также переработка руд и хранение хвостов обогатительных фабрик и металлургических заводов.

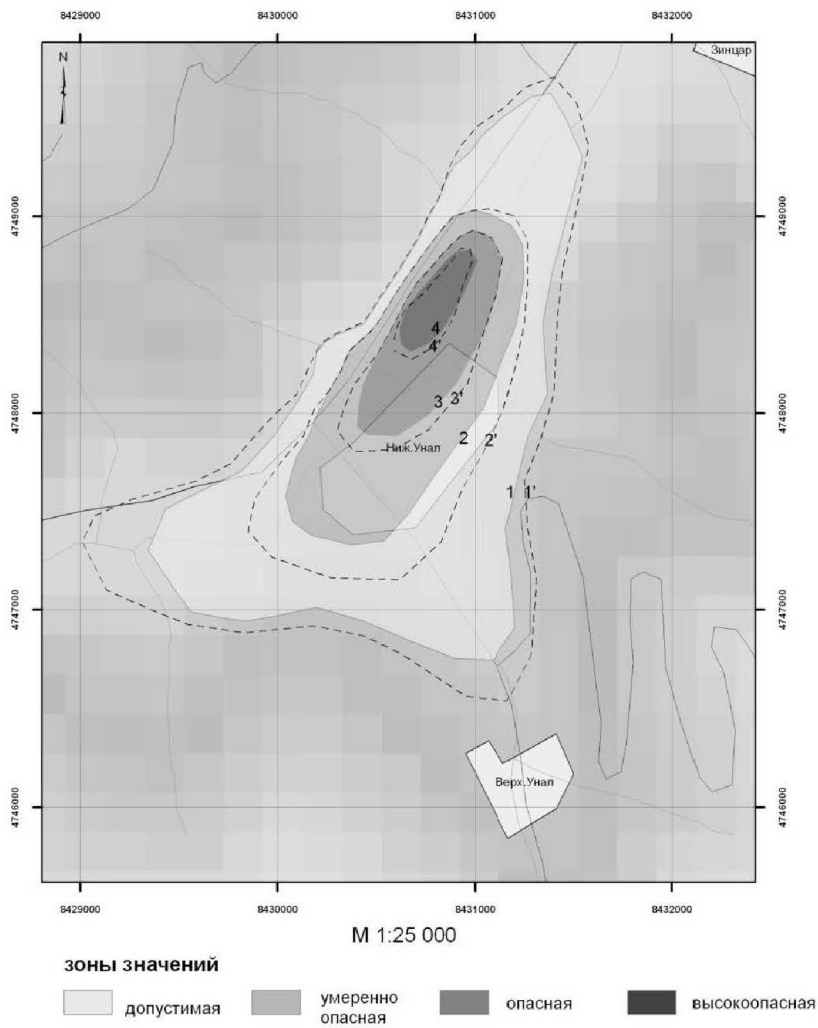


Рис. 4. Ранжирование опасности химического загрязнения в окрестностях хвостохранилища

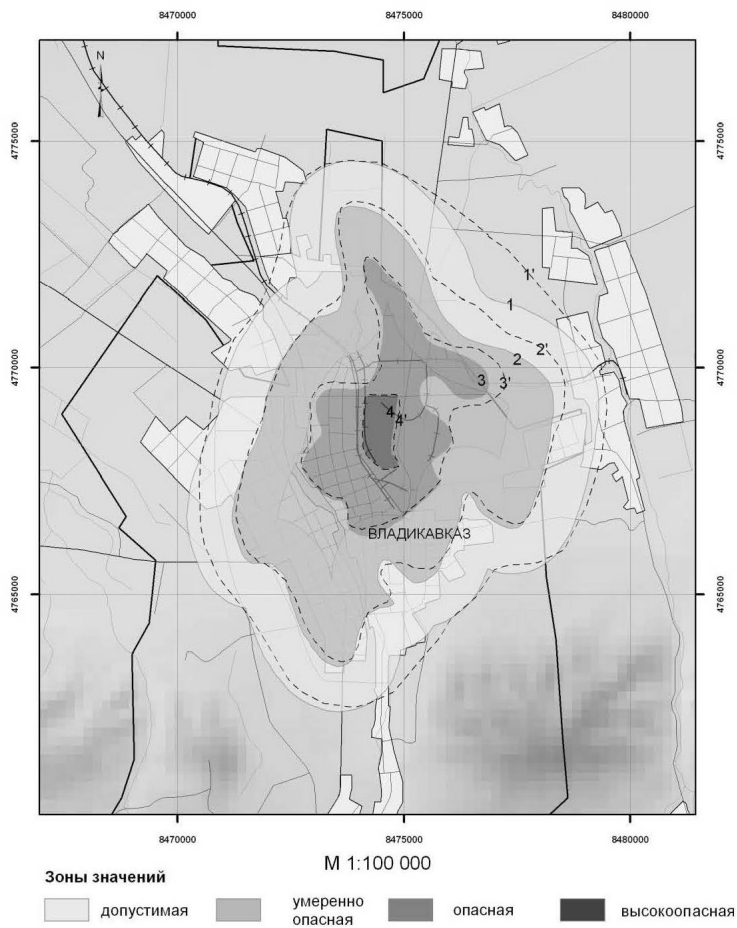


Рис. 5. Карта загрязненности окрестностей металлургического завода в г. Владикавказ

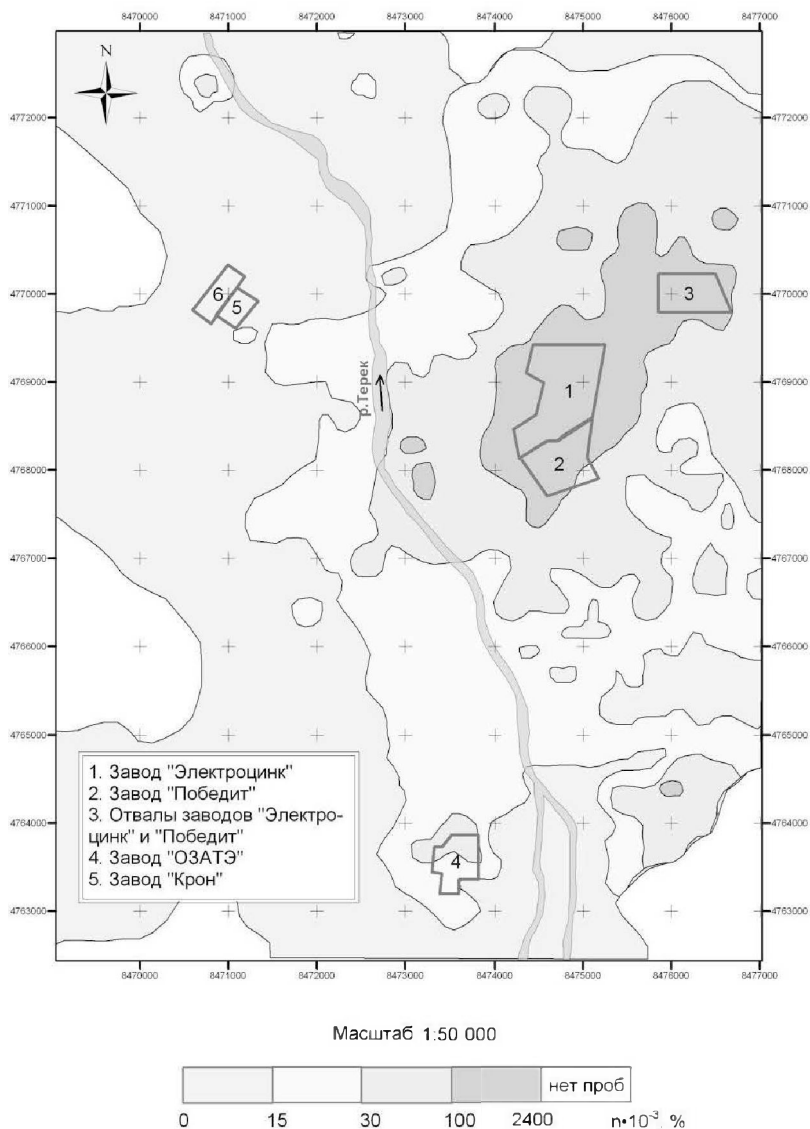


Рис. 6. Схемокарта расположения металлоперерабатывающих предприятий на территории г. Владикавказа

Среди источников радиации – атомные электростанции, заводы, производящие плутоний, места захоронения радиоактивных отходов и др. Только в Баренцевом и Карском морях захоронено более 11 тыс. контейнеров с радиоактивными отходами, а также 15 аварийных реакторов атомных подводных лодок.

При аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. в биосферу поступили радиоактивные изотопы йода, стронция, цезия, рутения и других элементов. «Чернобыльский след» помимо территории Украины и Белоруссии распространился на часть Брянской, Тульской, Орловской и других областей России.

Основные источники потенциальной опасности: предприятия по производству расщепляющегося материала – Арзамас-16, Челябинск-40, Красноярск-45, Томск-7, 11 атомных электростанций (~12% энергии).

На территории России действует 31 энергетический реактор, 170 атомных подводных лодок с 324 реакторами и 7 атомных ледоколов, 15 полигонов радиоактивных отходов.

Существенный вред биосфере нанесен ядерными испытаниями в Северном Прикаспии и на Новой земле (132 взрыва). Каждый подземный ядерный взрыв сопровождается множеством радиационных, физико-механических, термических и химических процессов, некоторые из которых продолжаются в течение многих лет.

Открытые полигоны хранения радиоактивных отходов выделяют более 90% суммарной радиоактивности. Наиболее распространены жидкие отходы. Главный источник жидких отходов – процесс переработки отработанного ядерного топлива с целью извлечения урана и плутония.

При сгорании угля выделяется больше аэрозольных радиоактивных частиц, чем при сгорании любого другого топлива. Радон системами очистки практически не улавливается. После сжигания угля концентрация в золе Pb^{210} увеличивается в 5–10 раз, а Ra^{226} – в 3–6 раз.

Сжигание углей в топках тепловых электростанций загрязняет биосферу радионуклидами в 40 раз интенсивнее, чем атомные

электростанции. В окрестностях Новочеркасской ТЭС в радиусе около 10 км содержание ThO_2 в воздухе превышает нормы в среднем в 80 раз. Облучение населения от АЭС на порядок ниже, чем от ТЭС аналогичной мощности.

Глобализация – комплекс трансграничных взаимодействий между физическими лицами, предприятиями, институтами и рынками. Она проявляется в расширении потоков товаров, технологий и финансовых средств, переносе заболеваний и экологических последствий.

Среди проблем, которые стали глобальными: сохранение мира, обуздание бедности, демографическая, экологическая, рационального природопользования и т.д. Огромное количество вредных выбросов, уничтожение лесов приближает мир к самоуничтожению. Озоновые дыры, потепление климата, вымирание видов животных свидетельствует о том, что среда обитания истощена до предела.

Вхождение в ноосферу. Термин ноосфера или сфера разума введен в середине двадцатых годов XX века учеником В.И. Вернадского французом Э. Леруа. Ноосфера – закономерный этап в развитии, на котором духовное творчество человека становится доминирующим в эволюции планеты Земля.

Центральным вопросом развития цивилизации становится судьба биосферы. Предполагается перерастание социосферы в ноосферу. Отходы одного производства должны быть сырьем для другого производства и биосферы. Химическое сырье в виде угля, нефти, газа должно быть заменено энергией Солнца. Человечество должно обособляться от биосферы и занимать пространство, где нет биосферы. Предполагается создавать искусственные биосферы, как в космосе.

Ноосфера – социоприродная система, в которой обеспечены приоритеты нравственного разума, реализованы гармония человечества, общества и природы, их безопасное совместное развитие или **коэволюция**.

Идеей учения о ноосфере является единство биосферы, человечества, в центре которого будет находиться человек нового ти-

па. Разум людей с помощью информационных технологий вырастет в интегральный общечеловеческий интеллект.

Следствием научно-технического прогресса является эколого-геохимическая ситуация как в России, так и в других странах мира. Мощность современной индустрии удваивается каждые 13–15 лет. В практике используется около 500 тыс. химических соединений, из которых 40 тыс. вредны для организма, а 12 тыс. ядовиты.

Процессы научно-технической революции необратимы, как и хозяйственное освоение территорий без использования природных ресурсов. Для обуздания научно-технического прогресса необходимо усиление очищающих и воспроизводящих функций природных систем.

Новые методы добычи сырья должны сокращать количество сырья и материалов для производства единицы продукции, обеспечить заменяемость другими и сокращать потребности в сырье для производства единицы продукции.

Роль технического прогресса особенно видна по темпам механизации и автоматизации процессов добычи углеводородного сырья.

При добыче нефти стало возможным бурение скважин на глубину 5 тыс. метров и не только вертикально, но и наклонно. Добыча нефти в открытом море осуществляется с глубин 300 м и более. Почти в два раза увеличилось извлечение нефти на поверхность по отношению к ее содержанию в недрах.

При добыче природного газов возрастают объемы добычи, повышается извлечение газа и конденсата из недр, увеличивается выход полезных компонентов, шире используется попутный нефтяной газ. Параметры газопроводов обеспечивают транспортировку газа в отдаленные регионы Земли.

Произошло качественное изменение энергоносителя: доля угля и паровой энергии сократилась, а главным видом топлива стали нефть и газ.

Можно прогнозировать появление в арсенале промышленности новых видов энергии: атомная энергетика, геотермальные ис-

точники, энергия приливов, солнечная энергия, энергия водных потоков, ветроэнергетические установки.

К характерным чертам технического прогресса относятся снижение потребности в сырье, уменьшение массы машин и оборудования с экономией металла, использование отходов, воспроизводство и восстановление производящей способности почвы.

Можно констатировать, что темпы развития научно-технического прогресса всех отраслей производства, в том числе горнодобывающих, превышают темпы реализации мероприятий по охране природы, большинство из которых не вышли за рамки деклараций.

1.2. Экологические требования к разведке и разработке месторождений

Экологические требования к горному производству основываются на положении, что природа – система, объединяющая естественные структуры и продукты деятельности человеческого сообщества. Ее составляет не человек и природа в отдельности, а их взаимоотношения. Человек влияет на природу хозяйственной деятельностью, а природа создает условия для жизни человека.

Природопользование или совокупность способов пользования природными ресурсами является основой отраслей экономики: геологоразведка, добыча полезных ископаемых, сельское, лесное и водное хозяйство и др.

Цель управления природопользованием – использование, восстановление и целесообразное преобразование ресурсов природной среды достигается решением задач экономики природопользования – гуманизация принципов пользования природой на экономической основе, в том числе:

- формирование правовых условий пользования;
- создание научной основы экономики природосбережения;
- создание безотходных технологий.

Природа рассматривается как ценность, имеющая денежное выражение. Затраты на природопользование зависят от величины

воздействия, степени компенсации этого воздействия и объема использования природного ресурса без угрозы для природы. Измеряются прямые и косвенные денежные затраты, которые сопровождают разрушение природы, ее восстановление или охрана.

Основные понятия экологизации горного производства:

- экологический риск – допущение возможности наступления аварии или катастрофы для природы;
- экологическое предпринимательство – процесс уничтожения отходов или преобразования их в нужный продукт;
- экологическая экспертиза – процесс признания экологического качества воздействия на природу;
- экологический аудит – проверка стоимостных показателей: ресурсов, средств и условий производства, воспроизводственных функций, отходов др. аспектов пользования ресурсами.

Ресурсы специализированного назначения используются при получении конкретных видов продукции отраслями, специализированными на производстве соответствующей продукции:

- полезные ископаемые;
- сельскохозяйственные земли;
- лесные ресурсы.

Экологизация производства – уподобление производственных процессов природным круговоротам веществ в биосфере и снижение опасности производства для природы – применительно к горному производству означает создание технологий, в которых отходы добычи и переработки возвращаются в недра после извлечения полезного компонента.

Экология – наука, исследующая закономерности жизнедеятельности организмов в естественной среде обитания с учетом деятельности человека с целью сохранения жизни в ухудшающихся условиях, имеет теоретическую основу – учение В.И. Вернадского о биосфере и неизбежности ее эволюционного превращения в среду человеческого разума – ноосферу.

Требования к пользованию природными ресурсами: сокращение сброса отходов производства в окружающую среду на ос-

нове рациональных технологий, безотходных процессов, комплексного использования сырья, сохранения и восстановления нарушенных экосистем.

Проблемы рационального использования минеральных ресурсов и охраны окружающей среды могут быть эффективно решены с учетом классификации экологических требований к разведке и разработке месторождений полезных ископаемых в зависимости от географического расположения месторождения, плотности населения, степени использования земных угодий, климатических условий, объема разработки, ценности полезного ископаемого.

Основное экологическое требование к горным предприятиям – это успешное внедрение широкого комплекса мероприятий, направленных на снижение вредного воздействия горного производства на окружающую среду, т.е. создание и внедрение мало- и безотходных технологий при добыче и переработке минерального сырья, переход на замкнутые оборотные системы водоснабжения горных предприятий с частичным использованием шахтных вод, предотвращение загрязнения воздушного бассейна от выбросов шахт, карьеров и обогатительных фабрик, рациональное использование земель с восстановлением их продуктивности с последующей передачей сельскому хозяйству.

Практически все месторождения твердых полезных ископаемых являются комплексными, они содержат, как правило, несколько различных минералов и химических элементов, одни из которых являются основными, другие – попутными (сопутствующими или совместно залегающими) полезными ископаемыми. Проблема комплексного использования минеральных ресурсов рассматривается в двух аспектах:

- 1) комплексное использование месторождений полезных ископаемых;

- 2) комплексное использование добываемого минерального сырья.

Основой комплексного использования месторождений полезных ископаемых служит в первую очередь их геологическое

исследование. Во многих случаях геологические исследования должны охватывать обширные площади земной поверхности, ограниченные, например, контурами существующих или планируемых территориально-промышленных комплексов (ТПК). Это позволяет решить проблемы комплексного использования полезных ископаемых в масштабах не только отдельных месторождений, но и целых регионов.

Развитие научно-технического прогресса позволяет в настоящее время вовлечь в разработку ранее считавшиеся некондиционными полезные ископаемые, значительная часть которых находится в отвалах.

Углеводородные месторождения. Проекты освоения месторождений включают в свой состав организационные, технические решения по обеспечению газо- и пожаробезопасности производственного персонала и населения в зоне возможной загазованности при аварийных ситуациях, места расположения островков газовой безопасности, средств коллективной защиты работающих и населения, станций контроля загазованности окружающей среды, постов газовой безопасности, контрольно-пропускных пунктов и т.п.

Технологические решения предусматривают рациональное использование природных ресурсов, исключение необратимых техногенных изменений природной среды при аварийных выбросах вредных веществ, риск возникновения и последствий аварийных ситуаций, предотвращение аварии и защиту работающих и населения от опасных производственных факторов.

В случае обнаружения в пластовом флюиде первой разведочной скважины более 6% (объемных) сероводорода строительство осуществляется с соблюдением более жестких требований безопасности.

В проект разработки месторождения включаются сведения:

- параметры скважин и эксплуатационных и лифтовых колонн и их защите;
- основные решения по охране недр;
- технологии использования попутных продуктов (конденсат и др.).

В проектах разработки месторождений детализируются методы:

- расчета, сооружения, проверки износа и контроля коррозионного состояния бурильных, ведущих, НКТ и элементов трубных колонн обсадных и насосно-компрессорных (лифтовых) колонн;
- контроля содержания сероводорода и реагента-нейтрализатора в буровом растворе;
- проветривания рабочей зоны и защиты людей и окружающей среды;
- отделения газа от бурового раствора с последующим отводом на сжигание;
- сбора и хранения жидких продуктов и др.

1.3. Темпы накопления извлеченных из недр минералов

Извлекаемые на земную поверхность минеральные массы различаются по возможности их использования для извлечения полезных компонентов, изготовления строительных и закладочных материалов и других способов утилизации или невозможности последней.

Отходы добычи и переработки являются элементом производственного процесса (рис. 7).

Проблема использования извлеченного на земную поверхность сырья, заключающаяся в утилизации некондиционных руд и строительных горных пород с целью повторного использования, а также рекультивации поверхности, нарушенной горными работами, является исключительно важной вследствие роста объемов промышленного производства и увеличения уровня загрязнения окружающей среды.

Из недр Земли ежегодно добывается около 100 млрд т различных руд, горючих веществ и строительных материалов. За последние десятилетия прошлого столетия мировое население увеличивалось примерно на 2% в год, удваиваясь каждые 35 лет, а добыча полезных ископаемых на каждого жителя Земли – на 10% в год с удвоением каждые 9–10 лет (табл. 1) [47].

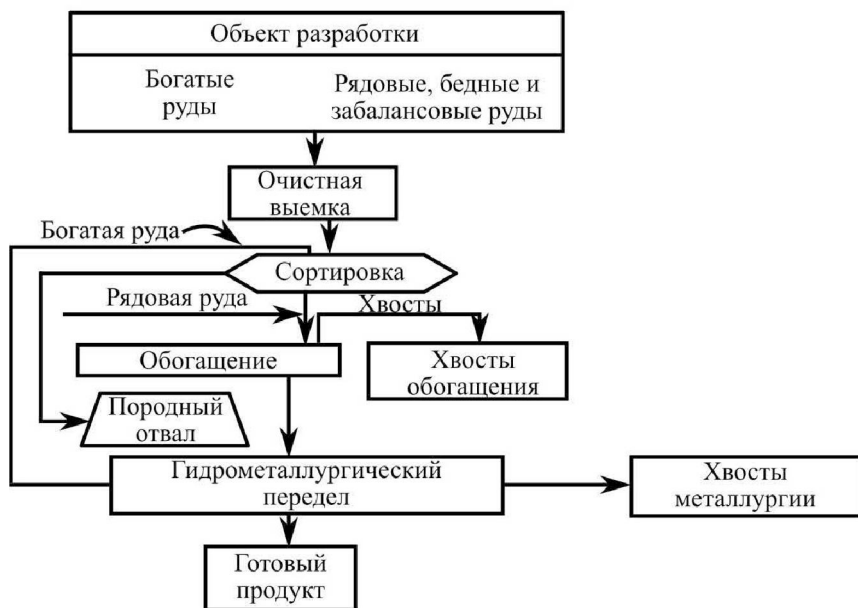


Рис. 7. Схема образования хвостов при переработке металлических руд

Таблица 1

Динамика добычи минерального сырья и народонаселения

Показатели	Единицы измерения	Годы					
		1900	1950	1970	1980	1986	1999
Народонаселение	Млрд. чел.	1,571	2,486	3,682	4,415	4,936	6,0
Годовая добыча вещества литосферы	т/чел. год	10,1	17,8	40,56	79,75	113,15	148,0
в том числе: Полезного ископаемого		4,7	8,2	15,6	27,5	36,5	46,5
Пустой породы		5,4	9,6	24,9	52,25	76,55	101,5

В большинстве случаев добыча полезного ископаемого сопровождается извлечением на поверхность значительно большего объема пустой породы, вследствие чего литосфера разрушает-

ся значительно быстрее, чем увеличивается объем добычи полезных ископаемых.

Приведенное в табл. 1 соотношение темпов роста народонаселения Земли и объема добычи минеральных ресурсов и пустых пород, свидетельствует прежде всего об экстенсивности процессов обеспечения развития общества минеральными ресурсами.

Суммарное количество вещества, ежегодно извлекаемого из недр Земли, а также распределение его по видам полезных ископаемых приведено в табл. 2.

Таблица 2

Объем и структура добычи полезных ископаемых

Вид сырья	Доля, %	Добыча ПИ, млрд т/год	Добыча пород, млрд т/год	Добыча горной массы, млрд т/год	Доля добычи пород, т/т
Рудное, в т.ч.	14,6	41	274,4	35,4	6,7
– черные металлы	9,9	27,9	86,3	214,2	6,2
– цветные металлы	4,7	13,1	87,7	100,8	6,2
Нерудное, в т.ч.	62,9	176	202,4	378,4	1,15
– стройматериалы	58,1	163	179,3	342,3	1,1
Песок	25,4	71,4	78,5	149,9	1,1
Щебень	28,4	79,7	87,7	167,4	1,1
Прочие виды	4,3	11,9	13,1	25	1,1
Неметаллы	4,8	13	23	36,1	1,7
Энергетическое, в т.ч.	22,5	63	132	195,3	2,1
уголь	10,7	30	90	120	3
Всего	100	280	609,1	889,1	2,2

Наиболее объемной частью минерально-сырьевого комплекса является индустрия строительных материалов. Добыча их более чем в полтора раза превышает добычу всего вместе взятого рудного и энергетического сырья.

Накопление отходов формирует региональную проблему, которая перерастает в глобальную. Например, на Северном Кавказе

территории геофизического происхождения образуют патогенные зоны на всей площади размещения регионов (рис. 8) [2].



Рис. 8. Патогенные территории Северного Кавказа, определенные комплексным методом геофизики и медицинской статистики

1.4. Контроль и охрана состояния окружающей среды

Первым законом об охране окружающей среды считают эдикт английского короля Эдуарда I в 1273 г., запрещавший использование каменного угля для отопления жилищ Лондона. В 1338 г. английский парламент принял закон, запрещавший сваливать мусор в Темзу. В начале XV в. подобный указ издал французский король в отношении Сены. Согласно указу Петра I наказанию подвергались те, кто сбрасывал мусор в Неву.

Началом международного сотрудничества в области контроля охраны окружающей среды является Стокгольмская международная конференция 1972 г., созванная Организацией Объединенных Наций (ООН), которая стала поворотным моментом в решении глобальных экологических проблем.

Важное место отводится Программе Организации Объединенных Наций (ООН) по окружающей среде (ЮНЕП), проекту

«Системы контроля глобальной окружающей среды» (GEMS), который посвящен в основном методам контроля и техническому обеспечению контроля за состоянием окружающей среды, вопросам рационального использования природных ресурсов и охраны природы на планете.

Однако международный аспект контроля над загрязнением окружающей среды находится еще в стадии становления из-за недостаточности у отдельных стран средств для охраны атмосферного воздуха, воды, почвы, растительного и животного мира.

Деятельность по рациональному использованию окружающей среды контролируется, регулируется и направляется государством через систему **природоохранного законодательства** в виде законов, декретов, указов, постановлений, подзаконных актов.

Главным направлением **природоохранной политики государства** является профилактика нерационального использования природных ресурсов и загрязнения окружающей среды, создание целостной законодательной системы, обеспечивающей юридические основы рационального природопользования.

В 60–80-х годах XX века в России был принят ряд **законов и постановлений**, касающихся отдельных компонентов биосферы. Комплексным законом, охватывающим все аспекты природопользования, стал закон «Об охране окружающей природной среды» (1991). В декабре 2001 г. принят новый закон «Об охране окружающей среды».

Проблемы выживания и устойчивого развития горных и горнодобывающих регионов России в условиях становления рыночных отношений приобретают особую актуальность.

Освоение природных ресурсов ставит ряд сложнейших глобальных экологических проблем. Одним из результатов сотрудничества экологов **международного сообщества** является согласие по ряду концептуальных вопросов охраны окружающей среды.

Функции **координации, учета и контроля в управлении землепользованием** не имеют принципиальных специфических особенностей, а только адаптируются применительно к процессам

добычи ресурсов и восстановления нарушенных земель. В России утверждены более 700 показателей ПДК.

Стандарты комплексного использования и охраны природной среды утверждаются применительно к отдельным объектам природы, ландшафтам, территориям республик, краев, областей, отдельных городов.

До начала разработки ресурсов утверждается **план по охране природы и рациональному природопользованию** с учетом сохранения и укрепления природно-ресурсного потенциала, обеспечения его рационального и комплексного использования.

Функции государственного контроля в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов осуществляют местные органы самоуправления.

Контроль охранных мероприятий при добыче ресурсов осуществляет Комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Правительстве России. Юридическая практика защиты окружающей среды при добыче ресурсов развивается с учетом международного опыта. В 1997 г. было утверждено Положение о порядке учета запасов полезных ископаемых, постановки их на баланс и списания с баланса запасов.

Главное отличие действующей в России Временной классификации запасов месторождений, перспективных и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов от известных классификаций запасов заключается в приоритете геологического фактора при оценке соответствия запасов, в то время как в практике США и Канады приоритет отдается экономическому фактору.

Новая классификация запасов и ресурсов нефти и горючих газов приближена к классификации ООН и основана на трех составляющих: геологическая изученность, подготовленность к промышленному освоению и экономическая рентабельность при определении запасов и ресурсов.

Гражданский кодекс и Федеральный закон «Об акционерных обществах» (1995 г.) предусматривают обязанность руководителей «действовать в интересах общества, осуществлять свои права

и исполнять обязанности в отношении общества добросовестно и разумно».

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» предусматривает ряд инструментов, направленных на предотвращение вреда окружающей среде, потому что еще нередки случаи добычи ресурсов без заключения экологической экспертизы, что является одним из существенных требований при разработке месторождений, особенно при открытом способе разработки, при несоблюдении которого возможно приостановление работ и их финансирования.

Государство заинтересовано, чтобы добываемые ресурсы перерабатывались, при этом создаются дополнительная прибавочная стоимость и рабочие места для граждан.

С распадом СССР стало необходимым обновление законов, а также создание новых, регламентирующих природоохранную деятельность и природопользование в новых экономических условиях и на новом политическом пространстве.

Коллективные действия государств в области планирования и реализации природоохранных мероприятий осуществляются в форме международного сотрудничества. Совместные мероприятия направлены на защиту от загрязнения международных рек и материковых водоемов, атмосферного воздуха, Мирового океана и космоса.

Развитые страны осуществляют **сотрудничество в области охраны природы** через Организацию экономического сотрудничества и развития (ОЭРО).

В 1968 г. на Межправительственной конференции по проблемам биосферы впервые обсуждалась Комплексная проблема охраны природной сферы. В 1972 г. в системе ООН был создан специальный орган международного сотрудничества по проблеме природной среды, получивший название «Программа ООН по окружающей среде» (ЮНЕП), на которой были возложены задачи координации и проявление инициативы в постановке новых вопросов по сотрудничеству между странами в области охраны природы.

Международно-правовая охрана опирается на принципы:

- вне государственных границ природная среда – достояние всех;
- свобода исследования и использования окружающей среды;
- рациональное использование окружающей природной среды;
- международное сотрудничество в использовании окружающей среды.

Российское экологическое право переходит на новую стадию своего развития. Вступили в силу новый Земельный кодекс и Федеральный закон «Об охране окружающей среды». Наиболее остро стоит проблема реформирования законодательства о недрах.

Головной акт горного права – Закон Российской Федерации «О недрах» – является наиболее ранним из действующих природоресурсных и природоохранных законов. Его положения об охране недр и окружающей среды мало отличаются от норм прежнего союзного горного законодательства, хотя он действует в изменившихся экономических и политических условиях.

В направлении развития правового регулирования отношения между вопросами рационального пользования недрами и охраны окружающей среды остаются наиболее уязвимым местом.

Охрана окружающей среды при разведке и добыче нефти и газа выражается в принятии правовых актов, регулирующих использование природных компонентов в отношении оказания вредного воздействия на окружающую среду.

Правовое регулирование нефтегазодобывающей промышленности осуществляется главным образом нормами горного права. Данная отрасль права охватывает весь сложный комплекс общественных отношений по поводу использования недр, не специализируясь на экологических аспектах.

Конкретные правовые механизмы в области охраны окружающей среды при разведке и добыче нефти и газа названы в базовых законах и развиты в подзаконных нормативных правовых актах. Однако в законах нормы декларируются в общей форме. Несовершенство правового регулирования не позволяет бороться с хищнической разработкой месторождений углеводородов и привлекать к ответственности за экологические нарушения.

1.5. Основные требования к разведке и разработке месторождений

Требования, предъявляемые к разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, сводятся к решению проблем рационального природопользования, заключающихся в: полном удовлетворении потребностей человека в минеральном сырье; повышении полноты и комплексности использования природных ресурсов; сохранении природного потенциала в интересах настоящего и будущего поколений; прогнозировании экологических процессов и влияния на них горного производства.

К этим требованиям относятся: ликвидация или сокращение сброса отходов горного производства в окружающую среду на основе разработки и внедрения рациональных методов разрушения горных пород, безотходных замкнутых технологических процессов, комплексного использования минерального сырья; сохранение и восстановление земель.

Одной из основных задач рационального природопользования является сохранение на Земле условий существования, к которым приспособлены живые организмы, особенно люди. Вторая, основная задача – повышение интенсивности природопользования заключается в том, чтобы от природы получали необходимое нам сырье и в необходимых количествах, высокого качества и разнообразия. Но при этом природа не страдала, тем более ни одна отрасль промышленности не мешали бы друг другу в выпуске необходимой продукции при минимальных отходах производства.

Важным условием роста масштабов экономики является вовлечение в хозяйственный оборот материальных ресурсов, т.е. комплексное освоение полезных ископаемых и повторная разработка месторождений по добыче нефти и железной руды (выплавке чугуна и стали, производству минеральных удобрений, кокса, цемента) и многих других полезных ископаемых.

Потребность народного хозяйствования в энергии, топливе, металле, стройматериалах, других материальных ресурсах посто-

янно возрастает, что требует опережающими темпами увеличивать разведанные запасы и увеличивать объем их добычи.

Добыча минерального сырья на действующих горных предприятиях обходится все дороже. Это связано с ухудшением горнотехнических, инженерно-геологических условий разработки, обводненности, горных ударов, выбросов и т.д., а также освоением месторождений на Севере и Востоке страны.

Учитывая это, горнодобывающей промышленности предстоит шире внедрять технологическое оборудование, которое бы способствовало максимальному использованию не только основных, но и попутно извлекаемых полезных ископаемых.

Важное значение имеет вовлечение в производство отвалов горных пород и отходов обогатительных фабрик, что позволяет вовлечь в разработку ранее считавшиеся некондиционными полезные ископаемые, значительная часть которых находится в отвалах. Таким образом, представилась возможность дополнительно вовлечь в переработку миллиарды куб. метров таких руд и строительных горных пород. Применение попутно извлекаемых строительных горных пород в промышленности строительных материалов позволяет развивать производство строительных материалов. Важное место при этом должно отводиться складированию и утилизации твердых отходов горного производства или их захоронению в выработанное пространство отработанных шахт [4].

Выполнение перечисленных направлений позволит обеспечить укрепление и расширение минерально-сырьевой базы, повышение эффективности и качества подготовки к освоению разведанных запасов полезных ископаемых.

Стратегической целью развития геологической отрасли является формирование инновационно ориентированной системы геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы.

В соответствии с Основами государственной политики в области использования минерального сырья и недропользования, утвержденными распоряжением Правительства Российской Фе-

дерации в 2003 г., и долгосрочной государственной программой изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья, утвержденной Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации, основными задачами геологической отрасли являются:

- воспроизводство минерально-сырьевой базы в объемах, необходимых для удовлетворения потребностей экономики страны в минерально-сырьевых ресурсах, создания минерально-сырьевых основ социально-экономического развития регионов и обеспечения энергетической и минерально-сырьевой безопасности;
- изучение территории Российской Федерации, ее континентального шельфа, акваторий внутренних морей, дна Мирового океана, Арктики и Антарктики для геологического обеспечения отраслей экономики страны и ее геополитических интересов;
- охрана недр и рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов для удовлетворения потребностей базовых отраслей экономики;
- оценка и прогноз состояния недр на территориях, подверженных опасным геологическим процессам и явлениям.

Экономические и геополитические интересы России и в долгосрочной перспективе существенно зависят от состояния минерально-сырьевой базы, воспроизводство которой на современном технологическом уровне является центральной задачей геологической отрасли. Решение этой задачи определяется детальностью геологической изученности территории страны, результативностью и качеством геологоразведочных работ на всех стадиях их проведения – от регионального изучения недр до разведки месторождений полезных ископаемых.

Годовой объем производства товарной продукции по таким видам минерального сырья, как нефть, природный газ, угли, железные руды, алюминий, медь, никель, золото, алмазы, металлы платиновой группы, фосфорные руды и калийные соли, в стои-

мостном выражении составляет более 30% валового внутреннего продукта Российской Федерации.

В развитии российского и мирового минерально-сырьевого комплекса отмечаются тенденции:

- повышение роли новых территорий, акваторий внутренних морей и континентального шельфа в связи с истощением ресурсной базы в традиционных районах добычи углеводородов и твердых полезных ископаемых;
- усиление внимания к новым типам месторождений твердых полезных ископаемых, углеводородного сырья, геотермальным и гидроминеральным ресурсам;
- увеличение глубин поисков и разработки месторождений полезных ископаемых;
- снижение качества руд вводимых в эксплуатацию месторождений и постепенное замещение выбывающих из эксплуатации месторождений богатых легкообогатимых руд месторождениями бедных труднообогатимых руд;
- перемещение геологоразведочных работ в удаленные районы и районы со сложными горно-геологическими и климатическими условиями и слабо развитой инфраструктурой.

Развитие минерально-сырьевой базы сдерживается по причинам:

- несовершенная геолого-картографическая основа, что сдерживает проведение опережающих прогнозно-минералогических исследований и поисковых работ;
- существенно сократился резерв объектов, на которых возможен прирост запасов полезных ископаемых;
- в нераспределенном фонде недр велика доля запасов полезных ископаемых, освоение которых экономически нецелесообразно при используемых технологиях добычи, обогащения и переработки минерального сырья;
- недостаточность инвестиций недропользователей в геологоразведочные работы;
- система государственных закупок не обеспечивает осуществления полного цикла геологоразведочных работ от об-

наружения перспективных площадей до освоения месторождений, продолжительность которого составляет от 5 до 15 лет.

Развитие геологической отрасли предусматривается по направлениям:

- совершенствование системы государственного управления геологическим изучением недр и воспроизводством минерально-сырьевой базы;
- повышение инвестиционной привлекательности геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы;
- совершенствование системы сбора, обработки, анализа, хранения и предоставления в пользование геологической информации;
- совершенствование научно-технического обеспечения геологоразведочных работ;
- создание условий для внедрения инновационных технологий;
- совершенствование системы подготовки и переподготовки кадров.

1.6. Особенности природоохранной добычи нефти

Разработка нефтяных месторождений технологически развитыми компаниями отличается бережным отношением к окружающей среде, что стимулируется большими финансовыми потерями при нарушении законов об охране окружающей среды.

При сооружении Трансаляскинского нефтепровода применяли рекультивацию поверхности с посевом специально отобранных сортов быстрорастущих трав. Трубопровод обходит места обитания редких животных и птиц, нерестилища рыб, стоянки древних людей и т.п. На естественных путях миграции диких животных построено более 800 переходов путем поднятия трубы на высоту 4–5 м или заглублении ее в грунт даже на надземных участках.

Компания *Western Geophysical* в 1998 г. выполнила сейсмическую трехмерную разведку в экологически чувствительной переходной зоне штата Луизиана и разработала Программу обеспечения экологической безопасности.

С учетом воздействия на окружающую природную среду подрядчики сконцентрировали внимание на мониторинге и внесении коррективов в экологическое обучение персонала на основе системного подхода к региональной защите окружающей среды.

Опыт нефтепромысловых и разведочных работ в Российской Федерации свидетельствует о следующем. Если по данным нефтеразведочных работ установлено распространение контура нефтеносности за границу территории с ограничением хозяйственной деятельности, то при дальнейшем освоении нефтяного месторождения данный блок не используется, изменяется режим использования территории.

Нефтяные месторождения осваиваются с учетом:

- требований, обеспечивающих минимизацию ущерба, наносимого компонентам природной среды при строительстве, обустройстве, эксплуатации скважин и промышленных объектов;
- разработки комплекса мероприятий по охране водных ресурсов, атмосферы, биоресурсов;
- формирования системы экологического контроля.

Проектные исследования проводятся с целью получения современной информации о состоянии окружающей природной среды: атмосферы, гидросферы, почв, растительного и животного мира и включают: натурные атмо- и гидрохимические обследования территории, изучение почвенного покрова, животного мира и растительности, анализ состояния элементов окружающей природной среды и оценку технологического воздействия на окружающую среду.

Действующее законодательство России не содержит запрета на эксплуатацию нефтяных залежей в пределах заказников, национальных парков и т.п. с принятием соответствующих мер охраны окружающей среды.

Глава 2

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

2.1. Общие сведения о недрах и минеральном сырье

Минеральные ресурсы представляют собой скопление в земной коре минерального вещества, которое является источником энергии, материалов, химических элементов и соединений. Их разделяют на рудные, топливно-энергетические, горно-химическое сырье, нерудные полезные ископаемые и гидроминеральные ресурсы.

Часть природной среды, которая находится под земной поверхностью, включая минералы и горные породы, называют недрами. Недра используются человеком в основном для добычи полезных ископаемых, хранения жидких и газообразных ископаемых, захоронения токсичных отходов производства и сброса сточных вод.

Руда – это сложный комплекс, который содержит несколько ископаемых и в количественном отношении характеризуется широким диапазоном различных компонентов. Основными «потребителями» минерального сырья являются горные предприятия, добывающие твердые, жидкие и газообразные полезные ископаемые.

Руды и вмещающие их породы слагают месторождения, различающиеся условиями локализации оруденения (рис. 9) [17].

Горнодобывающие предприятия являются основным поставщиком минерального сырья. Однако при разработке полезных ископаемых на земную поверхность извлекаются вмещающие породы, которые не используются и складываются в отвалы или хвостохранилища. Следует отметить, что в пустых породах

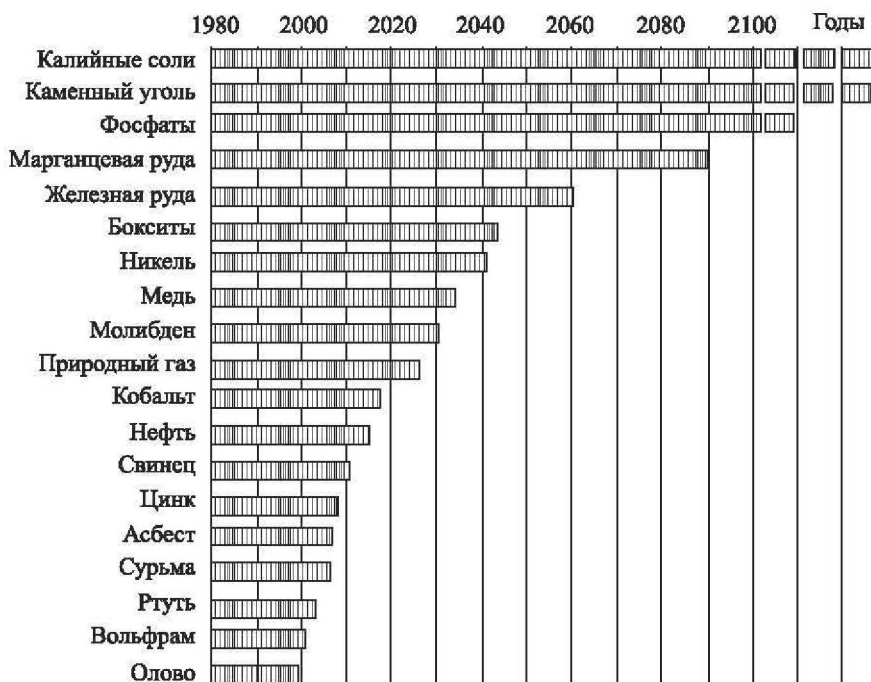


Рис. 10. Обеспеченность разведанными запасами полезных ископаемых

Мировая потребность в минеральном сырье достигли 18 млрд т в год.

Россия занимает первое место по геологическим ресурсам (35,9% от 14,8 трлн т) и третье место по разведанным запасам угля в недрах (12% от 1,685 трлн т). По объемам добычи угля находится в одном ряду с ведущими угледобывающими странами мира, уступая лишь США и КНР. Производственная мощность действующих шахт и разрезов РФ составляет около 350 млн тонн.

Деятельность человека в современных условиях выступает в роли крупного геологического фактора и вопрос об охране недр имеет глобальное значение.

Разведанные запасы некоторых видов минерального сырья в мире составляют: в Европе – угля 37,1%, железной руды – 19, свинца – 17 и калийных солей – 23,6%, в Азии – 70,5% нефти, 30,6 природного газа, 14,7 угля и никеля, 15,9 железной руды,

51,9 олова и 18,2% запасов калийных солей. Африка располагает большими запасами урана – 32,2%, бокситов – 40,2, меди – 20,4, фосфоритов – 33,2%. В Северной Америке запасы минерального сырья составляют – 27% природного газа, 36,3 – угля, 47,8 – урана, 23,1 – железной руды, 39,6 -меди, 50,2 – свинца, 52,8 – цинка, 21,5 – никеля, 58,8 – калийной соли, 52,2% – фосфоритов. На долю Южной Америки приходится 21,2% железных руд, 27 – меди и 24,9% олова. Ведущие позиции по запасам бокситов – 31,2% и никеля – 55,4% занимают Австралия и Океания.

Размеры добычи благородных металлов и алмазов составляют: золота (в т) в ЮАР – свыше 910, Канаде – 65, США – 44, Гане и Австралийском Союзе – 23; серебра(в т) в Канаде – 1500, в Перу – 1250, в Мексике и США – по 1160, в Австралийском Союзе – 700; платиновых металлов (в т) в ЮАР -около 42, Канаде – 12,4; алмазов (в млн карат) в Заире – 13,4, ЮАР – 7,4. Гане – 2,6, Ботсване – 2,4, Анголе – 2,2, Сьера-Леоне – 1,8, Намибии – 1,6.

Данные о мировых запасах ряда полезных ископаемых приведены ниже.

Полезные ископаемые	Запасы млрд т
Уголь	11 240,00
Железо	141,00
Алюминий	1,10
Марганец	0,45
Медь	0,27
Цинк	0,14

При истощении запасов богатого минерального сырья переходят к освоению ресурсов с более бедным содержанием полезных компонентов. Так, если в XIX в. среднее содержание меди в рудах, добываемых на шахтах Великобритании, составляло 5%, то в настоящее время такие богатые руды добывают только в одной стране мира – Замбии. В основном содержание меди в руде при разработке современных месторождений составляет 0,7–1,5%. В некоторых странах руды с содержанием меди 0,5–0,4 и даже 0,3% считаются промышленными. Аналогичная картина наблюдается и по другим рудам.

В ближайшие десятилетия ожидается истощение практически всех известных и доступных для разработки месторождений. Однако прогнозные данные о ресурсах, а тем более о сроках истощения запасов минерального сырья, нельзя считать однозначными. Высказанные ранее предположения о времени окончания в прошедшие годы добычи того или иного полезного ископаемого на Земле (особенно нефти) оказались неправильными – разработка месторождений продолжается и запасы по мере проведения геологоразведочных работ значительно «восстанавливаются».

Вместе с тем отмечается возможный недостаток таких действительно редких элементов, как серебро, ртуть, золото, платина и гелий, которые могут оказаться узким местом для развития важных технологических процессов.

По обеспеченности России запасами минерально-сырьевых ресурсов выделяются следующие четыре группы полезных ископаемых [38]:

- газ, алмазы, никель, платина, бериллий, калийные соли, хризотил – асбест, которых хватит на длительный период;
- нефть, свинец, цинк, сурьма, олово, вольфрам, молибден, ниобий, интенсивный уровень добычи которых обеспечен на 5–7 лет;
- марганец, титан, рудное золото, бокситы, каолиновые и бентонитовые глины, плавленый шпат, добыча которых пока достаточна, а уровень запасов явно недостаточен;
- уран, вольфрам, цирконий, рений, стронций, разведанные запасы которых следует считать ограниченными, но имеется возможность их расширить в течение 5–12 лет.

В связи с этим возникает проблема охраны недр, которая теснейшим образом переплетается с задачами рационального использования минеральных ресурсов в процессе разработки месторождений полезных ископаемых.

Решение этой проблемы сводится к совершенствованию технологии добычи и переработки минеральной продукции, обеспечивающей наиболее полное, целесообразное и экологическое ее использование. Наука и техника могут сыграть важную роль в

решении этой важной проблемы, связанной с обеспечением потребностей в сырьевых ресурсах, за счет экономии и сохранения материалов, уменьшения параметров оборудования, использования вторичного сырья, разработки новых технологических процессов и получения новых материалов и т.п.

Важное значение в деле охраны минеральных ресурсов имеет выявление новых запасов этого сырья путем расширения фронта геологоразведочных работ, а также поиска природных и искусственных заменителей тех или иных минеральных соединений.

Чем выше уровень использования извлеченных природных ресурсов, тем ниже уровень загрязнения окружающей природной среды, поэтому решение проблемы рационального использования природных ресурсов обеспечивает потомкам благополучное будущее.

2.2. Воздействие нефтегазоразработок на окружающую среду

Нефть – распространена в осадочной оболочке Земли и представляет собой одно из важнейших для человека полезных ископаемых. Природный газ является попутным компонентом при добыче нефти. Природный газ в пластовых условиях залегания в земных недрах находится в газообразном состоянии в виде отдельных скоплений (газовые залежи) или в виде газовой шапки нефтегазовых месторождений – свободный газ или в виде раствора в нефти или воде (в пластовых условиях), а в стандартных условиях (0,101325 МПа и 20 °С) – только в газовом состоянии.

В России доля для разведанных запасов нефти составляет 10%, газа – 30%, железной руды – 27%, меди – 11%, полезных ископаемых неметаллической группы – 40%. Горнодобывающая промышленность обеспечивает около 30% валового продукта, что составляет более 50% валютной выручки страны.

Сведения о добыче нефти в России относятся к XV веку. В Ухте в 1745 г. построен один из первых в мире нефтеперегонных заводов. В начале XIX века основным нефтяным районом

России стал Кавказ. Первая эксплуатационная скважина пробурена на Кубани в 1864 г. Основанное в 1879 г. «Товарищество нефтяного производства братьев Нобель» вело нефтедобычу и нефтепереработку в Баку. В конце XIX века в нефтедобывающую отрасль были допущены иностранцы. С 1932 г. нефтяных месторождений между Волгой и Уралом создавалась вторая после Баку база нефтяной промышленности СССР.

Нефть является главной статьей российского экспорта, составляя, по данным за 2009 г., 33% экспорта в денежном выражении (с нефтепродуктами – 49%). Кроме того, от уровня цен на нефть и нефтепродукты зависят цены на третий основной компонент экспорта – природный газ [45].

Добычей нефти занимаются несколько нефтяных компаний, крупнейшими из которых по результатам 2007 г. являются ОАО «Роснефть», ОАО «Лукойл» и ОАО «ТНК-ВР».

Динамичное повышение цен при ограниченности запасов конвенциональной нефти делают актуальными развитие технологий переработки с уменьшенным потреблением нефтепродуктов. Мировая добыча нефти составляет около 84 Мб/д. В перспективе объем сжигания каменного угля и нефти возрастет в несколько раз, т.е. запасы каменного угля на земле будут истощены через 100–150 лет, а запасы нефти – значительно быстрее.

В России нефтегазовые разработки ведутся на территории полутора десятков регионов. Негативному экологическому воздействию подвержены тысячи квадратных километров нефтеносных площадей, что намного превышает суммарное влияние АЭС, хранилищ ядерных отходов, химического оружия и других источников опасности.

Технологии извлечения нефти включают в себя операции создания повышенного давления в продуктивном пласте нагнетанием рассолов или газа, терморазогрева, гидроразрыва и др. Рассолы под давлением через гидравлические каналы попадают в горизонты питьевых вод. Зона засоления распространяется по территории и нарушает качество питьевых вод водозаборов.

Технологическое загрязнение вод и почвы происходит по причинам разрушения трубопроводов, с выбросом в среду в среднем 5 м³ нефти и рассолов при одном порыве. Почвы самоочищаются от нефти в течение 5 лет, а от рассолов – 20 лет.

Аварии скважин сопровождают процессы разрушения цементных мостов, коррозии обсадных колонн и устьевого оборудования, в результате чего нарушается внутрискважинная и межколонная герметичность с возникновением нефтегазовых проявлений. На этой основе возможно появление открытых газонефтяных фонтанов, грифонов, разливов нефти и пожаров, засоление почв и водоносных горизонтов пресных вод от скважин с высокоминерализованной водой.

Загрязнение водоносных горизонтов, в том числе зоны питания растений и питьевых вод, приводят к гибели растительности на поверхности земли и утрате питьевых ресурсов.

При негерметичности стволов скважин в обсаженных колоннами скважинах наиболее часто проявляются заколонные перетоки жидкости, обусловленные низким качеством цементирования обсадных колонн, нарушением цементного камня или низким качеством самих обсадных колонн, обусловленным негерметичностью резьбовых соединений или коррозией металла. На нефтяных промыслах имеются ликвидированные скважины как обсаженные колоннами, так и с открытым стволом, которые могут играть роль каналов связи между пластами. В целом вероятность существования всех этих искусственных путей для межпластовых перетоков увеличивается с ростом фонда скважин, особенно при кустовом наклонно направленном бурении.

Возможно, что увядание реликтового Бузулукского бора (Оренбургская область) связано с загрязнением области питания от нефтяных скважин, пробуренных в начале 50 годов прошлого века на Воронцовском, Могутовском и Гремячевском месторождениях. На территории бора 162 нефтяные скважины, 102 из которых ликвидированы, 60 – законсервированы.

Межпластовые перетоки флюидов происходят не только по естественным каналам связи, но и по искусственным путям, на-

пример неплотно зацементированное заколонное пространство скважин. Надежность цементирования колонн зависит и от природных условий разреза отложений, вскрываемых скважиной. Снижение пластовой энергии за счет разрядки давления из высоконапорных пластов в низконапорные, в том числе в отработанные или в вышележащие водоносные, делает непригодными к использованию питьевые водоносные горизонты. При межпластовых перетоках подземных вод изменяется их гидродинамический и гидрохимический режим.

При закачке промышленных стоков или захоронении опасных жидких отходов имеется реальная опасность распространения загрязнений через перетоки на большую площадь и выход их на поверхность.

Одним из наиболее экологически опасных осложнений на Астраханском месторождении является разрушение скважин. Уже в 1992 г. межколонные проявления, обусловленные негерметичностью колонн труб или цементного кольца за колонной, были зафиксированы более чем в 30 скважинах. В 2003 г. в надсолевых отложениях отмечены высокие концентрации сероводорода, что наиболее вероятно является следствием его перетока из залежи по сформировавшимся в скважине каналам. В настоящее время большое число скважин технически неисправно, находится в ожидании ликвидации или ликвидируется, не выработав плановый ресурс. Основной причиной осложнений является коррозия.

Количество ликвидированных скважин растёт, а ликвидация не надёжна и через некоторое время возможна экологическая катастрофа.

Так, на нефтегазовой скважине №464 «Троицкая» в Крымском районе Краснодарского края в ночь на 14.09. 2008 г. возник «грифон», его воронка расширилась и вплотную подошла к соседней скважине №1706, которую пришлось ликвидировать, закачав в нее 5 т цементного раствора. Через некоторое время на скважине №1706 образовалась собственная воронка «грифона». Был зацементирован еще ряд скважин, расположенных поблизо-

сти от первой аварийной скважины №464. В последующие дни происходило образование «грифонов» на расстоянии примерно 200 м от устья скважины №464. Там же 01.03.2011 г. из-за нарушения эксплуатационной колонны скважины на глубине 365–368 м образовался грифон (периодический выброс песка, газа, воды, грязи) высотой около 5 м.

На Карачаганакском нефтегазоконденсатном месторождении 07.05.1987 г. произошел мощный выброс газовой смеси, на ликвидацию которого ушло 5 дней, а 16 мая в 1000–1200 м к северо-востоку от устья аварийной скважины № 427 появились первые признаки грифонообразования. Образовавшиеся небольшие грифоны вскоре «слились» в единый очаг, в котором воспламенился газ. В течение последующих нескольких дней на месторождении образовались еще 6 малых газовых грифонов, и были отмечены случаи газопроявлений при бурении интервалов залегания триасовых горизонтов в 4-х скважинах.

Прогрессирующее загрязнение нефтью и рассолами пресных подземных и поверхностных вод нейтрализуется после прекращения воздействия лишь через 200 лет.

Одной из главных причин загрязнения пресных подземных вод является реструктуризация системы разведочных, параметрических, эксплуатационных нефтяных скважин в пределах месторождения. Не удовлетворяют экологическим требованиям около 10% пробуренных новых скважин.

Повышенные расходы на управление скважинами определяют их аварийность и масштабы влияния на поверхностные природные объекты.

О факте загрязнения по вине нефтепромысла свидетельствует превышение нефти в реке, вытекающей с территории нефтеносности, над содержанием в поступающем на территорию потоке.

Сточные воды нефтепромыслов представляют собой химически агрессивные растворы и рассолы с содержанием химических элементов в сотни и тысячи ПДК. Повышение в поверхностных, грунтовых, аллювиальных или артезианских водах минерализации, общей жесткости, содержания хлоридов и брома необратимо без ликвидации источника загрязнения, то есть добычи нефти.

Тотальное техногенное засоление пресных вод универсально для всех месторождений, поэтому жители всех нефтегазовых населенных пунктов выпивают с водой в год до одного стакана нефти.

Экологическая проблема процессов нефтедобычи – радиоактивность некоторых нефтей и пластовых вод с уровнем радиации по гамма-фону до 950 микрорентген в час при санитарной норме 35. Одной из причин наведенной радиоактивности некоторых нефтей считают применение методов изотопной разведки пластов и образование хранилищ жидких отходов путем взрывания подземных ядерных зарядов.

Для поддержания давления в продуктивных пластах безвозвратно используется дефицитная пресная вода.

К проблемам нефтегазодобычи относится увеличивающаяся со временем сейсмоопасность нефтепромыслов, которая является причиной техногенных землетрясений на территории Ханты-Мансийского региона и в других нефтегазовых регионах России. При добыче нефти и газа нарушается сбалансированность системы геологических и гидрологических комплексов.

Повреждение гидро- и газонепроницаемости вмещающих массивов является причиной наведенных землетрясений и деформация земной поверхности.

Причины прогрессирующего вредного влияния нефтегазодобычи на окружающую среду:

- несовершенство технологий добычи и транспортировки с точки зрения экологической безопасности;
- недостаточность финансовых вложений в развитие научных разработок;
- старение основных фондов;
- недостаточность поддержки отрасли со стороны государства.

При бурении одной скважины в грунт попадает в среднем около 500 м^3 воды с общей минерализацией 20 г/л, а глубина фильтрации достигает 80 м. При этом засоление подземных вод достигает 11 г/дм³. В атмосферу выпускается около 500 м^3 газа. После освоения скважины в землю попадает 20–60 т нефти.

Стальные трубы, насосы и запорно-регулирующая аппаратура из-за высокой агрессивности соленых нефтяных вод служит не более 3 лет. Особо опасны аварии на магистральных нефтепроводах с попаданием нефти в водные объекты.

Нефтегазовая смесь сжигается в факелах скважины.

Подъездные пути к буровым площадкам размываются осадками, а площадки, канавы, амбары, места хранения реагентов подвергаются водной и ветровой эрозии.

Для минимизации ущерба необходимо решение некоторых положений эксплуатации месторождений:

- процесс добычи нефти и газа состоит из несвязанных друг с другом технологических этапов: сейсморазведка, геологическое разведочное бурение, разведочное глубокое бурение, эксплуатационное бурение, освоение скважин, обустройство и эксплуатация, выполняемые разными исполнителями, что затрудняет прогнозную оценку экологического ущерба и разработку проекта природоохранных и восстановительных мероприятий как составной части генерального проекта;
- в случае временной или окончательной остановки производства по причине несоблюдения природоохранных требований месторождению требуется длительная консервационная или ликвидационная технологическая процедура, в течение которой продолжает наноситься ущерб окружающей среде;
- отсутствие финансового фонда для ликвидации и рекультивации месторождений после завершения эксплуатации приводит к тому, что отработанные месторождения остаются брошенными вместе со скважинами, шламовыми амбарами, трубопроводами, загрязненными водными объектами и выведенными из сельскохозяйственного оборота землями.

Ускоренный рост добычи, транспорта, переработки и использования нефти и газа значительно повысил экологическую опасность нефтегазовых производств. Нефть, газ, их спутники и продукты переработки, химические вещества, отходы и нарушили естественный круговорот веществ и энергии в природе, измени-

ли в ряде случаев состав воздуха и воды, плодородие почвы, условия жизни и обитания всех живых организмов.

Воздействие их на основные компоненты окружающей среды (воздух, воду, почву, растительный, животный мир и человека) обусловлено токсичностью природных углеводородов, их спутников, большим разнообразием химических веществ, используемых в технологических процессах.

Около 40–50% разведанных запасов нефти и 20–40% природного газа остаются неизвлеченными из недр. Около 1–16,5% нефти и продуктов ее переработки теряются в процессах добычи подготовки, переработки и транспортировки.

Нефть, углеводороды нефти, нефтяной и буровой шламы, сточные воды, содержащие различные химические соединения, способны воздействовать на воздух, воду, почву, растительный, животный мир и человека. Они проникают в экосистемы при:

- бурении и аварийном фонтанировании разведочных скважин;
- транспортировании;
- авариях водоводов, нефте- и продуктопроводов;
- нарушении герметичности скважин и оборудования;
- сбросе неочищенных сточных вод в водоемы.

Основная часть нефти на территории промысла накапливается и поступает в водоемы из устьев скважин и прискважинных площадок через неплотности, при ремонтных работах и освоении скважин откачкой; мерников и трапов групповых и индивидуальных сборных установок.

При использовании подземных резервуаров происходит загрязнение водоемов и почвы фенолом, образующимся при выщелачивании емкостей.

Строительство трубопроводов влияет на микроклимат тундры и лесотундры. Проходка траншей локально изменяет режим питания растительного покрова влагой, нарушает теплофизическое равновесие, ослабляет вечномерзлые грунты, губит растительный покров малоземельной тундры.

Утечки нефти, газа, конденсата, сточной воды, метанола и других загрязнителей на участках трубопроводов, расположен-

ных под трассами морей, рек и каналов, остаются незамеченными в течение длительного времени. В среднем при одном порыве нефтепровода выбрасывается 2 т нефти, приводящей в непригодность 1000 м² земли.

При бурении скважин буровой шлам может содержать до 7,5% нефти и до 15% органических химических реагентов. При подготовке нефти шламы могут содержать до 80–85% нефти, до 50% механических примесей, до 67% минеральных солей и 4% поверхностно-активных веществ.

Пластовые воды весьма агрессивны, вызывают интенсивную коррозию нефтепромыслового оборудования и сооружений, нарушают герметичность колонн в скважинах, результатом чего являются утечки сточных вод, засоление почвы и грунтовых источников питьевых вод, гибель растительности.

Концентрация нефти в сточных пластовых водах колеблется в пределах 15–1000 мг/м³ и значительно превышает предельно допустимую (14–16 мг/м³), а также опасную для рыбной икры (1200–1400 мг/м³) и планктона (100 мг/м³).

Моря и их прибрежные зоны загрязняются при разработке шельфовых месторождений нефти и газа. Поверхность Мирового океана покрыта в настоящее время нефтяной пленкой толщиной 0,1 мкм.

Загрязнение окружающей среды происходит при добыче и промышленной обработке газа, где вредные жидкие отходы представлены дренажными водами, содержащими метанол. Загрязнителями атмосферы на объектах дальнего транспорта являются природные газы, их спутники, одоранты и др.

Мощным источником загрязнителей являются продукты сгорания нефти, конденсата, природного и нефтяного газа в факелах.

При продувке магистральных газопроводов к потенциальным загрязнителям вод и грунтов относятся: углеводородный конденсат, минеральные смазочные компрессорные масла, метанол, органические кислоты, поверхностно-активные вещества и др.

Большой объем загрязнений поступает в воздух в процессе очистки нефти от серы и сернистых соединений, при сжигании

попутных газов, обессоливании и обезвоживании нефти, сепарации газа, стабилизации конденсата и т. д.

В составе загрязнителей, характерных для объектов газовой промышленности и родственных им производств по переработке сернистых нефтей, обычно выделяют сероводород H_2S , углеводороды H_nH_m и продукты сгорания: сернистый газ SO_2 , окись CO и двуокись CO_2 углерода. В составе загрязнителей помимо названных содержатся также меркаптаны RSH , входящие в состав природного газа, пары метанола CH_3OH , используемого в качестве ингибитора, диэтиленгликоль $\text{C}_4\text{H}_8(\text{OH})_2$ и аммиак NH_3 , применяемые для сушки газа и нейтрализации серы, а также сточные воды, пыль, шламы, копоть и т. д.

Опасные выбросы содержат сероводород, углеводород, углекислый газ и меркаптаны, входящие в состав природного газа и конденсата, а также продукты их окисления: SO_2 , CO , CO_2 , сажу, образующиеся при сжигании газа, SO_3 – продукт дальнейшего окисления SO_2 , окислы азота, образующиеся из атмосферного азота при сжигании газа, бензапирен, выделяющийся в воздух при неполном сгорании газов, а также используемые в технологическом процессе метанол, аммиак, диэтиленгликоль и др.

Нефтегазодобывающее производство потребляет большое количество воды в технологических целях, во вспомогательных процессах и для бытовых нужд. С помощью заводнения сегодня добывается до 90% нефти. Сброс в водоем единицы объема такой воды делает 40–60 объемов чистой воды непригодными для употребления. При площадном заводнении требуется до 15 м^3 воды на 1 т добытой нефти. При законтурном и внутриконтурном заводнении расход воды составляет от 1,5 до 2 м^3 на 1 т нефти.

Огромные объемы сточных вод с высокими концентрациями токсичных веществ наносят ущерб поверхностным и подземным водам, другим объектам окружающей среды. Повышенная опасность их обусловлена также такими ядовитыми и вредными загрязнителями, как нефть и нефтепродукты, химические реагенты, кислоты, щелочи, поверхностно-активные вещества, а также твердые минеральные частицы.

Наибольшую опасность представляют аварийные выбросы и открытое фонтанирование нефти, газа и минерализованных пластовых вод, а также нарушения герметичности систем сбора и транспорта нефти на суше и в море.

Бурение скважин сопровождается дисперсионным разрушением горных пород, образованием бурового шлама, удалением его промывочной жидкостью. Буровой шлам, промывочные жидкости и реагенты, используемые при их обработке, а также утяжелители являются основными источниками химического загрязнения водоемов и почвы.

В процессе бурения на территории буровых установок в земляных амбарах накапливается большой объем буровых сточных вод. Предельно загрязненные диспергированной глиной, нефтью, маслами, солями и т. д., эти воды на современных буровых в основном не подвергаются никакой очистке. Сброс их в открытые водоемы или подземные горизонты приводит к интенсивному и опасному загрязнению среды.

Механические примеси сточных вод состоят преимущественно из диспергированной глины, породы и утяжелителя. Содержание их колеблется в пределах от 100 до 1600 мг/л. Бихроматная окисляемость равна 95–5200 мг O_2 /л, общая минерализация 1000–47700 мг/л. Они содержат во многих случаях от 8 до 210 мг/л нефтепродуктов и 53–3052 мг/л органики.

В процессе обезвоживания и обессоливания нефти в пластовую воду из водонефтяной эмульсии переходит значительная часть деэмульгаторов, 34% дисолвана, 61% ОЖК, 50% проксалона-305 и 23% дипрок-самина-15.

Основными загрязнителями природных вод на предприятиях газовой промышленности являются производственные сточные воды. Наибольшую опасность для всех экологически значимых объектов представляют сильно загрязненные стоки сероочистки и осушки газа, содержащие в относительно больших концентрациях амины, гликоли, сероводород и другие ядовитые вещества. В их состав входит пластовая конденсационная вода средней минерализации хлоркальциевого или гидрокарбонатнонатриевого

типа с содержанием примесей хлоридов, сульфатов, солей аммония, двух- и трехвалентного железа, значительно превышающим ПДК, и загрязненная конденсатом, фенолами и другими токсичными веществами.

При освоении нефтяных и газовых месторождений в северных районах нарушается состояние вечномерзлых пород, находящихся под защитой почвенно-растительного слоя, мохово-торфяного покрова и леса. Вечная мерзлота оказывает большое влияние на состояние надмерзлотной части. Это связано прежде всего с сезонными изменениями активного слоя, наиболее уязвимого в переходные (межсезонные) периоды. Нарушение поверхности и увеличение теплового потока в грунт ведет к вытаиванию подземных льдов, образованию глубоких каналов и даже оврагов. Термокарстовые процессы вызывают образование просадок, провалов, а также переходных тепловых и других процессов.

При прокладке грунтовых дорог нарушается растительный покров, образуется глубокая колея, полосы. При уклоне жидкая масса приходит в движение, нарушается ее монотонность. Поток устремляется в более низкие места, разрушает или затопляет моховой покров, что приводит к образованию оврага на месте колеи.

Корневая система легко разрушается при движении гусеничного транспорта при перетаскивании буровых вышек.

Большой ущерб природной среде наносится строительством скважин. При амбарной системе очистки буровых растворов промывочная жидкость разливается по тундре, уничтожает растительность и нарушает теплофизическое состояние вечномерзлых пород.

При обустройстве промыслов интенсивно вырубаются значительные участки леса. Вырубка леса происходит преимущественно в переходной зоне от тундры к тайге. Границы лесов тундры сдвигаются на юг по коридорам вырубок трассы нефтегазопроводов.

2.3. Воздействие горных работ на окружающую среду

Добыча полезных ископаемых по многоплановости и необратимости воздействия на среду является лидером среди технологий. В России насчитывается около 4000 предприятий по добыче и переработке минерального сырья, в составе которых более 170 тыс. шахт, рудников, карьеров и разрезов. Действуют более 600 шахт и рудников с подземной добычей угля, руд металлов, минеральных удобрений, а также более 400 карьеров и разрезов. В угольной промышленности работают 230 шахт и 65 разрезов, 74 обогатительные фабрики, 350 предприятий машиностроения, производства строительных материалов, а также многочисленные вспомогательные предприятия.

Горное производство воздействует на окружающую среду на всех этапах своего существования (рис. 11).

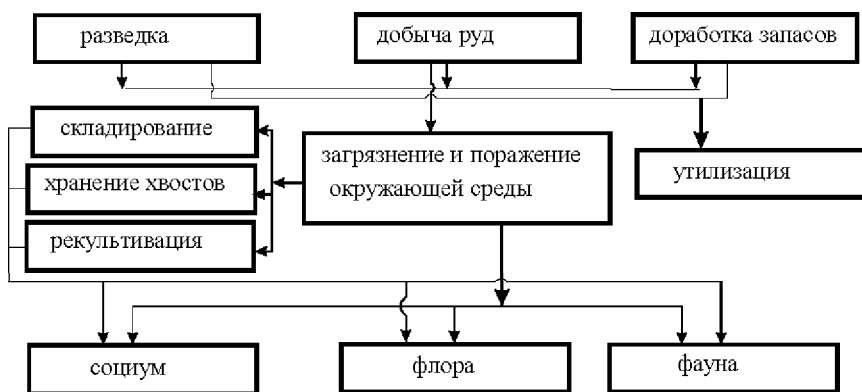


Рис. 11. Схема влияния продуктов добычи и переработки руд на окружающую среду

Интенсификация добычи минерального сырья расширяет масштабы влияния на биосферу. К 1990 г. человек изменил исходные природные ландшафты на 55% территории Земли, т.е. 2,3 га на жителя планеты. Полем деятельности человека являются регионы интенсивной добычи сырья: Донбасс, Кузбасс, Норильск, Урал и их аналоги за рубежом. Так, уголь в России до-

бывают в бассейнах: Кузнецком (100 млн. тонн угля), Канско-Ачинском (31 млн. тонн), месторождениях Восточной Сибири (33 млн. тонн), Печорском и Донецком (22 и 18 млн. тонн), месторождениях Урала (11 млн. тонн), Подмосковном (3,5 млн. тонн).

В процессе добычи на 1 т угля приходится около 3 т отходов, при потреблении – 0,2–0,3 т. При добыче 1 т стали образуется 5–6 т отходов, в результате переработки – 0,5–0,7 т. На 1 т цветных металлов (ввиду их низкого содержания в рудах) приходится не менее 100–150 т отходов при добыче и более 50–60 т при переработке. При добыче 1 т редких, благородных или радиоактивных металлов (в связи с очень низким содержанием в рудах) образуется до 5–10 тыс. т отходов, а при переработке – от 10 до 100 тыс. т [12].

Доля утилизации отходов добывающего и перерабатывающего производств не превышает 10%. Общее количество не утилизированных отходов горного производства в России – до 45 млрд тонн на площади 250 тыс. га.

Горнодобывающие предприятия, ежегодно выбрасывая более 20 млн тонн пылегазовых веществ, являются крупнейшими загрязнителями атмосферы. В угольной промышленности России (до 350 млн тонн угля в год) выбросы составляют до 400 тыс. тонн, а сброс загрязненных вод – 0,6 млрд м³ (84% их общего количества).

В газовой промышленности при добыче 640 млрд м³ газа выбросы в атмосферу составляют 2200 тыс. тонн (20% общих выбросов в стране H₂S, SO₂, NO₂ и др.), а в гидросферу – примерно 21 млн тонн неочищенных вод. Нефтедобывающая промышленность дает 2,5 млн тонн атмосферных выбросов, 21 млн м³ сточных вод и нарушает около 13 тыс. гектаров земель.

Обогатительные фабрики ежегодно направляют в хвостохранилища и очистные сооружения до 10 км³ твердых и жидких отходов. В отличие от предприятий цветной металлургии, в которых до 85% загрязнения связано с воздействием тяжелых металлов, сульфатов, нитратов, хлоридов и других соединений, в уранодобывающей промышленности основную опасность (90%) представляют слаборадиоактивные твердые отходы. Особую

опасность представляют хвостохранилища, где выделение радона в 4–5 раз превышает выделение из выработок. Влияние хвостохранилищ на радиационное загрязнение окружающей среды соизмеримо с действием АЭС и превышает влияние собственно горных работ.

Деятельность горных предприятий вызывает необратимые изменения, в том числе:

- разрушение земной коры;
- перераспределение напряжений;
- изъятие из хозяйственного оборота почв;
- загромождение земной поверхности отвалами;
- заболачивание или обезвоживание почв;
- изменение состояния элементов биосферы;
- изменение характера атмосферных явлений и запыленности;
- увеличение радиоактивного уровня;
- изменение видов и количества флоры и фауны;
- возникновение биогенных мутаций и др. [7].

Крайней формой воздействия горного дела на земную поверхность является ее деформация и разрушение (рис. 12).

В СНГ 20% площади горных предприятий занимают карьерные отвалы, 13% отводится под хвостохранилища обогатительных фабрик, 5% занято отвалами и отходами шахт, 3% превращено в непригодные земли вследствие оседания и провалов земной поверхности.

Разработка месторождений сопровождается изъятием территорий. Только для получения стройматериалов в странах СССР ежегодно изымалось около 1200 га земельных угодий. Проектные площади хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов, га: Лебединского – 1950, Стойленского – 1800, Оленегорского – 1350, Качканарского – 1130, Михайловского – 940, Ковдорского – 900 и т.д. В окрестностях рудников и шахт расположено более 2 тыс. отвалов и терриконов, в которых хранится более 3 млрд м³ геоматериалов. В среднем под отвалы отводится 0,1 га площади земли на каждые 1000 т сырья. Площадь отвалов горнодобывающих и перерабатывающих производств составляет свы-

ше 10 млн гектаров. Для горнодобывающей промышленности характерно образование отходов [51].

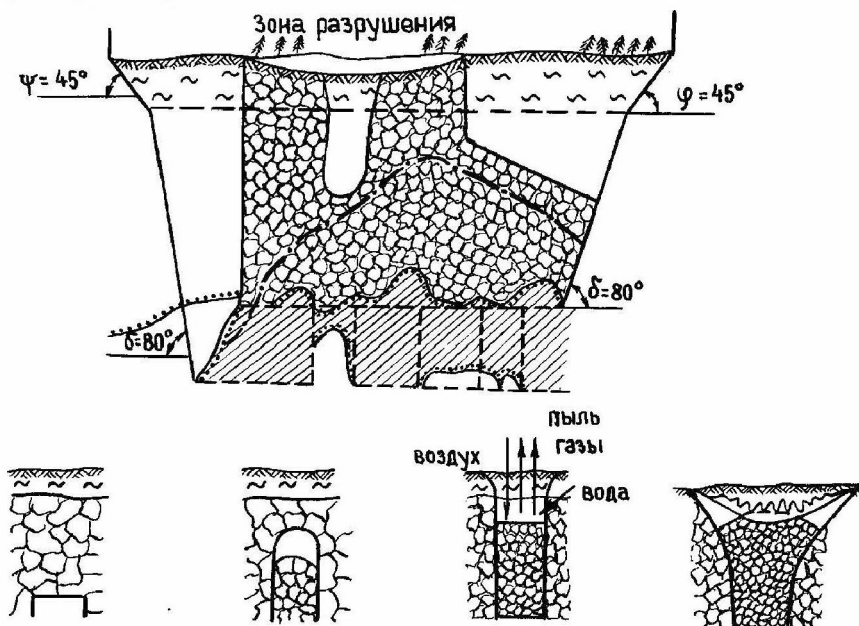


Рис. 12. Формы разрушения земной поверхности горными работами

Например, вовлечение в переработку урановых руд с содержанием до 0,01% предполагает сброс в хвосты более 99% добытой рудной массы. В связи с этим растут объемы, высота и площади хвостохранилищ. В России эксплуатируются более 300 крупных хранилищ с емкостью от 500 до 600 тыс. м³, которые представляют угрозу для биосферы. В 1992 г. прорыв дамбы на хвостохранилище Магнитогорского металлургического комбината привел к выбросу 2 млн м³ жидкого шлама).

В отвалах предприятий только цветной металлургии России накоплено свыше 6 млрд тонн, в том числе около 5 млрд тонн вскрышных и вмещающих пород, 1 млрд тонн хвостов обогащения, свыше 300 млн тонн шлаков металлургического и более 150 млн тонн шламов глиноземного производства. Ежегодное поступление в отвалы превышает 300 млн тонн.

Среди предприятий цветной металлургии России лидирует Норильский комбинат, где ежегодно складывается около 5 млн тонн шлаков и накоплено 350 млн тонн хвостов. Отходы производства рудников, карьеров и обогащательных фабрик, достигающие сотни миллионов тонн, нарушают природное равновесие (техногенные землетрясения, выход на поверхность сточных вод, песчаные вихри, сход лавин и селей, изменение pH грунтовых вод и их загрязнение фтором, фосфором, серой и углекислотой).

В России в 2 тыс. отвалов и терриконов хранится более 3 млрд м³ геоматериалов. Под отвалы отводится 0,1 га площади земли на 1000 т сырья. В СНГ площадь, занятая отвалами, превышает 10 млн га. С 1945 по 1991 г. на территории СССР складировано около 150 млрд тонн минеральных отходов. Значительная их часть накоплена на Урале (600 млн м³), Кривбасса (400 млн т окисленных железистых кварцитов), КМА (1 млрд м³ вскрышных пород), при отработке россыпей на северо-востоке России (1,5 млрд м³ минерального сырья). В 1996 г. в угольной промышленности объем пород и отходов составил 736,2 млн м³ [4].

Помимо использования земель отрицательное воздействие проявляется в формах:

- сдвигание массива горных пород;
- оседание поверхности;
- снос породы с отвалов;
- рассеяние загрязняющих веществ.

Добыча и переработка полезных ископаемых сопровождаются нарушением естественных ландшафтных комплексов. Ежегодно нарушается около 150 тыс. гектаров земель, из которых на сельскохозяйственные угодья приходится около 40%. Добыча 1 млн тонн железной руды приводит к нарушению от 14 до 640 га земли, угля – от 2,6 до 43 га, химического сырья – от 22 до 97 га, 1 млн м³ строительных материалов – от 1,5 до 600 га. В угольной отрасли России нарушено 106,4 тыс. гектаров земли. Наибольшие изменения земной поверхности происходят при открытом способе разработки месторождений полезных ископаемых, на долю которого приходится 75% объемов горного производства.

На почвы влияют мобильные частицы, развиваемые движением автотранспорта, от пыления отвалов, выветривания поверхности выработок и шахтных вод. Так, только в черте г. Кривой Рог, где накоплено более 3 млрд тонн пород и 2 млрд тонн хвостов обогащения, в воздух выбрасывается свыше 1,2 млн тонн веществ, а из подземных пустот откачивают около 40 млн м³ минерализованных вод в течение года. Такое положение характерно для Норильска, Магнитогорска, Усть-Каменогорска и других городов [11].

Техногенной деятельностью комбината «Норильский никель», в состав которого входят 3 плавильных заводов, 2 обогатительные фабрики, карьер вблизи ручья Медвежий и рудники Заполярный, Маяк, Комсомольский, Октябрьский, Таймырский и Глубокий, нарушена площадь в 7 млн га (2/3 в тундре и 1/3 в лесотундре). В районах обогатительных фабрик превышение фонового содержания достигает 20 для свинца и 10 для кадмия [4].

Катастрофический характер принимают процессы, происходящие в криолитозоне, занимающей до 40% территории России. В результате теплового воздействия идет интенсивная деградация мерзлых толщ. Так, в г. Воркуте мерзлая толща потеряла 25% первоначальных запасов холода, поэтому верхняя часть многолетнемерзлых пород опустилась, что вывело из строя более 60% построенных до 1977 г. зданий и сооружений [4].

По причине горнодобывающего комплекса происходят землетрясения и горные удары. Установлено существование четкой связи между масштабами горных работ, складированием на поверхности отходов добычи и переработки и проявлениями горного давления в динамической форме.

С 1970 г. зафиксировано более 400 горных ударов. Только в 1978–1990 г. на рудниках ПО «Апатит» произошло свыше 20 горных ударов. Сила удара на Кировском руднике 16 апреля 1989 г., который классифицирован как техногенное землетрясение, достигала 5,5–6 баллов. Это землетрясение, записанное сейсмическими станциями Скандинавских стран и европейской части СНГ, вызвало нарушение зданий в г. Кировске и пос. Ку-

кисвумчорр. Горно-тектонический удар 5 января 1995 г. на руднике № 2 АО «Сильвинит» спровоцировал землетрясение с эпицентром, разрушил междокамерные целики, вызвал оседание поверхности на глубину 4,8 м и массовое обрушение более 3 млн м³ пород на площади 600×500 м.

Предприятия России выдают на земную поверхность более 1,3 млрд м³ сточных вод в год. В виде взвесей выбрасываются тысячи тонн комплексных руд. Примером служат оловянные рудники Дальнего Востока, образующие ореолы рассеяния металлов и нарушающие природное геохимическое равновесие [1]. Отвальные воды содержат медь, железо, серу в концентрациях, соизмеримых с их содержанием в рудах, а концентрации цинка и кадмия превышают эти величины.

Сточные воды загрязнены веществами, большинство из которых токсичны, солями тяжелых металлов, мышьяком, фтором, ртутью, сурьмой, сульфатами, хлоридами. В озере Кыллах-Кюэль вблизи отвалов рудника Комсомольский содержание меди, никеля и кобальта превышает ПДК, соответственно в 1650, 3150 и 640 раз.

Ежегодно только в цветной металлургии России потребляется около 1200 млн м³ пресной воды. Расход воды обогатительной фабрики составляет от 100 до 1000 м³/ч. Потребление воды горнодобывающими предприятиями доходит до 10 м³ на 1 т добытого полезного ископаемого. За период с 1950 по 1990 г. расход воды возрос в 3,5 раза. Для технологических целей расходуется дефицитная пресная вода. В то же время горные объекты выдают на поверхность сотни и тысячи кубических метров грязной воды, которая дренируется литосферой.

На долю добычи и переработки минерального сырья приходится до 80% антропогенного воздействия, поэтому комплексное оздоровление экосистем начинается с модернизации этих технологий.

В результате антропогенного вторжения в литосферу ее участки переходят в новое состояние. Возникают деформации, затрагивающие массивы горных пород и земную поверхность. Раз-

витие этих процессов активно нарушает равновесие элементов окружающей среды.

Техногенные изменения подразделяют на обратимые, когда первоначальное состояние объекта после прекращения воздействия восстанавливается, и необратимые, когда восстановления не происходит.

Нарушение водоупорных оснований горизонтов глубинных вод, попавших в зоны обрушения, разломов и активных трещин, приводит к дренажу подземных вод в выработки. Реакция на это выражается в создании системы активного водоотлива. Удаление подземных вод из зоны горных работ приводит к формированию воронки депрессии, охватывающей толщу налегающих пород до земной поверхности.

Откачка подземных вод может привести к потерям стока вплоть до исчезновения мелких водотоков в пределах образующейся воронки депрессии, экологический вред чего очевиден. Так как откачиваемые воды сбрасываются в ту же гидросеть, то ресурсы поверхностных и подземных вод перераспределяются во времени, по площади речного бассейна и в толще осушаемых пород.

Экологическую проблему представляет собой изменение качества водотоков под влиянием вод, загрязненных в технологическом цикле предприятия. Под загрязнением понимают насыщение вод вредными веществами в количествах или сочетаниях, превышающих ассимиляционные способности экосистем. В отличие от загрязнения под засорением принято понимать поступление в водную среду нерастворимых примесей, не изменяющих химический состав воды.

Механизм техногенного загрязнения природных систем работает в трех экологических блоках:

- предприятия, в которых производятся техногенные вещества;
- реки и ручьи, которые транспортируют загрязнители;
- экосистемы, в которых техногенные вещества накапливаются и преобразуются.

При разработке месторождений инструментом загрязнения экосистем являются шахтные воды, насыщенные загрязнителя-

ми, которые по характеру можно разделить на органические, механические и химические. Транзитная среда для них одинакова, а депонирующие среды – разные, что обуславливает биологическое ранжирование качества сбрасываемых вод дифференцировано для каждой группы техногенных примесей.

По отношению к органическим загрязнителям природные экосистемы обладают восстановительными свойствами и самоочищаются путем деструкции органических примесей и превращения их в минеральные соединения углерода и азота за счет метаболической деятельности аэробных микроорганизмов и автотрофных нитрифицирующих бактерий.

Механизм естественной очистки природных вод от механических минеральных взвесей включает в себя гравитационное осаждение твердых частиц и фильтрацию вод через водную растительность. Зоны загрязнения имеют пределы, обусловленные законами гравитационных, биохимических и физических процессов. Восстановление природного состава и свойств воды происходит, поэтому регламентация механических загрязнений производится по способности к естественному самоочищению.

Химическое загрязнение экосистем стоками в виде тяжелых металлов, хлоридов, неорганических кислот характеризуется другими факторами. Действием этих веществ жизнедеятельность экосистем лишается функции ассимиляции. В этом случае депонирующая среда отсутствует, поэтому размеры зоны загрязнения экосистем определяется процессами перемешивания и разбавления химических веществ. Внешняя граница зоны загрязнения может быть проведена по превышению концентрации каждого вещества относительно природного содержания в районе месторождения. Воздействие химических загрязнителей носит длительный характер и обладает кумулятивным эффектом.

Воздействие горных работ на окружающую среду достигло критического уровня, превышающего восстановительные силы природы. Дальше него начинается разрушение экосистем. Существующая обстановка является результатом многолетнего экстенсивного развития горнодобывающей промышленности, доля которой составляет не менее 20%.

Основными показателями сохранности окружающей среды являются санитарно-демографическая характеристика, физическое развитие биоты, заболеваемость, сдвиги в функциональном состоянии, а также комплексные показатели.

Недостаток методик оценки воздействия на окружающую среду состоит в том, что экологическим факторам уделяется второстепенное значение. Хозяйственная и природоохранная деятельность горных предприятий не увязаны. Затраты на защиту окружающей среды носят компенсационный характер и инвестируются по остаточному принципу.

Взаимовлияние технологии и окружающей среды должно быть прямым, так как природные ресурсы – один из элементов экосистемы.

Критерием оценки воздействия технологии на окружающую среду должна быть степень ее природоохранности. Критическое значение предельно допустимых концентраций вредных веществ многократно превышает и никогда предприятие не компенсирует действительного нанесенного ущерба. Для определения действительного ущерба многие предприятия просто не имеют технических возможностей. Нормирование количества загрязнителей не решает проблемы охраны окружающей среды, и экологические конфликты заинтересованных сторон возникают при реализации технологий всегда.

Любая технология угнетает окружающую среду, вызывая в ней необратимые изменения, которые создают прямую и непосредственную угрозу для их жизнедеятельности и даже существования.

Объекты реализуемой технологии в рамках окружающей среды преследуют интересы только добычи минерального сырья в короткое время и не ориентированы на оценку долгосрочного ущерба окружающей среде в силу несовершенства существующих представлений о ней.

Основу подхода, обеспечивающего получение планируемых экономических показателей с минимизацией экологического ущерба, составляет положение о том, что без экологической устойчивости региона не может быть экономического благополучия.

Согласно классификации М. Накао (Япония) негативные воздействия горного производства на окружающую среду разделены на следующие группы:

I – осадка земной поверхности вследствие образования подземных пустот и полостей при подземной добыче полезных ископаемых ;

II – ущерб сельскому хозяйству и рыболовству от вредного воздействия шахтных вод;

III – ущерб сельскому хозяйству и лесоводству от газовых выбросов;

IV – ущерб живым существам, земной поверхности из-за образования терриконов, отвалов, отстойников шахтных вод и складирования отходов.

Вредное воздействие горного производства, связанное с изменением состояния и режима грунтовых вод, осаждением пыли и выбросов в атмосферу, продуктов ветровой и водной эрозии, проявляется практически во всех отраслях народного хозяйства, что приводит к ухудшению качества земель в районе горных работ. При этом происходит уничтожение растительности, снижение продуктивности сельского и лесного хозяйства, сокращение численности диких животных, продуктивности животноводства и рыбного хозяйства.

В настоящее время в атмосфере находится около 20 млн т взвешенных частиц (аэрозолей), которые из-за различного уровня промышленного развития стран распределяются следующим образом: на Северное полушарие приходится около 93% всех выбросов в атмосферу, причем около 90% этих выбросов концентрируются на 8–10% поверхности материков (часть Европы, Северной Америки и Японии). Установлено, что если темпы загрязнения атмосферного воздуха не снизятся, уровень загрязнения воздушной среды окажет существенное воздействие на климат Земли.

Кроме пылегазового загрязнения атмосферы процессы при разработке месторождений полезных ископаемых в большинстве случаев сопровождаются интенсивным шумообразованием.

При открытой разработке месторождений высокие шумовые импульсы, распространяющиеся на большие расстояния, наблюдаются при производстве массовых взрывов. Производство взрывных работ при разработке месторождений полезных ископаемых сопряжено с возникновением в воздушной среде ударных воздушных волн (УВВ). Ударная воздушная волна распространяется со скоростью, превышающей скорость звука, на значительное расстояние, оказывая воздействие на человека и окружающую среду.

Уровень шума при отсутствии средств борьбы с ним значительно превышает допустимые нормы (особенно при производстве взрывных работ). Шум является не менее опасным для окружающей среды, чем загрязнение воздуха, воды и почвы. Шум вызывает ухудшение гигиенических условий труда и быта людей в населенных пунктах, окружающих горные работы. Мощными источниками шума являются также вентиляторы главного проветривания, компрессоры и т.п., загрязняющие воздушную среду на большие расстояния.

2.4. Воздействие горных работ на воздушную среду

В ходе научно-технической революции масштабы воздействия загрязнений на природу превысили ее восстановительный потенциал. Объем загрязняющих веществ в экосферах непрерывно растет. Окружающая природная среда изменяется в региональном и локальном измерении.

Значительная часть месторождений нефти и газа содержит сернистые соединения. С ростом объемов потребления природного газа с большим содержанием сероводорода доля сероводорода и других сернистых соединений в загрязнении окружающей среды увеличивается.

У природы огромные возможности для самоочищения:

- осаждение, чистка и рассеивание загрязнений в высоких слоях атмосферы;
- вымывание и растворение в водоемах;

– нейтрализация в химических и биохимических процессах и др.

Но количество и качество вредных выбросов значительно превышает защитные возможности природы по самоочищению и создает глобальную угрозу населению планеты.

Количество антропогенной серы, поступающей в окружающую среду, сравнимо с объемом серы природного происхождения. В отдельных районах, где добывается и перерабатывается природный газ с повышенным содержанием сероводорода, соотношение выбросов сернистых веществ антропогенного и природного происхождения уже в пользу антропогенного.

К наиболее распространенным загрязнителям атмосферы при добыче, подготовке, транспортировке и переработке нефти и газа, а также при их сгорании относятся сернистый ангидрид, сероводород, окислы азота, углеводороды и механические взвеси.

Выбросы этих веществ происходят при аварийном фонтанировании, опробовании и испытании скважин, испарениях из мерников и резервуаров, разрывах трубопроводов, очистке технологических емкостей, на установках комплексной подготовки и очистных сооружениях. Загрязнения выделяется с открытых поверхностей очистных сооружений: песколовки, нефтеловушки, прудов дополнительного отстаивания, фильтров, аэротенков.

В парообразном состоянии большой объем нефти и конденсата удаляется в атмосферу через неплотности оборудования и арматуры.

Источниками сернистого ангидрида, окиси углерода, сажи являются факельные системы, на которые подаются вредные газопарообразные вещества из технологических установок, коммунаций и предохранительных устройств для сжигания при невозможности их использования на месте. На долю сжигания нефти и нефтепродуктов приходится до 30%.

В атмосфере газ распределяется крайне неравномерно. В промышленных районах концентрации его составляют $0,00001$ – $0,0001$; для сельских районов $0,000001$; для морей и океанов 10^{-7} – $10^{-8}\%$. Эта неравномерность обусловлена относи-

тельно небольшой продолжительностью существования сернистого ангидрида и неравномерным распределением основных источников – промышленных районов. Над континентальными областями в течение 10 ч. сернистый ангидрид распространяется в нижней тропосфере на расстоянии до 500 км. В загрязненной атмосфере продолжительность существования и ореол распространения уменьшаются [10].

В атмосфере сернистый газ превращается в сульфаты и сернистую кислоту, особенно быстро в присутствии аммиака. С ростом влажности воздуха количество серной кислоты увеличивается.

Выбросы сероводорода определяются процессами деструктивной переработки нефти и очистки природного газа. Вредное влияние на человека сероводород проявляется при концентрации – $0,008 \text{ мг/м}^3$. В зоне выбросов содержание его выше указанной концентрации.

Выбросы в атмосферу окислов азота происходят при сжигании топлива как за счет азота, содержащегося в топливе, так и при реакции атмосферного азота с кислородом воздуха.

Содержание окислов азота в нижней тропосфере около $2-5 \times 10^{-7}\%$ и представлено в основном окисью азота. Существование окислов азота в атмосфере при фоновых концентрациях – до 4 сут. и зависит от содержания углеводов.

При испарении нефти и нефтепродуктов в атмосферу поступают от 20 до 100 млн т углеводов. В их составе выделяют насыщенные (парафиновые), нафтеновые и ароматические углеводороды. Максимальная концентрация углеводов над сушей достигает 10^{-4} , а над океаном – 10^{-5} г/м^3 .

Выделяющаяся в процессах добычи минерального сырья даже нетоксичная пыль влияет на здоровье людей и фауны. Предельно допустимые среднесуточные концентрации пыли в воздухе равны 0,1, а разовые – $0,5 \text{ мг/м}^3$.

Нефтяная, газовая и нефтеперерабатывающая промышленности являются источниками специфических загрязнителей атмосферы:

- углеводов, выделяющихся при хранении и транспортировке нефти и нефтепродуктов;

- окиси углерода и др. загрязнений, образующихся при сжигании в факелах;
- отходящих газов регенерации с установок каталитического крекинга.

Источниками газовой выделенности на объектах газовой промышленности являются скважины, газопроводы, аппараты, факелы, предохранительные клапаны, емкости, дымовые трубы и постоянно действующие свечи, аварийные выбросы.

Нефтеперерабатывающей промышленностью в атмосферу выбрасывается в год более 1,5 млн тонн загрязняющих веществ (3,83 кг на 1 т перерабатываемой нефти), а сброс вод достигает 17 млн м³ (из них – 3 млн м³ без очистки). Объем сжигаемого в факелах нефтяного газа составляет около 11 млрд м³ (столько потребляется и населением России).

Горная промышленность ускоряет обмен газообразными продуктами техногенной деятельности, т.к. в процессе добычи минерального сырья высвобождаются природные и техногенные газы. Только в угольных месторождениях России, Украины и Казахстана до глубины 1700 м содержится около 17 трлн м³ метана (в Кузбассе – 13, Печоре – 1,9, Донбассе – 1,2 и Караганде – 0,5 трлн м³).

Горение терриконов угольных шахт (горят 58% отвалов) приводит к поступлению в атмосферу в течение суток в среднем 10,8 кг СО, 5–6 кг SO₂, 0,6 кг H₂S и NO₂ с 1 м² поверхности. В 1996 г. предприятиями угольной отрасли выброшено в атмосферу 650,8 тыс. т вредных веществ (в том числе 377,9 тыс. т метана). Около 50% приходится на АО «Воркута-уголь».

Под действием выбросов меняются параметры атмосферы: баланс углекислого газа и метана; соотношение газовой, жидкой и твердой фаз; озоновый слой; активность температурной инверсии.

Источником загрязнения атмосферы являются массовые взрывы на карьерах, при которых образуется пылегазовое облако объемом 15–20 млн м³, а высота подъема выбросов достигает 1500–1600 м. Пылегазовое облако распространяется на значительные расстояния: при массовых взрывах концентрация пыли

в воздухе на расстоянии 1,0–1,5 км в течение часа составляет 6–10 мг/м³. Из такого облака в радиусе 2–4 км рассеивается от 200 до 500 т мелкодисперсной пыли, содержащей 93–99% частиц размером менее 5 мкм. Интенсивность выпадения пыли достигает фоновых величин только на расстоянии 3–10 км [3].

Техногенный выброс пыли, содержащей соединения металлов, в десятки раз превышает выбросы от природных источников (вулканы, пожары, ураганы и т.п.).

Добыча угля в мире сопровождается выделением в год 30 млрд м³ метана и 20 млрд м³ углекислого газа. На шахтах СНГ в год выделяется до 15 млрд м³ метана, по шахтам России – около 7,5 млрд м³ (в том числе 0,7–0,8 млрд м³ – дегазационными системами с концентрацией метана 10–60%, 6–7 млрд м³ – вентиляционными системами шахт с концентрацией 0,1–1%). Содержание метана в атмосфере увеличивается на 1% в год, что создает дисбаланс между объемами его выделения и разрушения. Опасны газовые отходы технологического производства, такие как сернистый газ и другие соединения серы, оксиды углерода и азота, составляющие более 1 млрд тонн в год.

Запыленность воздушного бассейна в районе деятельности горных предприятий в мг/м³: на рудниках Кривого Рога 0,3–1,2; Урала 0,3–2,1; Джезказгана 1–2,5; Зырянском 0,9–3; «Молибден» 0,9; Квайсинском 1; Иультинском 1,3; рудниках Балхашского ГМК 1,5–2,9; Садонском и Архонском 1,3–2; «Ингулец» 1,5–3 (при ПДК 0,5) [3].

Отходы уранового производства загрязняют атмосферу короткоживущими продуктами распада радона-222. Наибольшую опасность представляют рудные склады, отвалы забалансовых руд и пород, где радон и аэрозоли разбавляются воздухом. Размеры зон загрязнения промплощадок достигают 500–600 м. Количественно уровень загрязненности составляет $(18,5–25)10^{-2}$ Бк/л на расстоянии 100–150 м с наветренной стороны и $(3,1–11,1)10^{-2}$ Бк/л – на расстоянии 200–250 м с подветренной. Влияние хвостохранилищ переработки руд на окружающую среду соизмеримо с выбросами АЭС и намного превышает влияние урановых рудников [40].

Предприятия нефтяной и газовой отрасли выбрасывают в атмосферу углеводороды и их производные (48%), сероводород, оксиды серы, углерод (33%) и азот, токсичные газы и пыль (20%). В России ежегодно отраслью выбрасывается в атмосферу вредных веществ ~1650 тыс. тонн. Основная доля выбросов (98%) приходится на жидкие и газообразные вещества. Ежегодно теряется или сжигается в факелах ~7,1 млрд. м³ нефтяного газа (около 20% извлекаемого при добыче нефти газа).

Разработка месторождений полезных ископаемых сопровождается загрязнением атмосферного воздуха. Источниками загрязнения являются газопылевые выбросы из подземных горных выработок, открытых горных выработок, породных отвалов и складов полезных ископаемых. В атмосферу Земли из подземных горных выработок шахт и рудников ежегодно поступает около 0,2 млн т пыли. При внезапных выбросах газа или аварийных ситуациях (взрывах метана или пыли, подземных пожарах) концентрация газообразных примесей в выдаваемом на поверхность рудничном воздухе многократно возрастает. Таким образом, рудничный воздух, выдаваемый на поверхность, значительно загрязняет атмосферную среду. При добыче 2025 млн т угля в 4033 шахтах различных стран мира сопровождалось выделения около 27 млрд м³ метана и 16,8 млрд м³ диоксида углерода.

Например, годовой экономический ущерб только от загрязнения воздуха в США в конце прошлого столетия по расчету оценивался в 25 млрд долл.

Существенными источниками загрязнения воздушного бассейна являются породные отвалы. Загрязнение воздушной среды происходит при эрозии, окислении и горении углесодержащих пород.

Самовозгорание отвалов происходит на шахтах, где ведется разработка угольных пластов с выходом летучих веществ более 20% и содержащих более 3% серы. Так объем загрязняющих атмосферу «пожарных» газов, выделяющихся 1 м² поверхности горящего отвала, достигает 180 м³/ч.

В 80-х годах на 17 600 угольных шахтах мира горело свыше 4 тыс. Горение породных отвалов в России за последнее время значительно сократилось.

Большое количество углекислого газа поступает в атмосферу в результате сжигания угля, нефти, природного газа, горючих сланцев, торфа и дров, а также при лесных пожарах и извержениях вулканов.

Подсчитано, что в настоящее время в атмосфере находится $2,3 \cdot 10^{12}$ тонн углекислого газа, а к 2010 г. его объем составит 4000 млрд т.

Наиболее интенсивным источником загрязнения атмосферы являются открытые горные работы. Загрязнение атмосферы происходит при массовых взрывах, сопровождающихся большими пылегазовыми выбросами, а также выхлопными газами машин с двигателем внутреннего сгорания и газами, выделяющимися из полезных ископаемых и вмещающих их пород. Так, при массовом взрыве на карьере в воздух при одном взрыве выбрасывается на значительную высоту до 100–200 т пыли. Взрывы зарядов ВВ связаны с поступлением в воздушную среду не только пыли, но и значительного количества газообразных продуктов. Заряды массовых взрывов часто достигают тысячи тонн, при этом в атмосферу выбрасывается от сотен до тысячи кубометров вредных газов.

О масштабах этих работ говорит тот факт, что только в течение 1 года на карьерах КМА было израсходовано более 33 тыс. т взрывчатых веществ. Только один массовый взрыв в карьере может рассеивать в радиусе 3–4 км до 800 т пыли и до 700 м³ газов. К выбросам пыли при взрывах добавляется и пыление незадернованных отвалов. По данным НИИ КМА, вокруг промышленной площади Лебединского ГОКа на удалении 150 и 300 м ежегодно оседает пыли соответственно 607 и 469 кг/га.

Самые интенсивные источники загрязнения воздушной среды – углебрикетные и обогатительные фабрики. Так, брикетные фабрики ежегодно выбрасывают в атмосферу до 35 млрд куб. м. загрязненного воздуха. В нем содержится более 30 тыс. т угольной пыли. А в газопылевых выбросах углеобогатительных фабрик, объем которых определяют в 100 млрд куб. м, содержится около 35 тыс. т угольной пыли и 3,5 тыс. т сернистого ангидрида.

2.5. Воздействие горных работ на водную среду

Источником загрязнения на горных и геологоразведочных предприятиях являются воды, стекающие с поверхности породных отвалов, атмосферные воды, загрязненные в процессе эрозии пород и подлежащие удалению с земельных отводов. Горные предприятия нередко располагаются на берегах водных магистралей и сбрасывают в них токсические вещества (рис. 13) [6].

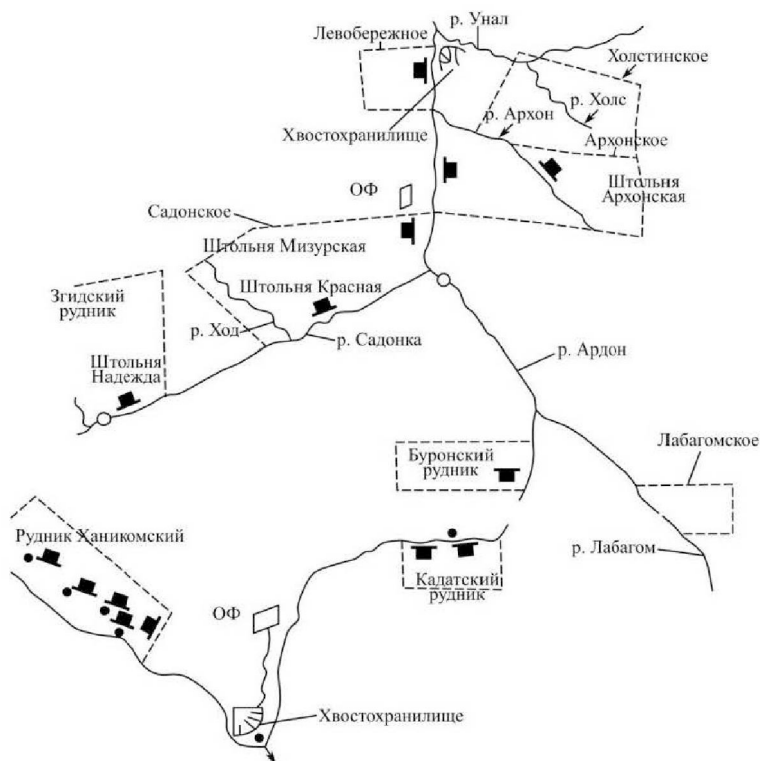


Рис. 13. Размещение горных предприятий Садонского комбината на берегах р. Ардон (Северная Осетия)

Производство горных работ оказывает существенное влияние на гидрогеологию местности. Гидрогеологические изменения происходят за счет дренажа горных выработок, деформации по-

верхности, сооружения отвалов, отстойных водоемов, смещением русел рек, строительством водоемов и гидротехнических сооружений.

Так, при бурении разведочных скважин количество и загрязнение сопутствующих вод зависит от геологических и гидрогеологических характеристик пересекаемых скважинами пород, параметров скважин и в относительно небольшой мере от географических и климатических условий.

При эксплуатационной разведке россыпных месторождений с помощью гидравлического способа проходки траншей происходит значительное загрязнение воды породной взвесью, причем особенно сильно при наличии в песках тонкодисперсной пыли.

При незначительном количестве разведочных работ (бурение неглубоких скважин, проходка мелких шурфов и канав) сточные воды практически не оказывают существенного влияния на загрязнение водоемов и водотоков, а рассредоточиваются на локальных участках поверхности, увлажняя почвенный слой и испаряясь.

Предприятия горнодобывающей промышленности оказывают более существенное влияние на состояние природной сферы. Основными составными частями промышленных сточных вод действующих горнодобывающих предприятий являются шахтные (карьерные) воды, а также стоки атмосферных вод, загрязнение вследствие водной эрозии отвалов пустых пород и некондиционных полезных ископаемых.

При геотехнологических методах разработки технологические воды широко используются для растворения, выщелачивания и транспортировки полезных ископаемых. В данном случае эти воды не могут рассматриваться как загрязнители. К ним относятся химические ингредиенты, остающиеся в недрах, и водные отходы переработки «рассолов», выдаваемых на поверхность.

Сточные воды горных предприятий имеют повышенную кислотность, щелочность, соленость, жесткость и мутность, загрязнены твердыми коллоидными частицами пород и полезных ископаемых, обогащены химическими веществами и содержат органические и бактериальные загрязнители.

Месторождения КМА в течение длительного времени не разрабатывались из-за большой обводненности пород (за этот период были проведены крупномасштабные мероприятия по осушению). Так, из Лебединского карьера через сеть скважин и выработок непрерывно откачивалось 2100–2200 м³/ч подземных вод, а из карьера – более 660 м³/ч.

На Михайловском карьере при многолетней откачке воды через дренажные выработки в объеме 850 м³/ч уровень подземных вод в породах, подлежащих вскрыше, понизился на 40 м. Изменения режима подземных вод с заметными последствиями на растительный покров земной поверхности отмечаются на расстоянии 50–60 км от карьеров; вопросы водоснабжения предприятий населения района перерастают в серьезную проблему.

На карьерах Германии откачивалось воды в несколько раз больше, чем добывалось угля. Так как вокруг карьеров Нидерландов понижение уровня грунтовых вод сказалось на состоянии лесов и в ряде случаев на сельское хозяйство [10].

В районах месторождений, разрабатываемых открытым способом, наибольшее влияние на преобразование режимов поверхностных и подземных вод оказывают масштабы дренажных и водоотливных работ, взаимодействие поверхностных природных и технических водоемов с подземными водами. В подавляющем большинстве случаев карьерные сточные воды сбрасываются в поверхностные водотоки, так, например, около 70% вод, откачиваемых при осушении месторождений КМА и буроугольных месторождений Германии поступает в реки, резко меняя их водные режимы. При этом увеличение речного стока сопровождается истощением запасов подземных вод. Во многих горнопромышленных районах формируются обширные региональные депрессии грунтовых вод.

Карьерные воды, поступающие в технические водоемы – пруды, различного вида отстойники, могут оказывать существенное влияние на статические запасы и гидродинамические режимы подземных вод.

При открытой добыче полезных ископаемых из россыпных месторождений изменения водных режимов являются в первую очередь следствием предварительного осушения торфов и песков, осуществляемого при гидравлическом, бульдозерном и экскаваторном способах разработки с помощью руслоотводных и дренажных канав. Различные гидротехнические сооружения – канавы, дамбы, водоотстойники, располагающиеся на месте горных работ, а также гидравлические отвалы перераспределяют массы технологических вод (особенно значительные при гидравлических работах), вызывая изменение поверхностных и подземных водных режимов.

При дражной разработке разрез заполняется водой в количестве, необходимом для свободного маневрирования драги. В дальнейшем подача воды в разрез необходима для восполнения ее утечки от просачивания через плотину и стока, осуществляемого из карьера для осветления в нем воды. Дражные разработки характеризуются интенсивным влиянием на изменение режимов поверхностных и подземных вод.

В отдельных странах загрязнение водной среды во много раз превышает предельно допустимые концентрации. В озерах Скандинавии наблюдается резкое увеличение серы. Сильно загрязнены Рурский бассейн, некоторые промышленные центры США, Японии, Польши, Великобритании. Остро нуждается в охране р. Дунай, протекающая по территории 8 государств и собирающая воду с территории 11 стран.

Шахтные воды, поступающие в технические водоемы – пруды, отстойники, оказывают существенное влияние на статические запасы и гидродинамические режимы подземных вод. Гидротехнические сооружения на месте горных работ: канавы, дамбы, водоотстойники, а также гидравлические отвалы перераспределяют массы технологических вод, вызывая изменения поверхностных и подземных водных режимов.

Другое направление влияния добычи руды на поверхностные и подземные воды – накопление отходов обогащения (пульпы) в хвостохранилищах многих ГОКов. Из-за фильтрации воды из

хвостохранилищ под ними образовался купол высотой 25 м, в котором повышена минерализация воды вследствие загрязнения.

За счет утечки химически загрязненных производственных стоков вокруг хвостохранилищ возникают техногенные аномалии (рис. 14).

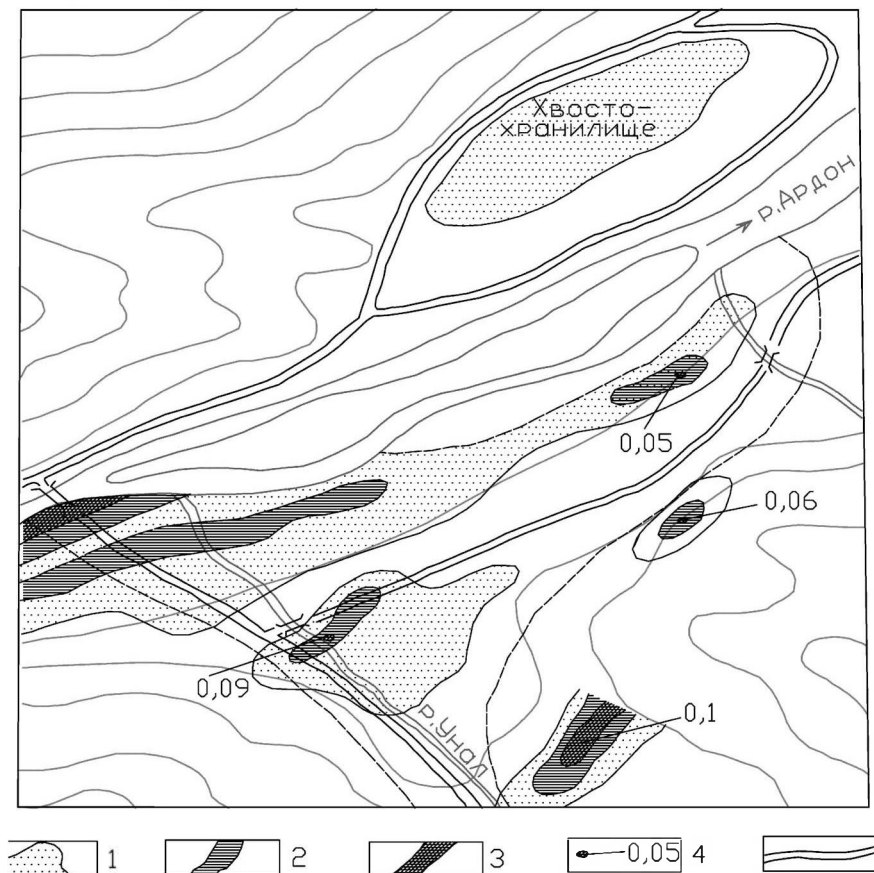


Рис. 14. Загрязнение почв в районе Унальского хвостохранилища свинцом:

1 – концентрация 0,02–0,05%, 2 – концентрация 0,05–1%, 3 – концентрация более 0,1%, 4 – количественный параметр загрязнения свинцом, %, 5 – автодороги

2.6. Воздействие горных работ на земную поверхность и недра

Нарушение экосистемокружающей среды: деформация структуры, ухудшение качества почвенного слоя, уничтожение травяного покрова, вырубка кустарников и деревьев происходит при производстве геологоразведочных работ [10].

Бездорожная транспортировка грузов на автомобилях высокой проходимости, а также на тракторах и перемещение буровых установок и геофизических самоходных машин по разведочным трассам приводит к сравнительно серьезным экологическим последствиям. Природа тундры ранима, нарушение почвенно-растительного покрова на бездорожных трассах сохраняется в течение многих лет, а некоторые участки не восстанавливаются совсем.

Использование в пустынях способа перевозки буровых вышек в неразобранном виде с одной промплощадки на другую приводит к серьезным негативным экологическим последствиям. Так, при продвижении вышки на 15 км нарушается до 100 га поверхности пустыни, появляется новый участок «мертвых» песков, соответственно сокращается кормовая база овец, рождаются кочующие барханы, погребаящие, в свою очередь, соседние пастбища, саксаульные леса, оазисы и поселки.

Большие последствия имеет проведение разведочных канав – открытых горных выработок, используемых для вскрытия коренных пород и полезных ископаемых, залегающих на небольшой глубине от поверхности. Объемы работ по проведению разведочных канав довольно значительны – в России ежегодно проходится более 20 млн м³ этих выработок. Проходка разведочных канав взрывом на выброс характеризуется наибольшими экологическими последствиями. В России проходка канав взрывом на выброс в настоящее время разрешается в исключительных случаях в труднодоступных районах при непродуктивных почвах.

Наибольшее влияние на нарушенность земель оказывают открытые горные работы, хотя и под действием подземной разра-

ботки многие тысячи гектар земель оказываются в так называемых зонах обрушения (сдвижения).

В России около 3 млн га земель уже нарушены горными работами. Расчеты показывают, что при нынешних темпах горных работ в ближайшее десятилетие агрессия горных работ увеличится.

Формы нарушения поверхности имеют вид канав, траншей, карьеров (разрезов, приисков), отвалов, впадин и т.п.. Что касается отвалов, то здесь выделяются следующие основные формы рельефа: валообразование, холмообразование, платообразование и др. Процессы, определяющие возникновение упомянутых рельефов, называются отсыпкой одноярусных отвалов, перевалкой вскрыши (экскаваторами, отвалообразователями, транспортно-отвальными мостами и т.п.).

Так, в Прокопьевско-Киселевском районе Кузбасса вследствие подземной разработки угля на подрабатываемых земельных участках ежегодно образуется до 5 млн куб. м провалов. Около карьеров КМА – Курской магнитной аномалии в радиусе 5–10 км образовалось множество балок и оврагов, вместимостью около 4 млрд куб. м.

Открытая добыча полезных ископаемых ведет к формированию техногенного рельефа; появляются новые положительные и отрицательные формы рельефа, активизируются экзогенные процессы. Крупнейший из железорудных карьеров области – Лебединский – достигает глубины 350 м, а размах «крыльев» – около 2,5 км.

Добыча в Старооскольско-Губкинском районе до 45 млн т руды в год привела к возникновению не только выемок глубиной 250–300 м, но и отвалов высотой до 40–60 м. В результате открытой добычи появились настоящие «горы» из пород вскрыши и отходов обогатительных фабрик.

В настоящее время только площадь прямого нарушения земель карьерами достигает 16 тыс. га. В масштабах области это немного – около 0,6%. Казалось бы, мало, но в масштабах двух районов – Губкинского и Старооскольского – это уже 5% территории – величина ощутимая!

Массовая разработка мела, песка, глины малыми карьерами, которых в области насчитывается более 300, хотя и не приводит к появлению антропогенного рельефа большого площадного распространения, но значительно усиливает агрессивность экзогенных процессов – оползневых, обвально-осыпных, просадочных, эрозионных и др.

Таким образом, добыча полезных ископаемых приводит к нарастанию пересеченности рельефа; он становится менее благоприятным для проживания и хозяйственной деятельности населения.

Нарушения поверхности происходят из-за расположения на них отвалов сухих хвостов обогащения и хвостохранилищ, которые через определенное время могут вовлекаться в повторную разработку.

Изменения, связанные с нарушением поверхности, отрицательно сказываются на ее биологических, эрозийных и эстетических характеристиках района разработки. Они вызывают гибель или деградацию растительного покрова; ухудшение качества, изменения структуры или вообще потерю плодородного почвенного слоя, т.е. с таким изменением форм рельефа, которые малопригодны для продуктивного использования в сельском и лесном хозяйстве. Лишенные растительного покрова нарушенные обнажения пород подвержены интенсивной водной и ветровой эрозии.

Открытые разработки месторождений характеризуются наиболее сборными ландшафтными нарушениями, причем значительная часть этих нарушений представляется в виде внешних отвалов вскрышных пород.

При этом каждый участок земли, нарушенной при открытой разработке месторождений, оказывает вредное влияние примерно на такой же участок площади прилегающей территории.

При подземной разработке месторождений ландшафтные нарушения характеризуются параметрами образующихся вследствие выработки, прогибов, впадин и провалов земной поверхности, их гидрогеологическими режимами и, кроме того, как и при открытой разработке особенностями природных отвалов. Появ-

ление впадин и выемок на земной поверхности приводит к изменению водных режимов и нередко к заболачиванию местности.

Процессы естественного восстановления растительных покровов, почв и рельефов нарушенных земель протекают медленно или вообще не могут быть эффективными и действенными, – нарушения земной поверхности, как правило, не исчезают и становятся устойчивыми техногенными формированиями.

Нарушение земной поверхности, в том числе и при производстве горных работ, приводит к смыву почвенного слоя, образованию ручьев, оврагов и пыльных бурь.

Существенное значение на окружающую среду оказывают заброшенные карьеры и подземные рудники.

В настоящее время ежегодный смыв почвы с поверхности Земли достигает около 134 т/км^2 , в Мировой океан смывается до 60 млрд т почвенного слоя.

Воздействие горных работ на недра проявляется в проведении горных выработок, извлечении минерального сырья и пустых вмещающих пород, возгорании полезных ископаемых, захоронении отходов производства. В результате ведения горных работ изменяется напряженно-деформированное состояние массива горных пород, снижается качество минерального сырья из-за потерь и разубоживания. В недрах при производстве горных работ образуются пустоты, происходит потеря устойчивости пород, приводящая к сдвигению массивов в земной поверхности.

При открытой разработке месторождений полезных ископаемых сдвигения горных пород значительно влияют на экономику добычи и безопасности труда рабочих.

Потеря устойчивости бортов и уступов связана главным образом с изменением напряженного состояния нетронутого массива, вызванного проведением горных выработок.

Деформации горных пород проявляются в виде: осыпи, обрушения, оплывины, просадки и оползни.

В процессе оползней бортов карьеров обрушаются большие массы горных пород, нарушающие нормальный технологический режим эксплуатации месторождений.

Например, в США на руднике Юнайтед Верде произошел оползень породного уступа объемом 380 тыс. м³. При его ликвидации было удалено около 4 млн м³ пустой породы. На Бингамском карьере (США) в результате сдвижения 16 млн м³ породы засыпало половину карьера и все находившиеся в нем механизмы. На карьере Германии оползание отвалов привело к разрушению транспортно-отвального моста.

В России при ликвидации оползня на Магнитогорском карьере потребовалось отгрузить дополнительно около 2 млн м³ горной массы.

В этой связи вопросы сдвижения горных пород и земной поверхности приобрели большое значение в современных условиях интенсивного развития горного производства для охраны поверхностных сооружений, – выбора рационального и безопасного способа выемки запасов полезного ископаемого, а также сохранения земельного фонда и природного комплекса.

Разработка месторождений полезных ископаемых существенно влияет на рельеф местности, геолого-гидрогеологические и геохимические условия. В одних случаях изъятие горных пород из недр приводит к образованию отрицательных форм рельефа, остающихся на месте карьеров. Горные работы приводят к техногенным изменениям рельефа местности. Большие скорости оседания поверхности наблюдались в США, в районе Лонг-Биг близ Лос-Анджелеса скорость оседания поверхности достигла 200 мм в год при общей площади погружения территории, примерно равной 2700 кв. км².

Самое большое негативное воздействие горных работ на недра заключается в неполном использовании минеральных ресурсов. Большие потери минерального сырья при разработке месторождений происходят при селективной выемке, оставлении целиков, при производстве взрывных работ и обогащении полезных ископаемых.

Потери минерального сырья при разведке и разработке месторождений отрицательно влияют на эффективность горного производства. Установлено, что большой ущерб, наносимый предприятию при наличии 1% сверхнормативных потерь.

Значительные загрязнения недр происходят при захоронении в них отходов промышленности.

Так, в России в отработанные горизонты сбрасывают воды нефтедобывающей промышленности. В недра накачивают около 120 тыс. м³ рассолов и 1,8 млн м³ засоленных сточных вод в год.

В США имеются 246 полигонов подземного захоронения, при этом используют глубокие скважины до 3000 м и более, приемистость которых достигает 1800 м³ /сут. А в штате Нью-Мехико (США) действуют хранилища в солевой формации на глубине 580–825 м. В солевой шахте «АССЭ» (Германия) создано хранилище для радиоактивных отходов. В шахте имеется 130 залов, каждый размером 90×45×50 м, расположенных на 13 горизонтах.

Глава 3

ОХРАНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ ВЛИЯНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

3.1. Оценка загрязнения воздушной среды

Бурный рост научно-технического прогресса приводит к тому, что газовое равновесие в атмосфере нарушается. Эти нарушения выражаются в первую очередь в увеличении содержания CO_2 и снижении содержания кислорода. Общее количество кислорода в атмосфере ежегодно уменьшается на 10 млрд т. На сжигание различного вида топлива за год расходуется 23% кислорода.

В атмосферном воздухе содержится более 100 различных загрязнителей, для некоторых из которых установлены предельно допустимые концентрации (ПДК).

Природной пыли в мире за год выбрасывается $700\text{--}2200 \cdot 10^6$ т, а промышленной сопоставимое количество: $960\text{--}2615 \cdot 10^6$. Только за последние 10 лет запыленность атмосферы увеличилась на 20%. В промышленно развитых странах ежегодно выбрасывается в атмосферу около 30 млн тонн жидкого азота.

В результате хозяйственной деятельности человека в атмосферу ежегодно выбрасывается примерно 10 млрд т углекислого газа, до 250 млн т серы, до 3 тыс. т бенз(а) – пирена, ртути, мышьяка, свинец, кадмий, фенол, аммиак, хлор и др. вещества,

Загрязнение атмосферы канцерогенными и токсичными веществами влияет на здоровье людей, вызывая тем самым различные заболевания астмы, различные формы аллергии и ряд других заболеваний.

Самой загрязненной столицей Европы считаются Афины, высокая концентрация загрязнителей в воздухе этого города не

только опасна для здоровья людей, но служит причиной интенсивного разрушения памятников античной архитектуры.

В Азии наиболее загрязненным является воздух над промышленным центром Китая – Шанхаем: в этом городе огромное количество предприятий, не имеющих газоочистительных устройств, ежегодно выбрасывают в воздух миллионы тонн угольной пыли, сажи и диоксида серы.

Из-за загрязненности атмосферы прозрачность воздуха в горнодобывающих районах и крупных городах на 30–40% меньше, чем в сельской местности. Тем самым загрязненность влияет и на климатические условия.

Таблица 3

Загрязнение атмосферного воздуха газом

Виды работ	Основные причины загрязнения атмосферного воздуха газами
Геологоразведочные работы и строительство горных предприятий	Эксплуатация транспортных, технологических и энергетических машин с двигателями внутреннего сгорания Поступление в атмосферу воздуха из подземных и открытых выработок
Подземная разработка месторождений	Выдача из подземных выработок рудничного воздуха Миграция на поверхность газов, выделяющихся из массивов полезных ископаемых и пород Газо-выделение и горение породной массы в отвалах
Открытая разработка месторождений	Массовые взрывы при отбойке пород и полезных ископаемых Газовыделения из массивов полезных ископаемых и пород Эксплуатация транспортных и технологических машин с двигателями внутреннего сгорания Газовыделения из породных отвалов Пожары в карьерах и на отвалах

Интенсивность запыления воздуха городов может быть охарактеризована следующими цифрами: если в 100–150 км от го-

рода оседание пыли составляет 5–15 кг на 1 км² в сутки, то на территории городов оно увеличивается до 500–1500 кг/км² [1].

Горное производство запыленностью и загазованностью, поступление газообразных загрязнителей в атмосферу при горных работах характеризуется табл. 3.

3.2. Охрана воздушной среды от загрязнения газами

К мероприятиям по защите от загрязнения атмосферы газами относятся:

- выявление очагов выделения газов для установления границ опасных зон;
- газоизоляция и проветривание объектов, расположенных в угрожаемых или опасных зонах по метану;
- дренирование газов на пути их миграции посредством скважин и горных выработок.

При геологоразведочных работах целесообразно применение мероприятий:

- использование энергии рек и ветра;
- эксплуатация технологических машин с электроприводом.

Очистка рудничного воздуха целесообразна и с точки зрения комплексного использования минерального продукта, получаемого при утилизации загрязнителей.

Мероприятия по минимизации выделения газов из отвалов вследствие окисления пород и возникновения очагов горения включают в себя:

- рационализацию форм отвалов;
- послойный порядок формирования отвалов;
- уплотнение верхних и боковых поверхностей отвалов;
- проведение рекультивационных работ.

При ведении взрывных работ с использованием взрывчатых веществ с нулевым кислородным балансом обеспечивается снижение объема газообразных выбросов в атмосферу.

Комплекс мероприятий по снижению загазованности характеризуется табл. 4.

Таблица 4

Источник загрязнения	Мероприятия по охране атмосферного воздуха
Рудничный воздух, выходящий из подземных горных выработок	Очистка от вредных газообразных компонентов.
Уголь и породы, самовозгорающиеся в отвалах и терриконах	Проведение профилактических работ на формируемых отвалах и терриконах Тушение горящих отвалов и терриконов Применение специальных видов ВВ и материалов для забойки скважин. Замена взрывной отбойки механическим разрушением (рыхлители, бутобои)
Массовые взрывы	Нейтрализация выхлопных газов. Замена автомобильного транспорта другими видами транспорта
Автомобильный транспорт с двигателями внутреннего сгорания	Улавливание газов
Газообразные выделения из угольных пластов	

При эксплуатации автотранспорта и технологических машин с двигателями внутреннего сгорания выхлопные газы нейтрализуются до выхода их в воздушную среду путем каталитического окисления вредных компонентов. Нейтрализация обычно осуществляется с применением беспламенного каталитического дожига (окисление) при пропуске выхлопных газов через катализатор (палладий). Таким образом, достаточно хорошо нейтрализуется оксид углерода, альдегиды и углеводороды. Снижение вредных выбросов обеспечивается в результате нормализации работы двигателей при улучшении качества транспортных дорог.

3.3. Охрана воздушной среды от загрязнения пылью

Основным источником загрязнения атмосферы пылью являются процессы отбойки и взрывной доставки руд и пород в карьерах (рис. 15).

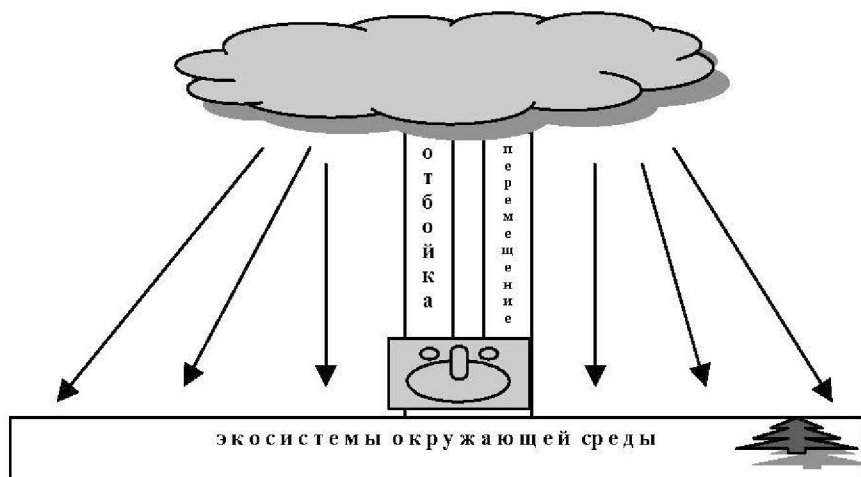


Рис. 15. Схема загрязнения атмосферы пылью

Загрязнение атмосферного воздуха минеральной пылью, кроме работ по добыче в рудниках и карьерах, происходит также при пожарах в угольных и серных карьерах. В табл. 5 приведены основные источники поступления минеральной пыли в атмосферу.

Таблица 5

Источники поступления минеральной пыли

Виды работ	Основные причины загрязнения атмосферного воздуха пылью
Геологоразведочные работы и строительство горных предприятий	Поступление в атмосферу воздуха из открытых и подземных выработок Эксплуатация дорог, не имеющих твердого покрытия
Подземная разработка месторождений	Выдача из подземных выработок рудничного воздуха Пылевыведение с породных отвалов Погрузочно-транспортные операции и дробление горной массы на поверхности
Открытая разработка месторождений	Эксплуатация в карьерах и на отвалах дорог, не имеющих твердого покрытия

Продолжение табл. 5

Виды работ	Основные причины загрязнения атмосферного воздуха пылью
	Массовые взрывы при отбойке пород и полезных ископаемых Бурение скважин, машинная выемка, погрузка, перевалка, дробление, транспортировка горной массы в карьерах и на отвалах Пылевыведение с породных отвалов и откосов бортов карьеров и взметание осевшей ранее в карьере пыли

При производстве горных работ применяются локальные мероприятия по охране атмосферного воздуха от минеральной пыли (табл. 6).

Мероприятия по снижению запыленности карьерного воздуха при транспортировке пород сводится к снижению интенсивности пыления при движении автомобильного транспорта на карьерных и отвальных дорогах путем связывания пылящих частиц или сбора активной фракции пыли [7].

На карьерах России широко применяется способ снижения пылевыведения за счет связывания пылевых фракций на дорогах вяжущими веществами – хлоритом кальция и мазутом, сульфатноспиртовой бардой.

В США на угольных карьерах для предотвращения пылевыведения на дорогах, связанного с движением 120-тонных автосамосвалов, на дорожное полотно ежедневно наносят укрепляющее вещество – кохерек, представляющее собой эмульсию на основе нефтяных масел. На карьерах США используют также эмульсию смол – паракошь.

Эффективным технологическим мероприятием, способствующим сокращению количества вредных примесей, выделяемых в атмосферу карьера, является циклично-поточная технология на основе конвейерной доставки руды, которая позволяет уменьшить объем автомобильных перевозок и количество единиц горнотранспортного оборудования.

Таблица 6

Источники загрязнения и мероприятия по охране атмосферы

Источник загрязнения	Мероприятия по охране атмосферного воздуха
Рудничный воздух, исходящий из подземных горных выработок	Очистка от пыли воздуха, выходящего из шахты, рудника. Подавление, связывание и улавливание пыли при выполнении технологических операций
Поверхность уступов, отвалов и хвостохранилищ (эрозия)	Изменение технологии отсыпки отвалов и их формы Гидропылеподавление поверхностей сооружений Применение покрытий из вяжущих веществ Рекультивация отвалов и хвостохранилищ
Массовые взрывы	Предварительное увлажнение массива Применение специальных видов забойки Замена взрывной отбойки отбойкой с использованием механических рыхлителей Применение бутобоев для вторичного дробления
Скважины (бурение)	Увлажнение массива, оснащение станков пылеулавливающими устройствами
Погрузочно-транспортные операции	Замена автомобильного и железнодорожного транспорта на трубопроводный Использование воды в твердом или жидком агрегатном состоянии Применение воздушно-механической пены
Автомобильные дороги	Увлажнение поверхности Использование покрытий из вяжущих веществ

Снижение пылевыведения при массовых взрывах может быть достигнуто путем совершенствования технологии взрывных работ, обеспечивающего сокращение выхода переизмельченных пылевых фракций, а также предварительного увлажнения породных массивов. Для снижения запыленности применяют внешнюю и внутреннюю забойку скважин. Перспективным является использование гидрогеля для забойки скважинных зарядов (гидрогель кремневой кислоты – студенистообразная масса, содержащая до 80–90% воды). Применение гидрогеля на карье-

рах Кривого Рога (Украина) показало высокую эффективность гидрогелевой забойки не только для снижения пылеобразования, но и для уменьшения количества выделяемых при массовых взрывах ядовитых газов.

На брикетных фабриках Германии выброс в атмосферу угольной пыли составляет 0,3–0,6% от массы брикетируемого угля. Здесь внедряются мероприятия по защите атмосферы от загрязнения, заключающиеся в трехступенчатой очистке воздуха от пыли и двух-, трехступенчатой газоочистке.

При открытой разработке месторождений полезных ископаемых теплый воздух поднимается от земли в вышележащие холодные области, унося с собой значительную часть загрязненного воздуха. Изредка слой теплого воздуха образуется над холодным воздухом вблизи земли, возникает температурная инверсия, следствием которой является нарушение циркуляции воздуха. В результате ядовитые выделения, не имея выхода вверх, скапливаются над землей.

В глубинах карьера, вследствие интенсивного газовыделения и пылеобразования, при определенных метеорологических условиях концентрация загрязнителей воздуха становится недопустимой и в отдельных случаях, несмотря на предпринимаемые технические меры, из-за «карьерного» смога горные работы прекращаются на длительное время.

Подобная ситуация имела место в России на ряде карьеров (Асбестовском, Коркинском, Сарбайском, Соколовском, Зыряновском и др.). Особенно часты температурные инверсии в зимнее время в районах Сибири; в эти периоды повышение температуры воздуха нередко превышает 2 градуса на каждые 100 м.

Для снижения запыленности практикуют насаждение сплошных защитных насаждений деревьев и кустарников между источниками загрязнения и охраняемыми объектами. Работы по озеленению увязывают с комплексом географических и метеорологических факторов.

Недостаточность профилактики загрязнения атмосферы при горноразведочных работах и добыче сказывается на биологиче-

ских ресурсах других стран. Так «кислые» дожди, вызванные выбросами в атмосферу двуокиси серы в основном в Европе и Северной Америке, снизили продуктивность многих озер, рек и лесов в странах, не имеющих источников этого загрязнения.

3.4. Охрана воздушной среды от загрязнения шумом

При производстве горных работ технические шумы также являются загрязнением воздушной среды. Шум оказывает влияние на жизненные функции горнорабочих, которые расплачиваются за него глухотой, нервными и сердечнососудистыми заболеваниями.

Шум раздражает, замедляет психические реакции, нарушает обмен веществ, вызывает утомление. Диапазон слышимых звуков для человека составляет от 0 до 170 дБ.

Человек часто сам создает себе вредные шумовые условия: 110–120 дБ (выступление оркестра современной музыки) – это болевой порог для слуха. Деграция же органов слуха начинается при 90 дБ, а разрушение органа слуха – более 130 дБ.

У горнорабочих, подвергающихся действию высокочастотного шума (90–93 дБ), гипертоническая болезнь обнаруживается в 2 раза чаще, чем у рабочих, находившихся в условиях с меньшей интенсивностью шума.

Шумовое загрязнение среды заключается в физическом воздействии, вызываемом вредным влиянием гармонических колебаний в воздушной среде. Источники шума весьма разнообразны – одни из них создают монотонный шумовой фон, другие характеризуются прерывистым или кратковременным шумовыми эффектами.

Основным источником шума является городской транспорт (80% общего шума), затем следуют промышленные предприятия, так как на производстве почти все механизмы создают шум.

Особенно опасен шум на горных работах – от проходческих комбайнов; на обогатительных фабриках – в цехах дробления пород; на металлургических заводах – в металлопрокатных цехах.

В России примерно 35 млн чел. (или 30% населения) подвержены существенному воздействию транспортного шума, превышающего нормативы.

Меры борьбы с шумом могут быть техническими и организационными. Технические методы основаны на снижении шума в месте его возникновения, ограничении зоны распространения и создании звукопоглощающей среды. Для этого прежде всего устраниают или заменяют шумящие технологические операции, проводят своевременный ремонт механизмов, применяют специальные устройства – глушители, а также виброизоляцию. Для поглощения звука создают звукоизолирующие и звукопоглощающие ограждения.

Для оценки шумового загрязнения города в России составляются карты акустического «климата»; в Канаде проводятся исследования в области составления «звуковых ландшафтов» территорий районов страны.

При открытой разработке месторождений мощными источниками производственного шума являются стационарные и передвижные энергетические и технологические машины и установки, транспортные средства и некоторые технологические процессы. Интенсивными периодическими источниками шума являются взрывные работы при проходке разведочных канав и траншей, а также при сейсморазведочных работах.

При ведении взрывных работ возникают воздушные ударные волны. Они формируются, кроме того, при взрывах метановоздушных и пылевых смесей и при обрушении пород в подземных горных выработках. Ударная воздушная волна распространяется со скоростью, превышающей скорость звука, на значительное расстояние, оказывая воздействие на человека и окружающую среду. При короткозамедленном взрывании зарядов ВВ формируются серии ударных воздушных волн, следующих одна за другой, и воздействие их проявляется в эффекте вибрации.

Мероприятия по защите от вредного влияния производственного шума заключаются в создании безопасных и комфортных условий труда работающих, а также формировании благо-

приятного «акустического климата» жилых районов, расположенных недалеко от горных предприятий.

3.5. Охрана воздушной среды от нефтегазового загрязнения

Для уменьшения загрязнения воздушного бассейна нефтегазодобывающими предприятиями предусматривают технологические и организационно-технические мероприятия:

- оптимизация параметров применяемых материалов, оборудования, трубопроводов, арматуры, средств КИП и автоматики, работающих в средах, содержащих кислые растворы;
- герметизация систем добычи и транспортировки углеводородов;
- применение систем автоматических блокировок и остановки оборудования при аварии;
- использование закрытой факельной системы для ликвидации выбросов углеводорода при продувке скважин и трубопроводов и ремонте технологических установок с последующим сжиганием газа в факелах.

При продувке скважин, выходящих из бурения, после капитального ремонта и при исследованиях снижение содержание сероводорода достигается уменьшением продолжительности продувки.

Для уменьшения загрязнения атмосферы углеводородами и попутными компонентами, содержащимися в газе, практикуется сжигание газа в факелах. Факельные газы стараются собирать в газгольдер для дальнейшего использования.

Наличие жидкой фазы в газах усложняет эксплуатацию факельных систем вследствие наличия жидкой фазы водородов при понижении температуры во время движения газа к факельному стволу. Жидкость перемешивается потоком газа и собирается или выбрасывается через факел. Газы легче воздуха не задерживаются в факельной системе и замещаются воздухом в результате противотока. Для предотвращения проникновения воздуха в факельную систему в нее постоянно подают азот или природный газ.

При эксплуатации факельных систем существует потенциальная опасность распространения фронта пламени до факельного ствола. На отводящих к факельному стволу газопроводах устанавливают огнепреградители, действие которых основано на гашении пламени в каналах.

Основное условие бездымного сгорания – хорошее смешивание воздуха, газа и пара, который подают через концентрические отверстия сопла, направленные в ядро пламени, и впрыскивают в сопло Вентури с подсосом воздуха.

Для дистанционного зажигания и контроля за наличием пламени факельные системы оснащают средствами КИП и автоматики.

Ведутся работы по созданию эффективных способов улавливания и утилизации загрязнений и разработки эффективных технологических процессов с замкнутым циклом. В перспективе меры по уменьшению опасности для окружающей среды, разработка методов снижения содержания серы в остаточном газе.

Увеличение выбросов серы в атмосферу в результате увеличения окиси углерода в реакционной печи нейтрализуется в каталитических конверторах. Повышенное извлечение серы из сероокиси углерода и сероуглерода обеспечивается в усовершенствованных катализаторах процесса Клауса.

Степень полноты защиты окружающей среды увеличивается при использовании системы диспетчерского телеуправления с непрерывным получением информации о выбросе серы в атмосферу, составе отходящих газов с установок и т.п.

В процессе «Таунсенд» обрабатываемый газ контактирует с водным раствором органического вещества типа триэтиленгликоля. В растворе одновременно происходит выделение кислых примесей и превращение сероводорода в элементарную серу. Получаемая сера сжигается в котле-утилизаторе с образованием сернистого ангидрида.

К недостаткам применяемых технологий относится то, что они очищают газы только от сероводорода и сернистого ангидрида, не извлекая других сернистых соединений.

В абсорбционных процессах отходящие газы пропускаются через печь дожига, в результате чего сернистые соединения превращаются в сернистый ангидрид, извлекаемый адсорбентами, и гидрид, извлекаемый абсорбентами. В процессе «Акваклаус» применяют щелочной раствор, который содержит фосфат натрия, для лучшего растворения сернистого ангидрида и образования Na_2SO_3 . После очистки газ содержит сернистого ангидрида менее $50 \cdot 10^{-6}$.

В процессе ФИН-2 для поглощения сернистого ангидрида используют аммиачную воду. Получаемый насыщенный раствор обрабатывают по восстановительному способу, а газ направляют в каталитический реактор для превращения в серу. В качестве абсорбента применяют водный раствор нитрата натрия и лимонной кислоты. Содержание сернистого ангидрида в газе после доочистки около 0,1%.

В процессе «Скот» осуществляется каталитическая гидрогенизация – гидролиз всех сернистых соединений до сероводорода. Процесс ведут при 300°C с использованием катализатора кобальта-молибдена, нанесенного на окись алюминия. После восстановления газ поступает в абсорбционную колонну. На выходе газ содержит около $300 \cdot 10^{-6}$ кг/сут. сероводорода и следы других сернистых соединений.

Оптимальный метод очистки должен отвечать требованиям:

- минимальное увеличение себестоимости основной продукции;
- минимальная площадь для расположения установки;
- использование недорогих и недефицитных реагентов;
- возможность автоматизации управления процессом.
- минимальное количество сернистых соединений в хвостах переработки.

Глава 4

ОХРАНА ВОДНОЙ СРЕДЫ ОТ ВЛИЯНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1. Оценка загрязнения водной среды

Воды на Земле много, но на 97% – это соленая вода океанов и морей и лишь на 3% – пресная. Из этих запасов три четверти почти недоступны живым организмам, так как эта вода «законсервирована» в ледниках гор и полярных шапках Арктики и Антарктики.

Потребность в воде у организмов очень велика. Для образования 1 кг биомассы дерева расходуется до 500 кг воды.

Цикл воды в биосфере до развития цивилизации был равновесным, океан получал от рек столько воды, сколько расходовал при ее испарении. С развитием цивилизации этот цикл нарушился. В результате полива сельскохозяйственных культур увеличилось испарение с суши. Реки южных районов обмелели, загрязнение океанов нефтью уменьшило количество воды, испаряемой океаном.

Прежде неисчерпаемый ресурс – пресная чистая вода – становится исчерпаемым. Из-за диоксинового загрязнения водоемов погибают люди. Вследствие проживания в отравленной среде распространяются экологически зависимые заболевания различных органов. У половины новорожденных, получивших даже незначительное дополнительное облучение на определенном этапе формирования плода в теле матери, обнаруживаются задержки умственного развития.

На планете ежегодно потребляется около 12% всех пресных водных ресурсов, перемещаются огромные массы поверхностных и подземных вод, изменяется природный круговорот воды. Человечество

век соединяет моря, трансформирует географию рек, создает огромные водохранилища, осушает болота, орошает безводные пустыни, откачивает из недр колоссальные объемы подземных вод.

В России различными водными путями соединены Белое, Балтийское, Черное, Каспийское и Азовское моря. В бассейнах рек Волги, Дона, Камы, Ангары и т.д. созданы водохранилища протяженностью до 700 км и шириной до 60 км. Суммарная площадь водохранилищ составляет более 1,5 млн км² (~1% суши). Снижение ресурсов пресных вод вызвано не столько увеличением их потребления, сколько загрязнением. Примерно 60% пресных вод России не могут быть использованы для питья.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами поверхностных вод России являются нефтепродукты, фенолы, легкоокисляемые органические вещества, соединения металлов, аммонийный и нитритный азот.

Если суммировать общемировой сток производственных вод, насыщенных токсичными химическими элементами, то он уже превышает объем Амазонки – наиболее полноводной реки мира. Эта ситуация обусловлена господством стратегии естественной очистки вод от загрязнения.

Антропогенное загрязнение Мирового океана нефтепродуктами и химически активными отходами промышленности приводит к гибели фитопланктона на больших площадях, в результате чего существенно ухудшается газообмен и нарастает дефицит кислорода в водах и атмосфере.

Подавление жизнедеятельности фитопланктона сокращает выработку океаническими водорослями кислорода, доля которого в планетарном балансе весьма значительна (Океан дает около 50% кислорода, необходимого для жизни).

Масса воды составляет примерно 0,025% от массы Земного шара и определяется в 1,6 млрд куб. км. Запасы пресных вод не так уж велики: по последним данным составляют 35 млн куб. км, т.е. всего 2% от общих запасов воды на планете. Не случайно академик А.Е. Ферсман назвал пресную воду «самым важным минералом на Земле».

Основные запасы пресной воды сосредоточены в полярных льдах и снегах, айсбергах и горных ледниках. На долю традиционных источников водоснабжения – рек, озер и водохранилищ – приходится не менее 3% запасов пресной воды.

В России насчитывается около 550 тыс. рек. Общая их длина превышает 3 млн км, а ресурсы стока, формируемого в границах России, составляет около 3,2 тыс. куб. км.

Озер насчитывается 30 тыс., но около 92% запасов пресной озерной воды сосредоточено в одном только озере Байкал.

Запасы пресной воды не велики, а потребление воды растет год от года – и в быту, и на производстве. О размерах производственного водопотребления свидетельствуют следующие данные: для изготовления 1 т синтетического волокна затрачивается 2500–500 куб. м. воды, 1 т синтетического каучука – 2000, 1 т чугуна – до 200 куб. м.

Для использования в промышленности практически пригодны все воды гидросферы, т.е. воды рек, озер, каналов, водохранилищ, морей и океанов; подземные воды, почвенная влага, вода горных и полярных ледников, водяные пары атмосферы. Наибольший интерес для человечества представляют сравнительно ограниченные на Земле ресурсы пресной воды.

Эффективное использование водных ресурсов зависит от технического и технологического уровня производства, организации рационального хозяйствования. Так, в США в 2000 г. изъятия воды на промышленные нужды (без энергетики) по сравнению с уровнем 1990 г. более чем на 25% при одновременном увеличении безвозвратных потерь в 3,0 раза.

В процессе разработки месторождений Кривбасса (Украина) на поверхность выдается большое количество жидких отходов – объем выдаваемой на поверхность высокоминерализованной воды составляет 20–25% млн м³ в год, которая оказывает резко отрицательное влияние на окружающую среду. Между тем значительная часть этой воды с большим эффектом может быть использована в народном хозяйстве в качестве технических солей, минерального питания животных и т.д. На этих предприятиях разработаны эффективные технологии использования жидких отходов.

Климат и погода на Земле также во многом зависят и определяются наличием водных пространств, а также содержанием воды в атмосфере. Наличие больших масс воды в крупных антропогенных водоемах, которая имеет высокую теплоемкость и пониженное альбедо, оказывает значительное влияние на формирование местных климатических условий.

Влага и снег накапливаются в лесах. Здесь снежный покров держится дольше по сравнению с полем, а тает медленнее, в результате чего уменьшается поверхностный сток, увеличивается инфильтрация снеговых и дождевых вод, усиливается питание грунтовых вод и улучшается водоснабжение растительности.

В ряде стран с развитой экономикой назревает угроза недостатка воды. Причины такого истощения – не только в неравномерном распределении водных резервов, но и в том, что вода после ее использования не очищается.

Уменьшение количества воды в водоемах суши определяется тем, что уровень Мирового океана повышается в среднем на 1,2 мм в год, что эквивалентно ежегодной потере суши 430 км³ воды. Причины этого обусловлены вырубкой лесов (каждую минуту с поверхности Земли исчезает 20 га лесов, главным образом тропических) и осушением болот, приводящих к уменьшению количества осадков.

Основные запасы пресной воды сосредоточены в полярных льдах и снегах, айсбергах и горных ледниках и только всего 3% – в реках, озерах и водохранилищах.

Проблема дефицита воды возникла в условиях растущего водопотребления на бытовые, сельскохозяйственные и производственные нужды при быстром росте народонаселения и бурном развитии промышленности.

Самый крупный потребитель воды – сельское хозяйство, на втором месте – промышленность и энергетика, на третьем – коммунальное хозяйство городов.

Огромное количество воды расходуется на орошение сельскохозяйственных территорий с возвращением части поверхностным и подземным стоком в гидрографическую сеть. Безвоз-

вратное водопотребление достигает 60% водозабора. Высокая продуктивность орошаемых земель стимулировала резкое увеличение их площади, составляющую более 230 млн га.

Хотя на орошаемые земли приходится лишь 1/6 часть площади посевов, они дают половину сельскохозяйственной продукции мира. Чтобы получить 1 т пшеницы, требуется 1500 т воды, 1 т риса – более 7000 т, 1 т хлопка – около 10000 т воды. Животноводческие комплексы также являются крупными потребителями доброкачественной пресной воды.

Для производства суточной нормы пищевых продуктов питания 1 человека требуется не менее 6 м³ воды.

Воздействие горных работ на подземную гидросферу путем миграции жидких отходов добычи и переработки минерального сырья достигает глубин 8 км, хотя чаще всего проявляется на глубинах до 100 м, и охватывает половину площади планеты. Устойчивое загрязнение имеют около 5% потребляемых подземных вод.

4.2. Охрана водной среды от загрязнения жидкими отходами

К основным задачам охраны водной среды от загрязнения жидкими отходами при разведке и разработке месторождений полезных ископаемых относится прогнозирование и предотвращение загрязнения и истощения подземных вод, имеющих хозяйственную ценность.

Объектом оптимизации являются процессы, формирующие гидрогеологическую обстановку горных предприятий, в том числе:

- гидрогеохимические и санитарно-технические процессы с химическим, физическим и биологическим загрязнением вод под влиянием сброса неочищенных сточных вод шахт, рудников и карьеров в поверхностные водоемы;
- осушение водоносных горизонтов и дренирование поверхности с нарушением взаимосвязи подземных и поверхностных вод и условий питания подземных вод, а также изменением структуры баланса подземных вод;

- взаимодействие осушительных сооружений с водозаборами подземных вод.

Мероприятия по охране природных вод от действия жидких отходов горного производства основываются на принципах:

- сохранение водных ресурсов и предотвращение нарушения состояния и качества вод;
- в случае неизбежности их нарушения – рациональное их использование;
- в процессе разработки месторождений и по ее окончании предусматривается восстановление качества и состояния с восполнением их запасов.

Качество пресных вод улучшают путем исключения или радикального ограничения перемешивания минерализованных вод, выдаваемых из подземных горных выработок на поверхность с водоемами.

По окончании разработки месторождений режим подземных и поверхностных вод восстанавливают. При открытой разработке месторождений восстановительные процессы протекают медленно, а при подземной относительно быстрее.

Основные направления охраны и рационального использования водных ресурсов при разведке и разработке месторождений полезных ископаемых:

- отделение атропогенного водооборота от природного изоляцией горного предприятия от подземных и поверхностных вод;
- применение схем оборотного водоснабжения;
- использование эффективных схем очистки жидких отходов.

Изоляция добычного поля от подземных и поверхностных вод осуществляется с помощью противифльтрационных завес, которые позволяют уменьшить и предотвратить водоприток в зону горных работ, сохранить ресурсы подземных вод, а также сохранить естественный режим подземных вод.

Противофильтрационные завесы нашли применение в России и в ряде зарубежных стран преимущественно при производстве горных работ.

На Украине этот способ был успешно применен при строительстве Подороженского Раздольского серного карьера. Длина баражной траншеи составила 11 м, ширина по низу в среднем 4 м, по верху 30 м.

Способ эффективно используется в Германии, например на одном из карьеров Лаузицкого буроугольного бассейна, в Польше, Венгрии и др. странах.

Экономическая целесообразность использования противofiltrационных завес при разработке месторождений и область их применения зависит от целого ряда геологических, гидрогеологических и горнотехнических факторов. Использование противofiltrационных завес требует во много раз меньше затрат на 1 м³ воды по сравнению со строительством и эксплуатацией поверхностных и подземных водохранилищ.

В технологически развитых странах реализуется система мер по охране водных ресурсов с целью предохранения попадания загрязненных вод в окружающую среду. Строятся мощные специальные очистительные сооружения (отстойники), основанные на принципе химической, биологической и других методах очистки вод от загрязнителей.

Сущность биологической очистки состоит в разрушении вредных веществ – загрязнителей микроорганизмами – бактериями.

Важным средством очистки является использование воды по замкнутому циклу: очистка воды и возврат ее в производство.

Осветление воды достигается путем отстаивания и фильтрования. При отстаивании взвешенные грубодисперсные минеральные частицы осаждаются под действием гравитационных сил; осаждение начинается при определенной скорости потока жидкости, в неподвижном потоке осветление осуществляется наиболее интенсивно.

При фильтровании взвешенные частицы задерживаются в фильтрах, мелкодисперсные и коллоидные частицы, содержащиеся в воде, медленно или совершенно не осаждаются даже в неподвижном потоке и не задерживаются на фильтрах. Поэтому

для осветления их в воду добавляют в небольших количествах коагулянты или флокулянты – реагенты, переводящие мелко-дисперсные и коллоидные частицы в относительно крупные хлопья, выпадающие в осадок или задерживаемые фильтрами.

На горных предприятиях России эксплуатируется 520 очистных сооружений, в том числе 300 прудов – осветителей и 180 типовых горизонтальных отстойников. Ежегодно из рудничных вод извлекают 1 млн м³ взвесей.

В технологических схемах наиболее широко применяют механические, химические и биологические методы очистки. Для нейтрализации кислых рудничных вод обычно используют известковое молоко, а щелочные воды подкисляют.

Основными направлениями охраны водной среды при производстве горных работ являются:

- создание бессточных технологических схем и способов очистки сточных вод;
- разработка технологических схем переработки отходов производства, в результате чего могут быть получены вторичные минеральные ресурсы;
- создание безводных технологических процессов;
- разработка комплексных систем водоснабжения, канализации и водоохраных мероприятий в масштабе промышленных регионов;
- защита водных объектов от нерегулируемого стока;
- освоение безотходных технологий производства;
- разработка автоматизированных систем контроля и регулирования состава природных и сточных вод.

Эффективен термический метод очистки особотоксичных сточных вод, который применяется в России на горно-обогаительных комбинатах.

На горных предприятиях России построены мощные специальные очистительные сооружения, основанные на принципах химической, биологической и других методах очистки вод от загрязнителей. Так, если на нефтеперерабатывающих заводах 30 лет назад расход свежей воды доходил до 6 м³ на тонну перерабатываемой нефти, то на современных заводах он снижен до 0,1–0,2 м³.

4.3. Охрана водной среды от загрязнения твердыми отходами

К наиболее распространенным ингредиентам промышленных загрязнений относятся элементы руд черных и цветных металлов – свинец, цинк, медь, молибден, ртуть и др., натрий, кальций, калий, гуминовые вещества. Из них самую большую опасность для органического мира водной среды и связанных с ней кругооборотов веществ других сред обитания организмов представляют металлы (свинец, цинк, ртуть и др.), которые отличаются высокой токсичностью. Накопленные в водной среде тяжелые металлы поступают в живые организмы.

Самым опасным загрязнителем окружающей среды являются радиоактивные элементы. Распадающиеся вещества могут накапливаться растениями и передаваться по пищевым цепям в дозах, опасных для живых организмов.

Твердые отходы горного производства представлены хвостами переработки полезных ископаемых, в которых содержание ценного компонента ниже, чем в исходном сырье. Твердая фаза хвостов представлена смесью минеральных частиц разной величины – от 3 мм до долей микрометра. Хвосты добычи угля характеризуются зольностью, которая достигает 70%.

Складирование и хранение хвостов требует затрат, изъятия из оборота сельскохозяйственных угодий, загрязняет атмосферу, поверхностные и подземные воды. В то же время хвосты содержат значительное количество металлов и редких элементов, извлечение которых традиционными методами экономически не рентабельно. Хвосты, содержащие даже незначительное количество меди, цинка, молибдена, кобальта и др. элементов, служат важным агрономическим сырьем. После извлечения ценных компонентов хвосты используются в качестве оснований и материалов для сооружений как закладочный материал при горных работах, в дорожном строительстве и для рекультивации земель.

Генеральным направлением охраны водной среды от загрязнения твердыми отходами горного производства является их ра-

дикальная утилизация. Практикой подтверждена возможность их рентабельной переработки с производством товарной продукции. Складирование твердых отходов требует затрат на принятие мер защиты от выветривания, окисления, вымывания, а также связанных с изъятием земель из сельскохозяйственного оборота.

При добыче руд загрязнение и разрушение окружающей среды, в том числе твердыми отходами, достигает значительных масштабов, а в условиях высокогорных территорий: Садонский свинцово-цинковый комбинат, рудники «Молибден» Тырнаузского ВМК, Урупский и Квайсинский проблема обостряется расчлененностью высокогорного рельефа и естественной изоляцией.

В районах деятельности рудников загрязненность водной среды превышает допустимые концентрации, а суммарный индекс загрязнения приближается к критическому уровню.

Неиспользуемые и складированные на поверхности геоматериалы подвергаются активному природному выщелачиванию атмосферными осадками с извлечением в раствор химических ингредиентов, в т.ч. тяжелых металлов. Хранилища твердых отходов располагают неподалеку от мест добычи и переработки.

Так, хранилища Садонского СЦК занимают земли по берегам реки Ардон и имеют высоту до 15 м и более метров. Хвосты представляют собой измельченную горную массу, по гранулометрическому составу близкую к мелкозернистым пылеватым пескам. В сухом состоянии пески легко раздуваются ветром, образуя облака пыли, создавая крайне неблагоприятные условия для экосистем. Естественное уплотнение и упрочнение горной массы с течением времени происходит слабыми темпами, травяной покров на ее поверхности развивается медленно, а песчаные бури угнетают растительность окрестностей. Разносу горной массы и образованию песчаных бурь способствуют ветры.

Традиционным направлением охраны среды от загрязнения твердыми отходами горного производства является закрепление поверхностного слоя хвостохранилища для устранения выдувания и развевания минеральных частиц, содержащих химические реагенты и новообразования солей.

Развивается направление вовлечения в переработку другого вида твердых отходов: бедного окисленного сырья с использованием комбинации обогатительных и гидрометаллургических приемов.

Выщелачивание токсичных элементов из твердых отходов продолжается 100–150 лет, окисление пирита с генерацией свободной серной кислоты, стимулирующей выщелачивание – 200 лет.

Отвалы твердых отходов участвуют в развитии оползней, оврагов и размывов субальпийских лугов и горных почв и грунтов. Хвостохранилища обогатительных фабрик занимают пойменные земли и представляют угрозу окружающей среде, т.к. в технологии обогащения применяются цианиды и свободная кремнекислота. Тонко размолотая в процессе обогащения руд кварцевая составляющая загрязняет атмосферу.

При выборе способа закрепления откосов хранилищ твердых отходов ориентируются на создание легкого и экономичного покрытия в виде защитного слоя небольшой толщины, достаточно прочного, чтобы противостоять воздействию ветра и других атмосферных факторов. Закрепленный слой не должен разрушаться при сильных порывах ветра, а также при увлажнении и высыхании, замерзании и оттаивании.

Используют и способы, при которых прочность закрепленного слоя при увлажнении понижается, но после высыхания восстанавливается. При решении вопроса о закреплении ориентируются на способы, требующие минимальное количество привозного реагента.

Наиболее часто применяемые способы закрепления: глинизация, цементация, силикатизация, битумизация и комбинированные способы с использованием добавок, в том числе полимеров.

Глинизация применяется в целях повышения сопротивляемости разрушению. Сущность ее заключается во введении в закрепляемый грунт глинистого материала. Применение глинизации образует на закрепленной поверхности травяной покров, что защищает от ветровой эрозии. В районе горных работ наиболее выгодные для этих целей жирные глины чаще всего отсутствуют, поэтому исследуют возможности применения местных суглинков и супесей, которые распространены везде.

Цементация грунтов заключается во введении в грунт цемента с последующим перемешиванием, увлажнением и уплотнением. В результате этого образуется цементно-грунтовая масса, обладающая высокой прочностью, водо- и морозостойкостью.

Силикатизация применяется иногда и для поверхностного закрепления. Для песков может быть применен двухрастворный способ, заключающийся в поочередном введении в грунт жидкого стекла и раствора хлорида кальция.

В результате химической реакции в порах грунта образуется гель кремниевой кислоты, которая цементирует песчаные частицы и создает камнеподобную массу высокой прочности. Одновременно песчаная масса становится водонепроницаемой.

Электросиликатизация представляет собой сочетание силикатизации с электрохимическим закреплением грунта. Вводимые в грунт растворы силиката натрия и хлорида кальция под действием постоянного электрического тока передвигаются по направлению от анода к катоду и закрепляют грунт с низким коэффициентом фильтрации. Проникновение раствора силиката натрия под действием силы тяжести составляет лишь $1/5$ того количества, которое удастся ввести в грунт с применением электрического тока.

Битумизация не препятствует образованию травяного покрова, что говорит в ее пользу. Покрытия из обработанных битумом минеральных материалов обладают достаточной прочностью, водонепроницаемостью и устойчивостью.

Комбинированные способы закрепления основаны на комплексном воздействии на твердые отходы какого-либо реагента или добавок. Применяют способы, в которых вводимые в грунт вещества играют роль самостоятельных реагентов. Одни из них создают корки с высокой механической прочностью, но неустойчивой к ветровой эрозии, другие обеспечивают защитный слой для корки, сопротивляющийся развеванию. В качестве основных реагентов применяют цемент, битум, жидкое стекло, а в качестве добавок – известь, местный суглинок, мел, бентонит, глинозем, полиамины и полиакрилаты.

Биологическое закрепление использует эффект упрочнения минеральной массы корневой системой трав, кустарников и деревьев. Как правило, естественным путем хвостохранилище травами не зарастает. Причиной этого является неблагоприятная для образования травяного покрова среда, поскольку горная масса представляет собой песок, содержащий вредные для растений соединения. Легкая подвижность и развеваемость горной массы не позволяет корням растений укрепиться.

Известны способы консервации хвостохранилищ: мокрой и сухой на месте расположения, а также перемещение хвостов. При мокрой консервации мелкодисперсные шламы не обезвоживаются или обезвоживаются не полностью, и на месте хвостохранилища остается озеро. При сухой консервации свободная вода полностью удаляется, шламы обезвоживаются так глубоко, как это технически возможно. Затем поверхность хвостохранилища перекрывается минеральным и культурным грунтами.

На железорудном хвостохранилище «Михайловский ГОК» использовали поверхностно-активный раствор (ПАЩ) с профилактической обработкой верхнего слоя хвостохранилища: 10% – ПАЩ, 12% – глина, 78% – вода. В результате взаимодействия на обрабатываемой поверхности образуется прочный слой толщиной 3–4 мм. В летний период в слое конденсируется влага за счет адсорбционных явлений, обусловленных содержанием натриевых солей. Конденсат влаги в нижней части профилактического слоя предотвращает пыление.

Условия достижения эффективной защиты окружающей среды, в том числе водной, включают следующее:

- влияние твердых отходов добычи и переработки минералов на окружающую среду следует оценивать с учетом миграции вредных продуктов природного выщелачивания из массивов хранилищ;
- техногенная нагрузка на экосистемы окружающей среды снижается путем использования экологически корректных технологий управления состоянием хранилищ отходов;
- радикальная охрана экосистем окружающей среды обеспечивается при управляемом выщелачивании опасных ин-

- градиентов из твердых минеральных отходов с одновременным закреплением их массивов;
- прибыль от утилизации отходов с извлечением полезных компонентов из отходов компенсируют затраты на санацию природно-промышленных ландшафтов.

4.4. Охрана водной среды от нефтегазового загрязнения

Основным загрязнителем водоемов считается нефть и нефтепродукты, которые ежегодно в количестве до 20 млн т поступают в моря Мирового океана и наносят большой вред. Нефтепродукты действуют на живые организмы и планктон, который продуцирует до 70% биогенного кислорода; изменяет газообмен между атмосферой и гидросферой, что влияет на климат планеты; приводит к гибели птиц и рыб.

Загрязнение водных объектов происходит вследствие неправильного бурения и последующей эксплуатации нефтяных скважин. К основным загрязнителям относятся буровые растворы (особо опасны на нефтяной основе), химические реагенты, а также диспергированные глины, выбуренные породы, утяжелители (механическая примесь), смазочные масла, буровой шлам, содержащий все химические соединения, используемые при приготовлении буровых растворов, в том числе 0,8–7,5% нефти, 15% химических реагентов, 30–90% глин и 10–30% утяжелителя, а также породу.

Биохромная окисляемость сточных вод составляет от $7,3 \cdot 10^3$ до $5,2 \cdot 10^5$ мг O_2 /м³ и окисляемость – от $9,4 \cdot 10^4$ до $5,2 \cdot 10^6$ мг O_2 /м³. Буровые сточные воды, попадая в водоемы или поглощающие скважины, опасно загрязняют подземные пресные воды, другие водоемы и почву и убивают все живое, обитающее в этих средах. Причины опасного загрязнения растворами водоемов связаны с переливами и выбросами бурящихся скважин, избыточного раствора, образующегося при разбуривании глинистых пород, сбросом растворов во враги и водоемы, перетоками их по

поглощающим горизонтам (пластам), «выдавливании» перемычки между траншеями (глубиной до 5 м) и отбором и др. Густой осадок остается в земляном амбаре и при затвердевании засыпается землей.

Более современным является способ удаления буровых растворов на поля орошения, где для захоронения используют бетонированные амбары вместимостью 15–20 тыс. м³. Жидкие остатки в них отстаиваются в течение 2-х и более лет.

Объем загрязненной территории можно уменьшить удалением выбуренной породы (шламоочистными сооружениями). Для очистки неутяжеленных растворов используют вибрационные сита, гидроциклонные пескоотделители и шламоочистители; для утяжеленных – вибросита, гидроциклонные установки и центрифуги.

Более эффективна трехступенчатая система: вибросито – пескоотделитель – илоотделитель. Объем удаляемого шлама в этом случае в 4 раза меньше объема раствора, нарабатываемого без механической очистки. Использование илоотделителя на третьей ступени в 3,5 раза уменьшает избыточный объем раствора. Потери бурового раствора в этом случае почти в 5 раз меньше объема раствора, «нарабатываемого» при отсутствии такой очистки. При этом технико-экономические показатели буровых работ улучшаются.

Для глушения скважин применяют нетоксичные водные растворы фосфорнокислых солей, полимерные растворы плотностью 1,7–1,8 г/см³, жидкости на углеводородной основе, гидрофобноэмульсионные растворы на углеводородной основе, которые представляют собой эмульсию «вода в масле», плотностью в пределах от 0,8 до 2 г/см³.

К преимуществам этого раствора относятся:

- взвешенное состояние твердого компонента;
- высокая вязкость раствора, позволяющая использовать его при высоком пластовом давлении;
- возможность повторного применения;
- технологичность приготовления.

Для сбора загрязнителей в подвышенном основании предусмотрен разъемный поддон, изготовленный из листовой стали (над превентором в 1,5 м от пола, бурового основания), с бортом по периметру высотой 0,2 м.

Дизельные помещения и технологические емкости имеют металлический пол со стоком в общий поддон подвышечного основания, оборудованный двумя сливами из труб с задвижками. Один слив проложен в емкость с рабочим раствором, его используют при спускоподъемных операциях; второй – направлен в шламовый амбар.

Большой объем лояльных вод образуется при обмыве рабочих насосов и площадок. Растекание этих вод по помещению предотвращают сооружением борта по периметру каждого насоса. Для слива вод из насосного отделения в шламовый амбар в ограждении предусмотрены люки.

Циркуляционная система буровой площадке включает в себя:

- вибросито СВ2Б для очистки бурового раствора от выбуренной породы;
- пескоотделитель ПГ-1 для вторичной тонкой очистки бурового раствора;
- гидравлический перемешиватель бурового раствора.

Буровой раствор циркулирует по замкнутому циклу.

Для приготовления, утяжеления и обработки бурового раствора химическими реагентами используют специальное оборудование и агрегаты. Исключение потерь сыпучих материалов, химических реагентов, утечек раствора, воды через разуплотнения предотвращается поддонами с ограждением по периметру оборудования.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды при испытании продуктивного горизонта предусмотрено сжигание полученного газа в факеле и направление нефти или пластовой воды в специальные емкости и их утилизация. По мере накопления воду отводят в места захоронения, а нефть используют.

Для предупреждения нефтегазового проявления и открытых выбросов применяют промывочные жидкости. По удельному весу и вязкости ее контролируют: в емкостях не реже 1 раза в неделю, а при разбуривании газоопасных горизонтов через каждые 30 мин.

При необходимости промывочный раствор дегазируют вакуумным дегазатором ДВС-2. Перед вскрытием горизонта на буровой установке создают запас химических реагентов, утяжелителя, обсадных труб и др. Для герметизации устья при нефтегазопрооявлениях скважину оборудуют превенторной установкой, обвязку которой выполняют по утвержденной схеме.

При вскрытых продуктивных и водонапорных горизонтах в случае вынужденного простоя устье скважины герметизируют превентором при спущенном бурильном инструменте для периодических промывок с целью выравнивания параметров глинистого раствора.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды горюче-смазочными материалами дизельное топливо и другие горюче-смазочные вещества, необходимые для работы буровой установки, хранят в специальных емкостях, которые перед заполнением испытывают на прочность, оборудуют мерными трубками, дыхательными и предохранительными клапанами.

Обвязка емкостей трубопроводами и запорной арматурой обеспечивает возможность использования каждой емкости в отдельности и перекачку топлива из одной емкости в другую. После монтажа топливопровод спрессовывают воздухом. В местах возможных утечек устанавливают металлические поддоны. Отработанные дизельные масла накапливают и регенерируют.

Для защиты окружающей среды от химических реагентов, цемента и глинистого порошка химические вещества доставляют на буровые в заводской упаковке, полиэтиленовых мешках или резино-кордовых контейнерах и хранят в специальных помещениях. После растворения в воде химические реагенты вводят в раствор без потерь и остатков.

Для защиты окружающей среды от выбуренной породы, избыточного глинистого раствора и многократно обработанной механической воды выбуренную породу и избыточный глинистый раствор отводят в места утилизации и захоронения. Шлам и песок с вибросита и пескоотделителя по направляющим желобам отводят в амбар. Раствор, теряемый вместе со шламом, излиш-

ний буровой раствор, образующийся при цементировании скважин, отводят в амбар с последующим захоронением.

Для восстановления и охраны нарушенных компонентов природной среды стремятся обеспечить максимальное сохранение основных компонентов природной среды, особенно лесных массивов и мохо-ягельного покрова тундры. Для этого производят рекультивационные работы, комплексно оценивая рецептуру промывочных жидкостей и тампонажных материалов с точки зрения опасности для окружающей среды.

Глава 5

ОХРАНА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ ВЛИЯНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

5.1. Оценка состояния земной поверхности

Глобальные земельные ресурсы. Площадь суши – континентов и островов планеты составляет 148 млн кв. км. Примерно 10% этой площади покрыта ледниками. Треть обитаемой площади отдана под землевладение, 30% площади занимают леса и примерно 37% относятся к «прочим землям».

Общая площадь мировых земельных ресурсов составляет 13 393 млн га, или 11%, под лугами пастбищами занято 2987 млн га, или 22%, на долю лесных угодий приходится 4041 млн га, или 30%, а прочие земли занимают 4908 млн га, или 367% земельных ресурсов планеты.

Более половины мирового фонда пахотных земель – 746 млн га – расположены на территории России, США, Индии, Китая, Канады и Бразилии.

Освоено около половины континентальной Земли: 4% этой площади занято городами, промышленными объектами, рудниками, дорогами и т.п., 13% – пашнями, садами и плантациями, 25% – пастбищами и лугами, 5% – искусственными лесонасаждениями. Остальная территория занята лесами и неиспользуемыми землями.

Почвы являются наименее защищенным ресурсом Земли, несущим колоссальные потери под натиском цивилизации. Антропогенная эволюция первичных почв связана с изменением условий почвообразования: вырубкой лесов, вспашкой земель, мелиорацией, другими воздействиями.

Масштабы деградации земель имеют региональную специфику: от деградации оленьих пастбищ на севере, дегуминификации, истощения и эрозии почв в Центральной России до опустынивания на юге.

Жесткому истреблению подвергались леса Северной Америки; в прошлом территория лесов США составляла 365 млн га, в настоящее время естественные леса сохранились всего на 15 млн га. Площадь тропических лесов Африки уменьшилась на 2/3. В Бразилии лес интенсивно вырубается – в настоящее время из 5,2 млн км² лесных площадей в бассейне реки Амазонки вырублены леса на территории более 3 млн км². Вырубка лесов производится американскими компаниями в основном для строительства горных предприятий.

Вследствие эрозии почвы, использования земель в промышленности, энергетике, градостроительстве, размещения транспортных линий и т.д. земная суша деградирует со скоростью 44 га/мин. За 50 лет 8 млн км² продуктивных земель (пашни, леса, луга) превращено в пустыню.

Вблизи металлургических и химических заводов на расстоянии до 3 км накопление ртути может достигать 6000%, а свинца – 1500%. Нарушение и деградация растительного покрова от ТЭЦ наблюдается в радиусе до 15 км.

Влияние автотранспорта заключается в повышении содержания свинца в почвах до 10 раз. Полный перечень сложных вредных веществ, загрязняющих почвы, содержит более 10 тысяч наименований.

Под загрязнением почв понимают увеличение концентрации содержащихся в них веществ выше предельно допустимого уровня. По признаку снижения продуктивности различают 6 степеней загрязнения почв, а по видам загрязнений – физические, химические, биологические и радиоактивные.

В результате сорбции тяжелые металлы легко накапливаются в почвах, но трудно выводятся. Периоды естественного полувыведения из почвы кадмия – 110 лет, цинка – до 510, меди – до 1500, свинца – до нескольких тысяч лет.

Скорость деградации почвы за последние 50 лет возросла в 30 раз. За время существования земледелия человечество потеряло около 2 млрд га плодородных почв.

Преобразование рельефа местности. Почти 40% территории Нидерландов лежит ниже уровня моря. Залив Зендер-Зе превращен в сушу. Количество водозащитных земляных дамб в Нидерландах превышает 1000 км, в низовьях Миссисипи – 2500 км, а на р. Тисса (Венгрия) – около 3500 км.

Калории для поддержания жизни одного человека можно получить с площади 0,12 га. Для питания мясом, фруктами и овощами на одного человека необходимо около 0,6 га площади. Еще 0,4 га нужно для производства ткани, бумаги, изделий из дерева и т.д. и 0,2 га для создания инфраструктуры (жилье, дороги, аэропорты и т.д.). Одному человеку необходимо от 0,7 до 1,2 га продуктивных земель.

Фонд черноземных почв России – 120 млн га или 7% общей площади. На ней размещается более половины пахотных земель, которые производят около 80% всей земледельческой продукции. Сельскохозяйственные угодья России расположены в районах рискованного земледелия и мерзлоты.

Площадь эффективной территории России в 1,5 раза меньше, чем в США и всего лишь в 2 раза больше, чем в Казахстане. В среднем на Земле на одного жителя приходится пашен 0,36 га, в России – 0,88 га, в США – 1,4 га.

При ежегодной вспашке полей взрыхляют 6 тыс. км³ почвы. В результате этого усиливается обмен веществ в почвенном покрове, а также воздействие воздуха, влаги и тепла.

Из состава активно функционирующей биосферы вследствие расположения на них промышленных и жилых зданий, дорог, складов, портов, трубопроводов, свалок и т.д. выведено около 2 млрд га почв.

Наибольший вред приносит излишнее внесение минеральных удобрений: в почвах накапливаются токсичные и канцерогенные соединения азота, образуются избыточные концентрации фосфора и содержащихся в этих удобрениях химикатов.

Если в 1986–1990 гг. в среднем за год вносили органических удобрений 3,8 т/га, то в 1998 г. – только 0,7 т/га. Содержание гумуса в черноземах центральных областей России за последние 100 лет снизилось вдвое – с 14 до 7%.

Сельскохозяйственные территории загрязняют водные системы в результате смыва удобрений и ядохимикатов. В 1988 г. интенсивный смыв фосфорных удобрений с сельскохозяйственных территорий Южной Скандинавии вызвал бурное развитие сине-зеленых водорослей в Балтийском море и гибель промысловых рыб.

Угрожающий характер приняло затопление и подтопление территорий. В мире потери от затопления земель составляют ~ 100 тыс. км². В России подтоплено около 9 млн га земель, в том числе – 5 млн га сельскохозяйственных.

Пахотные земли в течение длительного времени эксплуатировались с интенсивным применением ядохимикатов, минеральных удобрений, использованием мощной, разрушающей структуру почв техники, несоблюдением севооборотов, в результате чего они быстро теряют свои уникальные свойства.

Крупный ущерб территориям наносится **эрозионными процессами** – водными и воздушными потоками.

Водная эрозия уносит с полей несвязанные частицы почвы, азот, фосфор, кальций, калий и другие элементы. Ветровая эрозия опасна весной, когда почва взрыхлена и на ней не развились сельскохозяйственные структуры, при силе ветра 15 м/с. Особое влияние ветровая эрозия оказывает на почвы засушливых областей (Дагестан, Ростовская область).

Деградацию оленьих пастбищ рассматривают как северный вариант опустынивания. Она происходит в результате перегрузок оленьих пастбищ, нарушения почвенного и растительного покровов при проведении геологоразведочных работ. Деградация пастбищных земель происходит и при освоении месторождений полезных ископаемых, проезде автотранспорта, перегрузках оленьих пастбищ.

Засоление почв – процесс повышения содержания в почве легкорастворимых солей (карбоната натрия, хлоридов и сульфата

тов) – обусловлено как исходной засоленностью почвообразующих пород, так и вносом солей грунтовыми или поверхностными водами. Почвы считаются засоленными при содержании токсичных для растений солей более 0,1% по весу или более 0,25% солей в плотном остатке.

Южный федеральный округ занимает 585 тыс. км², основную часть (75%) которых занимают сельскохозяйственные угодья, в составе которых преобладает пашня (52%).

Интенсивно развиваются водная и ветровая эрозия, усиливаются темпы потери гумуса, переувлажнения, засоления, осолонцевания, заражения почв токсичными веществами. Эти процессы приводят к разрушению почв и снижению их плодородия, опустыниванию, ухудшению эколого-токсикологической обстановки, сокращению биоразнообразия.

Эрозионному воздействию подвержено от 35 до 85% сельскохозяйственных угодий. При этом в регионах округа противоэрозионные мероприятия сокращаются.

В числе приоритетных проблем округа – опустынивание. Общая площадь земель, подверженных опустыниванию, 20–30 млн га. Особую остроту эта проблема приобрела в Калмыкии и Дагестане, где опустыниванием затронуто более 75% земельных угодий. Значительны масштабы опустынивания в Астраханской, Волгоградской, Ростовской областях, Ставропольском крае и других территориях.

В Калмыкии, где образовалась первая в Европе антропогенная пустыня, ежегодный прирост заносимых песком пастбищ достигает 20 тыс. га. В Дагестане площадь полноценных угодий – одна из самых низких в стране и составляет всего 1,6 га на сельского жителя.

В основных сельскохозяйственных регионах округа пашня за 35 лет потеряла 20% гумуса.

Одна из главных причин – господство взгляда на почву только как на объект сельскохозяйственной продукции и место для размещения различных производств.

5.2. Охрана земной поверхности при разведке

Нарушения земной поверхности происходят при разведке и добыче полезных ископаемых, в результате которых значительная часть земель выбывает из сельскохозяйственного производства и превращается в полупромышленные пустыни – городские отвалы, выемки, карьеры, золоотвалы, провалы.

В России из общего количества нарушенных земель значительную часть составляют земли, отводимые под открытые горные работы. Объем добычи открытым способом в общем объеме превышает 75%. Открытая разработка месторождений вызывает существенные нарушения земной поверхности.

При добыче 1 млн га угля нарушается от 3 до 43 га земли, железной руды – 14 до 600 га, марганцевой руды от 76 до 600 га, известняка – от 60 до 120 га, фосфоритов – от 22 до 77 га.

Проблемы сохранения и восстановления земной поверхности в связи со строительством наземных транспортных и технологических трасс геологоразведочных экспедиций и партий являются актуальными, так как площади нарушаемых земельных участков (практически не учитываемые в настоящее время) достаточно велики.

К основным мероприятиям, направленным на охрану окружающей среды от сооружения и эксплуатации разведочных автомобильных и тракторных дорог, относятся:

- проектирование транспортных трасс с учетом географических условий для сохранения почвенно-растительного покрова;
- оптимизация технологии сооружения, эксплуатации и ремонта дорожного полотна по критерию сохранности среды;
- использование благоприятных климатических периодов для осуществления транспортных операций;
- рекультивация земельных участков после окончания эксплуатации.

Бездорожное передвижение машин в процессе геологоразведочных работ разрушает почвенно-растительный слой в тундро-

вых районах. Минимизация нарушений поверхности тундры в летний период обеспечивается при использовании транспортных и технологических автомобилей на широких шинах арочного профиля, болотоходов и машин на воздушной подушке. Значительно сократить площадь нарушения земель можно использованием водных транспортных средств больших и малых рек.

При сейсморазведке, проводимой со взрыванием зарядов в скважинах, имеют место локальные нарушения растительно-почвенного слоя с образованием полости – деформированной скважины с воронкой выброса с приустьевой части и закрепления поверхности выброшенной при взрыве породы. Образованная на поверхности полость, как и сама скважина, представляют опасность для людей и животных, поэтому работы по восстановлению включают в себя и ликвидацию полости. Скважину перекрывают, а затем с помощью бульдозера или вручную засыпают и разравнивают поверхностный слой породы.

Наибольшие нарушения поверхности при геологоразведочных работах наблюдаются при проходе канав в связи с образованием полостей и расположением около них породных отвалов. При этом площадь, занимаемая отвалами, больше площади самой канавы.

При ликвидации разведочных канав производят посадку кустарников и деревьев на восстановленном участке поверхности, что является эффективным средством защиты их от водной и ветровой эрозии.

Разведочные каналы и траншеи, пройденные около населенных пунктов, могут использоваться для устройства искусственных водоемов, буртов для хранения овощей и сооружения парников.

При бурении разведочных скважин с целью снижения негативных последствий эксплуатации производственных площадок снимается и складывается ценная в биологическом отношении почва и сооружаются покрытия, препятствующие попаданию загрязнителей в нижележащий почвенный слой.

После окончания буровых работ железобетонные плиты демонтируются, породы, залегающие под ними, перепахиваются на глубину не менее 0,4 м и перекрываются почвами плодородного слоя.

5.3. Охрана земной поверхности при разработке месторождений

Основными нарушениями поверхности при разработке месторождений полезных ископаемых являются различного вида углубления (выемки, впадины, провалы) и возвышенности (отвалы).

Минимизация количества и объемов нарушений земной поверхности может быть достигнута за счет уменьшения параметров и количества антропогенных углублений и возвышенностей на земной поверхности.

При открытой разработке месторождений выполняются охранные мероприятия:

- применяется наименее землеемкая технология добычи;
- процессы технологического нарушения и восстановления земель закладываются в проект;
- формирование выработанного пространства и отвалов осуществляется с учетом последующей рекультивации.

Меры охраны состояния земель включают в себя:

- использование технологий с внутренним отвалообразованием;
- применение технологии, при которой отработанные участки или отдельные карьерные поля засыпаются породами вскрыши;
- применение селективной технологии выемки плодородных и потенциально плодородных пород со складированием в верхней части отвала отходов;
- восстановление утраченных свойств при возврате земель в пользование;
- создание оптимального рельефа поверхности отвалов из условия их использования;
- использование технологий гидроотвалообразования за счет поэтапного заполнения отвалов и рационального складирования вскрышных пород и хвостов обогащения.

Минимизация размеров нарушения земной поверхности при открытой разработке карьеров стройматериалов может быть дос-

тигнута при замене карьеров небольшой производительности меньшим количеством укрупненных карьеров, причем обеспечивается значительное уменьшение нарушаемых площадей земной поверхности.

Количество породных отвалов оказывает существенное влияние на размеры площади нарушаемых земель. При одинаковом объеме пород, отсыпаемых в большее число отвалов, площадь нарушения поверхности увеличивается.

Нарушения земель при открытой разработке месторождений могут быть вызваны деформацией бортов, распространяющихся за пределы контуров карьера, увеличением площади карьеров при недостаточно обоснованных пологих углах наклона бортов, нерациональным размещением внешних отвалов вскрытых пород и их малой емкостью и др. нарушениями технологии.

Рациональное ведение горных работ в карьере обуславливается не только выбором способа вскрытия, системы разработки и схем циклично-поточной технологии, но и параметрами бортов и уступов, при которых обеспечивается их устойчивость в течение длительного времени.

С точки зрения охраны окружающей среды проблема благоустройства загрязненных площадей стоит особенно остро. В природе процесс самоочищения при активном участии микроорганизмов протекает, но медленно.

Санационные мероприятия с выемкой грунта по экономическим причинам применяются только в исключительном случае, например при авариях.

Радикальная профилактика нарушения земной поверхности состоит в применении технологий разработки с заполнением технологических пустот твердеющими смесями или хвостами подземного выщелачивания, сцементированными жидкими хвостами. Стоимость закладочной смеси может быть снижена при использовании отходов собственного и смежных производств с использованием методов активации компонентов смеси (рис. 16).

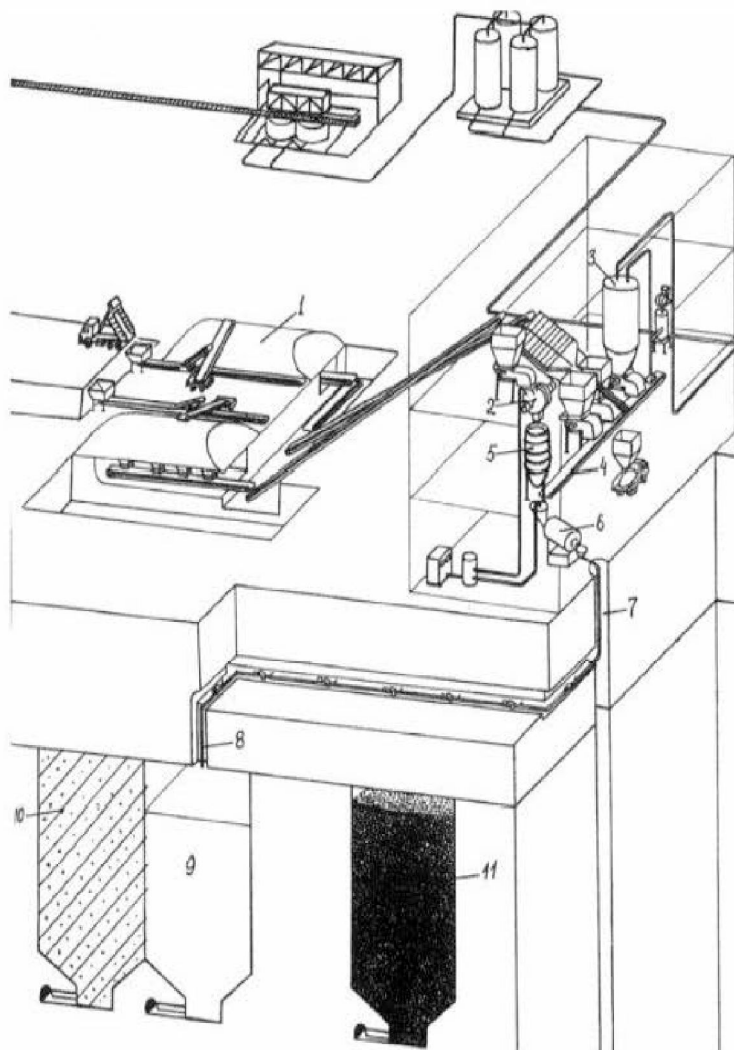


Рис. 16. Схема закладочного комплекса:

1 – склад шлама; 2 – дезинтегратор-активатор; 3 – емкость для цемента; 4 – конвейер; 5 – вертикальная вибромельница; 6 – смеситель; 7 – скважина; 8 – закладочный трубопровод; 9 – заполняемое выработанное пространство; 10 – искусственный массив; 11 – отбитая руда

Если характер очистных работ предопределяет образование глубоких мульд и воронок, перед началом разработки месторождения производят работы по снятию плодородного почвенного слоя и транспортировке почв за пределы нарушаемого участка поверхности. Как и при открытой разработке, эти почвы могут быть использованы в целях рекультивации земель или для повышения плодородия сельскохозяйственных угодий.

Разрушение поверхности, как правило, проходит внезапно и захватывает зоны в больших масштабах, что требует оперативной профилактики. Так, в Джезказгане площадь единовременного обрушения достигала 10 км².



Рис. 17. Схема прогнозирования устойчивости откосов:

1 – оперативный; 2 – краткосрочный; 3 – среднесрочный; 4 – долгосрочный; 5 – дальнесрочный прогноз

Фирма САМИФЕР (Франция) разработала устройство, позволяющее обнаружить состояние неустойчивости медленно протекающего явления. Принцип действия системы СИАЛЭБ состоит в непрерывном определении ускорения деформации вмещающих пород вокруг выработанного пространства. Использование системы позволило повысить надежность охраны поверхностных сооружений, как в процессе разработки месторождения, так и после ее окончания.

Таблица 7

Нарушения окружающей среды и методы их профилактики

Виды нарушений окружающей среды	Основные причины, вызывающие нарушения	Методы борьбы с нарушениями, связанные с управлением состоянием массива горных пород
Нарушение и уничтожение плодородных земель.	Оползни бортов карьеров. Наличие площадей карьеров за счет пологих углов наклона их бортов. Размещение внешних отвалов вскрышных пород.	Установление рациональных углов наклона бортов карьеров. Мероприятия по укреплению откосов. Размещение отвалов на малопригодных землях. Увеличение емкости отвалов.
Истощение и загрязнение подземных вод. Оседание поверхности земли в результате откачки подземных вод.	Осушение карьерных полей. Дренажное карьерами подземных вод.	Применение рациональных схем осушения. Использование дренажных вод для восполнения запасов подземных вод. Применение противифльтрационных завес (барражей).
Уменьшение ресурсов поверхностных вод и их загрязнение. Рост оврагов и эрозия почв.	Фильтрация воды из поверхностных водотоков и водоемов в открытые выработки. Сброс дренажных вод.	Применение противифльтрационных завес. Организация стока дренажных и карьерных вод.
Потопление территории.	Сброс дренажных и карьерных вод. Размещение отвалов вскрышных пород.	Организация стока дренажных и карьерных вод. Осушение отвалов вскрышных пород.

Прогнозы устойчивости выработок различаются по времени, методам, характеру и этапам прогнозирования (рис. 17).

Виды нарушений окружающей среды и методы борьбы с ними, связанные с управлением состоянием массива горных пород, приведены в табл. 7.

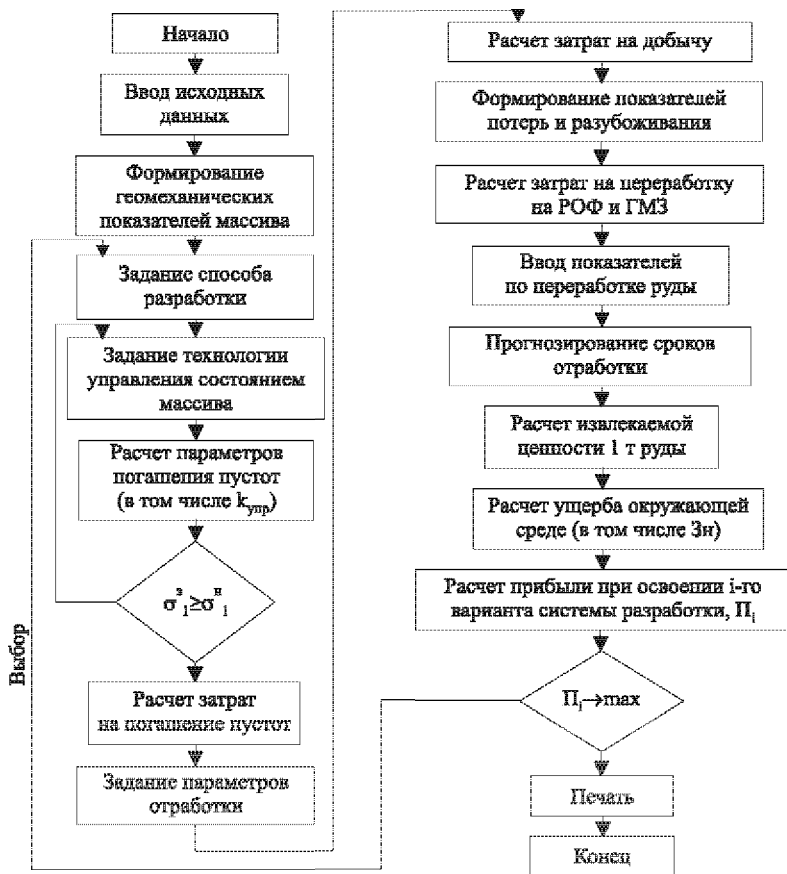


Рис. 18. Блок-схема выбора технологии разработки:

$k_{\text{упр}}$ – коэффициент упрочнения массива, доли ед.; σ_1^H , σ_1^3 – нормативная и фактическая прочность закладки, МПа; РОФ – радиометрическая обогатительная фабрика; ГМЗ – гидрометаллургический завод, Z_n – затраты на защиту населения в зоне влияния горных предприятий, ден. ед.; Π_i – прибыль от освоения запасов руды

Мероприятия по снижению или исключению деформаций земной поверхности при подземной разработке месторождений связаны с повышением потерь полезных ископаемых или значительным удорожанием добычных работ. В связи с этим они реализуются в тех случаях, когда участки земной поверхности в связи с расположением на них городов и промышленных предприятий, водоемов и т.п. необходимо сохранять.

Экономические параметры сохранения земной поверхности от разрушения определяются по схеме (рис. 18).

5.4. Рекультивация нарушенных горными работами земель

Восстановление поверхности, нарушенной при подземной разработке месторождений, заключается в исправлении и улучшении рельефа и биологических свойств земельных участков, деформированных вследствие сдвижения пород. Комплекс и сложность мероприятий по восстановлению деформированной поверхности выбирают в зависимости от размеров и форм ожидаемых или существующих деформаций.

При разработке горизонтальных и пологопадающих пластообразных залежей малой мощности, в результате которой на земной поверхности образуются спокойные мульдообразные впадины незначительной глубины, восстановительные работы не производятся, однако принимаются меры, предотвращающие заболачивание участка. В случае деформации поверхности ее разравнивают, обеспечивая эффективность сельскохозяйственных работ.

Последствия нарушения земной поверхности в виде мульды сдвижения, каньонов и провалов засыпают породами, выдаваемыми на поверхность в процессе разработки месторождений. Для заполнения впадин и провалов может использоваться и строительный мусор, а также отходы промышленного производства. Запашенные впадины и провалы перекрывают плодородными грунтами и на восстановленном участке осуществляют биологическую рекультивацию или мелиоративные мероприятия.

Восстановление поверхности, нарушенной во время разработки месторождений, производится с применением механического оборудования для разравнивания и взрывного способа выполаживания.

Выполаживание откосов осуществляется бульдозерами или колесными скреперами (при террасировании откосов используют также погрузчики и экскаваторы). Сокращение затрат труда, энергии и времени может быть обеспечено при использовании взрывного выполаживания откосов отвалов с перемещением породы с верхней части отвала к основанию откоса направленным взрывом.

Отличием этого способа в том, что взрывные работы ведутся в уже разрушенных массивах со вторичными свойствами, приобретенными в процессе строительства отвала. В процессе взрывного выполаживания таких отвалов происходит не разрушение пород с первичными свойствами, а повторное разрушение искусственно сформированного массива несвязанных пород. Формой работы взрыва является перемещение взорванной массы и передача отвалной массе кинетической энергии на перемещение.

На верхней площадке отвала бурят скважины до глубины, обеспечивающей после взрыва образование необходимой поверхности с наклоном под определенным углом. Скважины первого ряда бурят наклонными или вертикальными, скважины последующих рядов – только наклонными. При этом донная часть скважинного заряда ВВ рассчитывается на рыхление породы, верхняя – на оброс. В процессе взрывного выполаживания достигается значение угла откоса – 18° , 20° . Сформированная поверхность откосов достаточно ровная, требующая лишь незначительных планировочных работ.

Горная рекультивация предназначена для подготовки территорий, освобождающихся после разработки месторождений или их частей для различных видов последующего освоения. В нее входят: сохранение грунтов растительного слоя, планировка отвалов с выполаживанием откосов, устройство дренажных сетей, в ряде случаев химическая мелиорация (известкование, гипсова-

ние), покрытие поверхности отвалов, карьера, хвостохранилищ слоем плодородной почвы.

Биологическая рекультивация заключается в восстановлении и повышении плодородия рекультивируемых площадей. Восстановление плодородия почв достигается за счет ряда агротехнических мероприятий, отвечающих вновь сложившимся топографическим, почвенным, гидрогеологическим условиям.

Рекультивация техногенных ландшафтов и уход за ними обусловлены локализацией вредного воздействия горных работ на природную среду, которая может быть достигнута применением малоотходных технологий добычи полезных ископаемых. Так, для рекультивации ландшафтов, нарушенных открытыми горными работами, в Магаданской области и Чукотском автономном округе в качестве мелиорантов малопродуктивного плодородного слоя используют рудовмещающие вулканические туфы, туфогенные породы, а также элювиально-делювиальные и озерные грунты.

Вскрышные рыхлые грунты элювиально-делювиального и иного генезиса, попутно получаемые при добыче полезных ископаемых, характеризуются благоприятными для роста растений свойствами.

Наиболее ценным и широко распространенным органическим удобрением является сапропель – глинистый ил, исходным материалом для образования которого служат остатки отмерших организмов, которые гниют на дне озер и морей при малом доступе кислорода и смешиваются с глинистым, кремнистым или известковым материалом.

Качество рекультивационных работ зависит от ряда обстоятельств, в том числе от контура поверхности, процентного содержания во вскрыше скальных пород, количества сульфидов и других токсичных для растений минералов в вскрышных породах. Важнейшим условием биологической рекультивации является кислотность почв.

Строительные рекультивационные работы, включающие в себя и биологическую рекультивацию, проводятся с целью ис-

пользования площадей карьеров и отвалов для промышленного или гражданского строительства, создания рекреационных зон, искусственных водоемов различного назначения.

Лесохозяйственная рекультивация наиболее целесообразна в лесных районах с ценными породами деревьев; она широко применяется и в густонаселенных местностях и в районах сельскохозяйственного производства.

Водохозяйственной рекультивации подлежат преимущественно выемки на земной поверхности, образовавшиеся вследствие открытой разработки месторождений. Условиями, повышающими эффективность рекультивации, являются благоприятные ландшафт и химический состав пород.

Санитарно-гигиенические рекультивационные работы применяют на землях, не пригодных для использования в народном хозяйстве.

Процессы горнотехнической рекультивации заключаются в перемещении значительных масс горных пород, необходимость чего связана с формированием новой техногенной поверхности и взаиморазмещением различных пород, исключающим возможность их вредного влияния на природную среду.

Проектированию работ по рекультивации нарушенных земель должны предшествовать проведение исследований и разработка научно обоснованных рекомендаций для конкретных объектов рекультивации. Рекультивация земель включает мероприятия в зависимости от конкретных физико-географических и социально-экономических условий и последующего целевого использования земель в народном хозяйстве.

Технология открытых горных работ предусматривает опережающее снятие почвенного слоя, а также размещение в поверхностном слое отвалов, благоприятных для биологической рекультивации горных пород.

При разработке месторождений обеспечивается селективная укладка пород с минимальным объемом планировочных работ.

Рекультивация не обязательно должна восстановить первоначальное состояние земель. Но она должна обеспечить ликви-

дацию неблагоприятных последствий нарушений. На рекультивируемых землях целесообразно развернуть промышленное жилищное строительство, закладку парков и объектов отдыха и туризма.

В России на рекультивируемых объединениями «Тулауголь», «Кузбассуголь» землях возделываются пшеница, картофель, подсолнечник, плодово-ягодные, кормовые и другие культуры. В Челябинской области на этих землях собирают высокие урожаи картофеля, а на Орджоникидзеvском горно-обогатительном комбинате Украины создан Александровский ландшафтный парк с прудом. В парке посажено 230 га леса, что значительно улучшило состояние воздушного бассейна города.

На Дальнем Востоке на угольных разрезах осуществляется озеленение откосов породных отвалов с помощью гидропосева многолетних трав. На рекультивируемую поверхность посредством гидрометательной установки наносят смесь семян трав (злаковых 70% и бобовых 30%), шугирующего материала, комплекса минеральных удобрений, пленкообразующего материала и воды.

Хорошие результаты получены при применении на откосах породных отвалов, сложенных нетоксичными грунтами, торфодерновых ковров, укладываемых на озеленяемую поверхность после ее тщательного выравнивания. Применение этого способа в условиях сланцевых карьеров показало, что укладка торфодерновых ковров на поверхность шахтного терриконика высотой 40 м, сложного песчано-глинистыми породами – эффективный способ их закрепления и озеленения.

Положительного внимания заслуживают работы по озеленению бортов глубокого угольного разреза «Коркинский».

Масштабы природоохранных мероприятий в России непрерывно возрастают. В 1986–90 гг. восстановлено 400 тыс. га нарушенных земель, в 1990–2010 г. рекультивировано 500 тыс. га.

В бурогольной промышленности Германии вредное воздействие горных работ на окружающую среду минимизируется перекскавацией отвальных пород в выработанное пространство и

гармоничным включением их во вновь образованный ландшафт. Площадь нарушенных земель при этом сокращается.

В буроугольных районах Германии существуют геологически обусловленные различия. Например, в Райнишес Ривьере поверхности отвалов преимущественно покрыты массивными лесовыми породами, которые были селективно добыты и уложены на поверхность отвалов, при этом использовались роторные экскаваторы, конвейеры и отвалообразователи. Лесс является отличным веществом для высококачественной сельскохозяйственной рекультивации. В Лаузитцер Ривьере, наоборот, недостает карбонатосодержащих и связанных составных частиц в породах, входящих впоследствии в покрывающий слой отвалов. При этом встречаются преимущественно сорбционно слабые и бедные питательными веществами пески, а также третичные непригодные для выращивания серосодержащие субстраты, которые, если они находятся на поверхности отвалов, требуют специальной рекультивации.

Условия залегания в Ривьере позволяют использование транспортноотвальных мостов, которые экономически выгодно применять при высоте черпания до 60 метров. В результате работы транспортноотвального моста возникают неподходящие для рекультивации смешанных отвалов низкого качества с неудобным рельефом, которые в большинстве случаев лежат ниже будущего уровня грунтовых вод. Эти отвалы, так же как и отвалы, образованные абзетцерами, должны покрываться, как правило, из отдельного передового уступа, с установленными высотными отметками, рельефом и качеством субстрата.

Качество отвального субстрата должно отвечать цели его использования. Так, в сельском хозяйстве не только важна пригодность, но также дополнительное нанесение гомогенного (однородного) субстрата на поверхность отвалов.

Глава 6

ОХРАНА МОРЕЙ И ОКЕАНОВ ОТ ВЛИЯНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

6.1. Оценка состояния морей и океанов

В водах морей и океанов содержатся все элементы периодической системы Д.И. Менделеева, а сама вода является, по существу, примерно 3%-ным раствором солей различных элементов. Из этого раствора добывают 30% поваренной соли и более 20% магния; натрия, серу и калий.

Несмотря на то что концентрация других элементов в воде относительно не велика, суммарное количество их соответствует астрономической величине $48 \cdot 10^{15}$ т. Если бы удалось извлечь из океанской воды все растворенные в ней элементы и распределить их равномерно по поверхности земной коры, то они покрыли бы ее слоем толщиной в 45 м.

В 1 км^3 океанской воды содержится 1 300 000 т магния. Этого количества магния хватило бы для удовлетворения потребности промышленности всех стран мира в течение нескольких лет.

В одном кубометре морской воды содержится только 0,008 мг золота, а всего в Мировом океане масса золота составляет 10 млрд т. Если бы его извлекли, то на каждого жителя Земли пришлось около 2 т.

Урана в морских водах содержится около 5 млрд т, что в сотни раз превышает количество урана, содержащегося в земной коре. В Мировом океане содержится около 274 000 млрд тонн тяжелой воды, которая используется в ядерных реакторах как замедлитель нейтронов.

Морские водоросли, особенно ламинарии, накапливают йод, зола которых является сырьем для добычи йода. Лангуст усваи-

вает из морской воды кобальт, медузы концентрируют цинк, олово, свинец, а асцидий ванадий, причем концентрация его в миллиарды раз превышает содержание в морской воде. В Японии на шельфах разводят «плантации» асцидий для получения ванадия.

Огромные территории дна Тихого, Индийского и Атлантического океанов покрыты железомарганцевыми конкрециями, общая масса которых только в Тихом океане определена в 1500 млрд тонн. Прогнозные запасы меди, никеля и кобальта составляют 20–25 млрд тонн.

Важно, что запасы конкреций «возобновимы», в Тихом океане, например, ежегодно образуется до 6 млн т конкреций. Разведанные скопления конкреций содержат в 20 раз больше кобальта, в 90 – никеля и в 42 раза марганца, чем во всех известных месторождениях континента. Вскоре добыча конкреций может удовлетворить потребность в кобальте на 50, в марганце на 18%. За счет конкреций морских месторождений человечество может удовлетворить свои потребности в меди на 3, никеля на 70, марганца 140, кобальта на 420 тыс. лет.

В глубоководных зонах на дне океанов залегают диатомовые глобигериновые илы и красная глина. Первые содержат несметные количества кальция и кремнезема, красная глина на 25% состоит из окиси алюминия.

В глубоких разломах Красного моря обнаружены скопления ила, богатого серебром, цинком, медью и другими металлами. В Судане и Саудовской Аравии у берегов на глубине до 2000 м открыто 18 месторождений и проектируется добыча металлов с морского дна.

Естественными «кладовыми» химических сокровищ являются Кара-Богаз-Гол на Каспийском море и залив Сиваш на Азовском море. Рассолы с повышенным содержанием солей обнаружены в глубинах Красного моря.

На морском шельфе скапливаются осадочные породы и концентрируются полезные ископаемые. Здесь открыто и эксплуатируется много месторождений нефти и газа, месторождений

твердых полезных ископаемых – магнетитовых и титаномagnetитовых песков, россыпного золота и платины, редкоземельных элементов, меди, серы, марганца, олова, никеля, кобальта, фосфоритов, алмазов и др.

Запасы минерального сырья, расположенные в прибрежной полосе на дне и под дном морей, нередко переходят в группу балансовых. Из шельфовой зоны добывают платину, железо и другие полезные ископаемые. В Японии подводная разработка угольных месторождений обеспечивает более 26% добычи угля, в Великобритании – 10%. Экономически целесообразным пределом для шахтных разработок под морским дном является расстояние до 24 км от берега.

Ежедневная мировая добыча россыпных минералов в береговой зоне в стоимостном выражении достигает 50 млн долл. и приходится в основном на олово (24 млн долл.), алмазы (4 млн), железный песок (4 млн), на титановые пески, циркон и монацит. Причем объем прибрежно-морских россыпей составляет 7% от добычи россыпей на суше.

В США ежегодно из береговой зоны океана извлекают более 0,5 млрд т песка, являющегося ценным строительным материалом. Добывается е около 40 млн т в год ракушек моллюсков для производства извести.

Фосфатные пески добываются у Кайн Фер (Северная Каролина, США). Залежи фосфатов занимают вытянутый вдоль берега участок длиной 16 км и шириной 5 км на глубинах от 20 до 30 м.

Ведутся разработки фосфатов в юго-восточной Австралии (Бассов пролив), в мелководьях юго-западного (Малабарского) берега Индии, в районах береговой зоны юго-западной Америки.

Мировое производство продукции из морской воды составляет: соли – 20%, брома – 70%, 61% – металлического магния, 6% – соединений магния и 59% – пресной воды.

6.2. Особенности разведки и разработки нефти и газа

Нефть. Несмотря на то что освоение нефтяных месторождений находится в начальной стадии, уже в начале текущего века в прибрежных районах извлекалось до 40% общего мирового производства нефти.

Разведка и эксплуатация морской нефти имеет более чем двухвековую историю. В начале XIX в. осуществлена добыча нефти со дна бухты Каспийского моря из колодцев, обсаженных деревянными срубами, в 18 и 30 м от берега.

Интерес к морской добыче нефти возник вновь в 1873 г. В 1922 г. на отвоеванной у моря территории были заложены первые разведочные скважины. Первая законченная бурением скважина в 1923 г. дала фонтан чистой нефти. Хорошие результаты, полученные при бурении и эксплуатации первых скважин, усилили темпы разработки и подготовки второй очереди освоения отвоеванного у моря дна. Для создания искусственной территории было насыпано около 7 млн м³ грунта.

Так как богатые залежи уходили в море за пределы засыпанной территории, скважины стали бурить со специально сооружаемых площадок в открытом море. С этого времени освоение нефтяных залежей под дном моря продолжились при помощи отдельно расположенных скважин.

Буровые площадки сооружались путем забивки в грунт длинномерных деревянных свай. В 1934 г. их стали создавать на металлических буро-заливных сваях. Долгое время добыча нефти осуществлялась на небольших глубинах с индивидуальных оснований.

Следующим этапом освоения технологии было появление блочных стационарных оснований, которые позволили ввести в эксплуатацию новые богатые месторождения. В 1949 г. в районе Нефтяных Камней из морской разведочной скважины получен промышленный фонтан нефти.

Ускоренное освоение морских нефтегазовых месторождений началось со строительством морских эстакад при глубине моря

до 40 м. В настоящее время длина эстакад на Каспии превышает 350 км при глубине моря до 70 м.

В 1980 г. сооружена плавучая полупогружная буровая установка «Каспморнефть», которая позволяет бурить разведочные скважины глубиной 6000 м при толще воды до 200 м.

С 1949 по 1980 г. из месторождений Каспийского моря было добыто более 260 млн тонн нефти и более 135 млрд м³ газа.

Динамическое увеличение потребности в топливно-энергетическом сырье стало причиной того, что уже к началу 1980-х г. поиски нефти и газа на континентальном шельфе проводили более 100 из 120 стран, имеющих выход к морю, причем половина из них разрабатывали морские месторождения нефти и газа.

Наиболее крупными районами морской добычи являются Мексиканский залив, оз. Маракайбо (Венесуэла), Северное море и Персидский залив, на долю которых приходится 75% мировой добычи нефти и 85% – газа.

Количество морских добывающих скважин в мире превышает 100 000, а нефть добывается с глубин моря до 600 м. По темпам разведки и добычи нефти из морских месторождений лидируют США, Норвегия и Великобритания. В США разведку шельфа субсидирует правительство, а размеры дотаций составляют до 80% стоимости затрат.

В настоящее время доля нефти из морских месторождений достигает 30% мирового производства. Добыча нефти на шельфе ведется при помощи погружных и полупогружных буровых платформ. Самая большая установка имеет высоту 170 м, весит 10 млн тонн, закреплена на опорах, в каждую из которых мог бы войти девятиэтажный дом. С такой установки можно бурить 48 скважин, а добыча составляет до 8 млн тонн нефти, что равно годовой добыче Каспия.

Подготовка к разработке нефтегазовых месторождений включает стадии: строительство платформ и островов; бурение с них скважин различного назначения; монтаж трубопроводов, соединяющих платформу с берегом; строительство береговых установок по перегонке и хранению нефти; строительство накопительных и погрузочных установок.

Новым направлением морской добычи нефти является создание подводных комплексов, на которых созданы условия для работы операторов. На судах снабжения устанавливается оборудование для проведения водолазных и др. работ.

Комплекс технологий разработки включает в себя выполнение поисково-разведочных работ, бурение скважин, строительство надводных и подводных сооружений для добычи, сбора и транспортировки нефти и газа, увязанных во времени и пространстве. Рабочие скважины диаметром до 200 мм обсаживают трубами, предусматривающими возможность управления процессом (очистка от загрязнения, фильтрация нефтяных и газовых потоков, интенсификация процесса нагнетанием воды и воздуха, рекультивация путем заполнения пустот водой и т.п.). Нефть и газ изливаются из недр самостоятельно или с помощью технических средств интенсификации процесса.

В арктических условиях добыча нефти и газа зависит от ледовой обстановки и глубины моря. Способы бурения скважин: с плавучего судна, со льда, с установленной на дне платформы. В Канаде со льда бурят на глубину до 300 м. Ежегодно на шельфе бурится до 900–950 поисково-разведочных скважин суммарной длиной около 3 млн метров и 1850 эксплуатационных скважин метражом 4,4–4,7 млн м.

В осадочной толще Мирового океана разведано около 1000 месторождений энергоносителей. Большая часть добычи полезных ископаемых приходится на континентальный шельф. Нефте- и газоносными считаются также континентальный склон и океаническое ложе. Более 500 залежей разрабатываются у берегов США, около 100 в Северном море, более 40 в Персидском заливе.

Прогнозные ресурсы нефтепродуктов в Мировом океане превышают 300 млрд тонн в нефтяном эквиваленте ($1 \text{ т нефти} = 1200 \text{ м}^3 \text{ газа}$), что составляет около половины нефтяных запасов всей планеты. Запасы в недрах шельфов и материковых склонов оцениваются в 230 млрд тонн нефти и 200 трлн м^3 газа. Концентрация нефти в районах планеты существенно различается (рис. 19).

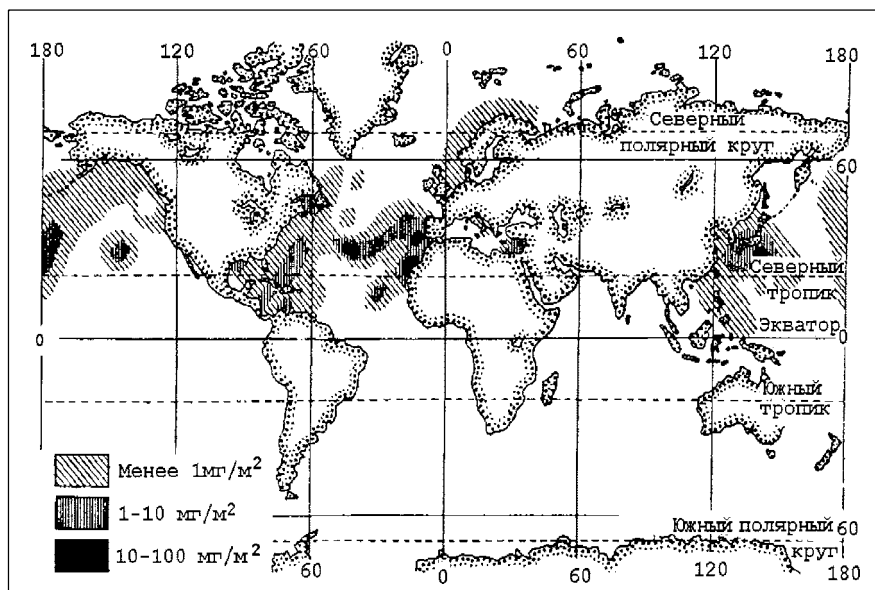


Рис. 19. Концентрация нефтяных агрегатов в Мировом Океане

В СНГ крупным нефтедобывающим районом является Каспийское море. Районы мировой морской нефтедобычи: Персидский залив, Венесуэльский шельф, Мексиканский и Гвинейский заливы, шельф Аляски, Калифорнийский залив. Особое значение приобретает Северное море, где в течение одного лишь десятилетия прошли стадии поиска и разведки и началась эксплуатация месторождений.

Главным преимуществом морских геотехнологий является то, что во многих случаях присутствие водных потоков и состояние массивов позволяют произвести в процессе выемки первичное обогащение полезных минералов или их агрегатов.

Технологии имеют практически неисчерпаемые перспективы развития, так как Мировой Океан занимает 2/3 поверхности Земли, а технические возможности горняков увеличиваются в нарастающей прогрессии. Со временем проявляется тенденция увеличения затрат на морскую добычу, так как осваиваемые месторождения располагаются в суровых для работы условиях.

Мировые цены на нефть оказывают определяющее влияние на мировую экономику, так как органическое топливо пока еще пользуется приоритетным спросом.

Наибольший промышленный интерес представляют месторождения непосредственно дна континентального шельфа России, площадь которых превышает 6 млн км², и в первую очередь месторождения морских россыпей.

Проблемы разработки арктического шельфа включают разведку месторождения, добычу сырья, его обработку и транспортировку. При сегодняшних ценах на нефть и газ широкомасштабная разработка месторождений арктического шельфа пока еще не является выгодной, но по мере исчерпания более доступных месторождений задача эта будет становиться все актуальнее.

Акватория Северного Ледовитого океана может стать крупнейшей нефтегазоносной провинцией на земле. На одном только Штокмановском газоконденсатном месторождении в Баренцевом море можно добывать в год 50 миллиардов кубометров газ. Для сравнения на богатом Ковыктинском месторождении добывается 25 миллиардов м³/год, на Заполярном месторождении в Ямало-Ненецком автономном округе – 32 миллиардов м³/год.

Штокмановское месторождение расположено в 600 километрах от Кольского полуострова, где глубина моря 360 метров. Акватория Баренцева моря известна суровыми климатическими условиями, например температура воды редко поднимается выше девяти градусов. Для добычи нефти и газа из земных недр в холодных регионах северных морей необходимы наземные и подводные опорные пункты

В ближайшей перспективе акватория Северного Ледовитого океана может стать крупнейшей нефтегазоносной провинцией на земле. Под толщей океанской воды и льдом локализовано 100 миллиардов тонн условного топлива.

Для того чтобы извлечь нефть и газ, в холодных глубинах северных морей предполагается строить подземные города. На дне установят опорные плиты, которые станут пристанями и фундаментом для дальнейших работ. Подводными бурильными уста-

новками будут управлять дистанционно. Установки будут бурить скважины на глубину 3500 метров от дна. Закачивающие станции будут закачивать газ в модуль обработки, а затем в газопровод. Конденсат газа закачают в подводные танкеры. Одна станция сможет перекачать за год 25 миллиардов кубометров газа. Стоимость одной такой станции может составить около 60 миллионов долларов.

Морская добыча нефти порождает межгосударственные проблемы. Норвежские и английские установки работают в Баренцевом море, американские – вдоль побережья Сахалина. В Северном море значительные запасы нефти и газа расположены вблизи средней линии между Норвегией и Великобританией.

Пока не осваиваются месторождения нефти и газа зоны арктических морей Ледовитого океана, примыкающей к США, Канаде и России. В начале 1980-х г. была проведена разведка арктического шельфа и открыты крупные залежи нефти, газа и конденсата.

Осваивается Штокмановское месторождение в Баренцевом море, запасы нефти которого составляют 430 млн т, а газа – более 1 трлн м³. Для интенсификации его освоения необходимо бурение подо льдом в экстремальных условиях.

Люди работают на глубинах до 40 м. Увеличение глубины опускания провоцирует кессонную болезнь. При освоении морских месторождений возникает необходимость строить морские буровые суда, подводные причалы, подводные танкеры, подводные резервуары и трубопроводы.

Акватория Северного Ледовитого океана может стать крупнейшей нефтегазоносной провинцией на земле. Под толщей океанской воды и льдов, по предварительным оценкам, ждут своего часа 100 миллиардов тонн условного топлива.

При всей привлекательности морские месторождения углеводородов трудны в освоении. Например, Штокмановское месторождение расположено в 600 километрах от Кольского полуострова, где глубина моря достигает до 360 метров. Акватория Баренцева моря отличается суровыми климатическими условиями,

окно хорошей погоды здесь составляет один-два месяца в году, а температура воды редко когда поднимается выше 9 градусов.

Для добычи нефти и газа разрабатывается инновационная технология. Для извлечения нефти и газа из земных недр, в глубинах северных морей проектируются города, где будут жить и работать люди.

Метан. На морском дне в форме твердых гидратов хранятся огромные запасы метана в связанном виде. Образование гидрата метана происходит под воздействием высокого давления и низкой температуры океанских глубин. Там, где океаническая плита уходит под континентальную, возникают зоны сжатия, которые выдавливают наружу метан, образующийся в толще органических отложений. Метан на морском дне является продуктом разложения органической материи и имеет не термогенное происхождение.

Метан – не только ценный энергоноситель, но и один из главных виновников глобального потепления. Он – третий по значимости парниковый газ. Важным источником метана являются океаны и периферийные моря. В этих гидратах заключено около 50% имеющегося на Земле углерода.

Поиски гидратов метана ведутся в самых различных районах Мирового океана и с привлечением самой современной специальной техники. Между известковыми глыбами, возникшими на дне в результате геохимических и тектонических процессов, происходит истечение метаносодержащих жидкостей.

Источником метана в Охотском море, как и во многих других периферийных морях, являются гидраты. Охотское море более 9-ти месяцев в году покрыто льдом, и поднимающийся со дна метан удерживается этим ледяным покровом. Весной, когда лед начинает таять, в атмосферу уходят огромные массы метана.

Из одного кубометра гидрата, извлеченного с морского дна, выделяется 164 кубометра газообразного метана. Залежи метана на дне морей и океанов обладают вдвое большими энергоресурсами, чем все прочие ископаемые энергоносители вместе взятые, т.е. около 10 тысяч миллиардов тонн. По экономическим сооб-

ражениям метан, добываемый со дна моря, пока не может конкурировать с природным газом, добываемым традиционными методами.

Залежи гидратов располагаются на крутых склонах, на глубинах от 300 до 1000 метров в геологически активных регионах. Широкомасштабная разработка месторождений может вызвать подводные оползни и разрушительные приливные волны – цунами.

Чтобы получить газообразный метан из твердых газогидратов, их нужно расплавить нагреванием. Для этого предусматривают прокладку специального трубопровода с двойной стенкой с платформы на поверхности моря до залежей газогидратов. По внутренней трубе будут подавать морскую воду, нагретую до 30–40 градусов, к месторождению газогидратов. Те будут плавиться с выделением газообразного метана, который вместе с водой будет подниматься по внешней трубе к платформе. Там метан будет отделяться от воды и подаваться в цистерны или в магистральный трубопровод, а теплая вода будет снова закачиваться к залежам газогидратов.

При использовании такой технологии количество выработанной энергии в 40 раз превысит то количество, которое придется затратить на добычу. Метан – один из самых вредоносных для климата газов. Если степень воздействия углекислого газа на климат принять за единицу, то парниковая активность метана составит 23 единицы. По мере истощения доступных месторождений задача освоения морских технологий становится все актуальнее.

6.3. Технологии разведки твердого сырья

Истощение топливной минерально-сырьевой базы на континентальной части планеты, ее перераспределение в сторону руд бедных и убогих по содержанию полезных компонентов месторождений на суше континентов вызывает необходимость отработки запасов морей и океанов.

Разведка месторождений недр Мирового океана осуществляется подземными горными выработками и буровыми скважина-

ми. С точки зрения разведки отличительной особенностью морских месторождений является отсутствие геологических границ рудных образований, которые характеризуются постепенным снижением содержания полезных компонентов.

Разработка морских месторождений – система организационно-технических мероприятий по изучению, геолого-экономической оценке и подготовке к промышленному освоению минерального сырья в акваториях морей и океанов. Минеральные ресурсы прибрежных морских и океанических зон разведывали с глубокой древности на соль, янтарь и др. В 70–80-е гг. интенсивно изучаются полезные ископаемые глубоководных впадин.

По расположению морских полезных ископаемых выделяют месторождения:

- прибрежных зон;
- ближнего и дальнего шельфа;
- глубоководных морских и океанических впадин.

Различают группы морских полезных ископаемых:

- растворенные в морской воде;
- твердые полезные ископаемые на дне;
- флюиды: нефть, газ, термальные воды.

Цель разведочных работ заключается в инженерно-геологическом обеспечении добычных работ. С этой целью проводится геолого-морфологическое и гидрогеологическое картирование прибрежных зон и детальное изучение фильтрационных свойств грунтов.

Предварительно оцениваются возможные экологические последствия нарушения солевого и гидродинамического режима.

В прибрежных зонах разведываются месторождения, перспективные залежи которых уходят с суши под морское дно (Аляска, Прибалтика, Канада, Сахалин, Апшеронский п-ов и др.).

Разведка осуществляется преимущественно бурением наклонных скважин в сторону моря. Проходка разведочных выработок под морским дном осуществляется с принятием мер предосторожности против их затопления путем бурения опережающих горизонтальных скважин, сооружения защитных перемычек и др.

Россыпные месторождения тяжелых минералов оконтуриваются с использованием геофизических, а также геоморфологических и гидродинамических методов.

Опробование осуществляется с помощью бурения мелких скважин и опытной отработки отдельных участков. Месторождения строительного, химического, агрономического и иного сырья разведываются с помощью шурфов и буровых скважин. Их изучение осуществляется путем определения качества минерального сырья и возможности его использования в определенных технологических процессах.

Перспективы упрочнения минерально-сырьевой базы связаны с видами минерального сырья, месторождения которых продолжают формироваться в прибрежной зоне.

Залежи, содержащие фосфатные соединения органического происхождения или гидроксиды алюминия и железа, изучаются путем опробования донных отложений.

Разведка месторождений нефти и газа на шельфе осуществляется путем бурения скважин 2–3 тысячи метров и более:

- при глубинах до 120 м со свайных оснований;
- при глубинах 120–200 м с плавучих платформ или с плавучих буровых установок.

При разведке морских месторождений используются геофизические методы.

Подземные бассейны высокотемпературных (300–400°C) металлоносных рассолов, содержащих цветные, редкие и благородные металлы и месторождения серы в расплавленном состоянии, изучаются проходкой глубоких скважин в условиях повышенных температур, давлений и высокой коррозионной способности растворов.

В пределах месторождений железомарганцевых конкреций, металлоносных илов и рассолов, сульфидов в рифтовых зонах на первой стадии разведки оконтуриваются перспективные площади с наиболее высокой плотностью конкреций крупных размеров, характеризующихся приемлемым содержанием суммы полезных компонентов в пересчете на Ni до 2%.

На следующей стадии отбираются пробы конкреций для определения их состава и плотности. Методами эхопрофилирования изучают рельеф дна. Подводная фотосъемка дна дает возможность определить среднюю плотность конкреций и их размеры. Результаты разведки позволяют оконтурить площадь эксплуатационного полигона и подсчитать запасы конкреций по категориям C_1 и C_2 .

Третий этап – организация опытной эксплуатации с целью получения проб для всесторонних технологических исследований. На основании результатов опытной эксплуатации:

- уточняются выход и содержание полезных компонентов;
- оценивается эффективность промышленного освоения месторождения;
- отрабатываются переработка и транспортирование конкреций.

Разведка осуществляется с судов, оснащенных лебедками, драгами, приспособлениями для взятия проб донных осадков, приборами для спутниковой связи, лабораторной аппаратурой и пр.

Глубоководные илы и рассолы содержат количество металлов соответствующее запасам крупных континентальных месторождений. Их разведка осуществляется с помощью методов эхолотирования, драгирования и подводного фотографирования.

Сульфидные месторождения в глубоководных рифтовых зонах изучаются с применением глубоководных подводных аппаратов и подводной цветной фотосъемки. В перспективе разведку месторождений предполагается проводить с помощью мобильных установок, оснащенных оборудованием для передвижения по дну, проходки скважин, сбора и транспортировки керна, управления автоматизированными устройствами для отбора материала.

6.4. Технологии разработки твердого сырья

Разработка поверхностных месторождений шельфа и ложа океана производится через водную толщу. Поверхность шельфа занимает 19% площади суши и океана. Например, в железомар-

ганцевых конкрециях донных отложений Тихого океана запасы марганца оцениваются в $2,4 \cdot 10^{11}$ т, кобальта – $2,8 \cdot 10^9$ т, никеля – $9,4 \cdot 10^9$ т, меди – $5,3 \cdot 10^9$ т. На шельфе располагаются россыпные месторождения тяжелых металлов.

Добыча из коренных месторождений отличается от аналогичной добычи на суше незначительно. Для подводных шахт стволы закладываются на суше, поэтому выработки вскрытия имеют протяженность несколько километров. Иногда вскрытие шахтных полей осуществляют стволами с искусственных островов (шахта «Майке», Япония). Глубина заложения горных выработок под дном обычно бывает не менее 60 м. Разработка месторождений ведется чаще всего с закладкой пустот твердеющими смесями.

В XI в. до н.э. финикийцы добывали сырье для производства пурпурной краски из отложений морских ракушек. В VI в. до н.э. на островах Полинезии разрабатывали коралловые рифы для получения строительных материалов. В III в. до н.э. в районе пролива Босфор добывали медную руду с небольших глубин. В конце XIX в. началось освоение россыпей золота, ильменита, рутила, циркона, монацита на побережье Австралии, Бразилии, Индии. В XX в. из морских россыпей Индонезии добывали олово, а в 1963 г. – алмазы на шельфе Юго-Западной Африки. В начале 60-х г. в Япония добывалась железная руда. В СССР в 1966 г. на шельфе восточной части Балтики добывали титано-цирконовые концентраты.

Россыпи на дне морей и водоемов разрабатывают преимущественно многочерпаковыми, гидравлическими и грейферными драгами. Для разработки железомарганцевых конкреций используют драги с гидравлическим подъемом (эрлифт) и ковшами на бесконечном тросе. В 1973 г. свыше 70 дражных предприятий добывали из россыпей шельфа около 120–130 млн м³ горной массы. Добыча оловянных концентратов из морских россыпей достигала 10% от мирового объема добычи олова без СССР, а стоимость добытых алмазов в отдельные годы превышала 3% от общей стоимости добываемых алмазов. Горные работы на шельфе за-

трудняются колебанием водной поверхности, заилинием выработок на дне моря, размывом отвалов, а также необходимостью поддержания устойчивости береговых линий.

На большинстве подводных рудников стволы закладывают на суше, вследствие чего откаточные выработки имеют большую протяженность. Вскрытие шахтных полей стволами нередко производят с искусственных островов (шахта «Майке», Япония). Глубина заложения горных выработок под дном, гарантирующая их от затопления, не превышает 65–80 м.

Разработка морских месторождений ведется с закладкой выработанного пространства. В конце XIX в. эксплуатировалось до 60 угольных шахт в Японии, Великобритании, Турции, на о. Тайвань, две железорудные шахты в Финляндии и Канаде, два оловянных рудника в Великобритании и СССР.

Наибольший объем морской добычи приходится на добычу нефти и газа. Перспективной является также добыча твердых полезных ископаемых геотехнологическими методами. Например, годовая добыча серы подземной выплавкой из месторождений Мексиканского залива уже в 1973 г. превышала 600 тыс. т.

Из морской воды в течение года извлекают 48 млн км³ химического сырья, в т. ч. около $2 \cdot 10^{16}$ т натрия, около $2 \cdot 10^{15}$ т магния, около $1,3 \cdot 10^{14}$ т брома. Технология извлечения химических элементов из морской воды предусматривает их концентрацию, а затем получение в виде соединений.

К морской технологии относится широко применяемое драгирование донных отложений водоемов.

Землесосный снаряд – плавучая землесосная установка, предназначенная для выемки полезных ископаемых и пород из-под воды и транспортирования пульпы на обогатительную фабрику, в отвал или на места возведения намывных насыпей (дамб, плотин, планировки территорий и т.д.). Имеет грунтозаборное устройство, всасывающее грунт непосредственно при работе землесоса или после его предварительного рыхления механическим или гидравлическим (напорной струей воды) способом.

Драга в отличие от землесосного снаряда является не только плавучим выемочно-транспортным, но и обогатительным ком-

плексом, оснащенным рабочим органом для добычи полезных ископаемых из-под воды, промывочно-обогащительными агрегатами для их первичного обогащения и транспортно-отвальным оборудованием для укладки отходов обогащения в отвал.

Вскрытие, подготовку месторождений и извлечение полезных компонентов осуществляют через скважины, пробуренные с плавучих средств.

Технология включает в себя процессы: вскрытие технологическими скважинами по сети $(30 \div 35) \cdot (10 \div 15)$ м; бурение наблюдательных скважин; подготовку пластов (гидроразрыв, закисление и т.д.); собственно извлечение газа и нефти; рекультивацию недр, включающую нейтрализацию остаточных растворов или их вытеснение из отработанного объема.

Преимуществом морских геотехнологий является то, что во многих случаях присутствие водных потоков и состояние массивов позволяют провести в процессе выемки первичное обогащение полезных минералов или их агрегатов.

Разработка залежей осуществляется эксплуатационными блоками, представляющими собой системы подающих и откачных скважин. Извлечение компонентов осуществляется на перерабатывающих установках на месте или в заводских условиях.

Такая технология выемочных работ получила название **придонное обогащение**. Металлоносные конкреции имеют размеры от 5 до 50 м, поверхностную плотность до 30 кг/м^2 и залегают на поверхности иловых отложений на глубинах 3000–6000 м. Применение обычных средств выемки, не учитывающих особенности океанических месторождений, привело бы к необходимости забора с каждого 1 м^2 поверхности практически 2 т отложений, подъема их с большой глубины, а затем к возврату практически тех же объемов породы на те же глубины. Выемочные машины для таких условий используют классификационные принципы выемки, например грохочение гранул при выемке.

В России разработаны технологии добычи железомарганцевых конкреций. В основе первой – отдельная машина для сбора конкреций, их отмывки от вмещающих пород. Собранные кон-

креции по вертикальному трубопроводу системой грунтовых насосов поднимают на судно, а отработанную воду, поднятую из придонных слоев, вместе с невыделенной из пульпы минеральной массой необходимо во избежание экологических нарушений закачивать в глубокие воды океана. Подобные решения в различных вариациях предлагались и в других странах. Эффективность такой технологии определяется полнотой сбора конкреций с поверхности дна, качеством отмывки их от ила придонных слоев и устойчивостью конкреций при подъеме.

Альтернативной является вторая технология, основанная на использовании ленточно-конвейерной системы подъема. Последняя технология отличается тем, что сетчатые ковши-конвейеры, двигаясь в одном направлении, осуществляют через боковую открытую грань снятие конкреций с поверхности за счет подпиливания верхнего слоя при движении судна в перпендикулярном направлении. Результаты экспериментов в Балтийском море, а также в Канарской котловине на глубине 3500 м подтвердили реальность такого способа сбора конкреций и их отмыва от вмещающих пород. Тем самым была доказана возможность достаточно полного извлечения запасов океанических месторождений рассматриваемого типа.

В зависимости от горно-геологических и гидрометеорологических условий, глубины разработки и вида полезного ископаемого применяются различные технические средства и способы подводной добычи. Россыпи разрабатываются преимущественно многочерпаковыми, гидравлическими и грейферными драгами. Для разработки железомарганцевых конкреций используют драги с гидравлическим подъемом (эрлифт) и ковшами, закрепляемыми на бесконечном тросе.

Дражная разработка – совокупность работ, выполняемых для извлечения полезных ископаемых из обводненных месторождений специальной установкой – драгой. При драгировании россыпей различают системы: с одинарным забоем; со смежными забоями; с оставлением целиков (продольная и поперечная). Способы выемки различаются последовательностью и порядком

извлечения сырья. Распространение получил слоевой способ выемки, при котором наполнение черпаков регулируется в зависимости от характера пород и содержания ценного компонента и появляется возможность отдельно вынимать пустые породы и продуктивное сырье.

Многочерпаковые драги для разработки запасов морского дна отличаются конструкцией маневрового и транспортно-отвального оборудования. При работе в открытом море передвижение и маневрирование драги осуществляется посредством канатно-якорного устройства, а наличие достаточных отвальных емкостей обеспечивает возможность самотечного транспортирования и свободного размещения отходов промывки в выработанном пространстве.

Для драгирования месторождений морского дна перспективны канатно-ковшовые драги, оснащенные грейферами или драглайнами. При разработке россыпей используют землесосные, гидро- и пневмовсасывающие драги. Землесосные драги работают при глубине разработки до 30 м, хотя специальные модели работают на глубине до 80 м. Землесосная драга с погружными насосами обеспечивает экономически выгодную разработку месторождений морского дна на глубине до 1200 м.

Разработка тяжелых гравелистых пород в условиях глубоководного грунтозабора осуществляется драгами с эрлифтами.

Преимущества морских технологий на шельфе по сравнению с разработкой месторождений суши: строительство дражных судов исключает строительные работы; уменьшаются объемы работ по вскрытию месторождений; исключается строительство коммуникаций и жилых поселков, необходимость отчуждения земель и их рекультивации.

Основные направления освоения шельфа включают в себя разработку методов поисков и разведки морских россыпей, научных основ технологии подводной добычи и создание механизмов для добычи и обогащения полезных ископаемых на глубинах.

Концентрация химических элементов в морской воде низкая, поэтому их извлечение пока нерентабельно. Перспективы разви-

тия этого направления связаны с опреснением морской воды с получением рассолов химических элементов и извлечением нужных компонентов методами адсорбционного обмена и экстракции.

6.5. Роль хозяйственной деятельности в загрязнении морей

Морям и океанам отведена роль своеобразной свалки, потому что реки выносят в океаны огромное количество пород [4]. Ежегодно в океан транспортируется примерно 25 млн т железа, 300–400 тыс. т марганца, цинка и меди, 180 тыс. т свинца и фосфора и до 3 тыс. т ртути. Океанские воды служат уникальным фильтром Земли: в них разлагаются, растворяются или оседают на дно приносимые органические и минеральные вещества.

Установившееся экологическое равновесие между процессами естественного загрязнения и самоочищения вод Мирового океана нарушается возрастающим потоком загрязнителей. Беспокойство вызывает не столько увеличивающееся количество, сколько свойства загрязнителей (неразлагающиеся, труднорастворимые, токсичные), среди которых нефть и радиоактивные отходы.

Под термином «дампинг» понимаются сброс в море и захоронения в нем отходов. В Мировой океан ежегодно поступает до 10 млн т нефти и ее производных (1 т нефти, растекаясь по поверхности воды, образует пленку толщиной от микрометров до 2 см и площадью около 12 км²). Нефтяная пленка изолирует воду от атмосферного воздуха, изменяет режим углеродно-кислородного обмена, снижает интенсивность испарения воды и нарушает экологическое равновесие в водной среде.

Одним из наиболее загрязненных нефтью водоемов является Северное море, средняя глубина которого 80 м. С его дна добывается нефть, вследствие чего в море сконцентрировано большое количество вышек, из которых вытекает много нефти. В процессе нефтедобычи происходят залповые выбросы нефти в результате

аварий, что также ведет к загрязнению морей. Учитывая то, что около 70% мировой добычи нефти транспортируется морским путем, большинство загрязнений происходит из-за аварий танкеров.

Так, вследствие утечки из скважины в районе Санта-Барбара (Калифорния) 15 млн л нефти покрыла акваторию океана площадью 2072 км².

Массовый характер приобрела добыча минеральных ресурсов береговой зоны – песка, гравия, железистого песка, барита, известняков в виде ракушек и кораллов, а также многих россыпных месторождений.

В результате горных работ в странах Европейского сообщества в Северное море попадает 2–2,3 млн. т отходов производства двуокси титана; 0,8 млн т – производства алюминия; 15 млн т пород.

Прибрежные предприятия Испании, Италии, Франции и Греции и других стран сбрасывают в море неочищенные стоки, в результате чего в Средиземное море поступает ежегодно 21 тыс. т цинка, 3,2 олова, 2,4 тыс. т кадмия, 100 т ртути и других отравляющих веществ.

Ряд развитых стран сбрасывают в океан радиоактивные отходы; бетонные контейнеры, в которых опускаются на дно эти отходы, являются лишь временной защитой водной среды от радиоактивного загрязнения. В нескольких сотнях километров от побережья Ирландии с 1976 г. было затоплено около 40 тыс. т радиоактивных отходов; сейчас в ирландских водах уже отмечается рост концентрации радиоактивных частиц. Одну из новых свалок радиоактивных отходов США организует в Тихом океане на расстоянии около 1 тыс. км от японских островов.

Локальные загрязнения океанских вод приводят к массовым заболеваниям. Так, в Японии было отмечено массовое заболевание неизвестной ранее болезнью, причиной которой явилось употребление в пищу рыбы, отравленной ртутными ингредиентами сточных вод.

Прибрежные участки морей и океанов, особенно вблизи портов и устьев крупных рек, загрязнены бытовыми и промышлен-

ными отходами и выбросами. Загрязнение Средиземноморья жидкими углеводородами составляет 100 кг/км^2 .

Воздействие на береговую зону океана не ограничивается лишь добычей отдельных компонентов горных пород, оно сопровождается внесением в береговую зону океана новых веществ в больших концентрациях, строительством сооружений, нарушающих традиционное движение наносов, преобразующих рельеф с нарушением экологического равновесия.

6.6. Минимизация загрязнения экосистем моря

В Мировом океане в зависимости от условий обитания морских организмов выделяют области, называемые экологическими. Океан характеризуется в общем равномерностью экологических условий, относительно свободной связью между всеми акваториями и отсутствием границ расселения фауны и флоры.

Загрязнение морей и океанов характеризуется следующими признаками: появлением на воде плавающих пятен; отложениями на дне в виде осадков разного вида; изменением прозрачности, цвета, температуры; уменьшением количества кислорода, растворенного в воде; появлением ранее отсутствующих токсичных веществ; изменением количества и видов рыб, моллюсков и других водных животных, а также их полным уничтожением; изменением флоры и рельефа морского дна за счет образования на дне илистых наносов.

К мероприятиям, обеспечивающим минимизацию загрязнения водной среды морей и океанов при производстве горных работ, относятся следующие.

1. Совершенствование техники и технологии подводной добычи сырья.
2. Создание маловодной и безотходной технологии горного производства.
3. Очистка сточных вод, загрязненных отходами горного производства.

4. Совершенствование конструкции транспортирующих танкеров.

5. Очистка акваторий морских и речных портов от нефтезагрязнителей.

В процессе добычи минерального сырья сброс «хвостов» обогащения концентрата не должен засорять участки эксплуатации.

При проектировании и строительстве горных предприятий должны предусматриваться технологические процессы с оборотным водоснабжением и минимальным потреблением воды, что позволит перейти на безотходное производство без сброса сточных вод в водоемы или закачивания их в толщи горных пород, слагающих земную кору.

В США разработана программа исследований загрязнений океана по определению критических уровней загрязнения, изучения процессов концентрации загрязняющих веществ, обнаружения источников загрязнения, создания методов контроля загрязнения.

Важное место отводится борьбе с загрязнением морских вод нефтепродуктами. Примером эффективного решения проблемы является оборудование системы Multipol (Франция), которая существует более 30 лет и продается во всем мире.

Система включает динамический рекуператор Cyclonet, который может обрабатывать 600 м³ нефти в час с толщиной пленки 3 мм, и статический рекуператор Nenufar, который может работать также совместно с рекуператором Cyclonet.

При разработке месторождений на морском дне необходимо вести оценку возможных последствий добычи для живых организмов, обитающих прежде всего в придонном слое или использующих дно для жизни.

Так, разработка россыпей золота и олова вдоль южной части п-ова Сьюар (Аляска), по данным ученых, не оказывает существенного влияния на экологические условия, поскольку вызываемое разработкой дополнительное взмучивание невелико и носит временный характер. Кроме того, прибрежные организмы бентоса и nekтона из-за значительной турбулентности вод привыкают

к сильному насыщению воды взвесями, и некоторое повышение мутности не оказывает на них ощутимого влияния.

Воздействие мутности на организм зависит прежде всего от их видового состава. Однако установлено, что взмучивание резко снижает скорость роста кораллов. Поэтому на участках береговой зоны, где живые организмы являются основными поставщиками наносов в береговой зоне, организация подводных карьеров должна осуществляться с предельной осторожностью.

Интерес представляют мероприятия в береговой зоне, которые преследуют две цели – избавление суши от ненужных нетоксичных отходов и создание благоприятных условий для производства рыбы в пределах морского мелководья. Примером таких мероприятий может служить создание рифов. Причем наиболее практичным материалом для сооружения рифов оказались изношенные резиновые шины, некоторые не разрушаются при воздействии точащих организмов и не добавляют токсичных субстанций в океан.

Считают, что создание рифов повысит уровень морского рыболовства и обеспечит высокие уловы в районах, доступных для рыбацких судов

Одним из главных мероприятий на пути сокращения загрязнения и уменьшения техногенного давления на береговую зону является создание заповедников и заказников вдоль побережья.

Перед странами, ведущими добычные работы на дне морей и океанов, стоит задача разработки мероприятий, основанных на международном сотрудничестве по охране берегов и прибрежных акваторий, а также неустанной пропаганды бережного отношения к природе береговой зоны, одному из главнейших источников возобновимых ресурсов океана.

ОХРАНА ЗЕМНЫХ НЕДР ОТ ВЛИЯНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

7.1. Основы охраны недр

Охрана недр – это комплекс мероприятий, направленных на соблюдение установленного порядка пользования недрами при их геологическом изучении, добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений, захоронении промышленных стоков и отходов производства и удовлетворение потребностей в минеральном сырье.

Охрана недр рассматривается как система мероприятий, обеспечивающая сохранение существующего разнообразия и рациональное использование геологической среды, образование особо охраняемых геологических объектов, имеющих особую научную, историческую, культурную, эстетическую и рекреационную ценность.

Недра подвергаются интенсивному техногенному воздействию в результате хозяйственной деятельности человека, в том числе при проведении геологоразведочных работ и разработке месторождений полезных ископаемых. Изменения, происходящие в верхней части литосферы, оказывают существенное влияние на экологическую обстановку в конкретных районах, так как через ее верхние слои происходит обмен веществ и энергии с атмосферой и гидросферой, что приводит к заметному воздействию на биосферу.

Верхние слои литосферы испытывают интенсивное воздействие в результате проведения инженерно-геологических исследований и геологоразведочных работ, в ходе которых бурят скважины на горючие сланцы, бурые угли, железные руды, подзем-

ные воды, строительные материалы, а также для геофизических исследований.

При этом отчуждаются сельскохозяйственные и лесные угодья, происходит изменение теплового баланса недр, загрязнение окружающей среды нефтепродуктами, буровым раствором, кислотами и другими токсичными компонентами, используемыми при проходке скважин.

Проведение сейсмических исследований с применением буровзрывных работ изменяет физико-химические свойства почвы и верхних слоев литосферы, загрязняет грунтовые воды и изменяет минеральный состав отложений.

В результате деятельности горнодобывающих предприятий осуществляется перемещение пород, изменение режимов поверхностных, грунтовых и подземных вод, нарушение структуры и продуктивности почв, активизация химических и геохимических процессов.

На недра оказывают катастрофическое влияние крупные технологические аварии. Так, авария на Чернобыльской АЭС привела к радиоактивному загрязнению значительной части минерально-сырьевых ресурсов стран, оказавшихся в зоне ее негативного воздействия. В зоне радиоактивного загрязнения оказались 132 месторождения минерально-сырьевых ресурсов, в том числе 59 разрабатываемых: глины, песков и песчано-гравийных смесей, цементного и известкового сырья, строительного и облицовочного камня, Припятский нефтегазоносный бассейн и Житковичское месторождение бурого угля и горючих сланцев.

Основные требования по рациональному использованию и охране недр:

- соблюдение порядка предоставления недр в пользование;
- геологическое изучение недр для достоверной оценки запасов;
- недопущение порчи разрабатываемых консервируемых в недрах запасов;
- полное извлечение из запасов основных и попутных компонентов;
- рациональное использование отходов горного производства;

- охрана месторождений полезных ископаемых от угроз снижения качества и ценности полезных ископаемых.

Производственные программы предприятий добывающей промышленности и геологоразведочных работ и планы охраны окружающей среды должны разрабатываться солидарно.

Перспективные планы и прогнозы включают разработку экологобезопасных и экономически эффективных технологий добычи, переработки и использования минерального сырья, повышения коэффициента извлечения полезных ископаемых на эксплуатируемых месторождениях. Развитие научно-технического прогресса обеспечивает вовлечение в эксплуатацию месторождений полезных ископаемых с более низким содержанием полезных веществ, более высоким содержанием вредных примесей и менее благоприятными горно-геологическими условиями залегания и обеспечивает расширение минерально-сырьевой базы.

Недра используются человеком для добычи полезных ископаемых, хранения жидких и газообразных полезных ископаемых, размещения специальных сооружений, а также для транспортных коммуникаций, захоронения промышленных токсичных и радиоактивных отходов производства и сброса сточных вод.

При современной технологии добычи и использования полезных ископаемых лишь 5–10% от всего объема извлекаемых из недр веществ реализуется в виде продукции производства, а остальное является отходами.

Горная промышленность России извлекает 1/5 часть мировых добываемых полезных ископаемых. В России 4/5 природных богатств расположены на Востоке страны и в Сибири. Чтобы освоить здесь новые месторождения, надо строить города, сооружать дороги. Но возрастающие затраты на добычу сырья и топлива компенсируются недостаточно из-за их частичной переработки. При переработке руд Соколовского, Сарбайского, Высокогорского, Богословского, Абаканского железорудных месторождений безвозвратно теряются такие ценные их компоненты, как сера, кобальт, медь.

В настоящее время обращается внимание на региональные барьеры при решении проблемы комплексного использования минерального сырья. Из-за них, например, в Республике Казахстан никак не наладится переработка отходов и шлаков металлургической и фосфорной промышленности, тепловых электростанций, запасы которых достигли нескольких миллиардов тонн и продолжают расти. Промышленные предприятия, исходя из отраслевой эффективности, извлекают из горного сырья только «свой» компонент, а остальные компоненты, иногда более ценные, идут в отходы. Недостаточной остается отдача пластов и глубина переработки нефти и газа.

7.2. Рациональное использование минеральных ресурсов

Рациональное использование минеральных ресурсов – это усовершенствованное освоение недр с применением более целесообразных методов и способов недропользования. Рациональное использование минеральных ресурсов и определяет устойчивое состояние минерально-сырьевого комплекса России.

Решение задачи комплексного использования минерального сырья возможно лишь на основе новых достижений науки и техники. В настоящее время поставлена задача на основе комплексного использования минеральных ресурсов улучшить охрану недр, снизить потери полезных ископаемых при их добыче, обогащении и переработке.

Например, горнорудные предприятия Кривбасса (Украина), в месторождениях которого залегают совместно 2–3 типа железных руд и каждый содержит 2–4 минерала железа и множество других полезных рудных и нерудных полезных ископаемых: граниты, сланцы, известняки, мрамор, кварциты, глины и прочие, запасы которых составляют миллиарды тонн.

Полнота извлечения полезных компонентов повышается за счет улучшения технологий обогащения горной массы. Это позволяет сократить отходы и потери сырья и материалов, полнее

использовать в производстве попутные продукты. Чтобы не выдавать на поверхность пустые породы, ими заполняют выработанные пространства шахт, используют в качестве закладочного материала для заполнения провалов.

При подземной разработке месторождений на поверхность выкачиваются огромные объемы высокоминерализованной воды, что отрицательно сказывается на окружающей среде. Значительную часть этой воды с большим эффектом можно использовать в народном хозяйстве в качестве технических солей, минерального питания животных и др.

Большой вред окружающей среде наносят твердые отходы горнодобывающих предприятий – вскрышные породы. Почти треть их в России от общего объема вскрыши пригодны для производства стройматериалов. Причем капитальные и эксплуатационные затраты на их переработку в два раза меньше, чем на предприятиях строительных материалов. Однако эти породы используются недостаточно.

В настоящее время интенсивно развивается массовое и индивидуальное строительство и возникает активный спрос на строительные материалы, а в связи с этим и качественно новые проблемы, связанные с рациональным использованием твердых отходов промышленного производства и грунтов различного состава.

Грунт и твердые отходы промышленного производства давно используются в качестве материалов для изготовления кирпичей и блоков различного назначения при малоэтажном строительстве.

Многолетний мировой опыт использования грунтоблоков при малоэтажном строительстве показывает, что при соблюдении правил защиты стен зданий от влаги (грунтовых вод, атмосферных осадков и пр.) они могут успешно использоваться в качестве стенового материала при строительстве одно-, двухэтажных жилых зданий, хозяйственных построек в различных климатических условиях. Основное отличие прессованных кирпичей от керамических и силикатных – это более низкий коэффициент размягчения.

С изменением кондиций на минеральное сырье и с появлением потребностей в новых, ранее не используемых полезных компонентах, породные отвалы становятся объектом разработки. Порода отвалов горных предприятий может использоваться в качестве строительных материалов или сырья для изготовления различных изделий.

Породы, слагающие все эти отвалы, представляют собой особые массивы, имеющие свою собственную текстуру и структуру. На железорудных карьерах Кривбасса (Украина) площадь, занимаемая отвалами, уже составляет более 20 000 га.

По существу, все извлекаемые из недр горные породы содержат в том или ином количестве ценные компоненты, например в

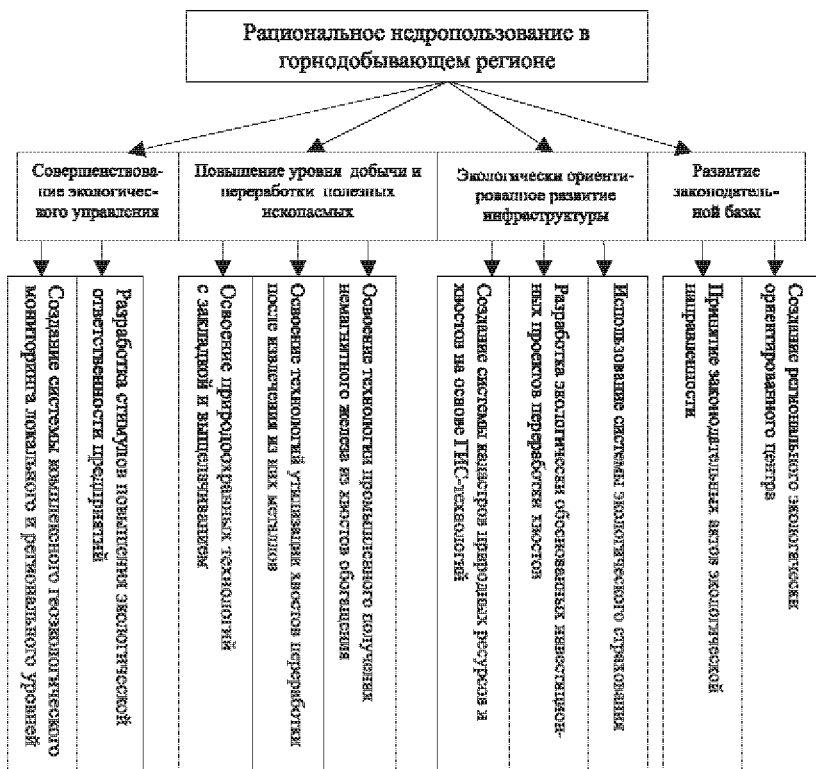


Рис. 20. Схема рационального недропользования при добыче и переработке руд

граните присутствует титан, фосфор, марганец, сера, фтор, хлор, барий, стронций, литий, хром, рубидий, ванадий, цирконий, никель, медь, цинк и многие другие. Однако эти компоненты содержатся в очень малых количествах и составляют всего 1% от массы породы, поэтому извлечение их при современном состоянии техники нерентабельно. Практически все месторождения твердых полезных ископаемых являются комплексными: они содержат, как правило, несколько различных минералов и химических элементов, одни из которых являются основными, другие – попутными полезными ископаемыми.

Целью рационализации недропользования является реализация комплексной программы использования продуктов разработки недр (рис. 20).

Основными требованиями по рациональному использованию и охране недр являются:

1) соблюдение установленного законодательством порядка предоставления недр в пользование и недопущение самовольного пользования недрами;

2) обеспечение полноты геологического изучения, рационального комплексного использования и охраны недр;

3) проведение опережающего геологического изучения недр, обеспечивающего достоверную оценку запасов полезных ископаемых или свойств участка недр, предоставленного в пользование в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых;

4) проведение государственной экспертизы и государственный учет запасов полезных ископаемых, а также участков недр, используемых в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых;

5) обеспечение наиболее полного извлечения из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов;

6) достоверный учет извлекаемых и оставляемых в недрах запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов при разработке месторождений полезных ископаемых;

7) охрана месторождений полезных ископаемых от затопления, обводнения, пожаров и других факторов, снижающих качество полезных ископаемых и промышленную ценность месторождений или осложняющих их разработку;

8) предотвращение загрязнения недр при проведении работ, связанных с использованием недрами, особенно при подземном хранении нефти, газа или иных веществ и материалов, захоронении вредных веществ и отходов производства, сбросе сточных вод;

9) соблюдение установленного порядка консервации и ликвидации предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых;

10) предупреждение самовольной застройки площадей залегания полезных ископаемых и соблюдение установленного порядка использования этих площадей в иных целях;

11) предотвращение накопления промышленных и бытовых отходов на площадях водосбора и в местах залегания подземных вод, используемых для питьевого или промышленного водоснабжения.

В случае нарушения требований настоящей статьи право пользования недрами может быть ограничено, приостановлено или прекращено уполномоченными государственными органами в соответствии с законодательством. (в ред. Федерального закона от 22.08.2004 № 122-ФЗ)»

По тексту единственной статьи, где упоминается охрана недр из 11 пунктов – 5 касаются полноты извлечения ресурсов (2–6), 2 – организационных (1, 10), 1 – экологический (11) и только 3 пункта касаются непосредственно охраны недр (7–9).

Представляется необходимым разграничить понятия «рациональное использование недр» и «охрана недр». Рациональное использование недр обеспечивает наиболее полное извлечение из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов, исключает необоснованные потери полезных ископаемых.

Проблема охраны недр и окружающей среды в полной мере касается скважинной добычи углеводородов, непосредственно

влияющей на процессы, происходящие в верхней части земной коры.

Геологическая среда составляет единое целое со средой обитания человека, литосфера представляет собой минеральную основу биосферы и поэтому нуждается в охране, как и вся природа. Ведение горных работ любого характера, тем более добыча нефти и газа, сопровождается нарушением равновесия сложившихся природных процессов в геологической среде, нарушением сложившихся биологических и геохимических связей.

Приходится идти на компромисс, находить оптимальное соотношение положительных (желаемых) и отрицательных (нежелаемых) последствий техногенного воздействия на недра при поисково-разведочных работах и добыче полезных ископаемых. Следовательно, требуется увеличивать положительные и сокращать отрицательные последствия техногенеза. С этих позиций охрана недр выступает как комплексная проблема достижения максимального народнохозяйственного эффекта при минимизации отрицательных последствий (ущерба) техногенного воздействия.

При этом должны учитываться как прямой ущерб, наносимый природе конкретным техногенным воздействием, так и затраты, необходимые на сокращение, предотвращение этого ущерба и возможной его компенсации.

Для выработки оптимальной стратегии работ по предотвращению, сокращению или ликвидации негативных последствий техногенеза недр необходимо знать источники, пути и характер воздействия всех объектов нефтяной промышленности на геологическую среду, организовать поступление достоверной информации о состоянии недр, уметь прогнозировать возможное развитие процессов, оперативно и технически грамотно реагировать на них.

Если процессы бурения и эксплуатации во многом регламентированы с точки зрения охраны недр, то ликвидация скважин и их последующее состояние регламентированы явно неудовлетворительно.

Законом о «Недрах» обязанность по ликвидации скважин возложена на пользователя недр:

Статья 22. Основные права и обязанности пользователя недр

Пользователь недр обязан обеспечить сохранность разведочных горных выработок и буровых скважин, которые могут быть использованы при разработке месторождений и (или) в иных хозяйственных целях; ликвидацию в установленном порядке горных выработок и буровых скважин, не подлежащих использованию.

Статья 26. Ликвидация и консервация предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых.

До завершения процесса ликвидации или консервации пользователь недр несет ответственность, возложенную на него настоящим Законом.

При ликвидации и консервации предприятия по добыче полезных ископаемых или его части, а также подземного сооружения, не связанного с добычей полезных ископаемых, геологическая, маркшейдерская и иная документация пополняется на момент завершения работ и сдается в установленном порядке на хранение.

Консервация и ликвидация горных выработок и иных сооружений, связанных с использованием недрами, осуществляются за счет средств предприятий – пользователей недр.

По существующему законодательству в лучшем случае можно добиться от недропользователя ликвидации фонда скважин и передачи документации по ним в территориальные органы МПР. Дальнейшая судьба скважин не прописана, и не определены источники финансирования работ по мониторингу их состояния.

7.3. Комплексное использование минеральных ресурсов

Важнейшими условиями интенсификации экономики и организации планомерного природопользования являются полнота и комплексность использования природных ресурсов. Особенно это относится к минеральным богатствам. Несмотря на это, горнодобывающие отрасли имеют громадные скрытые резервы повышения эффективности природных ресурсов [11].

Рост экономического потенциала страны во многом определяется состоянием минерально-сырьевой базы, которая должна обеспечивать промышленность сырьем и топливом. Поэтому в настоящее время стоит важный вопрос о том, насколько полно будут разрабатываться и использоваться полезные ископаемые разрабатываемых месторождений. Установлено, что за счет комплексного использования недр можно дополнительно получить около 25% продукции. Это достигается внедрением мероприятий, направленных на обеспечение полноты извлечения полезных компонентов при добыче руд и их переработке, а также охрану используемых по технологическим или экономическим причинам запасов полезных компонентов.

Проблема комплексного использования минеральных ресурсов рассматривается в двух аспектах:

- комплексное использование месторождений полезных ископаемых;
- комплексное использование добываемого минерального сырья при обогащении.

Под комплексным использованием месторождений понимается извлечение из недр в пригодном для употребления состоянии основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых.

Проблема комплексного использования минеральных ресурсов включает в себя также использование отходов производства. Так, при разработке месторождений Кривбасса (Украина) возникают проблемы в связи с ухудшением горно-геологических и горнотехнических условий, явившиеся следствием роста глубины горных работ, сокращения рудных площадей, снижения железа в руде, увеличения обводненности.

При добыче 500 млн тонн горной массы 100 млн тонн идут на переработку, а остальные 400 млн тонн складываются в отвалы и хвостохранилища. При ведении горных работ значительные объемы железной руды и других полезных компонентов не извлекаются и остаются в недрах. Главной причиной низкого уровня использования минеральных ресурсов железорудных месторожде-

ний является выборочная выемка из недр только одного типа железных руд при добыче и преимущественное извлечение одного минерала при обогащении.

Проблема обеспечения рационального, комплексного использования минерально-сырьевых ресурсов Украины является актуальной, поскольку основную ценность недр Криворожского бассейна представляют железные руды. Запасы богатых и легко обогащаемых к настоящему времени руд освоены и интенсивно истощаются в результате длительной эксплуатации.

Недостаточность использования комплексного сырья поясняется примером. Подземными рудниками отрабатываются руды с содержанием свыше 46%, а бедные окисленные, хотя попутно и вскрываются, но оставляются в недрах, т.е. 2–3 т на каждую тонну добываемой руды. При открытой разработке ежегодно 30–40 млн тонн попутно добываемых окисленных кварцитов вывозятся в отвалы, и они практически смешиваются с другими породами вскрыши.

Возможность использования указанных видов железорудного сырья появилась с решением вопросов переработки полезных ископаемых. При этом полнота извлечения полезных компонентов повысилась за счет улучшения обогащения добываемой горной массы. Основным направлением природоохранной деятельности предприятий Кривбасса является резкое сокращение отходов и потерь сырья и материалов, более полное использование в производстве попутных продуктов.

При подземной разработке значительно сокращается объем выдаваемых на поверхность пустых пород за счет частичного оставления их в выработанном пространстве и использования в качестве закладочного материала, а также заполнения провалов, образующихся на подрабатываемых участках земной поверхности.

Сократить потери минерального сырья можно за счет замены традиционных открытого и подземного способов разработки геотехнологическими методами добычи.

Богатые железные руды КМА, в основном мартитовые и железослюдково-мартитовые, характеризуются высоким содержа-

нием общего железа (65–68,5%). Ускоренная их разработка может быть обеспечена с применением метода физико-химической геотехнологии – скважинной гидродобычи (СГД), что позволит избежать многих экологических последствий традиционной технологии добычи.

К геотехнологическим методам добычи полезных ископаемых относятся: подземное выщелачивание, микробиологическое выщелачивание, подземная выплавка, подземная газификация, скважинная гидродобыча и др.

Основной принцип гидротехнологии состоит в переводе полезного ископаемого в подвижное состояние и извлечение его на поверхность.

В России широко применяется метод подземной выплавки серы (ПВС) с глубоких горизонтов. Расплавленную серу направляют через отстойные резервуары на очистку и далее на склад готовой продукции.

Перспективным является также метод скважинной добычи, который может найти широкое применение для разработки рыхлых и слабосвязанных полезных ископаемых, таких как: фосфориты, рыхлые марганцевые и мягкие бокситовые руды, битуминозные песчаники, россыпное золото, титан и т.п.

К мероприятиям, обеспечивающим рациональное использование минерального сырья и предотвращение загрязнения природной среды, относится также утилизация отходов производства. Примером может служить получение калийного концентрата из сильвинита, который в виде жидкой глины и густого рассола сбрасывается в искусственные водоемы, т.е. пропадает. В этих шламах содержится до 16–18% калийной соли, большое количество поваренной соли, а также сульфаты магния, натрия, калия и много железа. Грунтовые воды разносят соли из шламов по прилегающей территории и превращают плодородные земли в непригодные для возделывания солончаки.

Важным аспектом охраны недр является использование в металлургической промышленности металлолома, что обеспечивает существенное увеличение ресурсов металла. Поэтому

сбор и последующее использование металлолома важный фактор охраны недр.

Большое значение в деле охраны недр имеет выявление новых запасов минерального сырья путем расширения фронта геологоразведочных работ, а также поиски природных и искусственных заменителей тех или иных минеральных соединений.

Важная роль при этом принадлежит горной науке и проектным организациям, которые должны обеспечить технические решения наиболее эффективными методами и технологическими схемами, теоретической проработкой и обоснованием.

План развития горнодобывающей отрасли должен учитывать стратегию освоения минерального комплекса с учетом: состояния и перспектив развития минерально-сырьевой базы как основы поступательного развития экономики государства; создания мощных горнопромышленных комплексов, продукция которых в состоянии конкурировать на мировом рынке; применения научно обоснованных решений с учетом региональных и государственных интересов, проблем охраны окружающей среды, с увязкой текущих и перспективных направлений развития горнопромышленного комплекса.

Основные аспекты стратегии.

1. Создание экологической безопасности в горнодобывающей отрасли возможно только на базе комплексного решения проблем разработки на всех этапах добычи и переработки минерального сырья.

2. Освоение недр рационально только при сохранении и воспроизводстве экологического потенциала недр – их способности поддерживать в процессе освоения устойчивость биосферных процессов.

3. Воспроизводство экологического потенциала предусматривается на всех этапах освоения недр и после вывода горного предприятия из эксплуатации.

4. При освоении месторождений необходимо осуществлять комплексный мониторинг горнотехнических систем.

5. Экологическая безопасность освоения недр должна осуществляться с применением современных технологий добычи и переработки, а также нормирования по рациональному использованию и охране недр.

Система государственного регулирования недропользования решает задачу управления запасами полезных ископаемых с учетом интересов регионального развития страны. Основная научная задача состоит в том, чтобы оградить недра от бесхозяйственности отдельных недропользователей и обеспечить поступательное и продолжительное развитие человеческого общества. Опыт показывает, что по мере обострения ресурсных проблем человечество всегда находило выход в развитии новых и эффективных технологий по использованию минерально-сырьевой базы и рациональном использовании недр.

7.4. Опыт охраны недр в Германии

В Германии добывается около 1 млрд тонн твердого минерального сырья в год. Около 25% выработки электроэнергии покрывают добывающиеся в стране энергетические ресурсы бурого и каменного угля. Минералы, используемые как удобрение, покрывают потребности страны и экспортируются. Добыча металлических руд (уран, медь, цинк, свинец) прекращена в 90 годы, так как эти руды выгоднее приобретать на мировом рынке. Соли и каменный уголь добывают в основном открытой добычей, которая составляет в Германии около 90% от общего объема добычи твердого минерального сырья.

Открытые горные работы как система разработки характеризуются влиянием на земную поверхность. В Германии это имеет особое значение из-за высокой плотности населения и интенсивного использования в сельском и лесном хозяйствах.

Интенсивное использование поверхности с течением десятилетий усиливает необходимость сохранения флоры и фауны, создание специальных заповедников. Также особое значение имеют области курортных зон. Вышеперечисленные заповедные

зоны должны быть защищены от шума, пыли и других отрицательных влияний, которые, например, могут быть связаны с ведением горных работ.

Разработка месторождений небольшими карьерами. В Германии насчитывается около 4000 небольших карьеров по добыче песка, гравия, глины и твердой каменной породы с производственной мощностью от 300 до 600 Вт/тонн в год. Большая часть добываемых пород применяется как строительные материалы. Доля неиспользованных вскрышных пород при добыче твердой каменной породы относительно невелика, но при добыче гравия составляет 80%.

Песок, гравий и глина являются рыхлыми породами, обычно залегающими на небольшой глубине в местах осадения или выветривания. Как правило, добычные работы ведутся на осушенных площадях, т.е. рабочий горизонт располагается выше частично пониженных грунтовых вод, или на обводненной поверхности на суше, или непосредственно под водой. Такие карьеры достигают глубины 40 метров и размеров до 100 гектаров. Размеры многих карьеров редко превышают 10 гектаров. В зависимости от доли вскрышных пород остаются более или менее большие углубления после проведения горных работ, которые часто потом не засыпаются. Для засыпания выработанного пространства могут применяться инородные массы. В местах выхода подземных вод на поверхность открытые карьеры заполняются водой и на ландшафте образуется водоем.

При добыче твердой каменной породы добычные карьеры образуют глубокие выемки и склоны. Выработки достигают глубин до 60 метров, и аналогично выемкам при рыхлых породах засыпаются либо затопляются. При горных выемках твердой каменной породы на склонах, как правило, остаются каменоломни высотой до 70 метров. Применение техники взрывов при добыче твердой каменной породы может иметь значительное влияние на окружающую среду.

Разработка месторождений большими карьерами. Добыча бурого угля в Германии концентрируется преимущественно на трех больших участках с 10 действующими карьерами.

Бурый уголь из добычного карьера подается на электростанцию. Такая высокая производственная концентрация возможна и необходима для обслуживания больших буроугольных карьеров. При этом карьеры существенно различаются по геологическим параметрам.

В Райнишес Ревьере мощный продуктивный пласт разрабатывается на глубине до 350 метров. Производственная мощность этого карьера достигает более 30 млн т в год. Мощность продуктивного пласта в Лаузитцер Ревьере составляет только лишь от 10 до 15 метров, а экономически выгодная глубина добычи около 100 метров. Производственная мощность колеблется от 15 до 20 млн т в год.

Низкая мощность добычного пласта увеличивает площадь нарушенных земель. Для добычи 1 млн т угля нарушается около 10 га площадей. Месторождение с запасами до 1 млрд т угля нарушает в течение всего времени отработки до 10 000 га земель.

В Миттельдойчес Ревьере основная часть продуктивного пласта уже отработана. Относительно вышеперечисленных Ревьер Миттельдойчес Ревьера занимает среднее место по показателям нарушения земель и глубине рабочего горизонта.

Добычей бурого угля было нарушено около 160 000 га поверхности, т.е. извлечено и отсыпано в отвалы. При добыче 1 т угля вскрышные породы составляют 5 м³, это означает, что было переработано почти один млрд м³. В среднем водоотлив составляет от 6 до 7 м³ на добытую тонну угля, что в общем составляет около 1 млрд м³.

Рекультивация отвалов. Сокращение горного воздействия на окружающую среду обеспечивается концентрацией продукции на небольших высокопроизводительных предприятиях. План добычи создается по принципу – переэкскавация больших отвалов связанных пород в выработанное пространство и создание гармоничного включения во вновь образованный ландшафт. Конструкции отвалов, расположенных непосредственно вблизи карьера, увеличивающие площадь нарушенных земель, должны сокращаться.

Предпосылки для рекультивации отвалов устанавливаются в зависимости от качества геологических субстратов, которыми может быть засыпана поверхность отвала, и возможностью применения той или иной техники.

В Райнишес Ревьере поверхности отвалов преимущественно покрыты массивными лессовыми породами, которые были селективно добыты и выложены на поверхность отвалов. Лес является отличным условием для высококачественной сельскохозяйственной рекультивации.

В Лаузитцер Ривьере, наоборот, недостает карбонатосодержащих и связанных составных частиц в породах, входящих впоследствии в покрывающий слой отвалов. При этом встречаются преимущественно сорбционно слабые и бедные питательными веществами пески, а также третичные непригодные для выращивания серосодержащие субстраты, которые, если они находятся на поверхности отвалов, требуют специальной рекультивации.

Условия залегания в этой Ревьере позволяют использование транспортно-отвальных мостов, которые экономически выгодно применять при высоте черпания до 60 метров. В результате работы транспортно-отвального моста возникают неподходящие для рекультивации смешанные отвалы низкого качества с неудобным рельефом, который в большинстве случаев лежит ниже будущего уровня грунтовых вод. Эти отвалы, так же как и отвалы, образованные абзетцерами, должны поэтому покрываться, как правило, из отдельного передового уступа, с установленными высотными отметками, рельефом и качеством субстрата. Добытые более ценные породы, как отвечающие экономическим требованиям, могут быть использованы, субстрат позже добывается и складывается в отвал. Мительдойчес Ревьера занимает среднее место относительно качества субстрата отвалов.

Подготовка пригодного вскрышного субстрата для покрытия поверхности отвалов начинается с тщательного осмотра передовой зоны культурной цены для покрывающего слоя. Качество отвального субстрата должно отвечать цели использования. Для сельскохозяйственного использования не только важна пригод-

ность, но также засыпание однородного субстрата в поверхности отвалов.

Улучшение качества засыпаемых субстратов. Использование соответствующего субстрата на поверхности отвалов проводится горным предприятием, до этого должны быть проведены почвенно-улучшающие мероприятия. Мелиорация особенно необходима, если разгружающиеся третичные субстраты, которые более ряда негативных свойств имеют от кисло- до сильнокислых почвенных реакций ($\text{pH} < 3,5$), при которых невозможен рост растений. Дальнейшими недостатками, характерными также для отвальных субстратов, являются недостаток питательных веществ, вредность использования, недостаток почвенной структуры, недостаток растительного слоя и почвенных организмов.

Практикуется введение базисных минералов (кальк, пепел) в прикорневую зону глубиной до 100 см. Поверхностный слой обрабатывается удобрениями. При подаче удобрений, гумуса и почвенных организмов, например при сельскохозяйственном использовании, интересно одноразовое применение коммунальных очищенных шламов. В песочно-гравийном материале имеет значение сорбционное улучшение. Также тут могут использоваться отходы, например угольный шлак. Комплекс работ по улучшению свойств субстратов, предназначенных для засыпки, обозначается как мелиорация. Место и объем мелиорации определяется разведкой местоположения отвала и запланированной целью использования.

Кислая почвенная реакция, в особенности в третичных отвальных почвах, выветривание (окисление) серных минералов пирита и марказита ведет к высвобождению серной кислоты. Потенциальная кислотность рассчитывается на солевом базисном балансе.

Потребность макроэлементов может составлять до 200–300 кг азота, фосфора и кальция на 1 гектар. Затраты базисных минералов и удобрений могут быть точно определены в зависимости от разведанных качеств субстратов.

Чтобы гумусовый слой не повреждался, применяются модифицированные глубоко рыхлящие приборы, которые не нару-

шают обрабатываемой поверхности, но при этом разрыхляют глубже залегающий горизонт и добавляют в этот горизонт кальк и питательные вещества.

Конфигурация рельефа. В рамках отвальной технологии с ленточным отвалообразователем с учетом технических границ применяемого оборудования и безопасности горных работ формируются различные формы рельефа.

Особую проблему представляет целенаправленная укладка слоев непосредственно в теле отвала. Это может быть реализовано ленточным отвалообразователем. Необходимость возникает в случае, если на вновь заполненном карьере имеется источник фильтрационных конденсационных вод или производится базисное уплотнение отвалов.

Геотехническая безопасность. Обеспечение безопасности является важнейшей проблемой горной промышленности. В прошлом в Лаузитцер и Мительдойч Ревьерах при рыхло залегающих установившихся отвалах наблюдались сдвиги осадочного течения с потерями людей и техники. Во время активности горного карьера благоприятные условия для избегания осадочного течения могут достигаться направленным конструированием отвалов во время их отсыпки, в недействующих карьерах, как правило, имеются лишь ограниченные технические возможности.

Рекомендуемые параметры:

- безопасность откосов достигается уплотнением рыхлых залегающих субстратов (взрыв, вибрационное уплотнение) либо строительством тел опоры;
- отсыпка поверхности отвала с минимум 2-метровым защитным слоем над будущим уровнем грунтовых вод;
- выемка отвалов минимум 2 метра ниже будущего горизонта грунтовых вод с тем, чтобы не формировалось динамическое возбуждение, например запрещение подстилающей породы;
- сглаживание бортов и устройство бермы безопасности (+/-2 м) по краям отвалов.

Регулирование водного баланса. Систематизированное осушение покрывающих пород при добыче бурого угля началось около 100 лет назад.

В Лаузитцер Ревете область с понижением грунтовых вод на 2 м распространяется на поверхности размером около 2000 квадратных километров. Дефицит грунтовых вод составляет только здесь около 13 млрд м³, из этого 4 млрд м³ объем водоема в выработанном пространстве и плюс заполнение порового пространства в покрывающих породах.

Существует система характеристик для регулирования водного баланса. Учитывается не только водозабор при осушении горного карьера, но и естественный расход воды. Возникающий дефицит грунтовых вод и небольшой бассейн водосбора способствуют пересыханию целых рек.

Для ограничения распространения осушения осуществляют специальные технические проекты, например возведение уплотненных стен, поверхность которых распространяется до глубины до 100 метров.

Для забора воды был разработан концепт, который предполагает осуществлять водозабор из рек во время сезонного подъема воды (паводковый период). Использование паводковых вод сокращает не только время забора, но вместе с тем собирает карбонатосодержащие воды восходящих кислотных вод в горные карьеры. С середины 60 годов по этой причине большое количество озер было заводнено остаточными водами и накоплен опыт. Воды и обводненные отработанные карьеры составляют систему связанных между собой канав и водопроводов, так что возможна постоянная циркуляция. Некоторые водоемы используются как водохранилища.

Включение вновь образованных ландшафтов в рельеф. При включении новых ландшафтов в окружающую среду существует ряд возможностей. Соответствующие действительные возможности формирования из отвалов различных конструкций, так что все ранее населяющие этот район растения и животные получили еще один шанс для поселения.

При этом план учитывает требования:

- рациональное преобразование площади горных работ;
- создание условий выживания популяции;
- возможность возвращения в пользование по окончании работ.

Необходимо заботиться о взаимосвязях лесов, водоемов и почв или тритшайнбиотопах, в зависимости от выживаемости ареала, которым необходима тене-, влаго- или теплостаточность.

Необходима ясность, как участок добычи бурого угля будет преобразовываться в сельскохозяйственный или лесохозяйственный ландшафт. При этом обеспечивается возможность корректировки законсервированных в последние десятилетия отвалов. Это касается протяженных лесов, отторгнутых от сельского хозяйства, и устройства заповедников для охраны природы и отдыха. С водоемами возникают новые шансы для туристического использования региона горных работ.

Правовые основы горного дела в Германии. Добыча полезных ископаемых осуществляется в соответствии с разрешением. Форма разрешения на добычу зависит от места добычи полезного ископаемого и размеров предприятия, осуществляющего добычу. В государственном горном законе определены минеральные ресурсы, на разведку и разработку которых в соответствии с законом необходимо подавать заявление.

7.5. Особенности охраны недр при добыче нефти и газа

Охрана недр или геологической среды нефтяных и газовых месторождений – комплексная проблема достижения максимального хозяйственного эффекта при минимизации отрицательных последствий техногенного воздействия в виде как прямого ущерба, так и затрат на сокращение или предотвращение его.

Комплекс мероприятий по охране недр включает в себя [2]:

- обеспечение максимальной нефтеотдачи залежей;
- охрану пресных вод от загрязнения и истощения;
- предохранение от разрушения соседних залежей нефти и газа;
- сохранение от разрушения участков литосферы.

Источниками потерь нефти и газа являются:

- обособленные участки локализации углеводородов, откуда они не могут быть вытеснены технологически;
- целики нефти между добычными скважинами;
- запасы краевой части залежи при приконтурном и внутриконтурном заводнении;
- переток нефти за пределы добычного контура.

Минимизация потерь включает в себя операции:

- бурение корректирующих потоки нефти скважин;
- управление направлением потоков в эксплуатируемом поле;
- создание новых контуров заводнения;
- профилактика затрубной циркуляции жидкости и др.

В пределах горных отводов нефтяных месторождений содержатся полезные воды: термальные, минеральные для получения металлов и металлоидов; минеральные лечебные; пресные для многопрофильного использования.

Вмещающие нефтяные месторождения твердые массивы являются рудами металлов, строительными материалами и т.п.

Наиболее опасно воздействие добычи нефти на запасы пресных вод в верхних слоях литосферы, связанных с поверхностной гидросферой: реками, ручьями, родниками, озерами. Пресные подземные воды загрязняются:

- при бурении скважин растворами, шламом, производственными стоками, содержимым земляных амбаров;
- при добыче нефтью, попутной пластовой водой, химическими реагентами промышленного и бытового назначения.

Надежным предотвращением процесса загрязнения пресных вод на нефтяных промыслах является использование замкнутой системы сбора, обработки и транспорта нефти, газа и попутных вод с полной утилизацией попутных вод путем закачки в нефтеносные пласты и глубокие поглощающие горизонты.

Действенным мероприятием по охране пресноводных горизонтов является использование в технологии соленых вод более глубоких горизонтов. Это направление основано на изучении гидрогеологических условий месторождений.

Изменение пластового давления под влиянием разработки нефтяных залежей передается не только по горизонтали с захватом законтурной водоносной области пластов, но и по вертикали с влиянием на водоносные горизонты.

Снижение пластового давления в ходе извлечения из недр нефти, газа и воды сопровождается истощением запасов подземных вод вышележащих горизонтов, обезвоживанием водных источников, осушением местности. Крайним последствием депрессионного техногенеза недр является разрушение земной поверхности, чаще всего в форме просадки.

Повышение пластового давления вследствие закачки воды или сброса сточных вод в поглощающий горизонт сопровождается оттоком вод в верхние горизонты, что сопровождается засолением пресноводных горизонтов, заболачиванием и подтоплением поверхности.

Каналы связи глубоких горизонтов с приповерхностной зоной геологической среды могут быть природными: выходы нефтеносных пород на поверхность, геологические нарушения и т.п., или технологически созданными при бурении скважин.

Основным средством охраны недр при разработке нефтяных месторождений является соблюдение технологических регламентов производства.

Вредное влияние разработки на недра минимизируется рациональным использованием запасов нефти и газа в соседних с разрабатываемыми залежах. Крупные нефтяные месторождения окружены и разделены залежами – спутниками, поэтому изменение пластового давления в недрах при разработке основных залежей влияет на соседние залежи. Часть запасов нефти на пути перетока.

В России по разным оценкам имеется от 5 до 10 тысяч бесхозных скважин. Проблема усложняется в связи с окончанием сроков действия лицензий, выданных в начале девяностых годов. Многие недропользователи предпочитают закрыть, переоформить предприятие и уйти от необходимости тратить на ликвидацию скважин. У государства или нет механизмов воздействия, или они не действуют.

По экспертным оценкам, на территории России за весь период разведки и эксплуатации недр глубоким бурением на нефть и газ построено около 1,5 млн скважин «геологоразведочных» (опорных, параметрических, поисковых, разведочных) и эксплуатационных. Строительство скважин осуществлялось в разные годы и разными ведомствами, с пиковыми объемами бурения в 60-х, 70-х и 80-х годах минувшего века.

Большая часть скважин ликвидирована. Конструкция скважин и технологии бурения (применяемые компоновки, технологии цементации затрубья и т.п.) эволюционировали, обеспечивая все более совершенную изоляцию продуктивных горизонтов, минимизацию техногенного влияния скважины на экологию недр и окружающей среды, однако в пиковые годы были несовершенными.

В настоящее время часть законсервированных и ликвидированных скважин переходит в аварийное состояние, представляя опасность для окружающей среды: время разрушает цементные мосты, а коррозия – колонны и устьевое оборудование.

Теряется герметичность, возникают разливы нефти и рассолов, давление газа в заколонном и межколонном пространствах обуславливает возможность возникновения открытых фонтанов. Образуются водоёмы минерализованных вод, происходит засоление почв, вымочка и образование болот. Создается ситуация, когда теряются ценные минеральные ресурсы, ухудшается экосистема окружающей среды.

Так, за более чем полувековую историю освоения нефтегазового комплекса на территории Тюменской области пробурено более 13 тысяч глубоких поисковых и разведочных скважин на нефть и газ. Ряд скважин были ликвидированы, часть находятся в консервации. Только «бесхозный фонд» законсервированных геологоразведочных скважин по Тюменской области составил на 01. 07. 2002 г. 3367 скважин, из них по ЯНАО – 1510; по ХМАО – 1718; по югу области – 139.

В Краснодарском крае насчитывается более 300 брошенных скважин. Природоохранные органы Сахалинской области обес-

покоены состоянием более 400 бесхозных нефтяных скважин. В Оренбургской области на баланс государства поставлено около 600 скважин, 150 из которых ликвидированы.

Состояние этих скважин различное: некоторые из них расположены на нераспределенном фонде месторождений. Иные, в основном ликвидированные, скважины состоят на балансе государства или просто брошены и ни у кого на балансе не числятся.

Глава 8

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

8.1. Принципы ресурсосбережения в горном производстве

Основу ресурсосбережения в горном производстве составляет минимизация количества вновь образуемых отходов добычи полезных ископаемых и ликвидация уже накопленных отходов.

Отходы производства – остатки сырья и полупродуктов, которые частично или полностью утратили свои качества и не соответствуют стандартам. После соответствующей обработки могут быть использованы в сфере производства или потребления.

Побочные продукты образуются при переработке сырья наряду с основными продуктами производства, но не являются целью производственного процесса. Чаще всего это содержащиеся в сырье компоненты, не используемые в данном производстве, или продукты, которые получаются при добыче или обогащении основного сырья, их принято называть попутными продуктами (попутный газ при добыче нефти). В целевые продукты попадает небольшая часть природных ресурсов, а большая часть их – в отходы.

Если в природе каждая форма существует за счет других форм, составляя звено кругооборота вещества в природе, то производственная деятельность вплоть до самого последнего времени строится на основе максимальной эксплуатации природных ресурсов и игнорирования проблемы деструкции отходов производства и потребления.

Масштабы накопления отходов превышают способности экологических систем к самовосстановлению, поэтому назрела не-

обходимость перехода к замкнутым системам производства, предполагающим встроенность производственных процессов в круговорот вещества в природе.

Принципы перестройки технологических процессов:

- полное использование исходного природного вещества;
- регенерация отходов и превращение их в исходное сырье;
- изменение свойств отходов, чтобы они ассимилировались природой.

Эти принципы реализуются созданием экологически безвредных технологических процессов: безотходных или малоотходных.

В 1979 г. в Женеве в рамках Организации Объединенных Наций была принята «Декларация о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов», в соответствии с которой под безотходной технологией понимается такой принцип функционирования промышленности и сельского хозяйства, при котором рационально используются все компоненты сырья и энергии в цикле и не нарушается экологическое равновесие [9].

Под безотходной технологией понимается модель производства, которая в большинстве случаев может быть реализована лишь частично, но с развитием технического прогресса в большей степени.

Стратегия безотходной технологии исходит из того, что неиспользуемые отходы являются одновременно неиспользованными природными ресурсами и источником загрязнения окружающей среды.

Если отходы по технологическим причинам перерабатывать невозможно или экономически невыгодно, то их необходимо содержать в биосфере так, чтобы минимизировать вред естественной окружающей среде.

В направлении создания безотходной технологии доминируют принципы:

- разработка бессточных технологических и водооборотных схем на базе основе очистки жидких потоков;
- разработка технологических процессов без образования отходов;

- создание экономических районов с замкнутой системой материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса;
- использование отходов в качестве ресурсов.

Основные надежды прогресса безотходных технологий связаны с применением химической технологии, способной превратить в ресурсы отходы производств.

Внедрение безотходных технологий способствует защите окружающей среды от вредного воздействия горного производства. Эти технологии представляют собой комплекс мероприятий, в который входят:

- создание процессов получения продукции с минимизацией отходов;
- создание территориально-промышленных комплексов, имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

Развитие безотходной технологии может быть осуществлено при внедрении сложных технологических и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений.

Для повышения эффективности мер по охране природы взят курс на широкое внедрение безотходных технологических процессов, развитие комбинированных производств, обеспечивающих полное и комплексное использование природных ресурсов, сырья и материалов, исключающих или существенно снижающих вредное воздействие горного производства на окружающую среду.

Разработка месторождений полезных ископаемых сопровождается развитием сложных геомеханических процессов. Деформационные изменения во вмещающих полезные компоненты массива сопровождаются количественными изменениями напряженного состояния массива, поэтому вопросы управления устойчивостью массива при отработке запасов месторождений считают критерием эффективности разработки месторождений.

Анализ опыта разработки месторождений полезных ископаемых сводится к следующему:

- технология горных работ определяется уровнем напряжений в массивах;
- технологии управления массивами без компенсации технологической пустотности не гарантируют сохранности массива;
- гарантированное управление состоянием вмещающего массива с сохранением земной поверхности является основой обеспечения эффективности разработки рудных месторождений.

Начиная с 1991 г., горнодобывающая отрасль России испытывает трудности, связанные с общим кризисом экономики страны. Добыча полезных ископаемых снижается и сейчас. Промышленные запасы уменьшаются. Содержание полезных компонентов снижается, увеличивая себестоимость их производства.

Основным отходообразующим процессом является обогащение полезных ископаемых. Оно осуществляется с помощью ряда операций, составляющих технологическую схему в зависимости от состава сырья и содержания в нем полезных компонентов.

Грубое измельчение или дробление крупных кусков производят в щековых, конусных или валковых дробилках с максимальным размером куска 2–18 мм. Тонкое измельчение или помол осуществляют в мельницах стержневых, шаровых или самоизмельчения с размером частиц 1,0–0,04 мм. Для получения продуктов размером частиц менее 0,3 мм применяют цикл мельница – классификатор.

Основные операции по разделению и концентрированию компонентов базируются на использовании различий в свойствах минералов.

В результате обогащения получают концентрат и хвосты. Если в сырье содержится несколько полезных компонентов, получают несколько концентратов. Например, при обогащении полиметаллических руд получают соответственно свинцовый, цинковый, медный и серный концентраты. В концентратах присутствует небольшое количество примесей, а в хвостах мало полезных минералов. Эффективность обогащения характеризуется содержанием полезного компонента в концентрате и его извлечением.

Применяемые методы обогащения и металлургического передела характеризуются потерей ценных компонентов в хвостах и снижением его извлекаемой ценности. Степень раскрытия руд в процессе рудоподготовки в различных аппаратах различается в широких пределах – от 54 до 80%.

8.2. Перспективы извлечения металлов из отходов

Процессы извлечения металлов из хвостов переработки освещены в работах Масленицкого И.Н., Мостовича В.Я., Духанина И.Н., Белоглазова К.Ф., Кочкина Н.Н., Грейвера Н.Е., Калабина Л.И., Поздникова Б.П., Седельникова В.А., Максимова В.И., Остроушко И.А., Тедеева М.Н., Бубнова В.К., Голика В.И. и др.

Технология, основанная на методах магнитного, гравитационного и электрохимического разделения и обогащения сульфидного сырья, позволяет выделить в селективные товарные продукты железо, марганец, титан, серу и кремнезем – основные составляющие отходов, обеспечивая высокую эффективность разделения и обогащения оставшейся части отходов гравитационными методами [4].

В экологическом плане технология более корректна, т.к. минимизирует количество выбросов в окружающую среду. Так, из хвостов обогащения Мизурской фабрики Садонского свинцово-цинкового комбината пределы с содержанием: медь от 0,05 до 0,6%; цинк от 0,05 до 1,2%; свинец от 0,05 до 0,8 можно получать товарные продукты:

- промышленные продукты цинка и свинца с содержанием от 3 до 10%;
- концентраты цинка и свинца с содержанием металлов более 20%;
- пиритный концентрат с содержанием серы более 30%;
- титаномагнетитовый концентрат с содержанием оксидов титана более 30%;
- железомарганцевый концентрат с содержанием марганца более 20%;

- кварцевый флюс с содержанием меди от 0,3 до 2,0%;
- кварцевый песок для изготовления белого силикатного кирпича;
- кварцево-полевошпатный песок для стекла пищевого назначения;
- иловую фракцию для изготовления паст и использования при буровых работах.

Извлечением металлов из хвостов металлургии занимались: Мостович В.Я., Кармазин В.И., Котов Е.И., Лысенко З.П., Новичкова Е.М., Анисимов С.М., Романов Н.Р., Биндер С.И., Окунев А.И., Шуголь Л.С., Нагирняк Ф.И., Гагарин Э.С., Крысенко Н.С., Ильюшкин Н.Д., Федоров Ю.П., Ясонов Ф.Д., Алкацев М.И. и др.

Их работами научно обосновано, что с помощью магнитной сепарации измельченного клинкера в концентрат извлекаются железо, медь и основные редкие металлы. Магнитная сепарация наиболее успешна после дробления клинкера до 1 мм. В этом случае получается магнитный концентрат (5,8% С, 2,8%Cu, 2,8 г/т Au, 588 г/т Ag) и хвосты (23,2% С, 0,28%Cu, 0,33 г/т Au, 49 г/т Ag). Извлечение меди, золота, серебра, соответственно: 83,2%, 80,6, 85,5%. Редкие металлы выделяются в магнитный концентрат при извлечении от 75 до 92%.

Традиционные технологии обогащения ограничены пределом извлечения, результатом которого являются хвосты, дальнейшее использование которых на данном уровне технологии экономически неэффективно.

Новый подход к технологии обогащения руд включает нетрадиционный способ вскрытия материала и комплексное извлечение металлов в раствор реагента.

Модернизация традиционных обогатительных и металлургических процессов осуществляется путем привлечения операций гидрометаллургической и химической переработки, которые повышают эффективность обогащения за счет использования иных видов энергии.

Активно осваиваемое выщелачивание не обеспечивает надежности процесса, т.к. для проникновения реагентов вглубь минеральной частицы необходимо продолжительное время.

Новое направление модернизации обогащения хвостов основано на процессах дезинтеграции в активаторах [5]. Новейшим направлением извлечения металлов из хвостов обогащения является комбинирование технологий, в основе которого находится сочетание возможностей одновременно химического обогащения и активации в дезинтеграторе.

Кучное выщелачивание металлов применяют при утилизации хвостов сортировки и обогащения. Так, в мировой практике выщелачивается золото из хвостов с содержанием 0,6–0,3 г/т.

Электрохимическое окисление сульфидсодержащего сырья осуществляется в аппарате с использованием соли натрия. Процесс растворения металла в цианистых растворах имеет электрохимическую природу. На стадии выщелачивания металл осаждается на ионообменную смолу. На стадии цианистой обработки смолы происходит десорбция металлов. После снятия примесей и благородных металлов регенерированный сорбент имеет определенную остаточную емкость, например по золоту (в пределах 0,08 мг/г), по сумме примесей (менее 0,7 мг/г). Извлечение золота из жидкой фазы пульпы увеличивается в противотоке пульпосмола (рис. 21).

С целью интенсификации процесса увеличения массообмена в капиллярах сорбента и более полного использования его емкости сорбцию ведут с наложением переменного электрического поля частотой 5–40 Гц. Высокая частота из-за инерционных сил и недостаточной поляризации может не вызвать пульсации раствора в капиллярах.

Среди химических методов обогащения наиболее широко используются гидрометаллургические из-за возможности разделения компонентов и рационального решения задач охраны окружающей среды.

Выщелачивание металлов используется при предварительной обработке труднообогатимых руд или промпродуктов. Ис-

пользование этих методов позволяет повысить извлечение основных компонентов, как правило, с более высоким содержанием их в концентратах и при более низком содержании примесей.

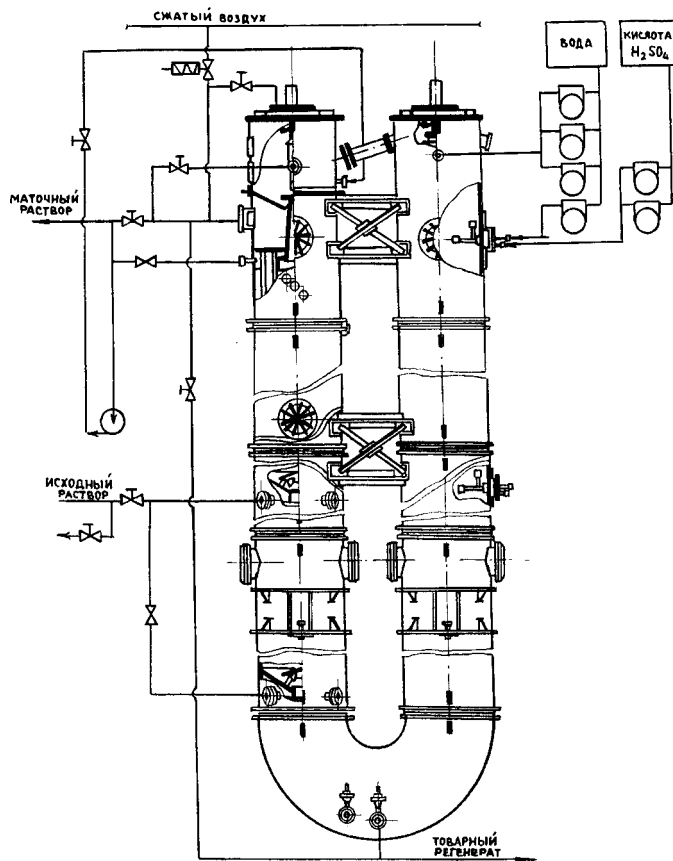


Рис. 21. Сорбционно-десорбционная колонна с противотоком пульпа-смола

При выщелачивании используют пневматическое или механическое перемешивание измельченного материала с растворителем и просачивание, фильтрацию растворителя сквозь слой материала в виде куч, отвалов, массивов с трещинами, чанов. Перемешивание применяют при крупности – 0,2 мм.

Подачу растворов при выщелачивании чередуют с паузами (аэрацией), что ускоряет окислительные процессы. Принудительная аэрация при выщелачивании медных руд позволяет увеличить извлечение металла с 65 (без аэрации) до 80%. Кучное выщелачивание является более экономичным по сравнению с автоклавным и другими активными методами. Удельные затраты сокращаются в этом случае в 2–5 раз.

Процессы иного типа, чем гидрометаллургические, т.е. магнитные, гравитационные, и иные значительно расширяют возможности отделения сопутствующих элементов перед выщелачиванием. Например, гравитационное обогащение вольфрамсодержащих руд, при котором предварительное обогащение мелкодробленной руды в тяжелых средах позволяет в несколько раз увеличить содержание полезного компонента в полученном промпродукте.

Снижение крупности материала сопровождается повышением степени раскрытия и увеличением поверхности контакта полезных минералов с рабочим раствором. Однако скорость просачивания жидкости при этом уменьшается.

Перколяционное выщелачивание в сочетании с сорбцией и с экстракционным извлечением соединений металлов получает распространение в связи с необходимостью переработки отвалов обогатительных фабрик, вскрышных пород и с развитием подземного выщелачивания.

Повышение интенсивности процесса выщелачивания в некоторых случаях делает экономически целесообразным его использование для дообогащения хвостов гравитационного, флотационного или магнитного обогащения. В результате возможно получение аддитивного эффекта, т.е. взаимного усиления технологической эффективности обогатительных приемов переработки руд.

В течение двух последних столетий используются три компонента технологии – температура и давление, механическое или химическое диспергирование веществ и катализ.

В новейших технологических процессах используется принципиально отличный феномен – изменение состояния вещества с получением нового качества.

С середины прошлого века формируется новый компонент технологии – механическая активация вещества, в том числе активация большой механической энергией. За счет энергии, использованной при механической обработке вещества, в нем накапливается энергия особого вида, не являющаяся тепловой. Кроме повышения температуры вещества происходит структурное изменение его состояния, а некомпенсированное превращение работы в тепло невозможно. Под компенсацией подразумевается изменение состояния материала или механическая активация. Перегрузки до четырехсот миллионов ускорений свободного падения, которые испытывают частицы обрабатываемого материала, играют основную роль. Считается, что часть энергии при активации материала аккумулируется на вновь образованных поверхностях.

При превращении работы в тепло происходит процесс, противоположный циклу Карно. Коэффициент полезного действия не зависит от физической и химической природы рабочего тела. Абсолютная температура обрабатываемого материала оказывает наибольшее влияние на коэффициент полезного действия теплового двигателя. При обратном цикле возможен тем больший коэффициент полезного действия, чем меньше отличается сумма кинетических энергий движущихся частей установки и частиц обрабатываемого материала от кинетической энергии вещества. Определение числовых значений механического эквивалента теплоты должно быть проведено в устройстве, в котором кинетическая энергия частей, отдающих энергию, лишь незначительно отличается от кинетической энергии принимающего энергию материала, и значение коэффициента велико.

При совместной обработке взаимно реагирующих компонентов механическая энергия используется не только для механической активации компонентов реакции, но и на химические процессы.

В УДА-установке достигаются во много раз большие импульсные мощности и частоты, чем при обработке материала в шаровой или вибромельнице. На пути от центра роторов УДА-

установки к их периферии частицы обрабатываемого материала в течение тысячных долей секунды многократно подвергаются ускорению и торможению. При быстро чередующихся встречных ударах подлежащие активации частицы материала получают большее количество энергии, чем при более длительной, продолжающейся многие часы, обработке в шаровой или вибромельнице. Для уменьшения возможности проскока частиц материала между рядами пальцев конструкция роторов должна быть рассчитана для каждого материала.

Достигаемый в дезинтеграторе эффект называют активацией большой механической энергией. Возникающие при дезинтегрировании вещества скорости удара на порядок больше, чем в вибро- и шаровых мельницах, а ускорение достигают миллионов ускорений свободного падения.

Дезинтеграторы не являются лишь помольными агрегатами. Их главная задача – придавать обрабатываемым в них веществам новые свойства, активировать их. Обработка веществ мощными, быстро следующими друг за другом ударами осуществляет и их диспергирование, необходимое для реализации многих технологических процессов.

Дезинтеграторы обеспечивают максимальную скорость удара частиц обрабатываемого вещества до 450 м/с. В процессе интенсивной ударной обработки минерального сырья происходит накопление энергии деформации в частицах, которая реализуется в процессе измельчения материала и в последующих химических процессах. Влияние механической активации материала на его физико-химическую активность не остается постоянным после прекращения механической обработки, а убывает во времени по экспоненте.

Механическая активация позволяет производить продукты с большей затратой энергии, создавать синтетические вещества и новые ценности. Различают способы механической активации выщелачивания: без применения реагентов и с применением реагентов при измельчении. В первом случае в процессе участвуют только твердое вещество и растворитель, а во втором – еще и

реагент, взаимодействующий с твердым веществом, переводя его (частично или полностью) в растворимое состояние.

8.3. Рациональное использование отходов горного производства

Рост количества отходов горного производства связан как с общей тенденцией увеличения добычи полезных ископаемых, так и с ростом механизации при отработке месторождений.

Уменьшению количества хранящихся отходов при добыче полезных ископаемых способствует вторичная их переработка и использование в строительных целях, для закладки выработанного пространства, производства строительных материалов и других целей (рис. 22).

Отходы, получаемые при добыче угля, используют для планировки территорий, строительства дорог, для производства керамики. А отходы, содержащие углерод, являются ценным сырьем для изготовления высококачественных керамических стеновых материалов и легких пористых заполнителей.

В Криворожском бассейне ежегодный выход скальных и попутно извлекаемых пород составляет 50 млн м³. Половина их пригодна для получения щебня, но ежегодно вырабатывают только 1,8 млн м³ щебня.

Во вскрышных породах Никопольского марганцево-рудного бассейна (Украина) обнаружены крупные запасы высококачественных глин, вспучивающихся при обжиге. Из них можно получать керамзитовый гравий с объемной насыпной массой 400–600 кг/м³. Прогнозные запасы этих глин превышают 500 млн м³.

Сланцы Лебединского железорудного месторождения пригодны как для производства щебня, используемого в дорожном и гидротехническом строительстве, так и щебня-заполнителя в бетоны марок до 500. О степени целесообразности использования сланцев для этих целей можно судить на основании того, что ожидаемый экономический эффект от замены привозного камня, имеющего такую же прочность, местным заполнителем из кри-

сталлических сланцев составит для объединения «Курскстрой-деталь». Сланцевые породы содержат достаточное количество биологически ценных микроэлементов, поэтому из них можно производить удобрение.

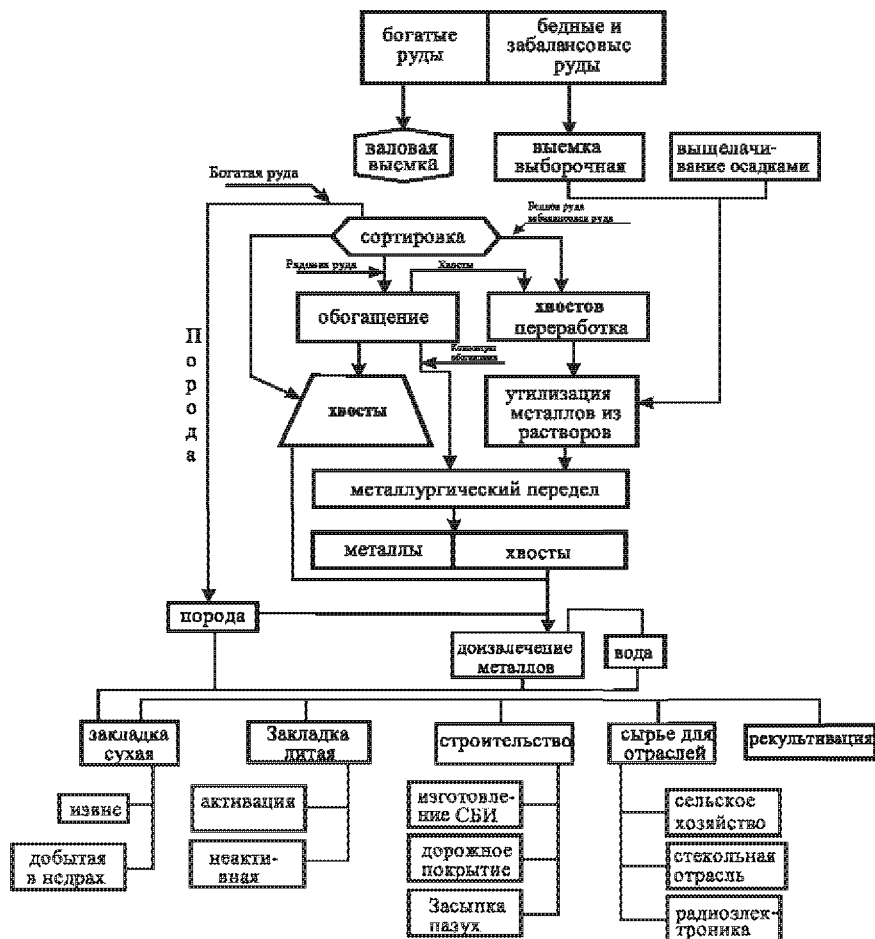


Рис. 22. Безотходная схема пользования металлосодержащими минеральными ресурсами

Отходы обогатительных фабрик используются в производстве ячеистых бетонов с объемной массой 400–1000 кг/м³ с заданной прочностью и морозоустойчивостью. Эти отходы использу-

ются вместо песка при изготовлении железобетонных изделий. При выработке апатитовых концентратов на Кольском полуострове образуются нефелиновые хвосты. Их переработка позволяет получить нефелиновые концентраты, которые используются в производстве глинозема, цемента и содопродуктов. Нефелиновый концентрат перерабатывается на Волховском и Пикелевском заводах в нефелиновый шлам. Нефелины используются в стекольной промышленности. Нефелиновый шлам используется в качестве вяжущего в производстве силикатного кирпича.

Отходы обогащения медно-пиритовых руд горно-обогатительных комбинатов используются при производстве силикатных стеновых и облицовочных материалов, стекла, асфальтобетона. При производстве тяжелого бетона марки 400 в состав массы вводят эти отходы в количестве 65%. На Авчальском заводе силикатных материалов (Грузия) выпускают фасадный облицовочный материал, в состав массы которого входят 95% отходов обогащения.

Перспективно извлечение полезных компонентов из минерализованных рудничных и шахтных вод. В кислых рудничных водах рудников содержатся соединения меди, извлечение которой осуществляется путем восстановления железным скрапом [6].

Практический интерес представляет собой извлечение полезных компонентов из пылевых фракций, образующихся в процессе отбойки и транспортировки руд.

Амурская область занимает первое место в России по прогнозным ресурсам россыпного золота. При этом значительная часть сырьевой базы связана с техногенными россыпями, которые начинают занимать важнейшее место как самостоятельный промышленный тип месторождения.

Техногенные россыпи – это отвалы, которые возникли во время разработки месторождений. В связи со снижением потенциала природных россыпей и ухудшением их условий залегания и строения, техногенные россыпи являются значительным резервом россыпной золотодобычи.

Известна практика использования метана, высвобождающегося при подземной разработке угольных месторождений. Так, в

производственном объединении «Воркутауголь» в Печерском угольном бассейне (Россия) работает котельная на метано-воздушной смеси, выдаваемой из угольных шахт.

В Германии буроугольная пыль является высококачественным топливом (теплотворная способность – 19–22 МДЖ/кг) и сырьем для различных технологических процессов. Буроугольная пыль улавливается на электростатических установках газоочистки на фабриках брикетирования угля – смежных предприятиях буроугольных карьеров.

Тенденцию разработки месторождений с относительно низким содержанием полезных компонентов (особенно металлов) можно считать глобальной. Это означает, что каждая тонна полезного компонента потребует в будущем роста объемов добываемых и обрабатываемых сырьевых материалов, а следовательно, роста объемов отходов с негативным воздействием на окружающую среду, непродуктивных расходов и т.д.

Утилизация отходов горного производства представляет собой многостороннюю проблему. В будущем неизбежна ситуация, когда скопления отходов достигнут таких размеров, что переработку их уже нельзя будет откладывать, несмотря на то что расходы на нее значительно будут выше.

Ниже рассмотрены результаты некоторых исследований, идеи и примеры по использованию отходов добычи и переработки минерального сырья в промышленных масштабах [4].

Отходы, складываемые в отвалах. Многолетняя тенденция роста цен на цветные и редкие металлы и совершенствование технологий их переработки вынуждают все больше использовать в хозяйстве отвалы, формирующиеся при добыче и переработке руд.

После сортировки и переработки этих материалов из них получают как рудные минералы, так и гравий, пригодный для строительства. Гравий высокого качества получают из отвалов урановых рудников, при этом имеется возможность извлечения радиоактивных компонентов. Отходы существующих рудников подвергаются переработке, что приближает производство к безотходной технологии.

Потенциальные возможности использования отвалов рудников и карьеров, не содержащих металлы, в основном существенно ниже. Использование отвалов карбонатных месторождений связано с большой проблемой, поскольку эти отвалы содержат высокий процент суглинков, которые трудно отсортировать. Поэтому их использование ограничивается применением на цементных заводах и целыми, когда нужны неотсортированные материалы.

Отходы, размещенные в отстойниках. Все отходы на рудниках и карьерах опробывают на содержание в них руд, определяют гранулометрический и химический составы, устанавливают степень их воздействия на окружающую среду, оценивают возможность использования мест, где размещены отвалы.

Большинство отходов складывается в отстойники и лишь небольшая часть – в насыпи. Отвалы угольных разрезов состоят из аргиллитов 60–80%, алевролитов 10–30%, песчаников 4–10%, известняков до 6%, пирита до 10% и угля 6–20%.

Техногенные месторождения по энергетическому потенциалу нередко сопоставимы с действующими месторождениями. Угольные предприятия относятся к рангу крупнейших производителей твердых отходов. Пустая порода и хвосты обогащения угля используются как высококачественные материалы в строительстве, для изготовления добавок в бетонные смеси, в сельском хозяйстве для внесения в почву.

Отходы, размещенные в отвалах. Любая отработанная порода оценивается по ее петрологическому составу, механико-физическим свойствам, гранулометрическому составу, содержанию влаги и золы и другим особенностям. Порода, размещенные в насыпях, характеризуются пористостью примерно в 35%. Относительно высокое содержание горючих материалов в отвалах этих пород является часто спонтанным источником пожаров, тушение которых нередко приводит к загрязнению обширных территорий на длительное время. Снизить риск горения таких пород можно за счет уменьшения их пористости. Добавление золы электростанций является очень успешным способом и дополнительным преимуществом по ликвидации энергетических отходов.

Пустые породы используются для восстановления поверхности земли на участках ее оседания в результате добычи полезных ископаемых. Для предотвращения самовозгорания контролируют содержание в них органического вещества.

Горные отходы используются также при создании валов в основании оползней склонов с целью их стабилизации.

Наиболее часто пустые породы находят применение в строительстве: при сооружении насыпей шоссейных и железных дорог, земляных насыпей различных водоемов и строительных площадок. При уплотнении используемых отходов бульдозерами можно достичь удельного веса примерно в $1,9 \text{ т/м}^3$ (пористость 26%). В случае добавления в породу уплотняющего материала (золу с энергостанций, песок, флотационные хвосты) удельный вес можно увеличить до $2,1 \text{ т/м}^3$, а пористость уменьшить до 20%. Такой материал по своему качеству аналогичен естественной породе.

Отсортированные породы и угольные хвосты используются для добавок в бетонные смеси или при покрытиях дорог. Доказано, что для этих целей больше всего подходят алевролиты, песчаники и кварциты.

Для изготовления заполнителей облегченных бетонов используется сырье с более высоким содержанием органического вещества. К примеру, керамзит изготавливается из глин с относительно высоким содержанием органических веществ, которые в процессе горения имеют тенденцию к вспучиванию, создавая очень пористую, синтезированную искусственную текстуру.

Породы находят применение в производстве кирпича и кирпичных элементов. В этом случае они могут содержать горючее вещество, но не должны быть горючими. Соединения углерода сгорают в процессе обжига, в результате чего конечный материал становится легче. В России построены кирпичные заводы, работающие на сырье из поверхностной глины карьеров. Технология производства включала добавку золы электростанций.

Отходы, размешенные в отстойниках. Шламы от флотации каменного угля имеют более высокую калориферную величину и поэтому их применение более успешно. В основном их ис-

пользуют как топливо для выработки энергии. Шламы с высоким содержанием золы высушивают до снижения влаги в них до 8–10%.

Шламы бурого угля в качестве топлива не используются, а утилизируются в сельском хозяйстве. Гумусовые кислоты, содержащиеся в угольных массах, проникают в формацию органо-минерального, гумусового и сорбционного комплекса почв, являющегося важным фактором питания растений. Кроме того, шламы улучшают структуру почв, положительно влияют на стабилизацию благоприятной кислотности почв (рН) и способствуют разложению минеральных соединений и более легкому их усвоению растениями.

В России успешно применяется комбинированный компост из навоза и пыли бурого угля. Угольные отходы с высоким содержанием золы проявили себя очень полезными в так называемой минерализации навоза.

Угольные массы могут использоваться для изготовления питательных белков и всех компонентов, необходимых для производства биоорганико-минеральных удобрений.

Углеудобрения нашли применение в активной защите водных ресурсов, т.е. водохранилищ и рек в зоне удобряемых почв. Контроль качества дренажных и речных вод в такой зоне показал, что количество ионов NO_3^- , вымываемых из углеудобрений, на 37% ниже, чем из минеральных удобрений. Аналогично, скорость вымывания азота на 50% у первых ниже. Углеудобрения оказываются все больше перспективными в отношении гигиенической защиты территорий вокруг водных источников.

Биомасса может изготавливаться путем обработки угольной массы с использованием соответствующих микроорганизмов, хорошо адаптирующихся к углеводородной среде. Биомассу можно использовать для производства смесей (белок – витамин), являющихся очень полезной добавкой к корму для скота.

8.4. Ресурсосберегающие технологии добычи руд

С точки зрения безотходности рациональна реализация комплекса мероприятий, направленных на уменьшение объемов неиспользуемых отходов:

- создание технологий с наименьшим количеством отходов;
- преобразования отходов во вторичные материальные ресурсы;
- создание территориально-промышленных комплексов с замкнутой структурой материальных потоков сырья и отходов.

Применение безотходной технологии может быть осуществлено при внедрении сложных технологических и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений, в том числе:

- совершенствование технологических процессов и разработку оборудования;
- замена не утилизируемых отходов на утилизируемые.

Широкое внедрение малоотходных и безотходных технологических процессов, развитие комбинированных производств, обеспечивающих полное и комплексное использование природных ресурсов, сырья и материалов, существенно снижает вредное воздействие на окружающую среду.

На Лениногорском комбинате (Казахстан) из отходов производства получают в год столько ценных металлов, сколько дает переработка 3 млн т руды, причем 1 тонна металла, полученная при утилизации отходов, обходится в 2,5 раза дешевле, чем из первичного сырья.

На Усть-Каменогорском свинцово-цинковом комбинате новые технологии плавки позволили повысить безотходность производства. Там извлекают 17 из 20 полезных компонентов, содержащихся в сырье, и выпускают более 23 видов продукции.

За счет безотходности можно дополнительно получить около 30% продукции. В ближайшем будущем для достижения уровня потребления объем добычи природных ресурсов потребует утратить, а для металлических руд увеличение достигнет 10–15 раз.

Развитые страны, население которых составляет 16% от мирового, производят около 35% мировой минеральной продукции, а потребляют более 50%. В развивающихся странах производится 35%, а потребляется около 20% мирового объема минеральной продукции.

На остальные страны, население которых составляет 35% мирового населения, приходится 30% производства и 30% потребления мировых минеральных ресурсов. Развитые страны заставляют остальные страны платить состоянием своей фауны, флоры и социума за издержки технологий пользования минеральными ресурсами развитых стран.

История добычи минеральных ресурсов развивается на фоне противоборства двух технологических тенденций:

- валовая выемка полезных ископаемых интенсивными темпами в надежде на компенсацию их качества до экономически приемлемых значений в процессе обогащения;
- селективная выемка полезных ископаемых с уменьшением объемов добычи, но с минимизацией объемов примешиваемых пород.

Валовая выемка предполагает геометризацию запасов и отработку их без дифференциации по характеру оруденения, вследствие чего в горную массу попадают породы в пределах геометризованного контура. Селективная выемка позволяет оставить породы внутри контура оруденения, что уменьшает объем разубоживания сырья. При равных условиях: потери при добыче и извлечение при переработке по количеству хвостов обогащения варианты технологий существенно различаются (рис. 23).

Преобладает первое направление, хотя совершенствование методов переработки руд явно отстает от совершенствования методов их добычи. В середине прошлого века второе направление сделало существенный прорыв за счет освоения технологий с закладкой пустот, что позволило существенно сократить объем выдачи на поверхность разубоживающих пород до 3–5%. Однако технологии с закладкой пустот не всегда приемлемы по экономическим соображениям из-за высокой стоимости и дефицитно-

сти вяжущих компонентов, и темпы накопления отходов увеличиваются [6].



Рис. 23. Схема образования хвостов горно-обогатительного передела

Предпосылками образования отходов являются постепенный выход из строя богатых и благоприятных для разработки месторождений, наличие подвижной границы между балансовыми и забалансовыми запасами и техногенными запасами, изменяющейся по мере изменения экономики, с прогрессом техники и организации работ, ограниченности инвестиций, истощением материальных ресурсов и т.п.

Истощение минерально-сырьевой базы, ее перераспределение в сторону руд бедных и убогих по содержанию полезных компонентов вызывают необходимость применения ресурсосберегающих технологий для рентабельной отработки запасов. Так, добыча металлов выщелачиванием в СССР, а затем в России осваивается с середины прошлого века. Полный комплекс технологий: кучное, подземное и скважинное выщелачивание уже полвека назад применяли в урановой промышленности СССР, где они обеспечивали рентабельную доработку ранее считавшихся нерентабельными месторождений (рис. 24).

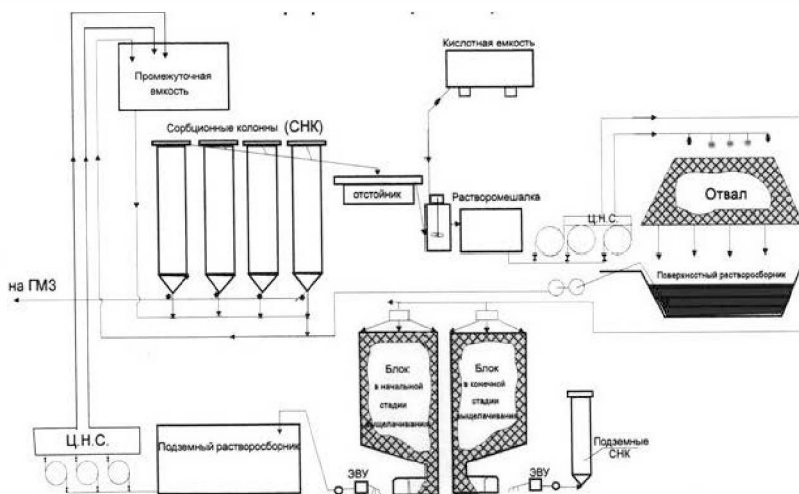


Рис. 24. Технологии добычи урана методом выщелачивания

Шахтное выщелачивание в течение 30 лет применяли на Быкогорском руднике (Ставропольский край, Россия) после того, как добыча традиционной технологией стала нерентабельной и оказалась экономически приемлемой при содержании металла в 2 раза меньшем его прежнего балансового значения. Если вначале выщелачивали только забалансовые запасы, то на месторождении Восток выщелачивали балансовые руды.

Перспективно объединение технологий выщелачивания в единый добычный комплекс в рамках предприятия или региона (рис. 25).

Забалансовые запасы, потерянные в процессе добычи руды, материал закладки выработанных пространств, ранее числившиеся отходами производства, в ряде случаев успешно разрабатываются, например, на Лениногорском, Хайдараканском, Салаирском, Чердоекском, Ачисайском, Карабашском, Гумешевском, Хапчерангинском, Садонском месторождениях и др. [4].

Но подавляющее большинство отходов хранятся невостребованными, например, в крупных хвостохранилищах Северного Кавказа (рис. 26).

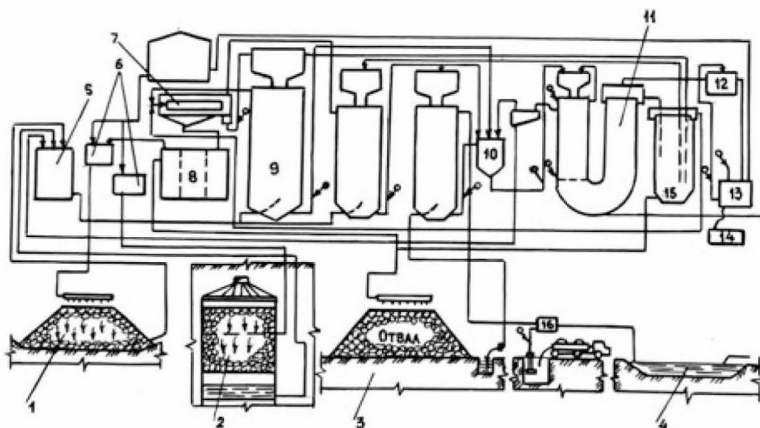


Рис. 25. Комбинирование методов добычи металлов:

1 – штабель КВ; 2 – блок ПВ; 3 – отвал; 4 – пруд; 5 – 5, 6, 7, 8 – емкости; 9, 10 – технологические аппараты; 11 – сорбционно-десорбционная колонна; 12–15– вспомогательное оборудование



Рис. 26. Карта запасов техногенного сырья

Утилизация металлосодержащих отходов возможна только после извлечения из них металлов до санитарных норм, как по причине экономического ущерба от потери ценных компонентов, так и ввиду опасности воздействия на живое вещество.

Рост цен на металлы и совершенствование технологий их переработки стимулируют использование отходов добычи и переработки металлических руд и в развитых странах извлечение компонентов из отходов добычи и переработки минералов представляет практический интерес. Например, так добывается большая часть мирового золота.

Затраты на переработку техногенных отходов, например хвостов обогащения, в 2–3 раза меньше, чем на переработку природного сырья. Так, себестоимость 1 т меди, полученной выщелачиванием, в 2 раза ниже, чем при обычных способах [10].

Традиционные обогатительные процессы при ликвидации хвостов обогащения путем извлечения из них металлов не обеспечивают приемлемых экономических результатов. Эффективность извлечения металлов из отходов увеличивается при использовании технологий с выщелачиванием, однако только это не всегда обеспечивает успех [7].

Извлечение металлов из некондиционного для традиционных технологий сырья увеличивается при совмещении процессов активации руд и хвостов обогащения в активаторах и выщелачивания [5]. В активатор-дезинтегратор поступает измельченная до нужной крупности руда и анолит электрохимической очистки (ЭХО) шахтных вод, выполняющий функции реагента (рис. 27).

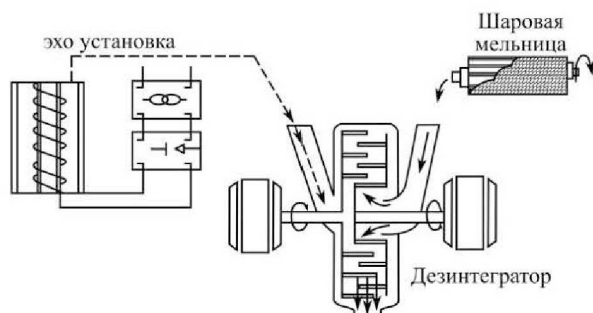


Рис. 27. Комбинированная схема механохимической активации хвостов обогащения

Перспективным направлением развития комбинированной технологии является оптимизация времени процесса переработ-

ки по фактору максимального извлечения металлов при минимальных затратах энергии и реагентов, поскольку время выщелачивания с одновременной механохимической активацией составляет первые секунды, в то время как продолжительность агитационного выщелачивания гораздо больше.

Опыт извлечения металлов в раствор позволяет сделать выводы:

- активация в дезинтеграторе с последующим выщелачиванием вне его по сравнению с традиционным выщелачиванием увеличивает извлечение из хвостов обогащения: по свинцу – в 1,7 раза, по цинку – в 2,2 раза;
- активация сырья в дезинтеграторе одновременно с выщелачиванием по сравнению с вариантом раздельной активации и выщелачивания увеличивает извлечение на такую же величину, но резко различается временем достижения этого результата.

Развитие указанного направления открывает возможности вовлечения в производство огромных резервов омертвленных запасов хвостохранилищ в качестве альтернативы освоению новых месторождений в труднодоступных для эксплуатации регионах в условиях дефицита капиталовложений. Радикальное сокращение времени выщелачивания открывает перспективы реального безотходного производства металлов.

Оптимизация процессов добычи металлов в рамках комплекса «недра–добыча–переработка» включает в себя элементы:

- выдача на поверхность богатых руд для заводской переработки с минимальными потерями и разубоживанием за счет заполнения пустот твердеющими смесями;
- извлечение металлов из убогих руд подземным выщелачиванием после выемки 30–40% их объема с использованием кольматированных хвостов выщелачивания для управления состоянием массива;
- извлечение металлов из продуктов сортировки извлекаемых на поверхность руд кучным выщелачиванием;

- извлечение металлов из хвостов обогащения и металлургии комбинированными технологиями с механохимической активацией процессов выщелачивания;
- утилизация вторичных хвостов выщелачивания с использованием активированной мелкой фракции в качестве вяжущего, а крупной фракции в качестве инертного заполнителя;
- извлечение металлов из промышленных стоков (рис. 28).

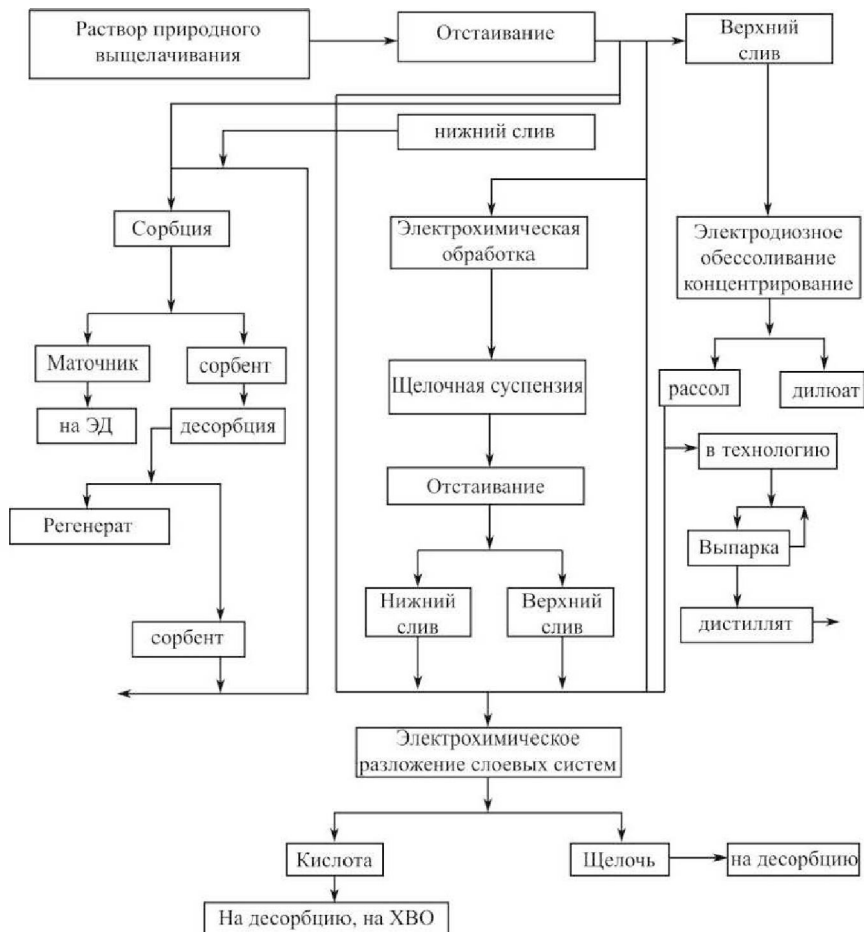


Рис. 28. Схема извлечения металлов из промышленных стоков

Анализ динамики потребности в металлических ресурсах и возможностей горного производства позволяет утверждать, что приближается время, когда скопления отходов горно-перерабатывающего производства достигнут таких объемов, что утилизацию их уже нельзя будет откладывать. Это придется делать, несмотря на то что расходы на утилизацию будут значительно выше за счет ухудшения технологических свойств минералов вследствие отрицательных эффектов синергетической самоорганизации. Ускорение этого процесса произойдет при осознании обществом реальной опасности катастрофической деградации живого вещества, в том числе и Человека, на планете Земля.

8.5. Ресурсосберегающие технологии добычи нефти и газа

Традиционные запасы газа и нефти в мире истощены на 70%. Поэтому увеличивается актуальность инновационных технологий разработки тех месторождений, которые практически являются отходами в силу несоответствия кондициям. Запасов таких сланцевых углеводородов хватит на 200–300 лет.

Современная скважинная добыча нефти осуществляется или путем природного фонтанирования под давлением энергии пласта, или с помощью механизированного способа поднятия жидкости.

В начале разработки нефтяного месторождения действует фонтанный вид добычи, а позднее ввиду уменьшения фонтанирования скважина переводится на газлифтный или эрлифтный способ добычи или глубинонасосный, в котором добыча нефти осуществляется штанговыми, гидропоршневыми или винтовыми насосами.

Газлифтный способ добычи реализует механизм для поднятия капельной жидкости при помощи энергии, которая содержится в сжатом газе, который с ней смешивается.

Современная технология разработки месторождений нефти использует феномен искусственного заводнения путем функ-

ционирования водоснабдительной системы с насосными станциями. Системы транспортировки скважин включают в себя напорную и самотечную составляющие. Напорная система подразумевает собственное давление на устье скважины, а самотечная осуществляется путем преодоления отметки устья над пометкой группового сборного пункта.

Современные технологии добычи нефти можно подразделить по способам на типы: фонтанный, компрессорный и насосный.

Количество отходов определяется совокупным влиянием геологической структуры месторождения, свойств пород нефтесодержащего пласта, консистенции и скорости истечения нефти и газа.

Без использования методов интенсификации процесса добычи добывают не более 30% запасов нефтяного месторождения, добыча еще 30% возможна с применением безотходных технологий.

Сущность технологии интенсификации состоит в том, что на первом этапе нефть под воздействием естественного давления фонтанирует к поверхности земли и поступает к насосам. Добываемая попутно вода закачивается обратно в месторождение для компенсации падения давления в пласте. Элементом безотходности является также использование попутного газа, ранее сжигаемого в факелах, для собственных нужд.

Так, на месторождении «Винтерсхалла» в Германии для добычи высоковязкой нефти там в пласт закачивается нагретый до 300 градусов пар под давлением около 100 бар, что повышает текучесть нефти и уменьшает количество отходов производства.

На нефтяном месторождении Ас-Сарах в Ливии попутный газ отделяется, сушится и уплотняется, а затем закачивается в межтрубное пространство добывающей скважины между подъемной колонной и колонной обсадных труб. Газовые пузырьки выносят смесь воды и нефти на поверхность, уменьшая потери.

К содержащим элементы безотходности относится технология гидроразрыва пласта, позволяющая добывать газ в плотных породах непроницаемого пласта.

Гидравлический разрыв пласта осуществляется созданием высокого давления. Определяющие техногенные трещины за-

полняются под давлением песком. По возникшим в результате разрыва трещинам газ поступает в скважину.

Прогресс ресурсосберегающих технологий добычи нефти развивается в следующих направлениях:

- увеличение извлекаемых запасов нефти и газа;
- повышение эффективности глубинно-насосных установок;
- создание специального оборудования для добычи в сложных условиях.

Эффективность эксплуатации скважин повышают путем использования технологических решений, включающих в себя:

- использование автоматизированных систем контроля процесса;
- обеспечение непрерывного контроля процесса;
- интенсификация процесса растворения;
- снижение динамических нагрузок при работе привода;
- использование фильтров и насосов специальной конструкции;
- использование специальных материалов при изготовлении буровых штанг;
- использование приспособлений типа центраторов штанг.

Эффективность эксплуатации скважин повышают использованием секционных насосов, газосепараторов, диспергаторов, кабелей специальной конструкции, ингибиторов коррозии, материалов из пластмасс и коррозионно-стойкой стали, металлических протекторов и т.п.

Сочетание нескольких способов подъема жидкости в одной скважине увеличивает производительность скважин по сравнению с использованием только одного способа. Газлифт в данной комбинированной установке представляет собой резервный способ подъема жидкости, работающий или при аварии основного способа или одновременно с ним.

В скважинах с высоким газовым фактором газ с помощью газосепаратора отделяют от жидкости и направляют в кольцевое пространство. Энергию отделенного используют путем подачи в струйный насос, что сообщает поднимаемой из скважин жидкости дополнительную энергию.

Ресурсосберегающие технологии путем оптимизации добычи нефти одновременно и уменьшают затраты на добычу, и решают проблему сохранности окружающей среды.

Элементы ресурсосбережения содержит добыча нефти и газа по наклонным и горизонтальным скважинам. Скважины с увеличенным отклонением от вертикальной оси обеспечивают более высокие скорости отбора нефти, чем вертикальные, поскольку обеспечивают большую площадь контакта продуктивного пласта со стволом скважины, но высокие затраты на бурение ограничивает их применение.

Перспективы развития ресурсосберегающих технологий связаны с переходом от двухмерной к трехмерной сейсмической разведке. Исторически метод сейсмической разведки был инструментом поиска нефти и газа. Трехмерная сейсмическая разведка позволяет изображать подземные структуры с повышенной точностью и представляет собой ключевой инструмент для оконтуривания.

Определяющим фактором инновационного развития является использование новых технологий. Основные направления области инновационного развития добычи нефти и газа в России включают в себя:

- повышение эффективности добычи на традиционных месторождениях;
- освоение новых регионов с тяжелыми условиями эксплуатации;
- освоение шельфов арктических морей;
- разработка нетрадиционных источников углеводородов;
- улучшение экологического качества нефтепродуктов.

Технологии в сфере геологоразведки и добычи имеют целью повышение эффективности за счет разработки рациональных комплексов геолого-геофизических исследований, совершенствования методов оценки запасов, снижения геологических рисков и повышения точности определения параметров эксплуатации объектов.

Конечным результатом развития ресурсосберегающих технологий является интенсификация добычи нефти и повышения

нефтеотдачи пластов, что позволяет существенно увеличить извлекаемые запасы и вовлечь в разработку низкокondиционные запасы, которые ранее были отходами эксплуатации недр.

В основе ресурсосберегающих технологий лежат физические, химические, гидродинамические и тепловые методы воздействия на продуктивные пласты. При бурении и креплении скважин активно используется новейшая технология бурения с обсадными трубами.

Задачи безотходности в области ресурсосбережения при нефтепереработке включают в себя повышение глубины переработки до 90% и увеличение выхода светлых нефтепродуктов до 80%.

Так, крупнейший в Европе Омский комплекс изомеризации легких бензиновых фракций «Изомалк-2» позволяет выпускать высокооктановый компонент товарных бензинов с нулевым содержанием серы, ароматических и непредельных углеводородов. Увеличилась глубина переработки нефти и объемы выпуска автомобильных высокооктановых бензинов класса 4 и 5.

Программа модернизации Московского НПЗ предполагает производство автобензина с октановым числом до 90,5 пунктов.

Переработка некондиционного газоконденсата и нефти на мини-заводах методами дистилляции и ректификации позволяет получать качественное дизельное топливо и некондиционный бензин. Новая технология – селективная дистилляция позволяет извлечь высокооктановые компоненты из смеси высокоцетановых с получением высокооктанового бензина и высококачественного дизельного топлива с цетановым числом от 56.

При переработке нефти и газоконденсата и отходов, содержащих углеводороды, в ходе ректификации, нефть или конденсат подвергают процессам нагрева и испарения. Глубокая переработка этого же сырья предполагает проведение реакции реформинга паров бензина первичной разгонки на специальном катализаторе.

Перспективно совмещение физических процессов ректификации с химическими процессами по температуре, давлению, что позволит минимизировать влияние вредных примесей.

ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

9.1. Правовые акты природопользования

Отношение к природной среде является мерой социальных и технических достижений человеческого общества, характеристикой уровня цивилизации.

Деятельность по рациональному использованию и охране окружающей среды контролируется, регулируется и направляется государством через систему природоохранного законодательства. Только когда экологические законы и требования, осознанные наукой, находят соответствующее юридическое оформление в виде законов, декретов, указов, постановлений, обязательных для исполнения, они получают реальные шансы на претворение в жизнь. Поэтому очень важно постоянное совершенствование природоохранного законодательства в соответствии с развитием науки и техники [6].

Первым законом об охране окружающей среды можно считать эдикт английского короля Эдуарда I, принятый в 1273 г. и запрещавший использование каменного угля для отопления жилищ Лондона. По обычаям того времени за нарушение эдикта полагалась смертная казнь. Позже, при короле Эдуарде III в 1338 г., парламент принял закон, запрещавший сваливать мусор в Темзу. В начале XV в. подобный указ издал французский король в отношении Сены. А согласно указу Петра I наказанию подвергались все, кто сбрасывал мусор и в Неву.

Многие указы Петра I до сих пор могут считаться образцом государственного подхода к природе: о восстановлении лесов, особенно расположенных по берегам рек; запрещение хищниче-

ских способов ловли рыбы; запрещение отстрела лосей в Санкт-Петербургской губернии и др.

Главным направлением экологической политики государства является профилактика нерационального использования природных ресурсов и загрязнения окружающей среды, создание целостной законодательной системы, обеспечивающей юридические основы рационального природопользования.

В 60–80-х годах в России был принят ряд законов и постановлений, касающихся отдельных компонентов биосферы: основы водного и земельного законодательства, законодательства о недрах и др.

Комплексным законом, охватывающим все аспекты природопользования, стал закон «Об охране окружающей природной среды», принятый в 1991 г. В том же 1991 г. в РФ был принят закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», а позже – законы «О недрах» (1992 г.), «О радиационной безопасности населения» (1995 г.), «О животном мире» (1995 г.), атомное законодательство (1996 г.). В связи с возрастанием экологической напряженности в стране в декабре 2001 г. принят новый закон «Об охране окружающей среды».

Рациональное природопользование стало неотъемлемой частью государственной политики, в конституциях многих стран выделяются разделы, определяющие взаимоотношения человеческого общества с природной средой.

В Конституции России записано, что в интересах настоящего и будущих поколений принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли и ее недр, водных ресурсов, растительного и животного мира, для сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды.

В конституции России сформулированы цели природоохранных мероприятий, права и задачи государства в области охраны природы и обязанности граждан в отношении и природопользования.

В улучшении жизни народа все большее значение приобретает гармоническое взаимодействие общества и природы, человека и окружающей среды. В России издан ряд законодательных актов, постановлений и распоряжений правительственных органов, на основе которых разработана основа правовой охраны природы и система управления природопользованием.

За последнее время принят ряд законодательных актов, регулирующих земельные, водные, лесные, горные отношения, законы об охране и использовании животного мира, об охране атмосферного воздуха. В природоохранительном законодательстве особая забота проявляется о здоровье и благосостоянии российских граждан.

В нормативных документах разработана программа, определяющая отношение к природопользованию в период научно-технического прогресса, установлена необходимость комплексного подхода к решению задач охраны природы и обеспечения рационального использования природных ресурсов во всех отраслях народного хозяйства, распределены функции между министерствами и ведомствами в области планирования и реализации природоохранительных мероприятий, а также контроля за их выполнением и состоянием природной среды.

Центральное место среди них занимает Закон РФ «О недрах», принятый в феврале 1992 г. – один из немногих законов-долгожителей. Вторая редакция закона (1995 г.) и ряд поправок не изменили, а лишь дополнили и уточнили его концепцию и основные положения.

В актах «О соблюдении требований законодательства об охране природы и рациональном использовании природных ресурсов» отмечено, что «последовательное осуществление в нашей стране мер по выполнению требований природоохранительного законодательства позволило в целом уменьшить выброс вредных веществ в атмосферу стационарными источниками, сократить сброс в водоемы загрязненных сточных вод, увеличить объем оборотного и последовательного водоснабжения. Снизился уровень загрязнения внутренних и территориальных вод страны.

Улучшилось использование и охрана земли, недр, лесов и животного мира, продолжает развиваться сеть заповедников и других особо охраняемых территорий».

Проблема правового обеспечения экологии недропользования в юридической литературе освещена недостаточно. Проблема рассматривалась наряду с другими проблемами горного права. Фундамент правовых требований охраны недр и окружающей среды при поиске, разведке и добыче полезных ископаемых был заложен в Советском Союзе.

Детальная разработка правового регулирования рационального комплексного пользования недрами началась в послевоенный период. Недра рассматривались как объект государственной собственности, а не природный компонент, поэтому под охраной недр понимали всю совокупность отношений недропользования.

Российское законодательство о недрах восприняло основные положения советского горного права о рациональном использовании и охране недр. Специалисты в области экологического права, характеризуя вопросы правовой охраны окружающей среды при недропользовании, ограничивались изложением общих положений Закона РФ «О недрах».

Горное право представляет собой самостоятельную отрасль права, которая не поглощается экологическим правом. Правовое регулирование отношений по охране недр как природного ресурса выражает взаимосвязь между законодательством о недрах и об охране окружающей среды.

Закон РФ «О недрах» является основным законодательным актом для горнодобывающих отраслей. В нем отражена роль и место общих правовых механизмов охраны окружающей среды применительно к предоставлению и использованию месторождений полезных ископаемых, установлены экологические требования к обеспечению охраны основного эксплуатируемого ресурса – недр.

Рациональное использование недр обеспечивает наиболее полное извлечение из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов, исключает необоснованные потери полезных ископаемых.

Охраной недр признается система мероприятий по сохранению природной ценности недр, обеспечению их рационального использования, воспроизводства минерально-сырьевой базы, предотвращению негативного воздействия на недра, поддержанию стабильности природных геологических процессов.

Вопросы охраны недр и окружающей среды регламентируются лицензионным договором на разведку и добычу. Значение договора в том, что он детализирует экологические требования, является связующим звеном между нормативным актом и проектной документацией, привязывает правовые и технические нормы к конкретной экосистеме, в которую входит предоставленное месторождение.

Законом «О недрах» предусмотрены виды проектной документации и стадии проектирования, установлены основы государственной экспертизы проектной документации, определен государственный орган, ответственный за проведение экспертизы.

Специальные экологические требования к освоению месторождений предусмотрены в нормативных правовых актах. Система требований по охране недр опирается на ключевые моменты:

- обеспечение полного геологического изучения недр, включая классификацию и государственную экспертизу запасов полезных ископаемых;
- постановка запасов на государственный баланс;
- геолого-экономическая оценка;
- рекомендации по полному и комплексному извлечению полезных ископаемых из недр;
- технология разработки месторождений с минимальным ущербом для окружающей среды.

Государственный контроль за охраной недр и окружающей среды сведен к надзору [9]. Закон расширяет полномочия государственных органов, возлагая на них обязанности и ответственность за принятие мер для охраны недр и окружающей среды. Закон также предусматривает обязанность возмещать вред, причиненный нерациональной разработкой месторождения запасам полезных ископаемых, и вводит экономическую ответственность

за сверхнормативные потери сырья через увеличение ставок налога на добычу полезных ископаемых.

Природоохранительное законодательство в России совершенствуется по мере развития общества и интенсификации воздействия его на природную среду.

Соблюдение законодательных актов позволит осуществлять эффективные меры по комплексному использованию минеральных ресурсов и улучшению охраны недр, а также снижать потери полезных ископаемых при добыче, переработке и обогащении.

Соблюдение законодательных актов позволит осуществлять эффективные меры по комплексному использованию минеральных ресурсов и улучшению охраны недр, а также снижать потери полезных ископаемых при добыче, переработке и обогащении.

Предметом охраны недр является состояние скважин как объектов, непосредственно расположенных в земной коре.

Законом о «Недрах», в «Статья 23. Основные требования по рациональному использованию и охране недр» предусмотрено:

Основными требованиями по рациональному использованию и охране недр являются:

1) соблюдение установленного законодательством порядка предоставления недр в пользование и недопущение самовольного пользования недрами;

2) обеспечение полноты геологического изучения, рационального комплексного использования и охраны недр;

3) проведение опережающего геологического изучения недр, обеспечивающего достоверную оценку запасов полезных ископаемых или свойств участка недр, предоставленного в пользование в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых;

4) проведение государственной экспертизы и государственный учет запасов полезных ископаемых, а также участков недр, используемых в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых;

5) обеспечение наиболее полного извлечения из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов;

6) достоверный учет извлекаемых и оставляемых в недрах запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов при разработке месторождений полезных ископаемых;

7) охрана месторождений полезных ископаемых от затопления, обводнения, пожаров и других факторов, снижающих качество полезных ископаемых и промышленную ценность месторождений или осложняющих их разработку;

8) предотвращение загрязнения недр при проведении работ, связанных с использованием недрами, особенно при подземном хранении нефти, газа или иных веществ и материалов, захоронении вредных веществ и отходов производства, сбросе сточных вод;

9) соблюдение установленного порядка консервации и ликвидации предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых;

10) предупреждение самовольной застройки площадей залегания полезных ископаемых и соблюдение установленного порядка использования этих площадей в иных целях;

11) предотвращение накопления промышленных и бытовых отходов на площадях водосбора и в местах залегания подземных вод, используемых для питьевого или промышленного водоснабжения.

В случае нарушения требований настоящей статьи право пользования недрами может быть ограничено, приостановлено или прекращено уполномоченными государственными органами в соответствии с законодательством. (в ред. Федерального закона от 22.08.2004 № 122-ФЗ).

Проблема охраны недр и окружающей среды касается скважинной добычи углеводородов, непосредственно влияющей на процессы, происходящие в верхней части земной коры. Это связано с тем, что геологическая среда составляет единое целое со всей средой обитания человека, литосфера представляет собой минеральную основу биосферы и поэтому нуждается в охране, как и вся природа. Ведение горных работ любого характера, тем более добыча нефти и газа, сопровождается нарушением равно-

весия, сложившихся природных процессов в геологической среде, нарушением сложившихся биологических и геохимических связей.

Охрану недр нельзя понимать как ее абсолютную неприкосновенность, это несовместимо с потребностями развития современного общества. Всегда приходится идти на некоторый компромисс, находить оптимальное соотношение положительных (желаемых) и отрицательных (нежелаемых) последствий техногенного воздействия на недра при поисково-разведочных работах и добыче полезных ископаемых. Следовательно, требуется увеличивать положительные и сокращать отрицательные последствия техногенеза. С этих позиций охрана недр выступает как комплексная проблема достижения максимального народнохозяйственного эффекта при минимизации отрицательных последствий (ущерба) техногенного воздействия.

При этом должны учитываться как прямой ущерб, наносимый природе конкретным техногенным воздействием, так и затраты, необходимые на сокращение, предотвращение этого ущерба и возможной его компенсации. Для выработки оптимальной стратегии работ по предотвращению, сокращению или ликвидации негативных последствий техногенеза недр необходимо знать источники, пути и характер воздействия всех объектов нефтяной промышленности на геологическую среду, организовать поступление достоверной информации о состоянии недр, уметь прогнозировать возможное развитие процессов, оперативно и технически грамотно реагировать на них.

Опасность для недр скважины существует как во время строительства (бурения), во время эксплуатации, так и после ликвидации. Если процессы бурения и эксплуатации во многом регламентированы с точки зрения охраны недр, то ликвидация скважин и их последующее состояние регламентированы явно неудовлетворительно.

Законом о «Недрах» обязанность по ликвидации скважин возложена на пользователя недр:

Статья 22. Основные права и обязанности пользователя недр

«Пользователь недр обязан обеспечить:

9) сохранность разведочных горных выработок и буровых скважин, которые могут быть использованы при разработке месторождений и (или) в иных хозяйственных целях; ликвидацию в установленном порядке горных выработок и буровых скважин, не подлежащих использованию».

Статья 26. Ликвидация и консервация предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых

«При ликвидации и консервации предприятия по добыче полезных ископаемых или его части, а также подземного сооружения, не связанного с добычей полезных ископаемых, геологическая, маркшейдерская и иная документация пополняется на момент завершения работ и сдается в установленном порядке на хранение.

Законодательная неурегулированность этого вопроса не позволяет своевременно и качественно организовать финансирование и проведение работ, создать систему мониторинга и устранения возможных негативных последствий».

Законом о «Недрах» обязанность по ликвидации скважин возложена на пользователя недр:

Законом «О Недрах» предусмотрена система государственного горного надзора за охраной недр.

Статья 38. Государственный надзор за безопасным ведением работ, связанных с использованием недрами

«Задачами государственного горного надзора являются предупреждение, выявление и пресечение нарушений пользователями недр или лицами, осуществляющими работы на участках недр, предоставленных в пользование пользователям недр, установленных законодательством Российской Федерации о недрах и утвержденных в установленном законодательством Российской Федерации порядке стандартами (нормами, правилами) требований по безопасному ведению работ, связанных с использованием недрами, по предупреждению и устранению их вредного влияния на население, окружающую среду, здания и сооруже-

ния, а также по охране недр. (часть первая в ред. Федерального закона от 18.07.2011 № 242-ФЗ).

Государственный горный надзор осуществляется уполномоченным федеральным органом исполнительной власти при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации (часть вторая в ред. Федерального закона от 18.07.2011 № 242-ФЗ).

Полномочия органов государственного горного надзора, права, обязанности и порядок их работы определяются положением, утверждаемым Правительством Российской Федерации».

Государственный горный надзор в целях обеспечения соблюдения всеми пользователями недр предусмотренных законодательством Российской Федерации требований по безопасному ведению горных работ, предупреждению и устранению их вредного влияния на население, окружающую природную среду, здания и сооружения, а также по охране недр, государственный контроль в пределах своей компетенции за рациональным использованием и охраной недр осуществляют органы Госгортехнадзора России (Подпункт 2 пункта 4 Положения о Федеральном горном и промышленном надзоре России, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 03.12.01 № 841).

В составе Министерства природных ресурсов (МПР) создана специальная служба по надзору в сфере природопользования. Стратегическая цель Федеральной службы по надзору в сфере природопользования – обеспечение экологической и экономической безопасности РФ, соблюдение рационального, непрерывного, неистощительного, экологически безопасного природопользования, сохранение всех компонентов окружающей среды от деградации и уничтожения. Главными задачами государственного контроля и надзора в сфере природопользования и охраны окружающей среды являются выявление, пресечение и профилактика правонарушений, связанных с незаконным и нерациональным использованием природных ресурсов, с негативным воздействием на окружающую среду при осуществлении всех видов природопользования, в том числе экологически опасных.

Основной задачей управления геологического контроля является организация деятельности Росприроднадзора по контролю и надзору за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр. Положение об управлении геологического контроля утверждено приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 01.09.2008 № 337. Непосредственно вопросами охраны недр занимается Управление геологического контроля и охраны недр (далее – Управление) является структурным подразделением центрального аппарата Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, осуществляющим функции государственного геологического контроля и охраны недр (за исключением объектов, расположенных на континентальном шельфе Российской Федерации, в прибрежной и береговой зонах).

Основными законами, устанавливающими ответственность за преступления в сфере недропользования, являются закон «О Недрах» и Уголовный кодекс РФ.

Закон Российской Федерации «О недрах» в ред. Федеральных законов от 03.03.1995 № 27-ФЗ, от 10.02.1999 № 32-ФЗ, от 02.01.2000 № 20-ФЗ, от 14.05.2001 № 52-ФЗ, от 08.08.2001 № 126-ФЗ, от 29.05.2002 № 57-ФЗ, от 06.06.2003 № 65-ФЗ, от 29.06.2004 № 58-ФЗ, от 22.08.2004 № 122-ФЗ).

Статья 49. Ответственность за нарушение настоящего Закона:

– невыполнение требований по приведению ликвидируемых или консервируемых горных выработок и буровых скважин в состояние, обеспечивающее безопасность населения, а также требований по сохранности месторождений полезных ископаемых, горных выработок и буровых скважин на время их консервации;

... несут уголовную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также административную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации. ...»

Уголовный кодекс РФ (УК РФ) от 13.06.1996 № 63-ФЗ

Статья 255. Нарушение правил охраны и использования недр
«Нарушение правил охраны и использования недр при проектировании, размещении, строительстве, вводе в эксплуатацию и эксплуатации горнодобывающих предприятий или подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, а равно самовольная застройка площадей залегания полезных ископаемых, если эти деяния повлекли причинение значительного ущерба, – наказываются штрафом в размере до двухсот тысяч рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до восемнадцати месяцев, либо лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет, либо обязательными работами на срок от ста восьмидесяти до двухсот сорока часов, либо исправительными работами на срок до двух лет».

9.2. Механизм управления природопользованием

Управление природопользованием осуществляется посредством научно обоснованного планирования, обеспечивающего рациональное использование природных ресурсов, совершенствования природоохранного законодательства и установления контроля за соблюдением законов. Эффективность управления должна оцениваться по экономическим, гигиеническим, экологическим и социальным показателям.

Цель управления природопользованием при разведке и разработке месторождений полезных ископаемых может быть сформулирована следующим образом: наиболее полное и рациональное изучение и использование недр при наименее существенных нарушениях, эффективном восстановлении и целесообразном преобразовании природной среды.

В России природопользование включает так называемые природохозяйственные отрасли экономики (геологоразведку, отрасли добывающей промышленности, сельское, лесное и водное хозяйство), которые специализируются на выявлении, охране, воспроизводстве и непосредственном использовании природных богатств.

Объектами управления природопользования являются не только специализированные горные предприятия природохозяйственных отраслей, но и организации других отраслей народного хозяйства.

Органической частью системы государственного управления природопользованием является природоохранное нормирование и стандартизация. В системе природопользования важную роль играют предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в окружающей среде, на основе которых ведут оценку качества природной среды.

Цель стандартизации в области охраны окружающей среды - установление единых научно обоснованных требований как к состоянию среды, так и к деятельности предприятий по отношению к окружающей среде.

Применяемая в России система государственных общесоюзных стандартов (ГОСТ) в области охраны природы включает стандарты:

1) качества окружающей среды; 2) деятельности предприятий, организаций и учреждений; 3) соответствующей терминологии и 4) нормативно-правовых актов, регулирующих охрану окружающей среды.

Поскольку влияние подземной и открытой добычи полезных ископаемых значительно сказывается на изменении ландшафтов, то рассмотрим задачу управления землепользованием в качестве основной подсистемы управления природопользованием. Она сводится к снижению масштабов нарушений земной поверхности и повышению масштабов нарушенной земной поверхности и повышению результативности ее восстановления.

Выделяются следующие функции:

- планирование охраны природы и рационального использования земель;
- управление технологией и организацией горных работ;
- управление технологией и организацией горнотехнической рекультивации; – координация звеньев управления на различных этапах освоения месторождений;

– учет и контроль состояния нарушенных и восстановленных земель.

Управление технологией и организацией включает комплекс мероприятий по совершенствованию производства горных и рекультивационных работ. Функции координации, учета и контроля в управлении землепользованием не имеют принципиальных специфических особенностей, а только профилируются применительно к основным производственным процессам добычи полезных ископаемых и восстановления нарушенных земель.

В России утверждены более 700 показателей ПДК. Они имеют целью предотвращение истощения и качественного ухудшения природной сферы.

Стандарты комплексного использования и охраны природной среды утверждаются применительно к отдельным объектам природы, ландшафтам, территориям республик, краев, областей, отдельных городов.

При разработке месторождений утверждается план по охране природы и рациональному природопользованию с учетом сохранения и укрепления природно-ресурсного потенциала страны, обеспечения его рационального и комплексного использования.

Функции государственного контроля в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов осуществляют местные законодательные органы.

Они контролируют отраслевые предприятия, следят за проектированием и строительством промышленных объектов, за правильной эксплуатацией очистных сооружений. Им предоставлено право переводить на специальный режим и даже приостанавливать работу тех коллективов, которые нарушают правила природопользования.

Они принимают меры по совершенствованию эффективности государственного управления и контроля в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, укреплению материально-технической базы органов этого контроля, усилению роли природоохранных служб в отраслях народного хозяйства, материального и морального поощ-

рения граждан и общественных организаций за содействие в осуществлении мероприятий по охране природы.

Законом природоохранным службам предоставлены широкие полномочия. К примеру, органы водного надзора могут приостанавливать работу предприятий, цехов и агрегатов, загрязняющих сточными водами водоемы, привлекать виновных и должностных лиц к административной ответственности. Учреждения Минздрава России осуществляют контроль за поведением санитарно-гигиенических и санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на ликвидацию и предупреждение загрязнения водоемов и атмосферы.

Контроль за выполнением охранных мероприятий при разведке и разработке месторождений осуществляет Комитет по надзору за безопасным ведением взрывных работ в промышленности и горному надзору при Правительстве России.

Инструментом функционирования действенного контроля пользования недрами является организация комплексного геоэкологического мониторинга природно-технических систем по предложенной схеме (рис. 29).

При оценке проблемы и перспектив совершенствования охраны окружающей среды необходимо ориентироваться на страны, занимающие ведущее место в этой области. В настоящее время первое место в мире в этом направлении занимает Германия.

Германия является страной с высокой производительностью и высоким уровнем доходов, с развитой сферой социальных услуг и высоким уровнем благосостояния, однако она бедна минеральным сырьем. В деле снабжения сырьем и энергией она во многом зависит от импорта. Так, ей приходится импортировать две трети необходимой первичной энергии. Значительна в Германии зависимость от импорта и потребления минерального сырья. Следует отметить, что запасы месторождений каменного, бурого угля и соли очень велики и имеют резервы на многие десятки лет. Из-за неблагоприятных геологических условий каменный уголь в Германии невозможно добывать на конкурентоспособной основе.



Рис. 29. Структурная схема комплексного геоэкологического мониторинга природно-технических систем горнопромышленного региона

Однако несмотря на значительный спад горной промышленности, в Германии, по сравнению с другими странами, достигнут высокий уровень охраны окружающей среды, так, во всех сферах промышленности приняты строгие нормы выброса вредных веществ в атмосферу и воду. В этой связи удалось заметно улучшить состояние экологии в западных и восточных землях.

Следует отметить, что защита естественных основ жизни в Германии закреплена в Основном законе в качестве цели государственной политики. Государство, «сознавая ответственность перед будущим поколением, защищает также естественные основы жизни» (статья 20а). Таким образом, охрана окружающей среды не допускает какого-то конкретного риска для здоровья и

представляет собой активную политику по обеспечиванию будущего нации.

Несмотря на то в Германии, так же как и в других индустриальных государствах, при ведении горных работ происходит существенное загрязнение воздуха и воды, однако, при этом быстро устанавливается источник загрязнения и резко нейтрализуется их вредное воздействие. Так, с середины 90-х годов Германия занимает первое место в мире по объему производства электроэнергии с помощью ветра.

В России вопросы охраны окружающей среды занимают важное место в сотрудничестве с Германией. Так, Германия предоставляет России экологически чистые технологии, а также поощряет передачу таких технологий, в частности, с помощью международных ярмарок или специалистов-экологов во внешне-торговых палатах.

Охрана природы является одним из критериев предоставления средств в сотрудничестве с Россией, так как высокие стандарты германских технологий охраны природы как нельзя лучше отвечают условиям устойчивого развития человечества.

Коллективные действия государств в области изучения природной среды, планирования и реализации природоохранных мероприятий осуществляются в форме международного сотрудничества. Совместные мероприятия направлены главным образом на защиту от загрязнения международных рек и материковых водоемов, атмосферного воздуха, Мирового океана и космоса.

Международными называются реки, пересекающие территории различных стран или разделяющие их границы. В понятие Мировой океан объединяются Атлантический, Индийский, Тихий и Северный Ледовитый океаны со всеми связанными с ними морями.

Развитые страны осуществляют сотрудничество в области охраны природы через следующие организации, в частности Организацию экономического сотрудничества и развития (ОЭСР).

В 1968 г. на Межправительственной конференции по проблемам биосферы впервые обсуждалась Комплексная проблема

охраны природной сферы. В 1972 г. в системе ООН был создан специальный орган международного сотрудничества по проблеме природной среды, получивший название «Программа ООН по окружающей среде» (ЮНЕП), на который были возложены задачи координации и проявления инициативы в постановке новых вопросов по сотрудничеству между странами в области охраны природы. Существует межправительственная программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ).

К главным направлениям деятельности ЮНЕП относятся создание Глобальной системы мониторинга, Международной справочной системы, Международного регистра потенциальных токсичных веществ, разработку глобального плана восстановления и рационального использования живых ресурсов, создание сети парков и других охраняемых пространств, разработку рекомендаций по экологически целесообразным путям развития, включая рациональное использование природных ресурсов на национальном и международном уровне; согласование принципов, которыми должны руководствоваться государства в своих отношениях друг с другом в области «разделяемых природных ресурсов», проблем ответственности и компенсации за загрязнение среды и ущерб, причиняемый им, и многие другие вопросы.

ЮНЕП принимает активное участие в заключении глобальных и региональных соглашений по охране от загрязнения морских вод. В решении проблем охраны природной среды принимают участие также международные неправительственные организации.

Примером двухстороннего сотрудничества по комплексным проблемам охраны окружающей среды является соглашение между Россией и США, с Болгарией, Финляндией, Францией, Великобританией, Бельгией и другими странами.

Значительные результаты этого сотрудничества достигнуты в области охраны вод. Проведен обмен научной информацией по комплексному исследованию речных бассейнов Северный Донец и Коннектикут (США). В результате обмена специальностями достигнут прогресс в области математического моделирования

водных экосистем, в разработке методов контроля и мониторинга качества вод, в том числе автоматических систем контроля.

Ряд соглашений предусматривает охрану природных ресурсов. В настоящее время существует более 300 международных договоров по различным аспектам охраны окружающей среды.

При этом международно-правовая охрана окружающей среды опирается на следующие основные принципы:

- вне государственных границ окружающая природная среда – достояние всего человечества;
- свобода исследования и использования окружающей среды и ее компонентов;
- рациональное использование окружающей природной среды;
- содействие международному сотрудничеству в исследовании и использовании окружающей среды.

Необходимость совместных международных действий по охране окружающей среды отражена в материалах Общевропейских совещаний по сотрудничеству в области охраны окружающей среды.

9.3. Правовые вопросы при добыче полезных ископаемых

Недра – это часть земной коры, расположенная ниже земной поверхности и дна водоемов и водотоков, простирающаяся до глубин, доступных для освоения.

Недра содержат запасы полезных ископаемых, вод, глубинное тепло, выступают в качестве пространственного базиса для размещения различных объектов и сооружений, захоронения промышленных отходов и т. п.

Законодательно установлено, что государственный фонд недр составляют как используемые участки, так и неиспользуемые части недр в пределах территории Российской Федерации и ее континентального шельфа. В границах РФ (включая подземное пространство и содержащиеся в нем полезные ископаемые, энергетические и иные ресурсы) недра являются государственной

собственностью. Они не могут быть предметом сделок или отчуждаться.

Добытые из недр полезные ископаемые и ресурсы представляют собой товарно-материальные ценности, которые могут находиться в собственности государства, муниципальных образований, граждан и юридических лиц. К участкам недр, находящимся в федеральной собственности, относятся те, которые имеют общегосударственное значение.

От имени государства полномочия собственника реализуют его органы: Федеральное Собрание, Президент, Правительство, местные администрации, Министерство природных ресурсов РФ, Госкомэкология России, Федеральный горный и промышленный надзор России (Госгортехнадзор), Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности (Госатомнадзор) и др.

Государственное регулирование отношений недропользования осуществляется посредством управления, лицензирования, учета и контроля, принятия нормативных актов [48].

Законодательство, регулирующее горные отношения, складывается из ряда федеральных законов и других нормативных актов. Основопологающим кодифицированным актом в системе законодательства о недрах является Закон РФ «О недрах». К числу важнейших актов относятся: федеральные законы «О континентальном шельфе РФ» 1995 г., «Об исключительной экономической зоне РФ» 1998 г., «О драгоценных металлах и драгоценных камнях» 1998 г., «О соглашениях о разделе продукции» 1995 г.

Специфические отношения, связанные с захоронением токсичных веществ и радиоактивных отходов, регламентируются федеральными законами «Об использовании атомной энергии» 1995 г., «Об отходах производства и потребления» 1998 г., «О радиационной безопасности населения» 1995 г. и др.

Право пользования недрами – это система правовых норм, которые регулируют порядок и условия предоставления и использования недр, права и обязанности недропользователей. Для субъектов недропользования это право представляет собой сово-

купность конкретных прав и обязанностей, приобретаемых ими в связи с предоставлением участка недр в пользование.

Право недропользования предоставляется на следующие виды:

- для геологического изучения, поиска и оценки месторождений полезных ископаемых;
- для разведки и добычи полезных ископаемых – извлечения из недр минерального сырья и использования отходов горнодобывающего и связанных с ним перерабатывающих производств;
- для строительства и эксплуатации подземных сооружений: туннелей, метрополитенов, трубопроводов, производственных объектов, хранилищ нефти и газа, захоронения отходов производства, сброса сточных вод и т. п.;
- для образования особо охраняемых геологических объектов, имеющих научное, культурное, эстетическое, санитарно-оздоровительное и иное значение;
- для сбора минералогических, палеонтологических и других геологических материалов.

Право добычи радиоактивного сырья и захоронения радиоактивных отходов и токсичных веществ предоставляется государственным предприятиям.

Объектами права недропользования являются участки недр, предоставляемые субъектам в пользование в виде горного отвода – геометризованного блока недр или геологического отвода. В границах горного отвода субъект имеет исключительное право осуществлять пользование недрами, а в границах геологического отвода могут одновременно проводить работы несколько пользователей.

Недра предоставляются в пользование:

- для геологического изучения – на срок до 5 лет;
 - для добычи полезных ископаемых – на срок до 20 лет;
- при совмещении указанных видов пользования – на срок до 25 лет.

Без ограничения срока недра предоставляются в пользование для строительства подземных сооружений, не связанных с добы-

чей полезных ископаемых, образования особо охраняемых геологических объектов и др.

Основанием возникновения права недропользования является лицензия – специальное разрешение компетентного государственного органа по управлению использованием и охраной недр. Она представляет собой документ, удостоверяющий право ее владельца на пользование участком недр в определенных границах и в соответствии с указанной целью в течение установленного срока при соблюдении заранее оговоренных условий.

При предоставлении лицензий на пользование недрами учитываются критерии: научно-технический уровень программ по геологическому изучению и использованию недр, полнота извлечения полезных ископаемых, вклад в социально-экономическое развитие территории, сроки реализации программ, эффективность природоохранных мероприятий.

На бесконкурсной основе предоставляются недра для использования:

- в целях захоронения радиоактивных отходов и токсичных веществ;
- при переходе права пользования к другому лицу;
- в целях геологического изучения недр.

Порядок пользования общераспространенными полезными ископаемыми устанавливается субъектами РФ. Собственники, владельцы земельных участков имеют право свободно и бесплатно в их границах осуществлять без применения взрывных работ добычу общераспространенных полезных ископаемых и строительство подземных сооружений для своих нужд на глубину до пяти метров, а также устройство и эксплуатацию бытовых колодцев и скважин на первый водоносный горизонт, не являющийся источником централизованного водоснабжения.

Земельные участки, необходимые для проведения работ, связанных с геологическим изучением и использованием недр, могут отчуждаться для государственных нужд с возмещением собственникам этих земельных участков их стоимости.

Государство сохраняет монополию на добычу радиоактивного сырья, захоронение радиоактивных отходов и токсичных веществ. В соответствии с Федеральным законом «О драгоценных металлах и драгоценных камнях» государству принадлежит преимущественное право на приобретение в собственность добытых драгоценных металлов и драгоценных камней в целях пополнения Государственного фонда драгоценных металлов и драгоценных камней РФ, золотого запаса РФ, государственных фондов драгоценных металлов и драгоценных камней. Месторождения драгоценных металлов и драгоценных камней, состоящие на государственном учете, не передаются в пользование или изъяты из пользования и включаются в Федеральный фонд резервных месторождений.

Право недропользования является платным, за исключением использования недр для общего геологического изучения, создания особо охраняемых геологических объектов, а также добычи общераспространенных полезных ископаемых и подземных вод собственниками и владельцами земельных участков.

Пользователь недр имеет право:

- использовать предоставленный ему участок недр;
- использовать результаты своей деятельности в соответствии с лицензией;
- использовать отходы своего горнодобывающего и другого производства;
- проводить геологическое изучение недр в границах горного отвода.

Пользователь несет обязанности по:

- соблюдению законодательства о недрах;
- соблюдению требований технических проектов, недопущению потерь, выборочной отработки полезных ископаемых;
- ведению документации и представлению достоверной информации;
- безопасному ведению работ, связанных с недропользованием;
- соблюдению правил охраны недр, окружающей природной среды;

- приведению участков земли и природных объектов в состояние, пригодное для дальнейшего использования;
- обеспечению сохранности или ликвидации горных выработок и скважин;
- выполнению условий лицензии;
- своевременному внесению платежей за пользование недрами.

Пользование недрами на территориях населенных пунктов, пригородных зон, объектов промышленности, транспорта и связи может быть запрещено в случаях, если оно может создать угрозу жизни и здоровью людей и нанести ущерб хозяйственным объектам или окружающей природной среде.

Правовая охрана недр представляет собой систему мер, направленную на обеспечение рационального использования недр, предупреждение их истощения и загрязнения в интересах удовлетворения потребностей общества и охраны окружающей природной среды.

Богатства недр относятся к числу исчерпаемых и невозобновляемых природных ресурсов, поэтому главной задачей и основной особенностью их охраны является организация рационального и комплексного использования в процессе их разведки и разработки с целью предотвращения расточительной и бесхозяйственной эксплуатации полезных ископаемых, потерь минерального сырья.

Основными требованиями по охране недр являются:

- соблюдение порядка предоставления недр и недопущение самовольного пользования;
- обеспечение полноты геологического изучения, рационального, комплексного использования и охраны недр;
- проведение геологического изучения недр, обеспечивающего достоверную оценку запасов полезных ископаемых;
- обеспечение наиболее полного извлечения запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов;
- охрана месторождений полезных ископаемых от затопления, обводнения, пожаров и других факторов, снижающих

качество полезных ископаемых и промышленную ценность месторождений;

- предотвращение загрязнения недр при подземном хранении нефти, газа, захоронении вредных веществ и отходов, сброса сточных вод и т.п.;
- предотвращение накопления промышленных и бытовых отходов на площадях водосбора и в местах локализации подземных вод.

Участок недр, располагающий запасами месторождений полезных ископаемых, предоставляется в первую очередь для их разработки. Проектирование и строительство населенных пунктов, промышленных комплексов и других хозяйственных объектов разрешается только после получения заключения органов управления государственным фондом недр об отсутствии полезных ископаемых в недрах [3].

Застройка площадей залегания полезных ископаемых или размещение в местах их залегания подземных сооружений допускается при условии обеспечения возможности извлечения полезных ископаемых.

Направлениями деятельности по охране недр являются государственный учет, государственная экспертиза и государственная регистрация. Государственный учет осуществляется путем ведения государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых, а также государственного баланса запасов полезных ископаемых.

К числу правовых мер охраны недр относятся также обязанности субъектов права пользования недрами по безопасному ведению работ, связанных с недропользованием, соблюдению порядка ликвидации и консервации предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых.

Информация о геологическом строении недр, полезных ископаемых, условиях их разработки и т. д. может находиться в государственной собственности или в собственности недропользователя и представляется в государственный фонд геологической информации.

Государственный контроль за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр осуществляется органами государственного геологического контроля и органами государственного горного надзора во взаимодействии с природоохранными и иными контрольными органами, в том числе правоохранительными.

Редкие геологические обнажения, минералогические образования, палеонтологические объекты и другие участки недр, представляющие особую научную или культурную ценность, могут быть объявлены геологическими заповедниками, заказниками либо памятниками природы или культуры.

В перечне недронарушений, за которые может наступить административная ответственность, можно выделить нарушение права собственности на недра и порядка недропользования; нарушение безопасности недропользования; экологические недронарушения: выборочная отработка, порча месторождений, загрязнение недр и др.

Уголовный кодекс РФ содержит составы преступлений, связанных с использованием и охраной недр:

- исследование, разведка, разработка естественных богатств континентального шельфа или исключительной экономической зоны без соответствующих разрешений;
- захоронение или иное обращение радиоактивных, бактериологических, химических веществ и отходов с нарушением установленных правил;
- нарушение правил безопасности на объектах атомной энергетики, при ведении горных работ, на взрывоопасных объектах;
- нарушение правил сдачи или продажи государству драгоценных металлов и драгоценных камней.

9.4. Правовые вопросы при добыче нефти и газа

Нефтегазодобывающая промышленность вносит существенный вклад в ухудшение экологической обстановки, в связи с этим возникает потребность в осуществлении комплекса мероприятий, направленных на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование запасов полезных ископаемых и иных природных ресурсов.

Одним из способов воздействия государства в данной сфере является право. Правовой механизм охраны окружающей среды при осуществлении поиска, разведки, добычи нефти и газа выражается принятием правовых актов, направленных на регулирование общественных отношений по поводу использования природных компонентов и оказания вредного воздействия на окружающую среду [6].

Российское экологическое право переходит на новую стадию своего развития. Правовое регулирование нефтегазодобывающей промышленности осуществляется главным образом нормами горного права. В природоохранном праве не достигнут высокий уровень охраны окружающей среды, в частности, с учетом специфики нефтегазодобывающего комплекса.

Законодательство предусматривает правовые механизмы в области охраны окружающей среды при поиске, разведке и добыче нефти и газа. Они названы в базовых законах и развиты в подзаконных нормативных правовых актах.

Большинство из действующих подзаконных актов приняты недавно, поэтому не успела сложиться практика их применения. Некоторые принятые документы не прошли государственную регистрацию и не приобрели статус нормативного правового акта, в связи с чем носят временный и ведомственный характер.

На государственном балансе России числятся более 20 тысяч месторождений основных видов полезных ископаемых, содержащих 13% мировых запасов нефти и 36% газа. Вместе с тем в нашей стране удельный показатель количества нефти, приходящейся на одного жителя в год, составляет около 0,9 тонн. По

этому показателю Россия находится на уровне стран Западной Европы начала 60-х годов или США – 20-х годов, а по энергопотреблению на одного жителя отстает от таких стран, как Швеция (на 40–42%), Финляндия (на 45–47%), Канада (в 1,9 раза), то есть находится на уровне скандинавских стран 60-х и Канады 50-х годов.

В нашей правовой доктрине понятие «хозяйственная деятельность» в целом, а тем более «хозяйственная деятельность в нефтегазовом секторе» мало разработаны, больше внимания уделяется понятию «предпринимательская деятельность».

Хозяйственные (предпринимательские) отношения, возникающие в сфере поиска, добычи, транспортировки, переработки, реализации нефти и газа, рассматриваются во взаимосвязи с отношениями в топливно-энергетическом комплексе в целом, т.е. в системе энергетических отношений [9].

Исходя из технологических этапов поиска, разведки, добычи, транспортировки нефти и газа, рассматриваются виды предпринимательского риска, характерные для каждой стадии, а также определяются правовые средства, способствующие уменьшению риска и развитию предпринимательства в отрасли.

Основной вид риска на этапе поиска – риск открытия месторождения. На этом этапе существует вероятность получения отрицательного результата или отсутствие месторождения нефти или газа. В законе РФ «О недрах» установлено, что в Российской Федерации осуществляется государственное геологическое изучение недр. В связи с отменой отчислений в названный фонд государственные геологические организации не могут осуществлять геологоразведочные работы. В таких условиях осуществлять разведку месторождений должны хозяйствующие субъекты.

На этапе поиска присутствует также технический риск, связанный с бурением поисковых скважин, использованием техники, поломками оборудования и т.д. Снижению данного вида предпринимательского риска должно способствовать страхование.

На этапе поиска присутствует и экологический риск, который связан с затратами по устранению ущерба лесным угодьям, вод-

ным запасам, земле и другим природным объектам. Снижение экологического риска возможно за счет страхования. Для избежания платежей, связанных с экологическим ущербом, причиненным природной среде другими хозяйствующими субъектами, целесообразно проведение упреждающих исследований по определению фоновому состоянию природной среды на территории, отведенной для разработки месторождения.

Задачами правового обеспечения развития предпринимательства в нефтегазовом секторе являются:

- разработка программы правового обеспечения предпринимательства в нефтегазовом секторе экономики;
- разработка специальных нормативно-правовых актов, регламентирующих отношения собственности, деятельность хозяйствующих субъектов по основным направлениям развития;
- государственное регулирование предпринимательства в изучаемом секторе экономики;
- регулирование договорных отношений;
- обеспечение рационального природопользования;
- создание механизмов защиты имущественных прав и интересов хозяйствующих субъектов.

К правовым средствам обеспечения хозяйственных отношений и развития предпринимательства в нефтегазовом секторе экономики относятся:

- специальное законодательство;
- специфические хозяйствующие субъекты;
- государственное регулирование предпринимательства в сфере поиска, разведки и добычи нефти и газа;
- договоры в сфере реализации нефти, газа и продуктов их переработки;
- правовые основы и принципы рационального пользования нефтегазоносными участками недр;
- правоприменительная практика.

Нефтегазовое законодательство включает нормы различных отраслей права (конституционного, гражданского, администра-

тивного, земельного, налогового, финансового и других) и входит в систему хозяйственного (предпринимательского) права.

Государство стремится к законодательному ограничению прав собственника земельного участка на недра и установлению в этой сфере отношений правопорядка, способствующего соблюдению общественных интересов.

Примерами являются Прусский Горный Устав 1865 г., Румынский Горный Закон 1924 г., Закон Франции 1922 г. о добыче нефти и земных газов. Формировались структуры, обеспечивающие в общественных интересах надзор. В странах англосаксонской системы права горные отношения регламентировались на основе судебных прецедентов.

В практике регулирования нефтегазовых отношений в промышленно развитых странах усматриваются закономерности:

- признается специфика отношений в нефтегазовой отрасли экономики и складывается совокупность правовых норм, регламентирующих отношения;
- нефтегазовое законодательство характеризуется как часть энергетического права;
- приняты специальные законы о нефти и газе или рациональном использовании энергетических ресурсов или отношения регулируются специальными нормами, выделенными в соответствующие главы в Горных кодексах.

Основой нефтегазового законодательства в перспективе должен стать общий закон об использовании энергетических ресурсов, устанавливающий принципы, цели, процедуры организации и регулирования хозяйственной деятельности в топливно-энергетическом комплексе.

Целесообразно принятие общегосударственного закона «О нефти и газе», как, например, в Казахстане и Кыргызстане. В этом законе должны содержаться специальные понятия и термины, урегулированы отношения по пользованию нефтегазовыми недрами; определены полномочия соответствующих органов и процедуры в сфере поиска, добычи, транспортировки, переработки, реализации нефти и газа.

В российской правовой доктрине принято относить к источникам права Конституцию (основной закон), международные нормы, законы (кодексы и отраслевые законы), Указы Президента, подзаконные акты, локальные нормативные акты, обычаи делового оборота, договоры.

Участие государства в отношениях собственности на недра и ресурсы недр не только в качестве публично-правового института, но также в качестве субъекта хозяйственных отношений способствует более эффективному использованию недр в общенациональных интересах.

Объектами, по поводу которых возникают отношения собственности в рассматриваемой сфере, являются участки недр в виде горных отводов, энергетические ресурсы – нефть и газ, а также специфичные объекты – нефтяные и газовые скважины, кустовые площадки, информация о недрах.

Топливо-энергетический комплекс остается одним из крупных в промышленности загрязнителей окружающей природной среды. На его долю приходится около 48% выбросов вредных веществ в атмосферу и 27% сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, свыше 30% твердых отходов и 70% общего объема парниковых газов. Как одно из направлений совершенствования регулирования отношений в этой сфере следует рассматривать регламентацию прав и обязанностей сторон в лицензионных соглашениях.

Интересы хозяйствующих субъектов нефтегазового комплекса сталкиваются с интересами местного населения при освоении месторождений нефти и газа, расположенных на территориях проживания и деятельности коренных малочисленных народов Севера. Баланс интересов в данном случае должен обеспечиваться в первую очередь правовыми нормами как федерального, так и регионального уровня.

На этапе разработки месторождения в процессе осуществления хозяйственной деятельности у организаций нефтегазового комплекса возникает необходимость использования смежных земельных участков, горных отводов, например, для проведения до-

полнительных геологоразведочных работ, транспортировки буровых и иных установок, осуществления природоохранных мероприятий и т.п. В связи с этим необходимы упрощенные процедуры, сокращенные сроки землеотвода или установления сервитута.

В нефтегазовом секторе экономики к естественным монополиям в соответствии с законом относятся транспортировка нефти, нефтепродуктов и газа по трубопроводам. По закону «О естественных монополиях» регулирование цен в естественно-монопольной сфере осуществляют соответствующие федеральные органы исполнительной власти.

Совершенствование законодательства на основе проведенного сравнения с законодательством других государств включает позиции:

- необходимость публично-правового регулирования естественных монополий;
- правовое обеспечение не должно сводиться только к разработке и принятию специальных нормативных правовых актов, регламентирующих ценообразование, контроль за функционированием естественных монополий; – целесообразность создания хозяйствующих субъектов, принадлежащих государству, или с преобладающей долей участия государства в уставном капитале.

Положительные примеры правового регулирования в сфере деятельности хозяйствующих субъектов малого предпринимательства можно найти в законодательстве зарубежных государств. По оценкам экономистов США, Японии, Германии и других стран с развитой рыночной экономикой, отношения малых предприятий с государством и крупным бизнесом регламентированы отработанной десятилетиями правовой базой.

Специфика горного права отрасли связана с тем, что:

- изначально нефть и газ относятся к государственной собственности;
- добыча и переработка нефти, газа связаны с дополнительными рисками: природными, техногенными, экологическими, социальными и политическими;

- в сфере реализации нефти, газа и продуктов их переработки должны соблюдаться специальные горнотехнические правила;
- деятельность хозяйствующих субъектов в нефтегазовой сфере относится к лицензируемым видам деятельности;
- имеется дополнительная правовая регламентация, помимо норм ГК РФ (Постановления Правительства, Приказы Гортехнадзора и др.).

9.5. Экологическое воспитание геологов и горных инженеров

Человечество, приспособляясь к различным условиям окружающей среды, расширяло возможности использования биологических и минеральных ресурсов Земли. Постепенно антропогенный фактор оказывал все большее влияние на природу.

Цель образования в области окружающей среды состоит в том, чтобы научить будущих специалистов и рабочих разумно обращаться с природой, умению владеть средствами для конструктивного участия в защите и улучшении природной среды, в рациональном использовании природных ресурсов.

В связи с этим важно не только готовить специалистов в области охраны окружающей среды, но также необходимо давать образование по вопросам охраны окружающей среды тем, кто, не будучи специалистом, тем не менее должны принимать решение или осуществлять деятельность, оказывающую значительное влияние на окружающую среду.

Это касается, в частности, специалистов по геологии и разработке месторождений полезных ископаемых. В 1972 г. в высших и средних специальных учебных заведениях России в учебные планы специальностей, связанных с использованием природных ресурсов, введен специальный курс «Охрана окружающей среды».

Производственная деятельность инженеров и техников непосредственно связана с эффективностью использования природ-

ных ресурсов, и результаты этой деятельности оказывают существенное влияние на состояние всей окружающей человека среды. Охрана природы в различных отраслях промышленности настоятельно необходима особенно в наши дни, когда наиболее характерной чертой научно-технического прогресса является неуклонное развитие энергетики, тяжелой индустрии и сельского хозяйства, пропорционально которым растет добыча минерального топлива, руды, минеральных строительных материалов и удобрений – при соответствующей интенсификации воздействия промышленных предприятий на природную среду.

Природоохранное образование позволит внести важный вклад в решение проблем охраны окружающей среды и использования природных ресурсов, поскольку эти проблемы связаны с поведением людей.

Образование по вопросам окружающей среды составляет важную часть общего образования и должно занять важное место в учебных программах на всех уровнях и во всех видах образования.

Анализ состояния и перспектив освоения минеральных ресурсов России и Германии, учитывающий развитие рыночных отношений, экологическую обстановку и общие мировые тенденции, приводит к необходимости решения проблемы природопользования и охраны окружающей среды в новых исторических условиях.

Природоохранное образование должно развивать чувство любви к окружающей среде в повседневной жизни и профессиональной деятельности.

В России сложились научные основы рационального природопользования. В настоящее время имеются обобщенные сведения о состоянии природной среды, с учетом сравнительных оценок биологических, экологических, социальных последствий, которые порождаются изменениями в биосфере и минеральном мире.

Природоохранная тематика внедряется в сеть общеполитического образования, вечерние народные университеты, лекции и

популярные издания. Экологические знания, подкрепленные соответствующим воспитанием, приводят к формированию экологического образа мышления, несовместимого с действиями, которые могут нанести вред природе.

Воспитание в человеке нового отношения к природе – процесс достаточно сложный и длительный. Тем не менее его усиленная реализация представляется важнейшим звеном в цепи природоохранных мероприятий, направленных на преодоление противоречий между технологией, обществом и природой.

ЭКОНОМИКА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

10.1. Экономический механизм пользования минеральными ресурсами

Цель экономики природопользования – использование, восстановление и целесообразное преобразование ресурсов природной среды. Задачи экономики природопользования – гуманизация принципов пользования природой на экономической основе:

- формирование правовых условий пользования;
- создание научной основы экономики природосбережения;
- создание безотходных технологий.

Экономическая экология – совокупность явлений, включающих взаимоотношения социально-экономической составляющей общества и природы. Практическое применение ее – экологические экспертизы проектов и прогнозирование экологических кризисов.

Понятия «экономика» и «экология» (от греческого эйкос – дом и логия) взаимосвязаны между собой. Термин «экология» предложен в 1866 г. Эрнстом Геккелем. Связи между экономикой и экологией гармоничны, так как экология – наука о рациональном использовании природных ресурсов, а экономика – искусство ведения хозяйства.

Объект экономики природопользования – взаимоотношения между потреблением природных ресурсов и условиями жизни общества.

Природа в экономике рассматривается как ценность, имеющая денежное выражение. Затраты на природопользование зави-

сят от величины воздействия, степени компенсации этого воздействия и объема использования природного ресурса без угрозы для природы. Измеряются прямые и косвенные денежные затраты, которые сопровождают разрушение природы, ее восстановление или охрану.

Природные ресурсы – природные объекты, используемые для существования человечества. Они составляют природную часть системы сообщества – природную среду. Природные ресурсы подразделяют на природные ресурсы универсального значения и специализированные природные ресурсы.

Ресурсы универсального назначения: воздушные и водные ресурсы и земли, используемые для размещения отходов жизнедеятельности и производства. Ресурсы специализированного назначения используются при получении конкретных видов продукции отраслями, специализированными на производстве соответствующей продукции:

- полезные ископаемые;
- сельскохозяйственные земли;
- лесные ресурсы.

Природный ресурсный потенциал – совокупность природных ресурсов, доступная для пользования современными технологиями. Необходимое условие существования человечества – источники энергии: солнечной, органической, ядерной и др. История человечества – смена источников энергии. В основе изменения энергоносителей лежат экономические критерии. Пока нефть и газ будут дешевле другого энергоносителя, человечество будет пользоваться ими.

Природные минерально-сырьевые ресурсы недр невоспроизводимы. Они формировались в течение геологических эпох и в настоящее время начинают обнаруживать признаки истощения.

Освоение ресурсов недр требует затрат:

- на получение информации о величине запасов, качестве и условиях эксплуатации полезных ископаемых;
- на подготовку месторождений к промышленной эксплуатации.

Важным показателем является полнота использования месторождений или полнота отработки запасов. Так, потери энергоресурсов в ходе их добычи из недр составляют около 60%, степень использования нефтяных месторождений – до 35% геологических запасов. Потери угля при шахтном способе разработки месторождений изменяются, например по Кузбассу от 16 до 42% при открытом способе, а от 9 до 21% от объема добычи.

Повышение коэффициента извлечения полезного ископаемого увеличивает затраты. Наибольшую прибыль дает добывающему предприятию выборочная эксплуатация недр.

Ущерб недрам наносит также некомплексная разработка месторождений. Попутные компоненты минерального сырья попадают в отвалы или как попутный газ сжигаются в факелах. На Ближнем и Среднем Востоке сжигают в факелах до 90% газа, попутно извлекаемого при нефтедобыче. Для получения такого количества энергии необходимо было бы сжечь около 700 млн т нефти.

В основу платы за полезные ископаемые заложены отчисления на получение информации о месторождениях и штрафные санкции за нерациональное использование месторождений. Возмещение затрат на геологоразведочные работы обеспечивается за счет включения затрат в себестоимость продукции добывающих предприятий.

Штрафные санкции за нерациональное использование полезных ископаемых при добыче применяют в случае сверхнормативных эксплуатационных потерь, а также потерь, вызванных выборочной отработкой месторождений. Штрафные ставки установлены в размере прибыли, теряемой при сверхнормативных потерях минерального сырья.

Экономический механизм включает в себя платежи за право пользования недрами, отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы, сбор за выдачу лицензий, плату за землю, экологическую информацию и т.д.

Стимулы к рациональному использованию сырья и охраны недр носят часто не экономический, а административный харак-

тер. Платежи могут быть включены в себестоимость и компенсироваться за счет потребителя минеральных ресурсов.

Плата за право пользования недрами определяется по соглашению между собственником и пользователем недр или устанавливается нормативным актом. Договорный принцип определения платы усиливают монополизм богатых минеральным сырьем регионов, которые определяют величину платы за право пользования недрами.

Законодательное закрепление размеров платы исключает возможность выбирать пользователя недр на конкурсной основе. Целесообразно законодательно устанавливать максимально допустимые ставки платы за право пользования недрами на уровне 5–10% от стоимости добываемого сырья.

Например, для коксующихся дефицитных марок угля предельная ставка регулярной (ежегодной) платы за право добычи составляет 7,5% от стоимости товарной продукции, для прочих углей – 5%.

Использование ресурсов недр затрагивает интересы землепользования, а также лесопользования, поскольку ведет к потерям сельскохозяйственных и лесных земель при отводе участков горнодобывающим предприятиям.

Сфера применения компенсационных платежей расширяется, если разработка месторождений полезных ископаемых влияет на условия проживания населения, например на возможность заниматься традиционными промыслами.

Экология – наука, исследующая закономерности жизнедеятельности организмов в естественной среде обитания с учетом деятельности человека. Цель экологии – сохранение жизни в ухудшающихся условиях. Задача экологии – исследование взаимоотношений организмов друг с другом и со средой в условиях индустриализации и урбанизации. Теоретическая основа экологии – учение В.И. Вернадского о биосфере и неизбежности ее эволюционного превращения в среду человеческого разума – ноосферу.

Экологизация производства – уподобление производственных процессов природным круговоротам веществ в биосфере и снижение опасности производства для природы.

Экологизация производства – максимально возможное использование продуктов производственных процессов в природном круговороте веществ. Уровень экологизации производства и ресурсосбережение зависят от научного и технического прогресса.

Формы оптимизации взаимодействия производства и природы:

- разработка безотходных технологий;
- снижение ресурсоемкости;
- удлинение времени использования продукции;
- взаимозаменяемость сырья: материалы-заменители;
- использование нетрадиционных источников энергии;
- повышение качества продукции.

Экономический рост – критерий оценки жизненного уровня населения и рациональности использования ресурсов. Экономика – рациональное и эффективное управление этим процессом без экономических и экологических кризисов.

Требования к пользованию природными ресурсами: сокращение сброса отходов производства в окружающую среду на основе рациональных технологий, безотходных процессов, комплексного использования сырья, сохранения и восстановления нарушенных экосистем.

Научные основы рационального природопользования базируются на положении, что Человек и природа – два взаимозависимых объекта, влияющих друг на друга. Использование природных ресурсов с образованием огромных масс отходов вошли в противоречие с возможностями самоочищения атмосферы, вод, рек, морей, океанов.

Направления воздействия человека на природу:

- использование ее компонентов в качестве ресурсов;
- технологическое воздействие;
- демографическое давление.

Виды экологических кризисов:

- вследствие природных процессов;
- вследствие нерационального природопользования.

Неблагоприятное воздействие человека на биосферу, атмосферу, гидросферу, литосферу подрывает основу жизни обитателей планеты.

Технологически развитые страны должны играть ведущую роль в глобальных действиях по предотвращению экологической катастрофы. Например, ядерная энергетика, предоставляющая возможность получения энергии, приемлемой с точки зрения экологии, безопасности и экономики, но опасная при нарушении процесса.

Рациональное природопользование – единый процесс охраны, использования и воспроизводства природных ресурсов, включающий в себя:

- максимальное удовлетворение потребности в природных ресурсах;
- повышение полноты использования природных ресурсов;
- сохранение природного потенциала;
- прогнозирование последствий использования природных ресурсов.

Объектом рационального природопользования выступает природа как ресурсовоспроизводящая система. Субъектом рационального природопользования выступают общество в целом, отдельная отрасль, хозяйство, предприятие и т.д.

Благодаря научно-техническому прогрессу, границы восстановительных возможностей природы расширяются. Появляются новые технологии, снижаются кондиции и доступность природных ресурсов.

Показателем рациональности природопользования являются:

- расход природного ресурса на единицу продукции;
- затраты на получение продуктов из природных ресурсов.

Показатель экологической вредности определяется коэффициентом экологичности – отношение показателя экосистемы после трансформации природных компонентов к показателю, определяющим норму экосистемы.

Ресурсный цикл – совокупность превращений и перемещений природного компонента на пути использования его челове-

ком до выхода вновь в природную среду. Это искусственно созданный кругооборот веществ для удовлетворения потребностей человека. Несмотря на общую схему возникновения (все из природы) и окончания (все в природу), он отличается от природного круговорота веществ.

Потери или отходы – часть природного ресурсного потенциала, безвозвратно теряемая в рамках ресурсного цикла.

Отходы класса потерь природного компонента не находят применения и остаются в природной среде невостребованными, потому что это нерентабельно.

Отходы класса вторичных ресурсов превращаются во вторичное сырье, участвуют в последующих ресурсных циклах и входят в состав новой продукции.

Ресурсный цикл характеризуется закономерностями:

- поток природных ресурсов сопровождается изменением природы;
- мощность потоков пропорциональна степени развития;
- по мере движения природных ресурсов их количество уменьшается;
- стоимость ресурсов возрастает с глубиной трансгрессии и потерями.

Законы движения по ресурсному циклу:

- закон неизбежности потерь;
- закон существования потока;
- закон независимости окончания движения и его начала.

Под стадией ресурсного цикла понимается его часть, характеризующаяся определенными показателями:

- первого порядка – первичная переработка, связанная с добычей;
- второго порядка – переработка с созданием товарного продукта;
- третьего порядка – переработка с выпуском конечной продукции.

Стадия ресурсного цикла характеризуется показателями:

- длительность стадии – время нахождения в переделе;

- коэффициент отходов класса потерь и класса вторичного сырья;
- земельные, энергетические и водные потери, связанные с отходами;
- экологический ущерб от отходов и потерь в стоимостных показателях.

Динамика изменения стоимости с учетом потерь ресурсов: каждая стадия сопровождается затратами, которые добавляются к предыдущим затратам, отчего стоимость полезных компонентов увеличивается до величины C , вошедшей в состав конечной продукции. Конечная стоимость C_n на завершающем этапе РЦ больше C :

$$C_n = C(1 + K_d),$$

где K_d – коэффициент дисконтирования.

При традиционном природопользовании в составе стоимости природного компонента не учитывают затраты на устранение нарушения равновесия в природе.

Среда реагирует на производственные процессы: выходят из строя объекты жизнедеятельности, болеют люди. Это требует дополнительных затрат в виде трудовых, финансовых, денег, времени. Хозяйство несет потери, которые не всегда учитываются в стоимости природных ресурсов при их движении по ресурсному циклу.

Эколого-экономическая эффективность природосбережения определяется в совокупности с ценностью других природных ресурсов:

$$\mathcal{E}_{\text{эо}} = \sum_i^n Q_i \Pi_i = Q_p (\Pi_n - c_n) - Q_a \Pi_a - Q_r \Pi_r - Q_n \Pi_n,$$

где $\mathcal{E}_{\text{эо}}$ – эколого-экономическая эффективность; Q_i – величина i -го ресурса; Q_p – запасы ресурсов; n – количество видов ресурсов; Π_i – ценность единицы i -го ресурса; Π_n – цена ресурсов; c_n – себестоимость добычи ресурсов; Q_a, Q_r, Q_n – ресурсы нарушенной

предприятием атмосферы, гидросферы и литосферы соответственно; Π_a, Π_r, Π_l – ценность природных ресурсов атмосферы, гидросферы и литосферы соответственно.

10.2. Экономическая система охраны минеральных ресурсов

Система ставит прибыль в зависимость от воздействия на окружающую среду. В этих условиях для предприятий важны все источники увеличения прибыли, в том числе и от льгот в налогообложении и поощрительных выплат за природоохранную деятельность [59].

За нарушение действующих норм и лимитов использования природных ресурсов применяются повышенные платежи, выплачиваемые из дохода нарушителей. При осуществлении природоохранных мероприятий за счет прибыли предприятий налоги уменьшаются.

Экономические санкции за нарушение природоохранного законодательства выплачивают за счет прибыли предприятий. За превышение допустимых объемов загрязнителей платежи взимаются в кратном размере, исходя из величины затрат на предотвращение загрязнения.

К основным звеньям системы ресурсосбережения относятся:

- экономическое стимулирование рационального использования ресурсов;
- разработка прогрессивной нормативной базы;
- создание системы управления ресурсами;
- разработка и внедрение научно-технических мер регулирования.

Платежи за природопользование:

- за право пользования природными ресурсами;
- за воспроизводство и охрану природных ресурсов;
- за выбытие ресурсов из использования или ухудшение их качества;
- за выбросы загрязнителей в природную среду.

Экономический механизм – взаимодействие мер правового, экономического, административного, технического, управленческого характера, направленных на создание заинтересованности в рациональном природопользовании.

Экономический механизм воздействия на производство создает условия для повышения материальной заинтересованности предприятий в рациональном использовании, охране и воспроизводстве природных ресурсов.

Он состоит из элементов:

- планирование и финансирование природоохранных мероприятий;
- установление лимитов использования ресурсов, выбросов загрязнителей и образования отходов;
- установление нормативов и размеров платежей за вредное воздействие;
- предоставление льгот при внедрении ресурсосберегающих технологий;
- возмещение ущерба окружающей среде и здоровью человека.

Плата за природные ресурсы является элементом механизма экономического стимулирования, обеспечивающим повышение эффективности производства. Плата за пользование ресурсами реализует государственную форму собственности на природные ресурсы и обеспечивает выравнивание условий хозяйствования предприятий, использующих природные ресурсы разного богатства и местоположения.

Платежи за загрязнение окружающей природной среды зависят от объемов выбросов загрязняющих веществ и твердых отходов. С целью постепенного достижения нормативного уровня предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ для предприятия устанавливают лимиты выбросов и отходов. Чем более загрязнена территория, тем выше допустимые уровни выбросов (сбросов).

Платежи за загрязнение окружающей среды исполняют не только фискальную, но и стимулирующую функцию, носят компенсационный характер за негативное воздействие и используются на ликвидацию нанесенного окружающей среде вреда.

10.3. Ущерб от неполноты использования ресурсов

Ущерб от нарушения природной среды – фактическое проявление экологических, социальных, экономических потерь.

Прямая оценка ущерба заключается в суммировании составляющих потерь, выраженных в деньгах.

Косвенная оценка ущерба фиксирует зависимость негативных последствий от основных факторов ущерба.

Экономический ущерб – затраты, возникающие вследствие загрязнения окружающей природной среды сверх допустимого состояния, выраженные в деньгах.

Показателем эколого-экономической эффективности использования земли служит соотношение площадей, отнятых у хозяйства земель и возвращенных к земледелию:

$$K_{э.э.э.} = \frac{S_p}{S_u},$$

где $K_{э.э.э.}$ – коэффициент эколого-экономической эффективности;

S_p – площадь возвращаемых рекультивированных земель, га;

S_u – площади отведенных для пользования земель, га.

Величина $K_{э.э.э.}$ зависит от степени утилизации отходов производства:

$$K_{э.э.э.} = \int f(x_1 + x_2 + \dots + x_n),$$

где $x_1, x_2, \dots, x_n$ – инженерно-технологические мероприятия по управлению состоянием объекта.

Модель управления состоянием ресурсов исходит из того, что сохранность экосистем окружающей природной среды является функцией корректности технологий использования ресурсов.

Степень воздействия технологий на окружающую среду:

$$A = cnMk_1k_2k_3k_4$$

где c – концентрация загрязнителя;

n – количество живых организмов;

M – количество загрязнителей;

k_1 – коэффициент изменения живой компоненты;

k_2 – коэффициент изменения неживой компоненты;

k_3 – коэффициент чувствительности организмов к воздействию;

k_4 – коэффициент одновременности воздействия.

Концепция эколого-экономического управления природными ресурсами заключается в объединении потенциалов промышленных предприятий региона с целью повышения эффективности производства за счет утилизации отходов участников объединения.

Так, заполнение пустот рудника дешевой закладочной смесью на основе вяжущих из минеральных отходов повышает полноту выемки руд, что при равных затратах обеспечивает прирост товарного продукта на 30%.

Стоимость товарной продукции, полученной при утилизации отходов и реализуемой на внутреннем региональном рынке, уменьшает величину затрат на обработку и утилизацию отходов и становится фактором охраны окружающей среды.

Особенность современной концепции использования минеральных ресурсов состоит в увеличении объема сырьевой базы предприятий за счет вовлечения в производство отходов – сырья, считавшегося ранее некондиционным и потерянным.

Например, богатые руды выдаются на поверхность и перерабатываются на заводе, а отходы – бедные руды выщелачиваются в подземных блоках рудников и в штабелях. Товарными продуктами технологии утилизации являются металлы, строительное сырье, обессоленная вода, хлор, водород, кислород, кислоты и щелочи, реализация которых удешевляет стоимость основного продукта.

Помимо экономического ущерба от потерь недополученное сырье необходимо компенсировать за счет увеличения мощностей по добыче и переработке предприятий, строительства новых предприятий с отторжением новых земель и загрязнением окружающей среды.

Не менее важно снижение потерь качества, т.е. разубоживание полезных ископаемых, которое наносит значительный экономический ущерб в процессе добычи и переработки и еще больший при хранении отходов.

В связи с тем что экономический ущерб от потерь полезного ископаемого незначительно сказывается на результатах производственно-хозяйственной деятельности конкретных горных предприятий, сверхнормативные потери не снижаются.

Одним из основных экономических рычагов для повышения ответственности горных предприятий за рациональное использование разведанных запасов полезных ископаемых и усиления заинтересованности в более полном извлечении из недр являются ставки возмещения затрат на геологоразведочные работы и штрафные санкции за сверхнормативные потери в виде отчислений.

Для комплексных видов минерального сырья, содержащего несколько полезных компонентов, ставки возмещения затрат на геологоразведочные работы устанавливаются по компонентам, извлечение которых предусмотрено проектом строительства предприятия.

Ставки возмещения затрат на геологоразведочные работы, как правило, устанавливаются на единицу использованных запасов. Уменьшение потерь полезных ископаемых уменьшает сумму возмещения затрат на геологоразведочные работы и увеличивает прибыль.

Уровень повышенной ставки за сверхнормативные потери определяется исходя из ущерба, причиненного в результате допущенных потерь полезного ископаемого.

Суммы платежей, перечисляемые в бюджет по повышенным ставкам за сверхнормативные потери полезных ископаемых, не включаются в себестоимость продукции и учитываются как непроизводительные расходы, уменьшающие прибыль и рентабельность предприятий, а также размер поощрительных фондов и возможностей для производственного и социального развития.

Уменьшение потерь полезных ископаемых против норматива уменьшает сумму возмещения затрат на геологоразведочные работы, увеличивает прибыль. За сверхнормативное снижение потерь устанавливаются поощрительные выплаты.

Экономическим стимулом рационального использования минерально-сырьевых ресурсов являются штрафы за невыполнение правил охраны недр, выборочную отработку богатых участков месторождений, сверхнормативное разубоживание, сверхнормативные потери и другие нарушения.

Необходимость рационального использования природных ресурсов накладывается на необходимость оптимизации использования производственных ресурсов для сбалансированного функционирования экономической системы. Поскольку области объединены в регион, то для успешного развития экономики необходимо развитие экономического потенциала регионов.

Экономика, базирующаяся на одном направлении, приводит к экономической нестабильности региона. В связи с этим возникает потребность в расширении номенклатуры добываемых минерально-сырьевых ресурсов, поиске путей экономического развития на качественно новой минерально-сырьевой основе.

В 2000–2007 гг. ситуация на российском рынке цветных металлов несколько стабилизировалась. В последние годы Россия наращивает ресурсную базу, увеличивает добычу металлов, наблюдается заметный рост потребления как внутри страны, так и со стороны основных стран-импортеров.

Резервом экономического развития регионов являются нерудные полезные ископаемые, являющиеся сырьем для агрохимической промышленности и производства строительных материалов (кальцит, кварц пьезоэлектрический и оптический, флюорит, барит, алунит, фосфорит, вулканический пепел, цеолиты, минеральные воды и лечебные грязи и др.).

10.4. Эколого-экономическая эффективность охраны ресурсов

Экономический эффект природоохранных мероприятий (Р) выражается суммой предотвращенного ущерба (ΔY) и прироста доходов в результате улучшения производственных результатов деятельности предприятий (ΔD):

$$P = \Delta Y + \Delta D.$$

Величина предотвращения экологического ущерба от загрязнения среды ΔY зависит от первичного ущерба (Y_1) и остаточного ущерба после проведения природоохранного мероприятия (Y_2):

$$\Delta Y = Y_1 - Y_2.$$

Показателем эффективности управления природными ресурсами является величина снижения экономического ущерба от загрязнения атмосферы, водных объектов, земной поверхности и недр.

Концепция ресурсосбережения основывается на том, что производство и реализация конечных продуктов должны осуществляться с минимальным расходом ресурсов при минимальном воздействии на природу. Первой необходимостью для человека должна быть среда, в которой он живет.

Уменьшение количества потребляемого сырья при возрастающем объеме продукции обеспечивается на стадии проектирования процессов. Разрабатываются малоотходные технологии, с внедрением которых полнота использования компонентов, взятых у природы, повышается.

Научные и технические достижения для природной среды неоднозначны. С одной стороны, увеличивается спрос на ресурсы, что ведет к энергетическим, промышленным и экологическим кризисам. С другой стороны, ресурсы обеспечивают выход из кризисов, используя ресурсосберегающие технологии.

Научно-технический прогресс позволяет сберегать природные компоненты путем выпуска более качественной продукции, которая служит дольше некачественных изделий и сооружений, потребляет меньше энергии и реже ремонтируется.

Пути научно-технического прогресса в природопользовании:

- повышение извлекаемости ресурсов из природной среды;
- комплексность переработки и утилизации сырья;
- сокращение потерь сырья;
- совершенствование структуры потребления природных компонентов;
- применение новых видов энергии и материалов.

Планирование мероприятий по охране природы и природопользованию осуществляется в составе программ, прогнозов социально-экономического развития на основе государственной экологической программы с учетом ресурсного потенциала регионов.

План по охране природы и рациональному природопользованию с учетом сохранения и укрепления природно-ресурсного потенциала, обеспечения его рационального и комплексного использования утверждается до начала разработки ресурсов.

Экономические стимулы воздействия на природоохранную и ресурсосберегающую деятельность предприятия – поощрительные выплаты (санкции) за выполнение (или невыполнение) плановых целей.

Использование ценообразования как экономического рычага в системе хозрасчетного управления производством основано на стимулирующей функции цены. При повышении цен на продукцию возрастает прибыль предприятия. Но если рост прибыли чрезмерен, заинтересованность в экономии производственных затрат слабеет.

Рационально соответствие уровня необходимых затрат с оценкой труда и природных ресурсов, а также расходов по охране окружающей среды и т.д.

Эколого-экономическая эффективность охраны природы от поражения горным производством:

$$\mathcal{E}_{\text{эо}} = \sum_1^n (\Phi_n \Pi_n - \Phi_d \Pi_d) - \mathcal{Z}_{\text{оос}},$$

где n – количество видов флоры и фауны; Φ_n, Φ_d – количество флоры и фауны после и до реализации природоохранной техно-

логии; Π_n, Π_d – цена флоры и фауны после и до реализации природоохранной технологии; $Z_{оoc}$ – затраты на охрану окружающей среды.

Сохранность экосистем окружающей природной среды является функцией корректности технологий:

$$\sum_j^n \Phi_{oc} = f(P_d - P_n) \cdot K_n \cdot T \cdot (V_n - V_b),$$

где Φ_{oc} – факторы состояния окружающей среды; P_d, P_n – количество добытых и потерянных природных ресурсов; K_n – коэффициент извлечения ресурсов; T – продолжительность добычи и использования ресурсов; V_n – объем нарушений среды; V_b – объем восстановленной среды.

Критерием эффективности управления состоянием окружающей среды является соотношение двух основных факторов:

- экономический фактор заключается в снижении затрат на добычу ресурсов. С этой точки зрения выгодна технология, обеспечивающая скорое во времени и дешевое по затратам получение ресурсов с любыми потерями, не обращая внимания на ущерб среде;
- экологический фактор состоит в минимизации ущерба, нанесенного окружающей среде технологиями добычи и переработки.

В первом случае идет разрушение экосистем региона, во втором – добыча и переработка ресурсов становится экономически невыгодной. Согласование взаимодействия противоположно направленных факторов происходит при сопряженной функции компенсационных затрат на восстановление природной среды в регионе добычи ресурсов.

Добыча минеральных ресурсов изменяет химический состав подземных вод, понижает уровень грунтовых вод, создает условия для просадок поверхности и т.д. Адаптация среды к новому состоянию провоцирует землетрясения, вызванные освобождением потенциальной энергии недр.

Раньше разрабатывали небольшие по объему нефтяные месторождения, падение давления в которых компенсировалось закачкой воды. Теперь разрабатываются гигантские газовые месторождения, падение давления в которых не компенсируется заводнением: месторождение Газли – 180 км³, Медвежье – 2100 км³, Уренгойское – 700 км³, Ямбургское – 1000 км³.

Техногенные воздействия на литосферу провоцируют землетрясения. В 1971 г. на Старогрозненском нефтяном месторождении произошло землетрясение интенсивностью 7 баллов, вызванное разработкой нефти.

При разведке и добыче полезных ископаемых значительная часть плодородных земель выбывает из сельскохозяйственного производства и превращается в полупромышленные пустыни – отвалы, выемки, карьеры, провалы и т.п.

При добыче 1 млн тонн угля нарушается до 40 га земли, железной руды – до 600 га, марганцевой руды до 600 га, известняка – до 120 га, фосфоритов – до 77 га. В среднем земли на каждые 1000 т сырья под отвалы отводят 0,1 га площади.

В окрестностях рудников и шахт России расположено более 2 тыс. отвалов и терриконов, в которых хранится более 3 млрд м³ геоматериалов.

Эколого-экономические факторы воздействия на среду:

- разрушение литосферы взрывными работами;
- разрушение литосферы за счет перераспределения горного давления;
- изъятие из оборота земли над участками горных работ;
- изъятие из оборота земли под отвалы;
- заболачивание и обезвоживание почв;
- изменение химического, биохимического и физического состояния;
- изменение характера атмосферных явлений и запыленности;
- увеличение радиоактивного уровня;
- изменение видов и количества флоры и фауны в окрестностях и др.

Повышенная опасность для среды определяется синергетическим (согласованно действующим) характером проявления процессов, при котором развитие отдельных процессов приводит к возникновению других процессов, создающих вместе больший эффект, чем сумма эффектов [8].

Факторы техногенного влияния на экосистемы:

- геоморфологические (преобразование поверхности);
- гидрогеологические (подтопление и осушение территорий, загрязнение подземных вод, изменение условий питания водоносных горизонтов);
- геохимические (рассеяние химических элементов, веществ и соединений, нарушение водно-солевого баланса);
- геотермические (изменение структуры и режима водно-теплового баланса);
- инженерно-геологические (развитие оползневых явлений, карстов, просадок, селей и т.п.);
- минералогические (истощение земных недр);
- геомеханические.

Горные работы сопровождаются водопонижением. Откачиваемые воды загрязняют водные объекты солями, углеводородами и тяжелыми металлами. Сдвигение горных пород на подрабатываемых территориях, оседание поверхности, снос породы с отвалов и рассеивание загрязняющих веществ деградируют земли.

Между масштабами горных работ, количеством складированных на поверхности отходов и интенсивностью проявлений сейсмических явлений существует корреляция.

Источником загрязнения атмосферы являются массовые взрывы на карьерах, при которых образуются облака объемом 15–20 млн м³ с высотой подъема 1500 м. Интенсивность выпадения пыли достигает фоновых величин только на расстоянии 3–10 км. Техногенный выброс пыли превышает выбросы от природных источников: вулканы, пожары, ураганы и т.п.

Отвалы отходов минерального производства формируют зоны ионизации. Повышенная эманация поддерживается реками и ультрафиолетовой составляющей солнечных лучей. Ионы становятся центрами конденсации паров воды в воздухе.

Происходящие в отвалах отходов физико-химические процессы, нарушая природный газовый баланс, оказывают влияние на глобальное состояние атмосферы, в т.ч. на:

- баланс углекислого газа;
- соотношение газовой, жидкой и твердой фаз;
- толщину озонового слоя;
- активизацию температурной инверсии.

Предприятия России извлекают на поверхность более 1,3 млрд м³ сточных вод в год. В виде взвесей выбрасываются тысячи тонн комплексных руд. Примером служат оловянные рудники Дальнего Востока, образующие ореолы рассеяния металлов и нарушающие природное геохимическое равновесие. Отвальные воды содержат медь, железо, серу в концентрациях, соизмеримых с их содержанием в рудах, а концентрация цинка и кадмия превышает эти величины.

Вовлечение в переработку редкоземельных руд с содержанием до 0,01% предполагает образование хвостов переработки в объеме более 99% от объема добытой рудной массы.

При внезапных выбросах газа или аварийных ситуациях (взрывах метана или пыли, подземных пожарах) концентрация газообразных примесей в выдаваемом на поверхность рудничном воздухе многократно возрастает. Годовой экономический ущерб только от загрязнения воздуха в США в конце прошлого столетия по расчету оценивался в 25 млрд долл.

Загрязнение воздушной среды происходит при эрозии, окислении и горении породы в отвалах. Самовозгорание отвалов происходит на шахтах, где ведется разработка угля с выходом летучих веществ более 20% и содержанием более 3% серы. Объем загрязняющих атмосферу газов, выделяющихся с 1 м² поверхности горящего отвала, достигает 180 м³/ч.

Экологическая безопасность обеспечивается при реализации экономических требований:

- рациональное использование ресурсов на основе новых технологий;
- принятие профилактических мер против истощения ресурсов;
- воспроизведение возобновляемых природных ресурсов.

10.5. Планирование и проектирование использования ресурсов

Управление природопользованием включает в себя планирование, проектирование, нормирование и стандартизацию процессов пользования ресурсами.

Стандартизация в области охраны окружающей среды – установление единых научно обоснованных требований как к состоянию среды, так и к деятельности предприятий по отношению к окружающей среде. Система государственных стандартов (ГОСТ) в области охраны природы включает элементы: качество окружающей среды; деятельность предприятий, организаций и учреждений; терминология; нормативно-правовые акты.

Стандарты комплексного использования и охраны природной среды утверждаются применительно к отдельным объектам природы, ландшафтам, территориям республик, краев, областей, отдельных городов.

Планирование использования ресурсов – элемент системы обеспечения рационального использования природных ресурсов. Она совершенствуется в ходе активизации природоохранного законодательства и установления контроля над соблюдением законов. Цель планирования состоит в повышении экономической эффективности использования ресурсного потенциала.

Прогнозирование использования ресурсов – определение параметров расходования ресурсов на определенный период времени. Для этого используют методы: статистические, экспертные, ранжирования и нормирования.

При статистическом прогнозировании:

- анализируются данные об объекте;
- составляется математическая модель;
- рассчитываются интересующие параметры.

При экспертном прогнозировании:

- получают характеристики специалистов;
- субъективные оценки обрабатывают методами математической статистики.

Методом ранжирования получают параметры факторов:

- накапливается информация за возможно большее время;
- данные обрабатываются методами математической статистики.

Проектирование использования ресурсов – описание достижения заданных параметров расходования ресурсов. Особенностью проектирования предприятий по добыче природных ресурсов является стохастический (вероятностный) характер исходной информации.

Система автоматизации проектирования (САПР) реализует процессы проектирования. Элементы системы взаимосвязаны и взаимозависимы, в том числе и технико-экономические показатели работы системы и количественные и качественные результаты использования запасов природных ресурсов.

Система подчинена генеральной цели – обеспечению добычи и переработки определенного количества ресурсов при высокой эффективности затрат и рациональном использовании запасов.

Совокупность большого числа однотипных объектов, исследуемых по некоторому признаку, называется генеральной, а ее часть, достаточная для характеристики генеральной совокупности, называется репрезентативной (представительной) выборкой.

Цель САПР – повышение качества проектов не путем автоматизации процесса, а за счет использования системы «человек – машина».

Основная задача прогноза и проекта использования природных ресурсов систем управления – обеспечение достоверности при минимальных затратах.

Каждый из элементов системы управления связан с центром средствами измерения и контроля, работающими в автоматическом режиме. Такие же связи существуют и между центром управления и участком проектирования. Происходящие в системе процессы накапливаются, систематизируются, проходят математическую обработку и интерпретируются графически.

Участок проектирования оборудован средствами, позволяющими моделировать различные варианты расположения исход-

ных данных, что позволяет строить оптимизационную модель, находить критерий оптимальности и осуществлять другие функции проектирования в кратчайшее время.

Вывод данных моделирования в сектор графического изображения позволяет фиксировать и тиражировать результаты автоматизированного проектирования в виде проектов.

Нормативное проектирование – отбор из множества возможных оптимального пути решения задачи:

- определяется главная цель проекта;
- отбираются возможные варианты развития техники и технологии;
- определяются количественные показатели объекта или процесса;
- определяются экономические последствия реализации проекта.

Выборка значений финансового итога реализации проекта служит базой для расчета параметров интегрального закона распределения эффекта от реализации проекта с учетом риска.

Сквозное инвестиционное проектирование представляет собой цепь:

месторождение – сырье – транспортная инфраструктура –
социальная инфраструктура – переработка – производство
изделий – количество рабочих мест – рекультивация
месторождения.

Заключение

Актуальная научно-теоретическая задача оптимизации параметров недропользования с целью улучшения качества добываемых минеральных ресурсов и полноты использования недр находит освещение в публикациях последнего времени.

Возможности ее гуманистического решения путем оптимизации параметров недропользования имеют научное обоснование и реализованы в практике горных предприятий. Теорией и практикой подтверждено, что использование природоохранных технологий добычи и переработки минеральных ресурсов может минимизировать и даже ликвидировать угрозу окружающей среде.

Между параметрами добычи и показателями качества окружающей среды существуют закономерные соотношения, что позволяет оптимизировать процессы недропользования.

Экономическая и политическая независимость государств, сохранение среды обитания и повышение благосостояния населения и в дальнейшем будет определяться богатством земных недр, а потребление минерального сырья увеличиваться.

Дифференциация государств на «избранных» и сырьевого придатка будет продолжаться, учитывая различные возможности переработки минерального сырья в товарную продукцию.

Усиление роли крупнейших потребителей минерально-сырьевых ресурсов США, стран Западной Европы, Японии и Китая еще более скажется на формировании мировой политики в технологических, экономических и правовых аспектах использования минеральных ресурсов.

Человечество приблизилось к решению проблемы самообеспечения за счет инновационных научных технологий пользования минерально-сырьевыми ресурсами.

Интерполяция наметившихся тенденций позволяет прогнозировать увеличение влияния процессов добычи и переработки нефти и газа на экономику стран мира и Российской Федерации. В то же время разработка месторождений углеводородного сырья будет оказывать на окружающую среду еще более мощное деградирующее воздействие и без принятия глобальных мер, направленных на сохранение природной среды, станет одной из причин деградации современной земной цивилизации.

Охрана окружающей природной среды и рациональное использование ее ресурсов в условиях экстремального развития научно-технического прогресса и бурного роста промышленного производства становится главной проблемой современности, не решаемой без радикального пересмотра технологических, экономических и правовых аспектов взаимодействия человека с окружающей средой.

Анализ мировых тенденций развития минерально-сырьевой базы свидетельствует о том, что создание технологий прогнозирования и оценки минерально-сырьевого потенциала, совершенствование методов открытой и подземной добычи, создание технологий переработки техногенного сырья, освоение месторождений Мирового океана и использование нетрадиционных видов топливно-энергетических ресурсов остаются важнейшими направлениями деятельности ученых.

Одним из аспектов реализации этих направлений является и содействие студентам горно-геологических, нефтегазовых и экологических специальностей в деле освоения основ геоэкологии, рационального природопользования и экологических особенностей горного и нефтегазового производства, комплекса накопленных знаний по природопользованию и защите природной среды, а также правовой ответственности.

Литература

1. Алексеенко, В.А. Экологическая геохимия. – М.: Логос, 2000. – 628 с.
2. Гаврилов В.П. Геоэкологическое состояние нефтегазоносных недр России // Нефть, газ и бизнес. – 2001. – № 3.
3. Геталова М.А. Договорные отношения в области охраны окружающей среды. – М.: Маркетинг, 2003. – 176 с.
4. Голик, В.И., Комащенко В.И, Леонов И.В. Горное дело и окружающая среда – М.: Академический проект. Культура, 2011. – 216 с.
5. Голик, В.И. Извлечение металлов из хвостов обогащения комбинированными методами активации // Обогащение руд. – 2010. – № 5.
6. Голик, В.И. Охрана окружающей среды / В.И. Голик, И.Д. Алборов. – М.: Недра, 1995.
7. Голик В.И., Комащенко В.И. Природоохранные технологии управления состоянием массива на геомеханической основе. – М.: КАУ, 2010, 556 с.
8. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – М., Мишель и К°. 1993, 503 с.
9. Клеандров М.И. Нефтегазовое законодательство в системе российского права. – Новосибирск: Наука, 1999 – 143 с.
10. Комащенко, В.И. Голик, К. Дребенштедт. – М.: Влияние деятельности геологоразведочной и горнодобывающей промышленности на окружающую среду, КДУ, 2010. – 342 с.
11. Шестаков, В.А. Рациональное использование недр. – М: Недра, 1990. – 223 с.

ГОЛИК Владимир Иванович
МАРТЫНОВ Виктор Георгиевич
КОМАЩЕНКО Виталий Иванович

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Учебное пособие

Редактор *Г.Б. Лоповок*
Художник график *Л.Д. Андреев*
Технический редактор *Г.В. Лехова*
Корректор *Е.М. Федорова*
Компьютерная верстка *Ю.А. Титова*

Подписано в печать 00.00.2012. Формат 60×90¹/₁₆. Гарнитура «Петербург».
Печать офсетная. Усл. п.л. 00,00. Уч.-изд. л. 00,00. Тираж 500 экз.

Заказ
Отпечатано в

ISBN 978-5-91961-083-0



9 78 5 9 1 9 6 1 0 8 3 0