



среднетехническое
образование



Ю. Н. СПИЧАК В. А. ТКАЧЕВ А. Э. КИПКО

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НЕДРА”

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТОК
СРОКОВ ВОЗВРАТА
КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА
Колич. пред. выдач.

3 ТМО Т. 2 млн. 3. 466—86



Среднетехническое
образование



502/0757

C-72

Ю. Н. СПИЧАК В. А. ТКАЧЕВ А. Э. КИПКО

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

794119
611467

*Допущено Министерством топлива и энергетики
Российской Федерации в качестве учебника
для горных техникумов*

НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА
МГОУ



МОСКВА „НЕДРА“ 1993.

ББК 33.25

Спн 72

УДК 622.33:502.62

Рецензенты: *Е. В. Кочетов* (Новошахтинский горный техникум) и *М. Е. Певзнер* (Государственный научно-исследовательский институт горно-химического сырья)

Федеральная целевая программа книгоиздания России

ВВЕДЕНИЕ

Ни один вид деятельности человека не оказывает такого комплексного воздействия на окружающую среду, как горное производство. Добыча угля сопровождается откачкой шахтных и карьерных вод, выдачей на поверхность пустых пород, выбросами пыли и вредных газов, деформацией углевещающих пород и земной поверхности, загрязнением водных ресурсов, атмосферы и почвы, изменением геологических, атмосферных и почвенных условий в зонах открытых и подземных разработок. Образуются депрессионные воронки площадью до сотен квадратных километров, мелеют и исчезают реки и ручьи, затопляются или заболачиваются подработанные территории. В настоящее время в мире извлечено и заскладировано в отвалах и хвостохранилищах около 1600 млрд. м³ горных пород и отходов переработки полезных ископаемых.

Разработка месторождений полезных ископаемых должна сочетаться с действенными мерами по охране окружающей среды. Проекты строительства новых предприятий содержат мероприятия по охране окружающей среды, предусматривают необходимые затраты на их осуществление. На действующих предприятиях выполнение природоохранных работ предусмотрено Правилами технической эксплуатации.

Практически реализацию конкретных мер по охране окружающей среды осуществляют с помощью различных инженерно-технических решений. Наиболее эффективным является внедрение безотходных (малоотходных) технологий.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что основой создания экологически безопасных мало- и безотходных производств в угольной промышленности является организация технологических процессов добычи и переработки угля и сланца с частичным или полным использованием твердых, жидких, пыле- и газообразных отходов производства, образование которых неизбежно. Под малоотходным понимается промышленное производство, вредное воздействие которого на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарными нормами.

Содержание курса «Охрана окружающей среды и рациональное использование месторождений полезных ископаемых» тесно связано с социально-правовыми, экономическими и техническими науками, изучаемыми студентами специальности 090200, и включает в себя:

- правовые и организационные принципы охраны природы;
- источники, виды и нормирование загрязнений окружающей среды в угольной промышленности;
- защиту воздушной, водной среды и земной поверхности;
- малоотходную технологию при подземной добыче угля.

Цель изучения дисциплины «Охрана окружающей среды и рациональное использование месторождений полезных ископаемых» — усвоение студентами современных научных основ и способов исключения неблагоприятного влияния разработки месторождений полезных ископаемых на природную среду.

При изучении данной дисциплины основными задачами являются: выяснение сущности проблемы охраны окружающей среды и необходимости ее решения; ознакомление с основными положениями законодательства об охране природы; изучение научных основ и эффективных способов охраны окружающей среды от неблагоприятного влияния горных работ; разработка природоохранительных мероприятий, включаемых в проекты горных предприятий и осуществляемых при их строительстве и эксплуатации.

Горные техники должны хорошо знать научные основы и эффективные способы охраны и ограничения разрушений окружающей среды и использовать эти знания в своей деятельности, связанной с разработкой месторождений полезных ископаемых.

1. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1.1. ПОНЯТИЕ «ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ» И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ

Для рассмотрения географических закономерностей Земли, особенностей формирования природных ресурсов и их охраны необходимо предварительно пояснить некоторые понятия современной географии, к которым относятся: географическая оболочка, природа, окружающая среда, природные ресурсы, охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов.

Географическая оболочка, или ландшафтная оболочка Земли, является предметом изучения физической географии. Она включает в себя соприкасающиеся и взаимодействующие воздушную оболочку (атмосферу), водную оболочку (гидросферу) и твердую земную кору. Для географической оболочки характерно развитие в ее пределах органической жизни, представленной животными и растениями.

Природа — это сложная саморегулирующаяся система земных объектов и явлений, развивающихся на основе естественно исторических процессов и закономерностей.

Окружающая среда представляет собой среду обитания и производственной деятельности человека, состав которой определяется факторами, обусловленными влиянием неживой природы (климат, рельеф и др.) и воздействием живых организмов, а также социально-экономическими факторами. Она является частью географической среды, которая представляет собой часть земного окружения.

Географическая среда возникла независимо от человека, однако, являясь средой взаимодействия природы и общества, она оказывается в различной степени измененной деятельностью человеческого общества.

Природные ресурсы представляют собой часть всей совокупности природных условий существования человечества и важнейших элементов природы (виды вещества и энергии).

Последние являются средствами существования человеческого общества и используются им в хозяйственной деятельности. Минеральные ресурсы, созданные в результате производственной деятельности людей, служат продуктом дальнейшего преобразования вещественных и энергетических природных ресурсов.

Под охраной окружающей природной среды понимается система государственных, общественных и международных мероприятий, направленных на сохранение и качественное улучшение природных ресурсов в хозяйственных, науч-

ных, культурных целях и в интересах существующего и будущих поколений людей как отдельных стран, так и всего человечества.

Охрана окружающей природной среды — не только практическая деятельность, но и особая интегрированная наука. Ее главная цель — достижение гармонии между человеком и природой, когда удовлетворение растущих потребностей общества в естественных ресурсах сочетается с их сохранением и воспроизводством.

Проблема охраны окружающей среды имеет три аспекта: экологический, технико-экономический и социально-политический.

Экологический аспект связан с защитой природной среды от загрязнения — важнейшего фактора, лимитирующего жизнь и деятельность человека.

Загрязнение — это привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических или биологических агентов, или превышение в рассматриваемое время естественного среднегогодового уровня (в пределах его крайних колебаний) концентрации перечисленных агентов в среде; увеличение числа этих агентов сверх недавно наблюдавшейся нормы [19]. Загрязнение может возникать в результате естественных причин (природное загрязнение) и под влиянием деятельности человека — антропогенное загрязнение.

Сведения о видах, составе, концентрации и распространении различных загрязнений важны при определении допустимой нагрузки на окружающую среду, обусловленной человеческой деятельностью, и для прогноза возможных изменений в среде.

Защита окружающей среды от загрязнений при коренном решении экологического аспекта должна базироваться на принципе безотходного производства. Загрязнение необходимо предотвращать путем осуществления соответствующих организационно-технических мероприятий, применения более совершенной техники и технологии, переработки отходов в процессе производственного цикла, разумного использования всех компонентов перерабатываемого сырья.

Промежуточной ступенью в борьбе с загрязнением является малоотходное производство, когда неблагоприятное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допускаемого санитарными нормами, но по технологическим, экономическим, организационным или другим причинам часть сырья и материалов идет в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

Технико-экономический аспект проблемы охраны природной среды связан с истощением природных ресурсов и постоянным ростом «демографической» нагрузки (увеличение

народонаселения на континенте) на природу, урбанизацией образа жизни человека.

Для решения проблемы сохранения природных ресурсов горнодобывающей промышленности от истощения необходимо рационально использовать недра для разработки месторождений полезных ископаемых и надлежащим образом осуществлять их охрану. Сюда входит большой и сложный комплекс научно-технических производственных, экономических и социальных вопросов, практически решаемых в различных отраслях народного хозяйства. Эта проблема по своему характеру является межотраслевой.

Социально-политический аспект проблемы охраны окружающей среды указывает на необходимость ее решения в планетарном масштабе в интересах всего человечества.

Являясь глобальной проблемой современности, экологическая проблема требует для своего решения совместных усилий всех государств мира. Однако реальный прогресс в деле сохранения природных богатств планеты может быть достигнут только в условиях поступательного развития разрядки напряженности, укрепления доверия и взаимопонимания между государствами, принятия действенных мер по ограничению гонки вооружения.

Учитывая глобальный характер ряда проблем природопользования, невозможность их решения в рамках одного государства наша страна придает этим проблемам серьезное значение в международных отношениях. В 1981 г. по инициативе нашей страны Генеральная Ассамблея ООН приняла резолюцию «Об исторической ответственности государств за сохранение природы земли для нынешнего и будущих поколений».

Практическая реализация конкретных мер по охране окружающей природной среды осуществляется с помощью различных инженерно-технических решений.

Применительно к горнодобывающей промышленности проблема охраны окружающей среды и комплексного использования природных ресурсов решается в следующих направлениях: охрана и рациональное использование водных ресурсов; охрана воздушного бассейна, охрана и рациональное использование недр; комплексное использование отходов производства.

1.2. ПРАВОВАЯ ОСНОВА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1.2.1. Основные принципы охраны окружающей среды

Природа как объект охраны рассматривается как единый комплекс, состоящий из отдельных компонентов и элементов. Законодательство рассматривает ее в комплексе взаимодействующих экологических систем, во взаимосвязи ее составных частей, элементов и явлений. При этом, осуществляя правовую

защиту отдельных компонентов и элементов природной сферы с учетом их взаимосвязи, закон обеспечивает охрану природы в целом.

Дифференциальный подход к охране природы означает выделение в ней отдельных объектов охраны с учетом их экологического, а также экономического, культурно-просветительного значения для общества. К ним относятся природные объекты, природные ресурсы, природно-территориальные и территориальные комплексы.

1. Природными объектами, охраняемыми законом, являются составные части природной среды, представляющие завершённый экологический процесс, взаимосвязанный с окружающей естественной средой и выполняющий свои функции. К ним относятся земля, недра, вода, леса, атмосферный воздух. Все перечисленные компоненты природной среды, вместе с населяющим их животным миром, представляют собой естественную среду обитания человека, охватывающую все составные части биосферы: атмосферу, литосферу, гидросферу, фауну и флору.

Атмосферный воздух охраняется от загрязнения вредными для здоровья и человека и окружающей среды веществами, а также звуком, вибрацией, влиянием магнитных полей, от истощения его кислородных запасов, разрушения структуры атмосферы, в особенности верхнего тонкого слоя озона, защищающего Землю от губительного воздействия солнечной радиации.

Земля как объект правовой охраны понимается в смысле земной поверхности и почвы. Почвы охраняются от истощения, потери ее плодородия, загрязнения вредными веществами, сточными водами, отходами производственно-хозяйственной деятельности.

Недра охраняются от истощения содержащихся в них запасов полезных ископаемых, нарушения и загрязнения массива горных пород в результате добычи и переработки полезных ископаемых, хранения и захоронения отходов производства и иных действий.

Воды как предмет охраны включают в себя континентальные (поверхностные и подземные воды), морские воды и океаны. Все водные объекты охраняются от загрязнения и истощения.

Леса и древесно-кустарниковая растительность охраняются от незаконных порубок, пожаров, иных действий, которые ведут к их уничтожению, истощению, загрязнению вредными веществами, отходами и выбросами производства.

Животный мир как объект правовой охраны включает в себя дикую наземную и водную фауну, наземных и водных животных, находящихся в состоянии естественной свободы.

2. Природные ресурсы в сфере взаимодействия общества и природы представляются как любое природное вещество или

явление природы, служащее для удовлетворения каких-либо потребностей людей.

Природный ресурс — понятие не экологическое, а экономическое. Оно выражает потребительское отношение общества к природе. Включение природного ресурса в систему правовой защиты природы объясняется тем, что природное вещество, получившее экономическое значение, продолжает существовать в неотделимом состоянии с природой, а всякое его изъятие отсюда вызывает изменение в экологических процессах природной среды.

3. Природным комплексом, подлежащим охране, считается участок природной среды (земельного, водного, лесного пространства, пространства недр), специально обособленный с целью заповедной охраны (сохранения участков с естественной средой и для защиты их от разрушительного влияния производственно-хозяйственной деятельности людей). Степень заповедования определяется законодательством.

В комплексе природоохранительных мероприятий важное место занимают правовые меры охраны природы. Они заключаются в том, что государство в лице своих законодательных органов разрабатывает общеобязательные правовые нормы, в которых устанавливает:

круг объектов природы, подлежащих охране со стороны закона;

предупредительные, закрепительные, восстановительные меры, ограждающие эти объекты от загрязнения, нарушения, использования, уничтожения и иных действий, причиняющих вред выделенным объектам;

ответственность за нарушение этих правовых норм со стороны природопользователей;

систему контроля за исполнением установленных правовых норм охраны природы.

Правовая охрана природы определяется как закрепленная в законодательстве совокупность государственных мероприятий, обеспечивающих сохранение, улучшение и воспроизводство окружающей природной среды, организацию рационального использования природных ресурсов, оздоровление и улучшение среды, окружающей человека, в интересах нынешнего и будущих поколений.

Цель правовой охраны природы — обеспечить качество окружающей природной среды для жизни человека, сохранить и рационально использовать природные ресурсы. Для ее достижения используют три формы правовой охраны: заповедные объекты и комплексы; защита природной зоны, окружающей человека. Структура эколого-правового механизма охраны окружающей природной среды предусматривает следующие части:

природоохранные нормы и соответствующие им правоотношения, выполняющие функции базовых эколого-правовых требований, обращенных ко всем природопользователям;

нормы хозяйственного законодательства, выполняющие функции конкретизации эколого-правовых требований природоохранительного законодательства применительно к планированию, проектированию, строительству, реконструкции, эксплуатации производственно-хозяйственных объектов и комплексов;

нормы административного, гражданского, уголовного, трудового, иных отраслей советского законодательства и соответствующие им правоотношения, осуществляющие функции закрепления материальных, организационных и правовых гарантий соблюдения эколого-правовых норм;

эколого-правовое отношение, возникающее в результате действия всех составных частей правового механизма охраны окружающей среды.

Наличие комплекса юридических норм придает правовой охране природы межотраслевой, междисциплинарный характер. Основопологающее значение в этом комплексе имеют природоохранные нормы, выполняющие главную функцию по установлению единых правил охраны природы.

Комплексность природоохранительного правоотношения проявляется в трех основных формах: охране окружающей среды как системы экологических систем; охране отдельных объектов природы с учетом взаимосвязи с другими природными объектами; охране объектов и комплексов, окружающей среды в целом.

Впервые за всю историю развития человеческого общества возникла проблема управления экологическими процессами, протекающими в окружающей среде. Общество столкнулось с необходимостью не только производить жизненно важные предметы, которые природа не предоставляет ему в готовом виде, но и создавать оптимальный экологический режим для развития природной среды, принимать меры по ее реконструкции и совершенствованию. Возникла проблема сохранения экологического баланса в природной среде при помощи различных мер, доступных обществу и реально осуществимых в настоящее время.

Методы, при помощи которых государство и общество осуществляют воздействие на окружающую природную среду, и методы воздействия на общественные отношения, возникающие в процессе взаимодействия общества и окружающей природной среды, можно разделить на две группы, каждая из которых имеет свои особенности.

К первой группе следует отнести методы неправового характера: экономические, технические, биологические, санитарно-гигиенические и др. При помощи неправовых методов государство и общество осуществляют воздействие на окружающую природную среду в процессе воспроизводства материальных

благ, важнейшими компонентами которого являются хозяйственная деятельность и воспроизводство тех природных ресурсов, которые могут быть возобновлены. Управляя производственно-хозяйственными и технологическими процессами, государство и общество активно вмешиваются в естественные процессы, протекающие в природной среде, нарушают сложившиеся экологические связи, вносят те или иные изменения в естественный ход развития природы, оказывая отрицательное воздействие, если не учитываются законы развития природы и те сложные взаимосвязи, которые в ней существуют.

Ко второй группе относятся правовые методы, с помощью которых государство оказывает воздействие на поведение членов общества, направляя их поступки и поведение в нужном ему направлении. Методы правовой охраны окружающей природной среды относятся к категории социальных мер воздействия на общественные отношения, которые осуществляет государство в процессе своего функционирования. При помощи правовых методов устанавливаются границы поведения людей в общении между собой и с окружающей природной средой. Поэтому выбор методов правового воздействия на общественные отношения относительно ограничен. Если при выборе неправовых методов воздействия на окружающую природную среду необходимо учитывать объективные законы развития природы, то при выборе правовых методов воздействия учета подлежат законы общественного развития, их особенности и характер действия в данной социально-экономической формации.

В основе концепции правового механизма управления охраной окружающей среды лежит обеспечение всех функций управления в соответствии со стратегией и тактикой охраны окружающей среды, закрепленных в государственных планах и нормативных документах.

Конституция (основной закон) Российской Федерации определяет материальную основу, цели и задачи, принципы и формы всей деятельности по охране окружающей среды. Согласно статье 13, земля, ее недра, воды, растительный и животный мир в их естественном состоянии находятся исключительно в народной собственности. Право распоряжения землей принадлежит полномочным представителям народа — Советам народных депутатов.

В статье 27 говорится о том, что в интересах охраны здоровья людей и обеспечения нормальных условий их жизни государство принимает необходимые меры по улучшению экологического состояния земли, ее недр, вод, воздуха, по сохранению растительного и животного мира.

Статья 58 посвящена правам граждан на безопасную окружающую среду. Государство обеспечивает условия для осуществление этого права. Ущерб, причиненный гражданину, его здо-

ровью или имуществу неправомерными действиями в области природопользования, подлежит возмещению.

Требования Конституции конкретизируются законодательными актами, законами, постановлениями и ведомственными нормативными приказами, положениями, инструкциями, составляющими единую общегосударственную систему правового механизма охраны окружающей среды.

Структура правового механизма в части охраны окружающей среды включает в себя нормы хозяйственного законодательства, а также нормы административного, гражданского, трудового, уголовного и других отраслей законодательства.

1.2.2. Ответственность за нарушение природоохранного законодательства

Составным элементом правовой охраны природы и регулирования рационального природопользования является природоохранительная ответственность. Субъектами природоохранительного правонарушения выступают министерства, ведомства, объединения, предприятия, учреждения, организации, их должностные лица и граждане.

Виды нарушений природоохранного законодательства указываются в законах об охране природы основных законодательств о земле, недрах, водах, лесном законодательстве и других отдельных нормативных актах. Нарушения подразделяют на следующие группы.

1. Бесхозяйственное безотходное использование земли, порча земель, загрязнение их отходами производства и сточными водами, невыполнение обязательных мероприятий по улучшению земель, охране почв от эрозии.

2. Невыполнение правил по геологическому изучению недр, их разработке, охране минеральных ресурсов, консервации минеральных ресурсов на поверхности.

3. Бесхозяйственное использование вод, их загрязнение и засорение, невыполнение требований водоохранного режима.

4. Невыполнение правил лесопользования, незаконная порубка деревьев, нарушение правил пожарной опасности в лесах.

5. Загрязнение атмосферного воздуха опасными для здоровья людей и внешней среды веществами.

6. Загрязнения среды обитания наземных и водных животных, нарушения правил охоты и рыболовства.

7. Уничтожение или повреждение памятников природы.

Виды природоохранительной ответственности различают по характеру налагаемых санкций: дисциплинарная, административная, материальная, гражданская, уголовная.

Дисциплинарная ответственность осуществляется в порядке подчиненности или на основании правил внутреннего распорядка предприятий.

Административная ответственность регулируется законодательством и заключается в следующем: предупреждение; штраф, налагаемый на должностных лиц и отдельных граждан; прекращение деятельности, которая наносит вред природной среде.

Материальная ответственность является особым видом ответственности. Она регулируется специальными правовыми нормами, имеет в качестве объекта охраны не материальные продукты человеческого труда, а природные ресурсы; осуществляется на основе установленной таксы за нанесенный ущерб.

Уголовная ответственность в области охраны природы регулируется уголовными кодексами. Состав большинства преступлений рассматривается как хозяйственные, остальные — как преступления против народной собственности, общественной безопасности и здоровья населения.

1.3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Система законодательных актов в области охраны природы и рационального использования ее ресурсов включает в себя нормативно-правовые акты, подразделяемые в зависимости от их юридической силы:

законы;

подзаконные правительственные акты;

ведомственные акты;

решения местных Советов.

Законы, принятые Верховным Советом Российской Федерации, обладают высшей юридической силой.

На основе законов органами государственного управления принимаются подзаконные нормативные акты. Виды этих актов образуют последующие звенья законодательной системы:

правительственные акты — постановления Кабинета министров России;

ведомственные нормативные акты-приказы, инструкции, положения министерств, государственных комитетов, главных управлений и других ведомств;

решения местных советов по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

По кругу регулируемых объектов все акты подразделяют на комплексные и отраслевые, по сфере действия — на союзные (содружество), республиканские и местные нормативные акты.

Действующими законами охраняются земля, недра, водные ресурсы, атмосферный воздух, леса, а также животных мир.

В законах и нормативных документах об охране природы установлены подлежащие охране объекты природы, требования разумного комплексного использования и охраны природных ре-

сурсов, запрещение деятельности, наносящей вред окружающей среде.

Основы земельного законодательства предусматривают рациональное использование, сохранение и повышение плодородия земель. Многие земли, находящиеся в составе сельскохозяйственных угодий, требуют серьезного улучшения. Только в районах распространения эрозии расположено до 160 млн. га пашни. Потенциально опасны в отношении ветровой эрозии 130—140 млн. га естественных кормовых угодий и 40—50 млн. га других видов угодий. Большие площади пахотных земель нуждаются в орошении и осушении, проведении других мероприятий по повышению их продуктивности.

Организации, добывающие полезные ископаемые подземным или открытым способом, проводящие строительство на предоставленных им во временное пользование сельскохозяйственных или лесных угодьях, должны приводить эти земельные участки в состояние, пригодное для использования в сельском, лесном или рыбном хозяйстве. Промышленным и строительным предприятиям и учреждениям предписано не допускать загрязнения земель отходами производства и сточными водами.

Основами земельного законодательства определено, что государственный контроль за использованием земель осуществляется Советами народных депутатов, их исполкомами и распорядительными органами, а также специальными государственными органами.

В Основах законодательства о здравоохранении отмечено, что охрана здоровья народа — одна из важнейших задач и обязанность всех государственных органов, предприятий, учреждений и организаций. Решение этой задачи связано с необходимостью охраны природы и окружающей человека среды. Определены требования, которым должны удовлетворять условия труда, быта и отдыха населения, и в том числе требования к почвам, воздушному и водному бассейнам.

Основы водного законодательства посвящены регулированию использования и охраны водных ресурсов. Все воды страны составляют единый государственный водный фонд, который включает в себя реки, озера, водохранилища, другие поверхностные водоемы и источники, а также воды каналов и прудов, подземные воды и ледники, внутренние моря, территориальные воды. В этом документе содержатся указания по охране вод. Предприятия, организации и учреждения обязываются не допускать загрязнения и засорения поверхности водосборов, ледяного покрова водоемов и ледников производственными, бытовыми и другими отходами. Промышленные предприятия обязаны принимать меры к уменьшению расхода воды и прекращению сброса сточных вод путем совершенствования технологии производства и схем водоснабжения, применения замкнутых технологических процессов, замены водяного водоснабжения воздушным и т. д.

Государственный контроль за использованием и охраной вод возложен на Советы народных депутатов. Предусмотрено участие общественных организаций, а также граждан в проведении мер по рациональному использованию и охране вод.

Основы законодательства о недрах состоят из одиннадцати разделов. В первом разделе содержатся общие требования и подчеркивается, что недра предоставляются в пользование для геологического изучения; добычи полезных ископаемых; строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых. Определяются основные права и обязанности пользователей недрами.

Во втором разделе содержатся положения, определяющие требования к геологическому изучению недр, в третьем — требования к проектированию, строительству и вводу в действие горнодобывающих предприятий, а также подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых.

В пятом и шестом разделах говорится об обеспечении безопасности работ, связанных с использованием недрами, и об основных требованиях к охране недр, основными из которых являются обеспечение полного и комплексного геологического изучения недр; наиболее полное извлечение из недр и рациональное использование запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и содержащихся в них компонентов; недопущение вредного влияния работ, связанных с использованием недр, на сохранность запасов полезных ископаемых; предотвращение загрязнения недр при подземном хранении нефти, газа и иных материалов.

Седьмой раздел касается учета запасов месторождений полезных ископаемых, а также участков недр, предоставленных в пользование, не связанное с добычей полезных ископаемых.

Восьмой раздел посвящен надзору и контролю за использованием и охраной недр и ведению работ по их геологическому изучению. Отмечается, что государственный надзор и контроль за использованием и охраной недр должны обеспечить устранение возможных вредных влияний при эксплуатации недр на окружающую природную среду.

Остальные разделы касаются ответственности за нарушения законодательства о недрах, разрешения споров по вопросам пользования недрами и международных договоров и соглашений.

В основах лесного законодательства отмечено, что леса играют большую роль в развитии экономики, улучшении окружающей среды. Они благоприятно влияют на гидрогеологический режим рек и других водных объектов, предохраняют почву от ветровой и водной эрозий, используются в оздоровительных целях и т. д. Основы состоят из семи разделов, в которых рассмотрены общие положения; лесопользование; воспроизводство и повышение продуктивности лесов, государственный учет лесов

и государственный лесной кадастр; лесоустройство; ответственность за нарушение лесного законодательства; международные договоры и соглашения.

Закон об охране атмосферного воздуха направлен на регулирование общественных отношений с целью сохранения в чистоте и улучшения состояния атмосферного воздуха, предотвращения вредных химических, физических, биологических и иных воздействий на атмосферу, неблагоприятных последствий для населения, растительности и животного мира.

Предприятия, учреждения и организации, деятельность которых связана с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, обязаны проводить организационно-хозяйственные, технические и другие мероприятия, принимать меры по снижению выбросов загрязняющих веществ, обеспечивать бесперебойную эффективную работу и поддержание в исправном состоянии сооружений, оборудования и аппаратуры для очистки выбросов и контроля за ними, а также осуществлять постоянный учет количества и состава загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу.

Мероприятия по охране атмосферного воздуха не должны приводить к загрязнению почв, вод и других природных объектов.

При повышении в результате аварийной ситуации установленных нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу руководители предприятий обязаны немедленно сообщить об этом органам, осуществляющим государственный контроль за охраной атмосферного воздуха, и принять меры в установленном порядке к охране атмосферного воздуха и ликвидации причин и последствий загрязнения.

При получении предупреждения о возможном повышении концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в связи с ожидаемыми неблагоприятными метеорологическими условиями предприятия обязаны проводить специально разработанные по согласованию с органами, осуществляющими государственный контроль за охраной атмосферного воздуха, мероприятия по снижению выбросов таких веществ в атмосферу. Запрещается сдача в эксплуатацию новых и реконструируемых предприятий, сооружений и других объектов, не удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к охране атмосферного воздуха.

В целях охраны атмосферного воздуха устанавливаются нормативы предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками загрязнения, а также нормативы предельно допустимых вредных физических воздействий.

Добыча полезных ископаемых, взрывные работы, размещение и эксплуатация отвалов и свалок должны производиться с соблюдением правил предотвращения или сокращения загрязнения атмосферного воздуха способами, согласованными с ор-

ганами, осуществляющими государственный контроль за охраной атмосферного воздуха.

Закон об охране и использовании животного мира регулирует общественные отношения в области охраны и использования диких животных. Он способствует воспитанию людей в духе хозяйского и гуманного отношения к животному миру. Законодательством устанавливаются правила и нормы по охране и воспроизводству диких животных, меры материального поощрения предприятий, а также граждан, стимулирующие осуществление мероприятий по охране животного мира. При проведении геологоразведочных работ, добыче полезных ископаемых должны предусматриваться и осуществляться мероприятия по сохранению среды обитания и условий размножения животных. Места строительства предприятий согласовываются со специально уполномоченными государственными и другими органами по охране и регулированию использования животного мира.

В санитарных нормах проектирования промышленных предприятий установлены обязательные требования к проектированию, строительству и оборудованию промышленных предприятий, к условиям работы на них, предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочих зон и в атмосферном воздухе населенных пунктов, в воде водоемов промышленного и бытового пользования.

В правилах технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт имеется специальный раздел — «Охрана окружающей среды», который посвящен охране водных ресурсов, атмосферы и почвы на действующих шахтах.

Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок устанавливают меры охраны и условия выемки угля под сооружением и объектами природы [23].

Одним из новых и усиленно развивающихся направлений правового регулирования охраны окружающей природной среды является стандартизация.

Общее определение этого явления, применимое ко всем сферам практики, дано Международной организацией по стандартизации. Под стандартизацией, согласно данному определению, понимаются установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности для достижения всеобщей оптимальной экономики при соблюдении функциональных условий и требований правил безопасности.

Сфера применения стандартов охватывает область взаимодействия общества и природы.

Под стандартизацией понимается внедрение в практику научно обоснованных, обязательных для выполнения технических требований и норм (стандартов), регламентирующих человеческую деятельность во исполнение законодательства об охране

окружающей среды. Стандарты обладают всеми чертами правовых актов, входят в систему права, занимают свое собственное место в иерархии правовых актов, отличаясь как от законодательных, так и от актов подзаконного характера.

В области охраны окружающей среды основное внимание уделено развитию государственных стандартов — ГОСТов.

В рамках этой системы разработано свыше 30 государственных стандартов. К их числу относятся: ГОСТ 17.2.1.04—77 «Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения»; ГОСТ 17.2.4.02—81 «Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ»; ГОСТ 17.1.01—77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения»; ГОСТ 17.1.4.01—80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах»; ГОСТ 17.5.1.01—83 «Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения» и т. д.

В Российской Федерации практикуются также нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в водоемах и атмосферном воздухе. Эти нормативы ПДК утверждаются Министерством здравоохранения и являются обязательными как при проектировании, так и при эксплуатации производственно-хозяйственных объектов — источников загрязнения.

В угольной промышленности экологические законодательства и стандарты используют при планировании, проектировании строительства и эксплуатации предприятий, контроля за качеством окружающей среды, экспертизе проектов и смет.

1.4. МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Проблема антропогенного изменения окружающей среды перешагнула границы государств и приобрела глобальный характер. Поэтому возникла необходимость организации равноправного и равностороннего международного сотрудничества по охране природы, которое особенно важно в решении долгосрочных программ в данной области. Объектами международного сотрудничества выступает вся планетарная среда и околоземное космическое пространство, отдельные природные объекты, природные комплексы и ресурсы. Субъектами в этом случае являются отдельные государства, международные организации и учреждения, неправительственные организации. Международное сотрудничество получило в наши дни широкое развитие и выражается в двух основных формах:

1) заключение межгосударственных соглашений и конвенций по вопросам охраны среды и рационального использования природных ресурсов;

2) участие в деятельности международных природоохранительных организаций, проводимых главным образом под эгидой Организации Объединенных Наций (ООН).

Многостороннее сотрудничество по вопросам охраны окружающей среды охватывает целый ряд международных организаций, входящих в систему ООН, а также различных международных неправительственных организаций: Международный совет научных союзов (МСНС), Научный комитет по проблемам окружающей среды (СКОПЕ), Программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ), Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Всемирная организация ВОЗ, Глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС), Международный союз охраны природы (МСОП) и др.

МСНС объединяет академии и научные союзы всего мира. Под его руководством осуществляют научные исследования космического пространства, изучение Арктики, Мирового океана, проведение Международного географического года, Международной биологической программы, Международной программы по проблемам окружающей среды.

Международные научно-исследовательские проекты, входящие в программу СКОПЕ, изучают биогеохимические циклы, токсикологию окружающей среды, мониторинг окружающей среды.

Мониторинг — глобальная система слежения за состоянием природной среды. Целью мониторинга является изучение изменений природной среды, возникающих в результате воздействия на нее человека, приводящих к нарушению динамического равновесия. Одновременно мониторинг должен обеспечить получение как качественных, так и количественных характеристик происшедших изменений в природной среде, причем соответствующие наблюдения должны проводиться систематически и осуществляться на постоянных станциях наблюдения.

Таким образом мониторинг — специальная информационно-аналитическая система наблюдения, контроля и оценки состояния природной среды. Блок-схема мониторинга показана на рис. 1.1.

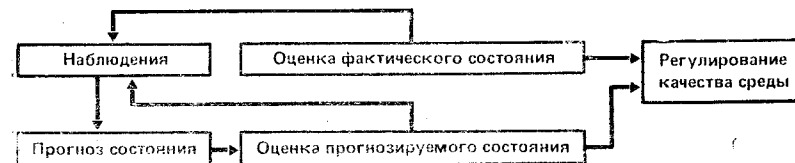


Рис. 1.1. Блок-схема мониторинга

Для организации мониторинга необходимо найти ответы на следующие вопросы: каково состояние биосферы в настоящее время и какие изменения в биосфере ожидаются в будущем; в чем причины возможных изменений в биосфере (в том числе критических) и что служит источником вредных воздействий; какие нагрузки на природную среду являются вредными (нежелательными) на основе выработанных и принятых критериев; какой уровень воздействия считается для элементов биосферы допустимым и какими резервами обладает биосфера.

В целом программа глобального мониторинга должна обеспечивать получение данных, характеризующих ход и результаты природных процессов, а также результаты их изменений, обусловленных антропогенным вмешательством.

Программа МАБ рассматривает экологические последствия усиления влияния деятельности человека на тропические и субтропические экосистемы, экологическое влияние различных видов землепользования и практики хозяйствования на лесной ландшафт, воздействия человеческой деятельности на пастбища и т. п.

Основные направления деятельности программы ООН по окружающей среде заключаются в изучении программы охраны почв и вод; защиты мирового океана от загрязнений. Исключительное значение имеет Московский договор 1963 г. о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой, который подписали более 100 стран. Широкую поддержку на XXIX сессии Генеральной ассамблеи ООН в 1976 г. получило предложение СССР «О запрещении воздействий на природную среду и климат в военных и иных целях, не совместимых с интересами обеспечения международной безопасности, благосостояния и здоровья людей».

ВОЗ проводит санитарно-гигиеническую оценку качества окружающей среды. Более 150 ведущих ученых СНГ являются экспертами ВОЗ. Эта организация провела ряд конференций по выявлению источников загрязнений атмосферы и воды и методам борьбы с загрязнениями на основе опыта различных стран.

МСОП — основной научный советник и консультант ООН по проблемам охраны живой природы. В соответствии с уставом МСОП содействует сотрудничеству между правительствами, национальными и международными организациями, занимающимися охраной природы. Он готовит проекты международных конвенций и соглашений. В задачу Союза входит научная консультация государств, национальных и международных органов по охране живой природы и правовым вопросам.

Широкую известность получила «Красная книга», содержащая сведения о состоянии популяций, находящихся под угрозой исчезновения животных и растений, а также рекомендации по их восстановлению.

Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды представляет собой объективную необходимость для народов всех стран мира как неизбежность, продиктованную прогрессирующим ухудшением состояния биосферы. Оно способствует более быстрому решению природоохранительных проблем, возникающих перед многими странами. В результате международного сотрудничества формируется правовая основа защиты окружающей среды на планете.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под охраной окружающей среды?
2. Какие аспекты включает в себя проблема охраны окружающей среды?
3. Каковы принципы природоохранительной политики нашего государства?
4. Каковы цель и задачи правовой охраны природы?
5. В чем заключается комплексность природоохранительного правоотношения?
6. Охарактеризуйте методы воздействия на общественные отношения, возникающие в процессе взаимодействия общества и окружающей природной средой.
7. Что включает в себя структура правового механизма в части охраны окружающей среды?
8. Назовите виды нарушений природоохранного законодательства.
9. Каковы виды природоохранительной ответственности? В чем их сущность?
10. Какие нормативно-правовые акты включает в себя существующая в настоящее время система законодательных актов в области охраны окружающей среды?
11. Охарактеризуйте формы международного сотрудничества по охране окружающей среды.
12. Что включает в себя понятие «мониторинг»?

2. ОХРАНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

2.1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ

2.1.1. Загрязнение воздушной среды

Важную роль во всех природных процессах играет атмосфера. Она служит надежной защитой от вредных космических излучений, определяет климат данной местности и планеты в целом. Воздух атмосферы является одним из основных жизненно важных элементов окружающей среды, ее животворным источником. Беречь его, сохранять в чистоте — значит сохранять жизнь на Земле.

Атмосфера представляет собой грандиозную равновесную систему, в которой процессы обмена веществ происходят по определенным естественным законам. Изменение равновесного со-

стояния системы, вызванное деятельностью человека, сглаживается различными компенсационными процессами атмосферы. Газовый состав воздушной среды формировался в течение миллиардов лет, а характерный для настоящего времени сбалансированный газооборот был образован около 50 млн. лет тому назад, и все живое на Земле способно существовать только в созданной таким образом атмосфере.

Во Вселенной земная атмосфера — уникальное и удивительное явление. Она состоит из 78,08 % азота, 20,9 % кислорода, 0,93 % аргона, 0,03 % углекислого газа. На долю остальных газов (неон, гелий, метан, ксенон, радон и др.) приходится примерно 0,06 %.

Жизнь на Земле невозможна без кислорода. Он является продуктом жизнедеятельности земных растений. Растения, потребляя и разлагая воду и углекислоту при фотосинтезе, выделяют кислород. Все же остальные живые существа — только потребляют кислород.

Масса газовой оболочки планеты оценивается колоссальной цифрой — 516×10^{13} т и если определить долю ежегодных загрязнений, поступающих в атмосферу, то получим обнадеживающе незначительный результат, равный, например, для загрязнения углекислым газом ниже 0,0003 %, для остальных загрязнителей эта цифра во много раз меньше. Отсюда возможен ложный вывод о неисчерпаемости ресурсов пятого океана. Тем более что если кислород будет и впредь расходоваться в размерах, равных 10 млрд. т в год, то потребуется около 100 тысяч лет, чтобы его количество в атмосфере и гидросфере уменьшилось на две трети. Срок огромный по сравнению с периодом развития цивилизации и даже человечества, но речь идет о преобразованиях радикальных, о сдвигах необратимых.

Загрязнение атмосферы происходит крайне неравномерно по районам, и в индустриальных регионах концентрация загрязнителей может быть в тысячи и более раз выше их среднепланетарных значений.

Известно, например, что в атмосферу, поступает около 150 млн. т диоксида серы. Это составляет менее 0,000003 % массы атмосферы, или около 70 кг на квадратный километр поверхности планеты. Но в таких индустриальных районах, как Рурский или Донецкий, поступление диоксида серы достигает 100 т на квадратный километр, что превышает среднее значение в 1400 раз.

Наблюдения за составом атмосферного воздуха показывают, что происходит постоянный рост содержания углекислого газа в атмосфере. Концентрация его сто лет назад была на уровне 0,029 %, сейчас она достигает 0,032 %, а в перспективе может привести к серьезным необратимым изменениям биосферы.

Таким образом, увеличение концентрации отдельных компонентов приводит к загрязнению атмосферы планеты.

Под атмосферным загрязнением понимается присутствие в воздухе различных газов, паров, частичек твердых или жидких веществ (включая и радиоактивные), которые неблагоприятно влияют на живые организмы и растительность, ухудшают климат Земли или наносят материальные убытки.

Загрязняющие вещества можно объединить в следующие группы:

- 1) естественного происхождения (минеральные, растительные, животные, микробиологические);
- 2) образующиеся при сжигании топлива для нужд промышленности, отопления жилищ, при работе всех видов транспорта;
- 3) образующиеся в результате промышленных выбросов;
- 4) выделяющиеся при сжигании и переработке бытовых и промышленных отходов.

Естественное загрязнение. В атмосфере постоянно содержится некоторое количество пыли. Она образуется в результате естественных явлений, происходящих в природе. Различают три вида пыли: минеральный, неорганический и космический. Выветривание и разрушение горных пород, извержение вулканов, лесные, степные и торфяные пожары, испарения с поверхности морей служат причиной образования минеральной пыли. Органическая пыль в воздухе представлена аэропланктоном — организмами, живущими в атмосфере (бактерии, споры грибов, пыльца растений и др.), и продуктами гниения, брожения и разложения растений и животных. Космическая пыль образуется из остатков сгоревших метеоритов при их прохождении в атмосфере (2—5 млн. т/год).

Природная пыль выполняет роль ядер конденсации водяных паров. Она, по словам акад. В. И. Вернадского, играет чрезвычайно важную роль в химии Земли.

Искусственное загрязнение атмосферы — загрязнение, связанное с деятельностью человека (антропогенное). Данное загрязнение на 90 % состоит из вредных газов и на 10 % из аэрозолей.

По данным М. Е. Певзнера и В. П. Костовецкого, 43 % выбросов, поступающих в атмосферу, приходится на долю тепловых электростанций, 14,7 % — на предприятия черной металлургии, 10,8 % — на нефтяную промышленность, 8,4 % — на цветную металлургию и 23,1 % — на прочие промышленные предприятия и транспорт. В результате в атмосферу поступают газообразные выбросы, твердые частицы, радиоактивные вещества и влага.

Газообразные выбросы образуют соединения углерода, серы и азота. Половина выделяемого в атмосферу углекислого газа осаждается и растворяется в морях и океанах, где концентрация углекислого газа в 60 раз превышает его концентрацию в воздухе. Выбрасываемые в атмосферу твердые частицы (пыль) Г. М. Гордон и Н. Д. Пейсахов выделяют по крупности частиц;

грубая пыль ($d > 10$ мкм), мелкая пыль ($d = 1 \div 10$ мкм) и дым ($d < 1$ мкм), где d — диаметр частицы. Наиболее опасны для жизни на Земле выбросы радиоактивных веществ, попадающих в атмосферу с газами тепловых электростанций, газопылевыми выделениями некоторых производств, в результате аварий на атомных электростанциях. Выпадая с атмосферными осадками в виде радиоактивных дождей, они воздействуют на все живое на Земле [21].

Группой экспертов ООН составлен перечень наиболее вредных для окружающей среды загрязняющих веществ, в который включены: сернистый газ; взвешенные частицы, оксиды углерода и азота; фотохимические окислители и реакционно способные углеводороды; ртуть, свинец, кадмий, хлорированные органические соединения (ДДТ, полихлорированные дифенолы и др.); микротоксины; нитраты, нитриты, нитрозамины; аммиак; микробные загрязнители. Почти все они попадают в атмосферу, почву и воду.

Загрязнения атмосферы могут быть локальными и глобальными. Последние характеризуются изменением состава воздуха и накоплением вредных примесей во всей атмосфере.

Классификация источников загрязнения атмосферы, составленная О. В. Колоколовым и Н. П. Хоменко, представлена на рис. 2.1 [13].

Локальные загрязнения связаны главным образом с городами и крупными промышленными районами. Особенность глобальных загрязнений заключается в том, что они распространяются на огромные расстояния и могут влиять на жизнь всей биосферы в целом.

Наиболее значительными загрязнителями являются выбросы, образующиеся при работе различных видов транспорта, особенно автомобилей. Так в США 60% загрязнений воздуха происходит от выхлопных газов автомобилей. В таких крупных городах, как Нью-Йорк, Лос-Анджелес, Токио, Москва, степень загрязнения выхлопными газами достигает 90% всех загрязнений атмосферы.

Токсическими выбросами двигателей внутреннего сгорания (ДВС) являются отработавшие газы, картерные газы и пары топлива из карбюратора и топливного бака. Основная доля токсических примесей поступает в атмосферу с отработавшими газами ДВС. С картерными газами и парами топлива в атмосферу поступает около 40% их общего выброса.

Исследования состава отработавших газов ДВС показывает, что в них содержится несколько десятков компонентов, основные из которых приведены в табл. 2.1.

Анализ данных, приведенных в табл. 2.1, показывает, что наибольшей токсичностью обладает выхлоп карбюраторных ДВС. Дизельные двигатели выбрасывают в больших количествах сажу, которая в чистом виде нетоксична. Однако частицы

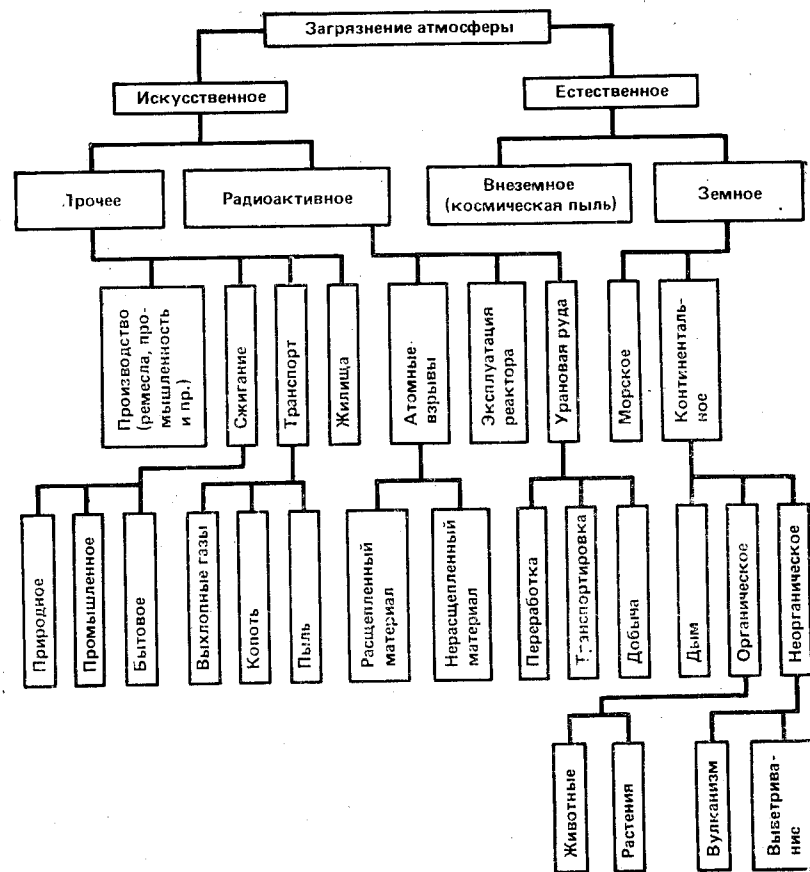


Рис. 2.1. Классификация источников загрязнения атмосферы

сажи, обладая высокой адсорбционной способностью, несут на своей поверхности молекулы и частицы токсичных веществ, в том числе и канцерогенных. Сажа может длительное время находиться во взвешенном состоянии в воздухе, увеличивая тем самым время воздействия токсических веществ на человека.

Атмосферный воздух выступает своего рода посредником загрязнения всех других объектов природы, он способствует распространению больших масс загрязнений на значительные расстояния. Так через западные границы вместе с воздушными массами ежегодно поступает около 2 млн. т диоксида серы и около 10 млн. т сульфатов. С осадками на сельскохозяйственные угодья центральных областей выпадает около 1,4 млн. т серной кислоты. Для ее нейтрализации необходимо 1,5 млн. т технической извести.

Таблица 2.1

Состав отработавших газов

Компонент	Объемная доля компонентов, %	
	карбюраторные ДВС	дизельные ДВС
Азот	74—77	76—78
Кислород	0,8—3	2—18
Пары воды	3—5,5	0,5—4*
Диоксид углерода	5—12	1—10
Водород	0—5	—
Оксид углерода	0,5—12	0,01—0,5
Оксид азота	0,8	0,0002—0,5
Углеводород	0,2—3	0,009—0,5

* Нетоксичен.

При ежегодном сжигании во всем мире 9 млрд. т условного топлива в атмосферу поступает $16,8 \cdot 10^{16}$ кДж тепла, выбрасывается даже при работе современных очистных сооружений более 20 млрд. т углекислого газа и более 700 млн. т пыле-, газо- и паровых соединений.

Сжигание таких видов топлива, как уголь, нефть, сланцы, ведет к загрязнению воздуха сернистым газом — источником закисления почв и водоемов. Высвободившееся при этом тепло рассеивается в окружающую среду и служит источником теплового загрязнения атмосферы.

В результате научно-технических достижений из года в год увеличивается количество не существовавших ранее в природе соединений. Известно уже более 4 млн. получаемых искусственным путем химических веществ, из них до 1 млн. веществ, не свойственных природе. Некоторая часть из них до поры до времени не находит применения, другая часть применяется в ограниченных количествах.

Степень вредности загрязняющих природу веществ зависит от многих факторов окружающей среды и от самих веществ. Важной характеристикой загрязняющего вещества является количество его поступлений в окружающую среду в единицу времени. Сопоставление масс антропогенного и естественного происхождения позволяет оценить возможное нанесение ущерба.

Отдельные характеристики некоторых химических загрязняющих веществ приведены в табл. 2.2.

Из таблицы видно, что массы приведенных загрязнителей антропогенного и естественного происхождения сопоставимы. Основную опасность в этом плане представляют сернистый газ и свинец, находящиеся в отработанных газах автомобилей.

Загрязнение вредными газами дает и авиационный транспорт. Самолеты в полете выделяют альдегиды, оксид углерода,

Таблица 2.2

Основные характеристики некоторых веществ, загрязняющих земную атмосферу

Загрязняющее вещество	Поступление и количество, млн. т/год		Продолжительность жизни в атмосфере, сут	Способность к накоплению
	антропогенное	естественное		
Диоксид углерода	$15 \cdot 10^8$	$70 \cdot 10^8$	5	Отсутствует
Оксид углерода	200—300	100—10 000	3	То же
Сернистый газ	150	142	2	»
Соединения азота	65	1400	5	»
Углеводороды	100	500	10	Накапливается во всех средах
Свинец	0,5	0,01—0,05	2—5	То же

углеводороды, оксид азота и сажу. Один реактивный самолет, перелетающий Атлантический океан, потребляет за 8 ч полета такое количество кислорода, которое производят за то же время 25 тыс. га леса. Помимо этого, значительная часть топлива (8—15 %) поступает в атмосферу вследствие испарения.

2.1.2. Последствия загрязнения атмосферного воздуха

Загрязнение атмосферы было всегда нежелательно для человека, животных и растений. Концентрация дымовых газов при неблагоприятных метеорологических условиях возрастает и приводит к образованию густых токсических туманов. Дело доходит до катастрофических случаев скопления токсических веществ, сопровождающихся тяжелыми заболеваниями и смертями. Так, неоднократно в Лос-Анджелесе, на юге Калифорнии, на Британских островах, в ФРГ и других странах отмечались густые туманы с повышенной концентрацией вредных веществ из смеси пыли и газов. Такие туманы называют смогом.

В Лондоне смог известен еще с конца прошлого века. Особенно большие бедствия принесли туманы 1952 и 1956 гг. В 1952 г. смог стоял над городом с 5 до 9 декабря. Содержание вредных примесей (сернистого ангидрида, оксидов азота, альдегидов, хлористых углеводородов и др.) в воздухе в 5—6 раз превышало обычный уровень. Уже через 12 ч у многих жителей появились симптомы заболевания дыхательных путей, кашель, головная боль и головокружение. Для большинства людей, болевших хроническим бронхитом, воздействие смога окончилось трагически. Смог, висевший 96 ч над столицей Великобритании в январе 1956 г., унес около тысячи жизней. Следует отметить, что после принятия в 1968 г. закона «О чистом воздухе» в Лондоне загрязненность атмосферы заметно снизилась.

В пылегазовых выбросах промышленности насчитывают около 140 вредных веществ. Многие из них, не имея запаха и цвета, не сразу оказывают вредное влияние, а представляют собой так называемый заряд замедленного действия. Если раньше имели дело с видимыми, оседаемыми загрязнителями (зола, сернистый ангидрид, угарный газ), то теперь часто загрязнители невидимы, порой неощутимы. В их числе всевозможные органические растворители, альдегиды и др. Медико-санитарные исследования предупреждают о возможном отрицательном влиянии на здоровье человека так называемых суммаций — совмещаемого действия ряда вредных веществ. Концентрация каждого из них в атмосфере даже меньше предельно допустимой нормы при суммарном воздействии может нанести вред здоровью людей.

С загрязнением воздуха связаны общее недомогание, снижение работоспособности, кашель, головокружение, спазмы голосовых связок, различные заболевания легких, глаз, общее отравление организма, ослабление сопротивляемости заболеваниям.

Промышленные выбросы, выхлопные газы, сажа, копоть, бесчисленные пылинки в небе крупных городов образуют своего рода дымовые колпаки и уменьшают проникновение ультрафиолетовой части солнечного спектра. Например, в окрестностях Парижа, где нет промышленных предприятий, ультрафиолетовые лучи составляют около 3 % излучения, а на участках с заводами и фабриками — 0,3 %. Недостаток ультрафиолетовых лучей приводит к развитию рахита и авитаминоза у детей.

Вредные примеси в воздухе могут вызвать отравления и гибель домашних и диких животных.

В ветеринарии известно отравление овец и крупного рогатого скота выбросами алюминиевых заводов, содержащими много фтористых соединений. Оседая из воздуха, эти соединения попадают на траву, и пасущийся на ней скот заболевает фтористой катехией. В Швейцарии вблизи такого завода за 9 лет погибло 1/3 всего местного скота.

В ряде мест Франции и Италии с постоянно задымленной атмосферой содержание фтора в листьях лещковицы в 20 раз выше нормы. Скармливание шелковичным червям листьев с высоким содержанием фтора приводит к атрофии желез, выделяющих шелковичную клеевину.

Фтористые и мышьяковые соединения, содержащиеся в промышленных выбросах, вызывают высокую смертность пчел и снижают сбор меда. Мышьяковые отравления — причина образования язв на теле крупного рогатого скота.

В различных странах мира неоднократно отмечалась гибель диких животных, в том числе косуль, оленей, зайцев, фазанов и другой дичи, в результате заражения атмосферы сернистым газом, мышьяком, сурьмой.

На фермах, в кошарах и птичниках вследствие антисанитарных условий, загазованности и запыленности наблюдаются случаи заболевания домашних животных. Загрязнение воздуха внутри животноводческих помещений аммиаком и высокая концентрация углекислого газа оказывают вредное влияние не только на обслуживающий персонал, но и на животных.

Для растений вредны такие загрязнители воздуха, так соединения серы, фтора, оксид углерода, хлор и углеводороды. Они наносят значительный ущерб сельскохозяйственным и лесным угодьям, садам и паркам, нарушая процесс фотосинтеза, замедляя рост и развитие растений, которые постепенно чахнут и гибнут. Установлено, что даже незначительные дозы сернистого ангидрида отрицательно сказываются на растениях.

Из зерновых культур наиболее чувствительны к этому газу ячмень и овес, из овощных — шпинат, капуста, салат, редис. Из-за загрязнения атмосферы заметно падает урожайность таких культур, как картофель, сахарная свекла, томаты, бобы, апельсины, виноград, табак, арахис, соя, люцерна. В штате Вирджиния (США), на восточном его побережье, в 1971 г. урожай картофеля снизился в 2 раза, что связывается с воздействием окислителей, поступающих в воздух, поражающих листья картофеля. В Калифорнии отмечено снижение под влиянием окислителей урожая винограда, апельсинов, и люцерны на 50—60 %.

Вокруг промышленных предприятий, в выбросах которых содержатся соединения серы, фтора и мышьяка, леса заметно угнетены, а часть деревьев усыхает и на значительном расстоянии от источника загрязнения. Наиболее подвержены вредному действию промышленных газов хвойные породы деревьев.

Отмечены случаи гибели растений близ цементных заводов. Забиваясь в устьица и проникая внутрь листьев, цементная пыль затрудняет их функции, разрушает хлорофилл и как бы «сжигает» ткани растений.

Как правило, в большинстве городов СНГ вокруг предприятий и вдоль магистралей концентрация сернистого газа, двуоксида азота, оксида углерода и пыли ниже ПДК (в расчете на человека) и не представляет для его организма особой опасности. Однако для растительности такое количество газа, особенно сернистого, и пыли не безразлично. Допустимая максимальная разовая норма загрязнения воздуха сернистым газом для растений — ниже 0,02 мг на 1 м³ воздуха, оксидами азота — 0,05 мг, аммиаком — 0,1 мг. Следовательно, токсичность сернистого газа для растений в 25 раз выше, чем предусмотрено нормой для человека (0,5 мг на 1 м³ воздуха).

Сернистый ангидрид, взаимодействуя с водой и парами воздуха, в виде сернистой кислоты попадает на строительные материалы и тем способствует старению и разрушению зданий. Кислотосодержащие дожди и пары вызывают коррозию железных и оцинкованных крыш.

Оксиды азота особенно токсичны для человека и животных. В воздух больших городов мира ежегодно поступает 53 млн. т оксидов азота. Они вызывают головокружение, респираторные болезни, рвоту, потерю сознания, понижают кровяное давление и т. д.

По подсчетам специалистов общая годовая стоимость потерь от загрязнения атмосферы только во Франции может быть оценена 4 % национального дохода, в США — 3 %, в Японии — до 8 %. Это одна сторона экономического ущерба. Другая сторона связана с потерей большого ценного сырья, поступающего в воздух вместе с промышленными выбросами. Подсчитано, что если добиться полной очистки выбрасываемых газов от сернистого ангидрида, то можно получить дополнительное количество серы, которое перекроет все потребности в ней.

2.2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ШАХТ

2.2.1. Источники загрязнения

Основными источниками вредных выбросов в атмосферу на строящихся и действующих предприятиях угольной промышленности являются промышленные и коммунально-бытовые котельные, сушильные установки обогатительных, дробильно-обогатительных, агломерационных и брикетных фабрик, горящие породные отвалы. Значительное загрязнение атмосферы происходит на открытых работах при экскавации и погрузке в транспортные средства вскрышных пород и угля, их транспортировке, отвалобразовании, буровзрывных работах, при работах на технологических комплексах промплощадок, на железнодорожных станциях (породных и угольных), приемных ямах и при работе транспорта.

Источники выбросов вредных веществ в атмосферу подразделяют на организованные и неорганизованные, стационарные и передвижные.

Организованные промышленные выбросы в атмосферу обусловлены деятельностью: промышленных и коммунально-бытовых котельных; сушильных установок обогатительных, агломерационных и брикетных фабрик; системы аспираций обогатительных и брикетных фабрик, углесортировок и зданий промышленного комплекса шахт; системы аспирации цехов и участков (литейных, термических, гальванических, электросварочных, лакокрасочных) машиностроительных и ремонтных заводов; системы аспирации заводов стройиндустрии.

Основными источниками неорганизованных промышленных выбросов в атмосферу являются: открытые склады угля на шахтах, обогатительных фабриках, угольных

разрезах; горящие породные отвалы шахт и обогатительных фабрик, угольных разрезов; хвостохранилища обогатительных фабрик; технологическое и транспортное оборудование угольных разрезов; взрывные работы на угольных разрезах.

К стационарным источникам загрязнения окружающей среды относят промышленные и коммунально-бытовые котельные, сушильные установки и аспирационные системы обогатительных и брикетных фабрик, горящие породные отвалы, вентиляторы главного проветривания шахт, вагранки и электроплавильные печи машиностроительных заводов угольной промышленности.

К передвижным источникам загрязнения относят автотранспорт, экскаваторы, бульдозеры, работающие на бензине или дизельном топливе.

Основными вредными веществами, выбрасываемыми в атмосферу являются: твердые — угольная и породная пыль, зола, сажа; газообразные — сернистый ангидрид, сероводород, оксиды азота и углерода, углеводороды.

Общая тенденция изменения показателей по охране атмосферы в отрасли, согласно данным ВНИИОСуголь, показывает, что количество образующихся вредных веществ в 1980 г. составило 4,94 млн. т, в 1990 г. — 5,61 млн. т, в том числе твердых, соответственно, 3,91 и 4,54 млн. т, а газообразных 1,03 млн. т и 1,06 млн. т, количество улавливаемых и обезвреживаемых вредных веществ в 1978 г. составило 3,1 млн. т, в 1990 г. — 4,13 млн. т, из них твердых, соответственно 3,09 и 4,12 млн. т, т. е. степень улавливания вредных веществ в 1990 г. составила 73,6 %, из них твердых — 90,8 %, а газообразных всего — 0,6 %.

2.2.2. Загрязнение атмосферы при подземных работах

Состав воздуха, поступающего в подземные горные выработки, по мере его продвижения изменяется из-за действия окислительных процессов, протекающих в шахте; газов, выделяющихся в выработках и из разрушаемого угля; ведения взрывных работ; процессов дробления горных пород и полезного ископаемого (выделение пыли); рудничных пожаров, взрывов метана и пыли. К окислительным процессам относят в первую очередь окисление угля и углесодержащих пород.

В результате перечисленных процессов в воздух **выделяются** вредные ядовитые примеси: углекислый газ, оксид углерода, сероводород, сернистые газы, оксиды азота, метан, водород, тяжелые углеводороды, пары акролеина, газы, образующиеся при взрывных работах, рудничная пыль и др.

Основная масса углекислого газа (90—95 %) в шахтах образуется при окислении древесины и угля, разложении горных пород кислыми рудничными водами, выделении углекислого газа из угля и пород. Его дебит зависит от длины горных выра-

боток и объема выработанного пространства и не зависит от добычи угля.

Основным источником загрязнения воздуха в шахте оксидом углерода являются в экстремальных случаях рудничные пожары, взрывы угольной пыли и метана, а в обычных — взрывные работы.

Особую опасность представляют пожары от самовозгорания углей, так как они не сразу обнаруживаются. Большое количество CO_2 образуется в заперемыченных пожарных участках.

Количество CO_2 при взрывных работах точно определить трудно, но для практических целей рекомендуется считать, что 1 кг взорванного взрывчатого вещества выделяет 40 л условного оксида углерода. В ходе взрывных работ образуются также вредные оксиды азота.

Сероводород в шахтах выделяется при гниении органических веществ, разложении водой сернистого колчедана и гипса, а также при пожарах и взрывных работах.

Сернистый газ выделяется в небольших количествах из пород и угля вместе с другими газами.

Основная составная часть рудничного газа — метан. В подземных горных выработках он выделяется с обнаженных поверхностей угольных пластов, из отбитого угля, из выработанных пространств и в небольших количествах с обнаженных поверхностей пород. Различают обыкновенное, суфлярное и внезапное выделение метана. Данные по выделению метана и углекислого газа в атмосферу по некоторым угольным бассейнам приведены в табл. 2.3.

Известны случаи катастрофических выбросов газа при подземной разработке месторождений полезных ископаемых за рубежом (1979 г., МОНС, Бельгия — 750 тыс. м^3 метана; 1941 г., Германия, Нижняя Силезия — 800 тыс. м^3 углекислого газа). В Донбассе на глубине 710 м произошел выброс метана в объеме 250 тыс. м^3 [21].

По данным специалистов, добыча угля в количестве 2 млрд. т/год примерно из 4 тыс. шахт в различных странах мира со-

Таблица 2.3

Данные о газовой выделении в атмосферу при разработке некоторых угольных бассейнов подземным способом

Бассейн	Число шахт	Количество метана, млн. $\text{м}^3/\text{год}$	Количество углекислого газа, млн. $\text{м}^3/\text{год}$
Донецкий	364	3870	1200
Кузнецкий	78	680	970
Карагандинский	29	960	140
Печорский	21	535	80
Львовско-Волынский	21	112	20

32

проводилась выделением около 27 млрд. м^3 метана и 16,4 млрд. м^3 углекислого газа.

Как отмечает А. П. Красавин, почти на 600 действующих шахтах в угольной промышленности 1000 вентиляторов центрального проветривания подачей 100—1000 $\text{м}^3/\text{мин}$ каждый ежегодно выбрасывают в атмосферу более 5 млн. т пыле- и газообразных веществ.

Интенсивное пылеобразование происходит во время следующих процессов: бурения шпуров и скважин как по породе, так и по полезному ископаемому; взрывание и погрузка взорванной горной массы; транспортировка, погрузка и перегрузка полезного ископаемого и породы; работа проходческих и выемочных комбайнов, агрегатов, стругов, врубных машин и других механизмов.

Однако, проходя по горным выработкам, запыленный воздух почти полностью самоочищается (98,6—99,9%). Следовательно, по пылевому фактору подземные горные работы не представляют угрозы для окружающей среды.

Существенным источником запыленности атмосферного воздуха являются стволы. Повышение концентрации угольной пыли отмечаются, как правило, в вентиляционных потоках через скиповые стволы во время погрузки и разгрузки скипов.

2.2.3. Загрязнение воздушной среды на поверхности угольных шахт и разрезов

Уголь выдают на поверхность шахты и в соответствии с принятой технологией обработки из приемных устройств транспортируют на сортировку, дробление, обогащение, складирование или отгрузку потребителю. Кроме полезного ископаемого из шахты поступает порода. Для выполнения этих и других вспомогательных технических операций на угольных предприятиях сооружают единый поверхностный технологический комплекс, который служит для обработки полезного ископаемого. Практически все операции выполняемые на угольном комплексе являются пылеобразующими. К их числу можно отнести прием угля из подъемных сосудов, дробление, грохочение, загрузку конвейеров, транспортировку горной массы, загрузку и разгрузку бункеров, складирование. Наиболее высокая запыленность воздуха наблюдается в местах выгрузки угля из бункера, где при отсутствии мер пылеподавления она может достигать несколько тысяч миллиграмм в одном кубическом метре.

Доля выгрузки из бункера и загрузки углем вагонов в общем балансе пылевыведения составляет до 85%. Существенный фактор, влияющий на пылеподавление, — влажность угля. При увеличении скорости движения лент конвейеров до 2 м/с происходит выделение пыли в результате сдувания ее воздухом, просы-

пания угольной мелочи при движении холостой ветви конвейера, измельчение угля между лентой и барабаном и др.

Часть тонкодисперсной пыли непрерывно выносится через аспирационные системы в атмосферу, загрязняя окружающую природную среду. Готовую продукцию складировать в открытых (полубункерные, скреперные, бульдозерные и экскаваторные склады) и закрытых (бункеры, силосы) сооружениях.

При погрузочно-разгрузочных работах на угольных складах интенсивность пылеобразования зависит от физико-механических свойств угля, его фракционного состава, влажности, скорости воздушного потока и др. Над поверхностью угольного склада запыленность воздуха достигает 70 мг/м^3 , а в местах пере-сыпки колеблется от 125 до 160 мг/м^3 . Завершающей технологической операцией является погрузка угля.

Погрузочный пункт представляет собой комплекс, включающий оборудование и промышленные сооружения, предназначенные для погрузки угля в вагоны, его разравнивания, дозирования, нанесения пленочных покрытий и перемещения состава вагонов в процессе их загрузки.

На объемы выделения пыли существенное влияние оказывает многокаскадность движения потока угля из накопительной емкости в вагон. Количество пыли зависит от продолжительности работы пункта, его производительности.

Породный комплекс. Существующая технология добычи угля подземным способом связана с выдачей породы на поверхность и складированием ее в специально предусмотренные отвалы. Основные операции: прием и транспортировка породы от места ее выдачи до погрузочного пункта, погрузка породы в транспортные средства, транспортировка к месту отвала и его формирование. Применяемый вид транспорта определяет форму отвала и характер его формирования: при рельсовом транспорте по наклонному пути образуются конические отвалы, с помощью подвесных канатных дорог формируются хребтовые отвалы, автомобильным и железнодорожным транспортом отсыпают породу в плоские отвалы. Схему отвала выбирают в зависимости от конфигурации отводимой под отвал площади, требуемой вместимости отвала и вида транспорта.

В угольной отрасли насчитывается около 2,1 тыс. породных отвалов общей массой более 2,5 млрд. т породы, вместе с которой туда попали горючие вещества (уголь, углистые сланцы, пирит).

Содержание угля в выдаваемой из шахт горной массе значительно колеблется: по Донецкому бассейну — от 5 до 15 %, Кузнецкому от 16 до 30 %; Карангинскому — от 3 до 9 %. В основном уголь мелкого класса.

Состав и строение отвалов, как правило, благоприятен для самовозгорания отвальной массы, поэтому большинство отвалов горит. Горение породных отвалов может быть по двум причи-

нам: от внешних источников огня и от самовозгорания горючих материалов, имеющих в составе отвала.

Внешними источниками загорания породных отвалов являются костры, разводимые на отвалах, и сближенный горящий отвал.

Большинство загораний отвалов происходит от самовозгорания.

Причинами самовозгорания угля и углистого сланца в отвалах следует считать способность к самовозгоранию; поступление достаточного количества воздуха для окисления горючего материала и аккумуляцию тепла окисления, обеспечивающую самовозгорание.

Таким образом к источникам интенсивного загрязнения воздуха вредными газами и пыли относятся заповаренные участки карьеров, терриконов и отвалов. При этом выделяемые газы характеризуются высокой концентрацией вредных ядовитых веществ — оксидов углерода, серы, азота и др. Горящие породные отвалы выделяют от 5,3 до 22,6 кг/год оксида углерода на 1 т породы. Самовозгорание породных отвалов и терриконов наиболее характерно для угольных месторождений, где полезное ископаемое характеризуется выходом летучих веществ свыше 20 % и содержанием серы более 3 %. Установлено, что выделение газов с удельной поверхности такого породного отвала достигает $180 \text{ м}^3/\text{ч}$. С 1 м^2 поверхности горящих терриконов Львовско-Волынского угольного бассейна выделяется в сутки: 10,7 кг оксида углерода, 6,3 кг сернистого газа, по 0,6 кг сероводорода и оксидов азота.

В табл. 2.4 приведены результаты измерений концентрации пожарных газов и пыли у горящих терриконов шахт ПО «Ростовуголь».

Исследованиями установлено, что воздух на расстоянии 500—1000 м от горящих породных отвалов содержит вредные вещества выше предельно допустимых норм.

При открытых разработках существенным источником загрязнения атмосферы является автотранспорт. Например,

Таблица 2.4

Результаты измерений пожарных газов и пыли у горящих терриконов

Расстояние от отвала, м	Концентрация, мг/м ³		
	оксида углерода	сернистого газа	пыли
У основания	125/25	1,7/0,4	0,4/0,3
100	125/32,2	1,1/0,7	0,3/0,2
300	125/61,5	1,7/0,8	0,2/0,1
800	62,5/18,7	0,2/0,1	0,1/0,1

Примечание. В числителе — максимальные значения, в знаменателе — средние.

БелАЗ-540 выделяет в отработанных газах 263,9 мг/с оксида углерода, 39,1 мг/с оксидов азота, 17,9 мг/с альдегида.

Источником загрязнения воздуха являются также котельные. В общем количестве вредных веществ доля промышленных котельных составляет 15,9 % (871,2 тыс. т), коммунально-бытовых — 6,9 % (375,9 тыс. т).

Контроль и управление состоянием атмосферного воздуха в рабочих зонах предприятий и на прилегающих территориях являются насущной задачей горного производства, решаемой при выполнении комплекса природоохранных мероприятий.

2.3. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

Воздействие на ландшафт при добыче и переработке полезных ископаемых оценивается превышением предельно допустимой нагрузки, способной привести к необратимым изменениям и невозможности выполнения им социально-экономических функций. Уровень такой нагрузки фиксируется наблюдением за развитием каждого природного компонента. Результаты контроля представляются в качестве обоснования необходимости разработки природоохранных мероприятий.

Контроль состояния природной среды заключается в регистрации и оценке отдельных показателей, значение которых может находиться в широком диапазоне. В общем случае лимитируется верхняя граница диапазона, которая нарушается при техногенном воздействии.

Обследование существующих источников загрязнения атмосферы, инвентаризации количества вредных веществ, отходящих от источников, улавливаемых в очистных установках и выбрасываемых в атмосферу, выполняются работниками санитарно-профилактических лабораторий производственных объединений или предприятий, служб главного энергетика и промышленной вентиляции шахты.

Общее руководство по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу осуществляют исполнительные комитеты местных Советов народных депутатов совместно с органами Государственного комитета по гидрометеорологии и контролю природной среды.

В угольной отрасли нормирование и контроль выбросов вредных веществ в атмосферу проводят на основании специальных методик, разработанных ВНИИОСуголь [6]. С участием данного института разработаны и согласованы с контролирующими органами нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ) для 400 предприятий. Полностью охвачены нормативами ПДВ также крупные угольные районы как Печорский, Кизеловский, Кузнецкий, Западный Донбасс и др. Освоение нормативов и

проведение комплексных мероприятий по их достижению позволили сократить количество выбрасываемых вредных веществ на 10 % [16].

Расчет ПДВ (г/с) «холодных» выбросов производят по формуле

$$\text{ПДВ} = 8 \text{ ПДК} \cdot H^2 \sqrt[3]{\bar{H}} \cdot V_1 / (A_1 F n D_y),$$

где H — высота источника выброса над уровнем земли, м; V_1 — объемный расход газовой смеси, м³/с; A_1 — расчетный коэффициент, мг·м^{2/3}/г; F — безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в воздухе; n — безразмерный коэффициент, учитывающий условия выхода газовой смеси из устья источника выброса; D_y — диаметр устья источника выброса, м.

ПДВ продуктов сгорания («нагретый» выброс) рассчитывают по формуле

$$\text{ПДВ} = \text{ПДК} \cdot H^2 \sqrt{V_1 \Delta T} / (A F m n),$$

где ΔT — разность температур выбрасываемых газов и окружающей среды, °С; A — коэффициент, зависящий от распределения температуры воздуха, с^{2/3}·мг·градус^{1/3}/г; m — безразмерный коэффициент, учитывающий условия выхода газовой смеси из устья источника выброса.

Суммарные ПДВ от нескольких источников выбросов рассчитывают по формуле

$$\text{ПДВ}_{\text{сум}} = \text{ПДК} \cdot H^2 \sqrt[3]{V_{\text{сум}} \Delta T} / (A F m n),$$

где $V_{\text{сум}} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$; $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ — объемные расходы газов каждого источника, м³/с.

Промышленные предприятия с вредными выбросами в атмосферу отчитываются каждые 3 мес об охране воздушного бассейна по форме № 2-тп-воздух [21].

При гигиеническом нормировании для строящихся, реконструируемых и действующих предприятий рассчитывают и устанавливают временно согласованные выбросы (ВСВ) загрязняющих веществ в атмосферу, оценивают такие выбросы для стационарных источников.

ПДВ для источников устанавливается согласно ГОСТу 17.2.3.02—78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями». При этом учитывается, что выбросы вредных веществ от данного источника предприятия отрасли и от совокупности источников города или другого населенного пункта с учетом перспективы их развития и рассеивания в атмосфере вредных веществ не создадут приземную концентрацию, превышающую предельно допустимую концентрацию (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе для населения, растительного

Таблица 2.5

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосфере

Вещество	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³	
	максимальная разовая	среднесуточная
Диоксид азота	0,085	0,04
Акролеин	0,03	0,03
Аммиак	0,2	0,04
Ацетальдегид	0,02	0,01
Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	5	1,5
Сланцевый бензин (в пересчете на углерод)	0,05	0,05
Метанол	1	0,5
Нетоксичная пыль	0,5	0,15
Сажа (копоть)	0,15	0,05
Свинец и его соединения (кроме триэтилсвинца)	—	0,0007
Сернистый свинец	—	0,0017
Сернистый ангидрид	0,03	0,005
Сероводород	0,008	0,008
Сероуглерод	0,3	0,005
Толуол	0,6	0,6
Оксид углерода	3	1
Фенол	0,01	0,01
Формальдегид	0,035	0,012
Фосфорный ангидрид	0,15	0,05
Фтористый водород	0,02	0,005
Хлор	0,1	0,03

и животного мира. В табл. 2.5 приведены предельно допустимые концентрации (ПДК) выделяемых при горном производстве вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов.

Превышение приведенных в табл. 2.5 предельно допустимых концентраций вредных веществ не допускается. Поэтому для промышленных предприятий нормы ПДВ каждого вредного вещества и источника загрязнения воздуха установлены с таким расчетом, чтобы концентрация выбросов в атмосферу воздуха с вредными примесями через устье вентиляционных стволов, шурфов, выработок и трубы обогатительных фабрик не превышала ПДК вредных веществ.

Если в воздухе городов или других населенных пунктов концентрация вредных веществ превышает предельно допустимые, а значения ПДВ по различным причинам объективного характера в настоящее время не могут быть достигнуты, то вводится поэтапное снижение величин выбросов вредных веществ от действующих предприятий до значений, обеспечивающих соблюдение предельно допустимых концентраций или полного предотвращения выбросов.

На каждом этапе до обеспечения величин ПДВ устанавливаются временно согласованные выбросы вредных веществ (ВСВ) на уровне выброса предприятий с наилучшей технологией производства, аналогичных по мощности и технологическим процессам. Значения ВСВ для действующих предприятий устанавливаются по тем же методам, что и ПДВ.

Для источников неорганизованных промышленных выбросов и совокупности мелких одиночных источников (вентиляционные выбросы из одного производственного помещения, из одного технологического комплекса, расположенного в помещении или на открытом воздухе) устанавливаются суммарный ПДВ (ВСВ) для предприятия или объекта в целом. ПДВ пересматривают не реже одного раза в пять лет.

Основным критерием качества атмосферного воздуха при установлении ПДВ для источников загрязнения атмосферы являются ПДК вредных веществ в воздухе населенных мест. При этом требуется выполнение соотношения

$$\frac{C}{\text{ПДК}} \leq 1, \quad (2.1)$$

где C — максимальная расчетная концентрация вредного вещества в приземном слое воздуха, создаваемая промышленным выбросом источника, мг/м³.

При наличии в атмосфере нескольких вредных веществ необходимо учитывать сумму их вредного действия. Устанавливая ПДВ для источника загрязнения атмосферы, учитывают определенные расчетом или экспериментальным способом значения фоновых концентраций вредных веществ в воздухе $C_{\text{ф}}$ (мг/м³) от остальных источников (в том числе автотранспорта) города или другого населенного пункта. Для этого в соотношении (2.1) вместо C принимают $C + C_{\text{ф}}$.

Нормы концентрации вредных веществ в воздухе для растительного и животного мира принимают при расчетах ПДВ только в тех случаях, когда они являются более жесткими, чем ПДК. Величины ПДВ (ВСВ) и материалы по их обоснованию согласуются с органами, осуществляющими государственный контроль за охраной атмосферы от загрязнения.

Количества вредных веществ, отходящих от источников и выбрасываемых в атмосферу, могут быть рассчитаны:

по данным непосредственных измерений концентраций вредных веществ в отходящих газах, промышленных выбросах и объемов газовой смеси при различных режимах загрузки источников, сжигаемого топлива и степени очистки газов в газоочистных установках;

нормативами и эмпирическими методами по данным технологии, элементарного, гранулометрического состава и объемов производимой продукции, сырья, топлива и типа газоочистных установок.

2.3.1. Эмпирические методы определения количества вредных веществ в атмосфере

Количество вредных веществ, отходящих с дымовыми газами при сжигании топлива, определяется маркой и качеством сжигаемого топлива (зольностью, содержанием серы и гранулометрическим составом), типом поточного устройства.

Расчет количества пыли, уносимой из топki дымовыми газами, производят по формуле

$$G^{yn} = 0,01 B a_{yn} \left(A^r + q_n \frac{Q_n^{pn}}{7800} \right),$$

где G^{yn} — унос пыли из топki котельной, кг/ч; B — средний часовой расход топлива, кг; a_{yn} — доля золы топлива, уносимая газами, %; A^r — зольность на рабочую массу топлива, %; q_n — потери тепла с механическим недожогом, %; Q_n — теплота сгорания топлива, Дж/кг.

Для котельных, оснащенных пылеулавливающими установками, количество пыли, выбрасываемой в атмосферу,

$$G^{vb} = G^{yn} [1 - (1 - \eta_1) (1 - \eta_2)],$$

где G^{vb} — выброс пыли в атмосферу, кг/ч; η_1, η_2 — степень очистки газов от пыли соответственно 1- и 2-й ступеней системы пылеулавливания, в долях единицы, принимается по паспортным данным.

Образование сернистого ангидрида при сжигании топлива зависит от содержания общей серы в топливе. Проведенные рядом организаций исследования позволяют принять коэффициент перехода серы топлива в SO_2 равным 0,95.

Количество сернистого ангидрида, образующееся при сжигании топлива

$$G^{ot}_{SO_2} = 0,019 S^r B,$$

где $G^{ot}_{SO_2}$ — образование сернистого ангидрида при сжигании топлива, кг/ч; S^r — содержание серы в топливе, %.

При расчете выбросов сернистого ангидрида в атмосферу следует учитывать, что в мокрых пылеуловителях происходит частичная нейтрализация SO_2 (до 10 %).

Количество оксидов азота, образующихся при сжигании топлива и выбрасываемых в атмосферу,

$$G^{ot}_{NO_2} = 20,5 K G_{NO_2} Q_n^{pn} B N \cdot 10^{-8},$$

где $G^{ot}_{NO_2}$ — количество оксидов азота в дымовых газах, кг/ч; K — коэффициент зависимости объема продуктов горения от вида топлива (для антрацитов $K=1,15$; для тощих углей $K=1,17$;

для газовых и длиннопламенных углей $K=1,19$); G_{NO_2} — максимальная объемная концентрация котлоагрегатов, изменяющаяся в зависимости от вида топлива от 0,045 до 0,08 %; N — нагрузка котлоагрегата в процентах от номинальной.

Количество оксида углерода, образующееся при сжигании топлива в котельных установках,

$$G^{ot}_{CO} = 0,0125 C_{CO} V_T B,$$

где G^{ot}_{CO} — количество оксида углерода в дымовых газах, кг/ч; C_{CO} — концентрация оксида углерода в дымовых газах, в процентах на 1 кг топлива; V_T — объемный расход отходящих газов, определяемый по справочным данным [6], $м^3/кг$.

Количество газообразных вредных веществ, выделяющихся из горящих действующих отвалов $G^{vb}_{отв}$ (т/сут), определяют по содержанию горючих элементов в отвальной массе:

$$G^{vb}_{отв} = K A n d / 1000,$$

где K — количество вредного вещества, образующегося при сгорании единицы массы горючих элементов, содержащихся в отвале, равное для оксида углерода 2,33, сернистого ангидрида — 2, сероводорода — 1,06, оксидов азота — 2,1; A — количество породы, выдаваемой в отвал, т/сут; n — процентное содержание горючего элемента в отвальной массе (в среднем равное для углерода 19,6; водорода — 1; серы — 1,9; азота — 0,35); d — средний расход горючих элементов на образование газообразных вредных веществ, %.

Например, средний расход оксида углерода, сернистого ангидрида, сероводорода и оксида азота в Донецком и Львовско-Волынском угольных бассейнах составляет, соответственно, 4,62, 7,48, 3,76, 0,0035 и 22,70, 52,30, 7,92, 0,00036 %.

Выбросы пыли с действующих терриконов рассчитывают по формуле

$$G^{vb}_{отв} = 0,01 K H П,$$

где K — коэффициент пропорциональности, равный 0,01/1 м высоты отсыпки породы; H — высота отвала, м; $П$ — количество породы, выдаваемое в отвал, т/сут.

2.3.2. Методы измерения концентраций вредных веществ в атмосфере и применяемая аппаратура

Достаточность проводимых на предприятии технических мероприятий по обеспечению предельно допустимых выбросов в атмосферу и норм качества атмосферного воздуха оценивают сравнением допустимых нормативов с фактическими показателями выбросов вредных веществ в атмосферу и уровнями загрязнения приземного слоя воздуха, полученными в процессе об-

следования источников загрязнения атмосферы. На предприятии эти источники обследуют не реже одного раза в год, а горящие породные отвалы — в осенний период. Правила наблюдений регламентируются ГОСТ 17.2.3.01—86.

При фиксации вредных веществ выбросов определяют такие показатели газовых потоков, как скорость, давление и разрежение, влажность, температура, запыленность, концентрация газообразных вредных веществ. Пользуясь этими данными, выявляют объемы газовых потоков, количество отходящих с ними вредных веществ, степень улавливания последних газоочистными и пылеулавливающими установками и количество этих веществ, выбрасываемое в атмосферу.

В соответствии с ГОСТ 17.2.3.01—86 устанавливают три категории постов наблюдений: стационарный, маршрутный и передвижной (подфакельный). Стационарные посты предназначены для определения долговременных изменений содержания основных и наиболее распространенных загрязняющих веществ; маршрутные — для регулярного отбора проб воздуха в фиксированной точке с помощью передвижного оборудования; передвижные — для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны воздействия данного источника.

Стационарные и маршрутные посты размещают на основании предварительного обследования с охватом типовых участков наиболее интенсивного загрязнения, зон отдыха и на границе санитарно-защитной зоны.

Число стационарных постов в зависимости от численности населения устанавливается не менее: 1 пост — до 50 тыс. жителей, 2 — 100 тыс., 2—3 — до 200 тыс., 3—5 — до 500 тыс., 5—10 — более 500 тыс., 10—20 — более 1 млн. жителей.

Продолжительность отбора проб загрязняющих веществ при определении разовых концентраций составляет 20—30 мин. Среднесуточные концентрации измеряют непрерывным отбором в течение 24 ч. Пробы отбирают на высоте 1,5—3,5 м от поверхности Земли.

Согласно СН 245—71 выбросы в атмосферу лимитируются такими величинами, чтобы при рассеивании примеси не превышали: на территории предприятия — 30 % максимально разовой концентрации, установленной для рабочей зоны ($0,3 \cdot \text{ПДК}_{р,з}$); в воздухе населенного пункта — максимально разовой концентрации ($\text{ПДК}_{м,р}$); в воздухе населенных пунктов с населением более 200 тыс. чел. и в курортных зонах — $0,8 \cdot \text{ПДК}_{м,р}$.

Применяемые в угольной промышленности методы и технические средства измерения параметров окружающей среды отличаются большим разнообразием. В качестве технических средств измерения в лабораторных и производственных условиях используют около 40 видов различных приборов и оборудования, важнейшими из которых для измерения параметров атмосферы являются:

станция «Воздух-1» для анализа атмосферного воздуха на диоксид серы и оксид углерода с помощью автоматических газоанализаторов, автоматического отбора проб воздуха для последующего химического анализа одновременно на четыре газовых ингредиента (информацию от датчиков регистрируют на перфоленте, производительность 40 тыс. проб в год, масса 5000 кг, размещают в стационарном павильоне);

передвижная лаборатория «Атмосфера-П» для контроля атмосферного воздуха городов и промышленных зон путем анализа сернистого газа, сероводорода, озона и хлора (размещают на автомобиле УАЗ);

дымомер МДП-205М с самописцем для контроля оптической плотности дыма при сжигании топлива в топках паровых котлов ТЭЦ и ГРЭС (масса 4,8 кг);

инфракрасный газоанализатор промышленных выбросов в атмосферу на базе интерференционных фильтров «Марс-1» для определения содержания оксида азота в промышленных газовых выбросах (масса 50 кг);

технические средства контроля отработанных газов, выбрасываемых в атмосферу при работе автотранспорта: газоаналитическая система АСГА-Т массой 1350 кг; портативные газоанализаторы ГАИ-1 и ГАИ-2 массой соответственно 11 и 13 кг.

Кроме того, в системах контроля используют газоанализаторы на оксид углерода (ГИАМ-10-CO), диоксид серы (ГИАМ-10-SO₂), оксиды азота (ГИАМ-10-NO и 344ХЛО1), а также устройства динамического разбавления пробы. Данные устройства обеспечивают расжижение пробы газа, берущейся из газохода, в заданном соотношении (до 1:500), что дает возможность использовать газоанализаторы с малыми диапазонами измерения и отказаться при этом от сложных и дорогостоящих устройств подогрева при ее транспортировке к газоанализаторам. Указанные технические средства обеспечивают погрешность измерения не более 20 %.

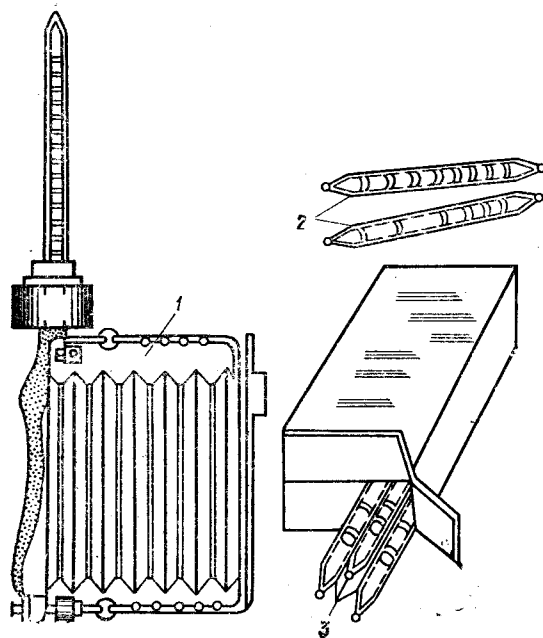
Представителем новых средств контроля качества атмосферы, разработанных и выпускаемых ВНИИОСуголь, является химический газоопределятель ГХПВ-1, представленный на рис. 2.2.

Газоопределятель ГХПВ-1 выполнен в двух модификациях: ГХПВ-1 NO_x-1 — для определения оксидов азота; ГХПВ-1 SO₂-10 — для определения диоксида серы.

Каждая модификация ГХПВ-1 состоит из стеклянной индикаторной трубки с твердым наполнителем соответствующего типа (ТИ-NO_x-1 или ТИ-SO₂-10), являющейся измерительной частью устройства, и мехового аспиратора АМ-5, служащего для определения объема и просасывания анализируемых газов через трубку. Принцип действия газоопределятеля и метод определения массовых концентраций газов основаны на изменении окраски массы наполнителя индикаторных трубок при взаимодей-

Рис. 2.2. Схема химического газоопределителя промышленных выбросов в атмосферу ГЗПВ-1:

1 — аспиратор; 2 — индикаторная трубка; 3 — трубки в футляре



вии с определяемым газом и измерении длины слоя, изменившего окраску.

Диапазон измеряемых концентраций оксидов азота (в пересчете на диоксид) составляет 0,1—1 г/м³, диоксида серы 0,5—10 г/м³. Основная приведенная погрешность газоопределителя не превышает 25 %.

2.4. МЕРОПРИЯТИЯ, СНИЖАЮЩИЕ ИЛИ УСТРАНЯЮЩИЕ ЛОКАЛЬНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

2.4.1. Общие положения

Современное развитие угольной промышленности характеризуется все возрастающим вниманием к разработке и реализации мероприятий по охране воздушного бассейна на действующих и реконструируемых предприятиях.

Основой воздухоохраных мероприятий является комплексный подход к их разработке и реализации. Для разработки мероприятий по охране атмосферы от загрязнения промышленными выбросами в производственных объединениях и на отдельных предприятиях отрасли могут привлекаться специализированные научно-исследовательские институты и проектные организации.

При разработке мероприятий по охране атмосферы на всех действующих предприятиях устанавливают или определяют: источники загрязнения атмосферы, состав и количество промышленных выбросов, уровни загрязнения приземного слоя воздуха в зонах рассеивания выбросов;

предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу (ПДВ) для каждого источника и предприятия в целом;

основные технические решения по сокращению промышленных выбросов из отдельных источников и полный перечень мероприятий по охране атмосферы, осуществление которых обеспечивает ПДВ для каждого источника и санитарные нормы загрязнения приземного слоя в расположении предприятия;

план-график проведения мероприятий по охране атмосферы на предприятии;

потребное количество пылеулавливающего и газоочистного оборудования, капитальные вложения и текущие затраты на осуществление мероприятий по охране атмосферы по каждому источнику и предприятию в целом.

Исходными материалами для разработки плана мероприятий по охране атмосферы от загрязнения выбросами вредных веществ являются:

карта-схема города или другого населенного пункта с отражением на ней топографии местности, расположения других предприятий, жилых районов и мест предполагаемого строительства;

климатическая характеристика района;

генеральный план предприятия;

состав и объем продукции основных производств действующего предприятия на момент разработки плана мероприятий и период полного развития;

сроки ввода в действие новых мощностей, источники снабжения предприятия сырьем, виды и расходы топлива;

схема расположения источников загрязнения атмосферы;

схема расположения расчетных точек для определения концентраций вредных веществ в приземном слое воздуха при установлении ПДВ;

состав и количественная характеристика выбросов вредных веществ по отдельным источникам;

значение фоновое загрязнения воздуха по данным местной службы Государственного комитета по гидрометеорологии и контролю природной среды и санитарно-эпидемиологической службы.

При разработке мероприятий по охране атмосферы на предприятии угольной промышленности и установлении ПДВ для источников выбросов на карте-схеме города намечают расчетные точки для определения концентраций вредных веществ в приземном слое воздуха в зонах существующего жилья и в районах возможного жилого строительства. Вычерчивают схему расположения источников загрязнения атмосферы предприятия уголь-

ной промышленности основных источников выбросов предприятий других ведомств. На основе карты-схемы города или другого населенного пункта и схемы расположения источников загрязнения атмосферы вычерчивают на регулярной сетке с шагом Δx и Δy схему расположения расчетных точек для определения концентраций вредных веществ в приземном слое воздуха при установлении ПДВ предприятию угольной промышленности и выбирают расчетные направления ветра, при которых ожидаются максимальные приземные концентрации вредных веществ в воздухе.

При анализе карты-схемы города выявляют источник загрязнения атмосферы, их координаты, одновременность действия и периодичность выбросов; определяют состав и количество вредных веществ выбрасываемых в атмосферу; изучают высоту источника выброса, диаметр устья трубы, объем и температуру газов, их скорость на выходе из источника выбросов. На основе вышеизложенного намечают первоначальные мероприятия по предотвращению и уменьшению количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу. Выбор технических решений при этом следует осуществлять с использованием Временного методического руководства по разработке плана и мероприятий по охране воздушного бассейна на предприятиях угольной промышленности [6].

Мероприятия по охране воздушного бассейна делят на две группы:

общего характера, улучшающие состояние воздуха в районе предприятия;
специальные, направленные на предотвращение загрязнения воздуха.

В первую группу включены:

территориально-планировочные мероприятия, предусматривающие размещение объектов горного производства — источников пылегазовыделений с учетом природо-климатических условий местности, а также планомерность нарушения и восстановления земель;

мероприятия по уменьшению площадей эрозируемых техногенных поверхностей посредством оптимизации параметров техногенных образований (открытых горных выработок, терриконов, хвостохранилищ, складов минерального сырья);

рекультивация нарушенных земель для предотвращения ветровой эрозии;

утилизация отходов горного производства для уменьшения площадей эрозируемых поверхностей и объемов пылегазовыделений.

Ко второй группе отнесены:

мероприятия по улучшению качества воздуха в зоне горных работ путем предотвращения или снижения пылегазовыделений различными объектами в технологической цепи производства;

мероприятия по улавливанию, отводу и очистке пылегазовых выделений и выбросов;

мероприятия межотраслевого характера, например, по улучшению газового баланса отработанных горючевзрывчатых веществ.

Систематизация мероприятий по охране атмосферного воздуха в зависимости от источников и видов его загрязнения, разработанная М. Е. Певзнером и В. П. Костовецким, приведена в табл. 2.6.

2.4.2. Технические решения и оборудование, снижающие вредные выбросы в атмосферу

Для снижения запыленности рудничного воздуха, выходящего из подземных горных выработок, применяют две группы технических решений.

Первая группа заключается в установке специальных очистных устройств в местах, где рудничный воздух выбрасывается в атмосферу (как было оценено ранее, его запыленность невелика).

Решения второй группы предусматривают улучшение качества рудничного воздуха в шахте посредством подавления, связывания и удаления пыли при выполнении технологических процессов.

Среди решений второй группы чаще всего применяют орошение, пылеподавление пеной, пылеулавливание, осаждение пыли на поверхности выработок, предварительное увлажнение массива горных пород.

При работе очистных комбайнов на выемке угля, струговых комплексов широко используют орошение с подачей большей части воды через исполнительные органы или в район исполнительного органа. Это позволяет обеспечить подавление пыли на 80—90%.

Пылеподавление пеной широко используют при очистных работах на крутых пластах. Специалистами установлено, что в комбайновых забоях достигается эффективность пылеподавления 80—85% при расходе пенообразующей жидкости 20—30 л/т. При этом используют специальное оборудование типа СПП (пеногенератор, пенообразователь, чаще всего «Угленеп»).

При бурении шпуров и скважин используют специальные устройства для отсоса пыли или промывки.

Основную массу вредных веществ, выделяющихся в атмосферу из подземных горных выработок, составляют метан, оксид углерода, оксиды азота.

Для предотвращения окислительных процессов в подземных условиях применяют пожаробезопасные системы разработки пластов, изолируют выработанные пространства, создают в них

Мероприятия по охране атмосферного воздуха на горных предприятиях

Источники загрязнения	Факторы загрязнения	Характеристика источников и факторов загрязнения	Мероприятия по охране воздушного бассейна	
			общие	специальные
Вентиляционные выработки шахт и подземных рудников	Буровзрывные работы отбойка, погрузка, транспортирование горных пород; выделение газов из массивов горных пород; обрушение кровли, разрушение целиков	Сосредоточенные пылевые выбросы постоянного действия	Оптимизация размещения вентиляционных выработок; совершенствование технологии и операции горного производства	Очистка воздуха на выходе; подавление, связывание, улавливание пыли; подбор ВВ по газомому балансу; закладка выработанного пространства гидроспособом
Трещины на поверхности, выходы пластов	Выделение газов из массива горных пород	Локальные рассредоточенные газосы выделяющиеся постоянно действия	Оптимизация параметров застройки территорий; совершенствование операций горного производства	—
Техногенные образования из отходов горного производства; отвалы, терриконы; хвосто- и шламохранилища и пр.	Эрозия поверхностей техногенных образований; самовозгорание горных пород в техногенных образованиях	Рассредоточенные выделения пыли периодического действия; рассредоточенные газовые выбросы постоянного действия	Оптимизация размещения техногенных образований и управление их параметрами; рекультивация; комплексное использование минерального сырья, утилизация отходов производства	Санитарно-гигиеническая рекультивация отработанных территорий; связывание и подавление пыли; формирование отвалов с учетом предотвращения самовозгорания; подавление очагов самовозгорания
Склады производства горного производства	Эрозия поверхностей; операции по складированию продукции; операции по загрузке	Рассредоточенные пылевые выделения периодического действия; рассредоточенные пылевые выделения постоянного действия	Оптимизация размещения складов с учетом природных факторов и условий застройки; совершенствование оборудования складских работ	Связывание и подавление пыли

Технологические процессы производства

Сосредоточенные пылевые выбросы постоянного действия

Оптимизация размещения цехов с учетом природных факторов застройки; совершенствование технологии производства; утилизация отходов

Очистка выбросов переработки воздуха

инертную атмосферу, снижают потери полезных ископаемых, осуществляют быстрое и эффективное тушение пожаров.

Наиболее распространенным и активным способом уменьшения метанообильности угольных шахт является дегазация разрабатываемых пластов. При правильной дегазации поступление метана в рудничный воздух может быть сокращено на 30—40 % по шахте в целом и на 70—80 % в пределах выработок выемочных полей.

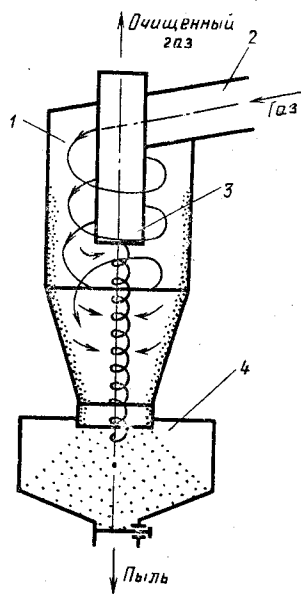
Дегазация может производиться различными способами: проведением подготовительных выработок; бурением скважин по пласту и по породе с поверхности или из выработок с последующим отсосом метана; гидроразрывом или гидрорасчленением пласта; гидроработкой призабойной зоны. Чтобы уменьшить образование оксида углерода и оксидов азота, нельзя допускать неполного взрывания ВВ, забойки шпуров угольной мелочью, применять ВВ с нулевым кислородным балансом и со специальными добавками как в самом ВВ, так и в оболочках патронов и в забойке.

Все перечисленные выше технические решения по снижению вредных выбросов в рудничную атмосферу одновременно обеспечивают безопасные условия труда в подземных условиях. Содержание, правила и область применения таких решений подробно изложены в курсе «Охрана труда» для горных специальностей.

При разработке комплекса организационно-технических мероприятий по охране воздушного бассейна прежде всего уделяется внимание совершенствованию технологии первичной обработки, транспортирования и складирования горной массы путем применения новых машин и механизмов с меньшей интенсивностью пылевыделения, а также использования различных типов пылеуловителей для очистки вентиляционных (аспирационных) выбросов; совершенствованию технологии отвалообразования и очистки дыма котельных с помощью устройств для улавливания вредных газов, пыле- и золоуловителей.

Пылеочистное оборудование можно разделить на четыре группы: сухие и мокрые пыле-

Рис. 2.3. Схема циклона



уловители, электрофильтры и фильтры. Пылеуловители различных типов и электрофильтры применяют при повышенных концентрациях примесей в воздухе. Фильтры используют для тонкой очистки воздуха с концентрацией менее 100 мг/м^3 .

Сухие пылеуловители включают в себя все аппараты, в которых отделение частиц примесей воздушного потока происходит механическим путем благодаря силам гравитации, инерции. Конструктивно сухие пылеуловители разделяют на ротационные, вихревые, радиальные пылеуловители, а также на циклоны (рис. 2.3).

В циклон газовый поток вводится через патрубок 2 по касательной к внутренней поверхности корпуса 1 и совершает вращательно-поступательное движение вдоль корпуса к бункеру 4. Под действием центробежной силы частицы пыли образуют на стенке циклона пылевой слой, который вместе с частью газа попадает в бункер. Отделение частиц пыли от газа, попавшего в бункер, происходит благодаря повороту газового потока на 180° . Освободившись от пыли, газовый поток образует вихрь и выходит из бункера, давая начало вихрю газа, покидающему циклон через выходную трубу 3.

В угольной промышленности применяют циклоны конструкции ВНИИОГаза ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24. Для очистки большого объема отходящих газов на обогатительных фабриках циклоны объединяются в группы по 2, 4, 6, 8, 10 и 14 аппаратов.

Мокрые пылеуловители работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхность капель жидкости или пленки жид-

кости. Эффективность мокрых пылеуловителей зависит от смачиваемости пыли и составляет $95\text{--}99\%$. При улавливании плохо смачиваемой угольной пыли в воду добавляют поверхностно-активные вещества.

Мокрые циклоны конструктивно аналогичны сухим циклонам. Их применяют для санитарной очистки выбрасываемых в атмосферу запыленных газов обогатительных фабрик. Для орошения внутренней поверхности корпуса циклона под давлением $0,02\text{--}0,025 \text{ МПа}$ подают воду. Чаще применяют мокрые пылеуловители типа МПР, СИОТ, ПВМ, КМП, ЦВП и скрубберы.

Фильтры используют для тонкой очистки вентиляционного воздуха от примесей и очистки газовых выбросов. Для грубой очистки применяют зернистые фильтры, для улавливания сухой тонкой пыли — тканевые рукавные фильтры диаметром до $0,24 \text{ м}$ и длиной до 4 м . В качестве фильтровальной ткани используют лавсан, фильтровальное сукно.

При фильтровании пыль осаждается на внутренней поверхности рукавов, а очищенный газ проникает в межрукавное пространство и через патрубок выбрасывается в атмосферу. Регенерацию рукавов осуществляют механическим встряхиванием или обратной продувкой очищенным воздухом.

Главное достоинство фильтров — высокая эффективность очистки от частиц всех размеров. В угольной промышленности применяют многосекционный рукавный фильтр РФГ, рукавный фильтр с импульсной продувкой ФРКИ и др.

Электрофильтры — вид очистки газов от взвешенных частиц пыли размером от $1,1$ до 100 мкм , эффективность применения которых достигает 99% . Электрофильтры оказывают минимальное аэродинамическое сопротивление и способны пропускать большие объемы газов при высоких (до 600°C) температурах.

Принципиальная схема электрофильтра показана на рис. 2.4.

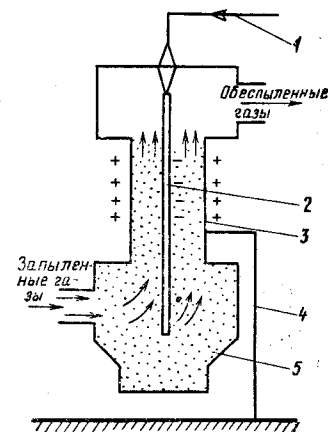


Рис. 2.4. Схема работы электрофильтра:
1 — подвод тока высокого напряжения; 2 — коронирующий электрод; 3 — осадительный электрод;
4 — заземление; 5 — бункер

На коронирующие электроды попадает напряжение до 100 кВ. Осадительные электроды заряжаются положительно. Коронный заряд вызывает образование и направленное движение электронов и отрицательных ионов к осадительным элементам.

Пылевые частицы, взвешенные в газах, адсорбируют ионы, приобретают заряд и начинают двигаться в электрическом поле по направлению к осадительным электродам. Здесь пыль осаждается и отдает свой заряд, электроды встряхиваются и уловленная пыль удаляется в бункер.

Электрофилитры целесообразно применять в котельных большой мощности.

2.4.3. Профилактика и тушение горящих породных отвалов

На предприятиях угольной промышленности насчитывается 2280 отвалов различной формы, в том числе 362 горящих породных отвала [15]. Самовозгорание породных отвалов зависит от многих факторов, подразделяемых на две группы: генетические и внешние.

Главными факторами в самовозгорании являются генетические, внешние (форма и параметры отвала и др.) являются способствующими. Отвальная масса обычно содержит большое количество горючих веществ. Например, содержание угля в отвальной массе составляет от 1 до 20 %, причем в мелких фракциях оно нередко превышает 35 %. Содержание горючих соединений серы достигает 12 %. Общее содержание горючих веществ в отвальной массе составляет в среднем 25—30 %.

Для самовозгорания породного отвала необходимо совмещение трех факторов:

- 1) наличие горючих веществ;
- 2) поступление достаточного количества воздуха для окисления этих веществ;
- 3) аккумуляция тепла окисления, обеспечивающего самовозгорание горючего вещества.

Практика показывает, что технология отвалообразования оказывает определенное влияние на перераспределение горючих веществ на поверхности и породном отвале, на воздухопроницаемость. Наиболее благоприятные условия для самовозгорания создаются на терриконах и хребтовых отвалах.

Профилактика самовозгорания породных отвалов направлена на нейтрализацию хотя бы одного из выше перечисленных факторов самовозгорания.

В угольной промышленности снижение воздухопроницаемости породных отвалов достигается несколькими путями, в том числе: ликвидацией резких переходов в угловых и краевых его частях (благоприятна овальная или круглая форма); формирование отвалов послойно с укаткой каждого слоя, отсыпкой по

периметру слоев грунтовых призм, перекрытием отсосов глиной или суглинком с последующей укаткой и др.

Особое внимание уделяют верхней трети склона и примыкающей к ней полосе шириной 5—7 м, так как здесь возникают наибольшие перепады давления под действием ветра. Уменьшение угла откоса с 38 до 25° снижает влияние ветра в 1,5—2 раза.

Важным направлением снижения вероятности самовозгорания в отвалах является также уменьшение химической активности отвальной массы путем обработки ее ингибиторами — антипирогенами, т. е. веществами, вступающими в химическое взаимодействие с углем и покрывающими поверхность защитными пленками (2,5—10%-й раствор хлористого кальция, 5—10%-й раствор хлористого натрия, 1—5%-ная суспензия отходов содового производства и др.).

Размещение и форма вновь закладываемых породных отвалов регламентируется «Инструкцией по предупреждению самовозгорания, тушению и разборке породных отвалов» Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах» [22].

Технические трудности производства работ по тушению и профилактике на конических и хребтовых отвалах послужили толчком к запрещению их отсыпки и переход на формирование плоских отвалов.

Складирование породы в отвалы производится в соответствии с требованиями, изложенными в Инструкции.

Вновь закладываемые породные отвалы формируются плоской формы. Породы укладывают послойно независимо от вида транспорта. Максимальную высоту одновременно отсыпаемого слоя породы и ширину полосы у откоса породного отвала, которая должна изолироваться путем переслаивания породы слоем негорючего материала, определяют согласно Методике определения пожаробезопасных параметров плоских породных отвалов угольных шахт и обогатительных фабрик Донбасса (Макеевка — Донбасс, МакНИИ, 1976). При проектировании породных отвалов следует предусматривать контроль теплового состояния отвала в соответствии с Инструкцией [22].

Плоские отвалы, на которых соблюдается технология складирования породы, не горят. В целом распределение способов профилактики самовозгорания породных отвалов в угольной промышленности характеризуется следующими данными: заиливанием глинистым раствором — 19 %, уплотнением — 47,6 %, покрытием инертным материалом — 25,5 %, обработкой антипирогенами — 2, отсыпкой противопожарного барьера — 5,9.

Тушение породных отвалов на шахтах и обогатительных фабриках ведется в соответствии с Правилами безопасности [22]. На каждый породный отвал, подлежащий тушению, составляют проект, который включает в себя характеристику породного отвала; результаты температурной съемки отвала; описание тех-

нологии работ с составлением сметы, перечнем необходимого оборудования и мероприятиями по охране труда.

Наибольшее распространение в угольной промышленности как способ тушения конических и хребтовых породных отвалов получило переформирование их в отвалы плоской формы. Технология тушения отвалов этим способом включает в себя смыв пород с вершины гидромонитором, понижение высоты отвалов до заданной отметки путем послойного охлаждения пород и сталкивание их под откос бульдозером, охлаждение нижележащих пород через вскрытую горизонтальную площадку. Отвал считается потушенным после его понижения не менее чем на половину первоначальной высоты и охлаждения верхнего слоя глубиной 2,5 м до температуры 80 °С.

2.5. ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СН 245—71 предусматривают использовать в проектах вновь строящихся и реконструируемых предприятий технологические процессы и производственное оборудование, при которых должно отсутствовать или быть минимальным шумовое загрязнение окружающей среды, а также замену в технологической части проектов предприятий процессов и технологических операций, связанных с возникновением шума, процессами или операциями, при которых отсутствует или уменьшается интенсивность этих факторов.

Исследования Института гигиены труда и профзаболеваний по воздействию шума на организм трудящихся выявили повышение порога слуховой чувствительности на тонах 125, 500 и 4000 Гц от 4,9 до 15,6 дБ, а также, что средняя продолжительность восстановительного периода слуха при этом составляет 40—60 мин. В результате исследований также установлены максимальные уровни звукового давления, ниже которых воздействие шума на организм человека можно считать безопасным.

В соответствии с Санитарными нормами СН-1002—73 уровень звукового давления, действующего на организм человека при работе современного шахтного или карьерного оборудования, не должен превышать 85 дБ в диапазоне 63—4000 Гц. Однако в последнее время по данным В. Н. Мосинца, В. А. Шестакова, О. К. Авдеева и В. Н. Мельниченко вредному воздействию производственного шума, превышающего нормы, в нашей стране подвергается около 8 млн. трудящихся, что способствует снижению производительности труда, повышению производственных заболеваний и травматизма.

В табл. 2.7 приведены уровни шума, вызываемого работой современного шахтного и карьерного оборудования. Из табл. 2.7 видно, что предельно допустимые уровни звукового давления

Таблица 2.7

Уровень шума вызываемого работой шахтного и карьерного оборудования

Тип оборудования	Уровень звукового давления (дБ) в октавных полосах среднегеометрических частот, Гц						Суммарно		
	63	125	250	500	1000	2000		4000	8000
Шахтное оборудование									
Ручные перфораторы	99	106	107	107	100	108	109	108	115
Колошковые перфораторы	100	104	106	104	106	106	106	103	115
Телескопные перфораторы	104	108	113	112	107	110	106	103	107
Отбойные молотки	94	97	98	99	95	96	96	100	115
Буровые станки	104	106	107	108	107	108	107	105	115
Буровые каретки	104	108	107	107	105	105	105	102	124
Буровые каретки	104	108	107	107	105	105	105	100	124
Проходческие полки	117	124	121	122	118	114	110	100	94
Проходческие полки	78	89	93	94	91	86	80	70	92
Буровые агрегаты	80	88	88	88	88	84	79	66	88
Проходческие комбайны	78	85	83	86	83	75	74	65	106
Добывочные комплексы	89	93	93	96	97	97	94	91	108
Популочные машины	99	102	101	98	99	98	96	95	96
Доставочные машины	83	83	87	84	91	89	84	77	103
Схреперные лобедки	94	97	94	100	98	96	90	88	99
Вибропитатели	98	96	94	95	93	84	74	65	105
Электровозы	93	96	98	106	98	95	86	78	116
Вентиляторы местного проветривания	106	113	117	116	109	100	92	82	99
Вентиляторы главного проветривания	96	95	94	103	94	91	85	82	88
Шахтные передвижные кондиционеры	76	78	77	77	85	84	72	63	
Шахтные компрессоры									
Карьерное оборудование									
Ковшовые экскаваторы	95	87	83	76	73	69	64	58	79
Роторные экскаваторы	92	78	76	73	69	66	61	52	75
Комплексы горнотехнического оборудования	85	81	77	72	67	63	59	49	90
Буровые станки	92	91	88	81	80	73	66	58	93
Автотранспорт	100	98	93	87	85	77	68	59	

нормируются в октавных полосах среднегеометрических частот 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц.

Продолжительное воздействие шума способствует расстройству центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, слухового и вестибулярного анализаторов, изменению функций эндокринной системы. Степень влияния шумового загрязнения окружающей среды неразрывно связана со временем воздействия этого фактора на трудящегося. Доказано, что степень потери слуха зависит от уровня производственного шума и продолжительности работы во вредных условиях. Так, в первые 3—5 лет слуховая чувствительность от воздействия шума ухудшается значительно, чем в дальнейший период работы с таким же уровнем шума. Установлено, что при уровнях шума 90—100 дБ значительное ухудшение слуха происходит через 20 лет, при уровнях 100—105 дБ — через 14 лет, при уровнях более 105 дБ — через 6 лет.

Из табл. 2.7 видно, что уровни шума, возникающего при работе карьерного оборудования и шахтного оборудования, включая вентиляторы главного проветривания, а также уровни шума на рабочих местах горнорабочих превышают допустимые нормы.

Поэтому горнодобывающие и перерабатывающие предприятия отделяют от жилой застройки санитарно-защитными зонами, размер которых до границ жилой застройки, в зависимости от мощности и характера создаваемого шума в соответствии с санитарной классификацией, составляет:

500 м — для предприятий по добыче каменного, бурого углей и горючих сланцев (II класс);

1000 м — для предприятий по переработке каменного угля и горючих сланцев (I класс).

Намного сложнее соблюдать допустимые уровни шума на рабочих местах, в производственных условиях при строительстве и эксплуатации шахт, так как в горной промышленности пока не производится малозумное оборудование. Поэтому наиболее доступным и эффективным путем предотвращения производственных заболеваний является использование средств шумоподавления и индивидуальных средств защиты от шума.

Работы по снижению шума на горнорудных предприятиях ведут по следующим основным направлениям:

изучение физической природы генерации шума и разработка мер борьбы с ним непосредственно в источнике его возникновения;

борьба с шумами на путях их распространения;
создание эффективных средств индивидуальной защиты;
разработка и создание новых звукоизолирующих материалов;

разработка стандартов, ограничивающих параметры шума машин.

На практике для снижения шума шахтных вентиляционных установок применяют глушители шума пластинчатого типа, эффективность которых составляет 20—25 дБ. При работе вентиляторов местного проветривания типа СВМ для снижения уровня шума на 5—27 дБ в зависимости от частоты используют глушители шума ПШ-3. Такие же работы выполняют и на карьерах.

Большое внимание решению проблемы снижения шума от работы бурового оборудования уделяется на заводах горного машиностроения. Так Криворожский завод «Коммунист» изготавливает перфораторы ПР-25 МВ, оснащенные средствами защиты от шума. Завод «Пневматика» (г. Санкт-Петербург) выпускает для перфоратора ПР-24 ЛУ навесной глушитель шума ПР-24 ЛУ 200 массой 0,8 кг, применение которого обеспечивает снижение уровня шума на 5 дБ.

С целью снижения механического шума бурового инструмента применяют буровые штанги с резинометаллическим буртиком и с хвостовиком, оборудованным шестигранной втулкой из синтетического материала.

Сложность снижения уровня шума до нормативных величин из-за конструктивных особенностей горного оборудования вынуждает уделять большое внимание разработке и изготовлению стационарных и шумоизолирующих кабин для защиты горняков от шума в местах погрузки, разгрузки или дробления горной массы, а также переносных шумоизолирующих кабин для буровых станков, позволяющих снизить уровень шума на 29 дБ.

Одновременно с применением средств шумоподавления в горнодобывающей промышленности широко используют средства индивидуальной защиты: противозумные наушники ВЦНИИОТ-7М, снижающие уровень шума в диапазоне нормируемых частот на 15—31 дБ, а резиновые антишумовые вкладыши 33-3 с эффективностью 8—15 дБ.

Ведутся разработки перфораторов с пониженным уровнем шума благодаря изготовлению шумообразующих деталей из сплавов с магнием, никелем, некоторых марок чугуна, обладающих высоким коэффициентом звукопоглощения звуковых волн.

В США для снижения уровня шума корпус оборудования оборудуют звукоизолирующими прокладками толщиной 0,25 мм из свинцового листа, покрытого полиуретаном, что обеспечивает снижение уровня шума на 10—15 дБ.

В Канаде для снижения шума частотой выше 1000 Гц рекомендована изоляция стенок выработки пенопокрытием на протейновой основе. После изоляции выработки этим составом шум при частоте 4000 Гц снижается на удалении 6 м от забоя со 107 до 97 дБ.

В Германии применяют материал «Оптимет» с заглушающей способностью 12—15 дБ, в Швеции — звукопоглощающий материал «Сэндвич».

Проведенный анализ позволяет заключить, что основным средством борьбы с шумом при производстве горных работ является создание и внедрение бесшумного и малошумного оборудования.

С целью снижения шума при бурении скважин с поверхности Земли ПО «Спецтампажгеология» применяет электрогидравлическое оборудование, а для приготовления и нагнетания инъекционного раствора в тампонажные скважины дизельные приводы в насосном и цементосмесительном оборудовании заменены на электрические, что способствует охране атмосферы от загрязнения выхлопными газами и снижает уровень шума до санитарных норм.

2.6. ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

В первые дни ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции были намечены мероприятия по изоляции радиоактивной пыли и мелких частиц, выброшенных при взрыве из реактора четвертого энергоблока, для снижения степени загрязнения ими воздушной среды и предотвращения смыва радиоактивной пыли и частиц дождевыми водами в реку «Припять». К производству изоляционных работ было привлечено специализированное производственное объединение «Спецтампажгеология», перед которым были поставлены две основные задачи:

1) покрытие слоем цементного раствора территории Чернобыльской атомной электростанции вблизи четвертого энергоблока для фиксирования выброшенных из реактора радиоактивной пыли и мелких частиц;

2) покрытие слоем цементного раствора отвала зараженных строительных конструкций и материалов, образовавшегося в результате взрыва реактора.

С целью выполнения поставленных задач необходимо было в течение 1,5—2 сут приготовить и произвести укладку на поверхность территории вблизи четвертого энергоблока около 5000 м³ цементного раствора плотностью 1800 кг/м³.

Для реализации принятого технического решения ПО «Спецтампажгеология» была разработана технологическая схема выполнения изоляционных работ, предусматривающая трехкратный запас производительности оборудования по приготовлению и нагнетанию цементного раствора. Одновременно на базе тампонажного цемента марки 500 Здолбуновского цементного завода был подобран оптимальный состав цементного раствора, отвечающий технологическим параметрам и характеру предстоящих работ.

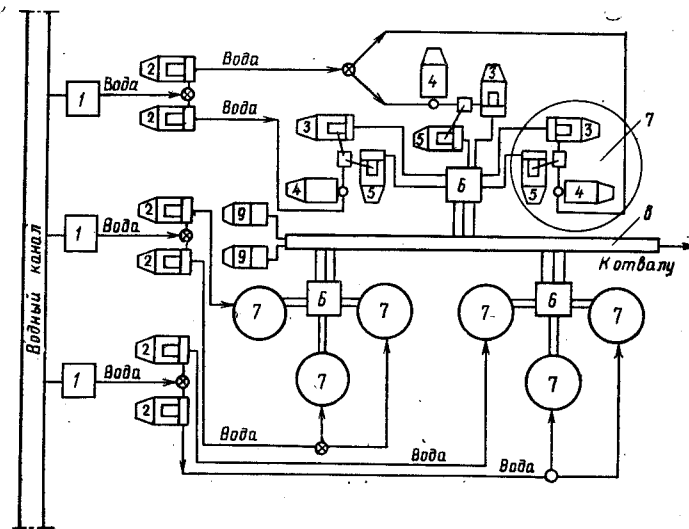


Рис. 2.5. Технологическая схема проведения цементационных работ вблизи четвертого энергоблока:

1 — пожарная насосная станция; 2 — агрегат ЦА-320М для приготовления цементного раствора; 3 — агрегат ЦА-320М для нагнетания цементного раствора; 4 — цементосмесительная машина УС 6-30; 5 — резервный агрегат ЦА-320М; 6 — блок манифольда 1 БМ-700; 7 — тампонажная ячейка; 8 — нагнетательный трубопровод диаметром 219 мм и длиной 1000 м; 9 — цементосмесительный агрегат А-1020

К началу выполнения цементационных работ примерно в 1 км от изолируемой территории на площадке было установлено следующее оборудование:

24 цементировочных агрегата ЦА-320М (рабочих — 15, резервных — 9);

18 цементосмесительных машин УС 6-30 (рабочих — 9, резервных — 9);

4 блока манифольдов 1 БМ-700 для обвязки цементировочных агрегатов с нагнетательным трубопроводом (рабочих — 3, резервных — 1);

4 продавочных цементировочных агрегатов А-1200 (рабочих — 2, резервных — 2);

6 пожарных насосных станций (рабочих — 3, резервных — 3).

Перечисленное оборудование было обвязано по технологической схеме, показанной на рис. 2.5. Кроме того, в Чернобыле был сосредоточен такой же комплект резервного цементировочного оборудования.

Одновременно с подготовкой и обвязкой цементировочного оборудования от площадки его размещения к изолируемой территории был проложен нагнетательный трубопровод длиной 1000 м из труб диаметром 219 мм. С нагнетательными трубопроводами через блоки манифольдов 1 БМ-700 были обвязаны

цементировочные агрегаты ЦА-320М и цементосмесительные машины УС 6-30, сформированные в тампонажные группы — две рабочие и одна резервная. Каждая группа состояла из трех тампонажных ячеек, в которую входили машина УС 6-30 для приготовления цементного раствора, агрегат ЦА-320М для подачи готового раствора в общий трубопровод диаметром 219 мм и резервный агрегат ЦА-320М. Воду для приготовления цементного раствора подавали к машинам УС 6-30 агрегатами ЦА-320М. Воду к цементировочным агрегатам подавали с помощью пожарных насосных станций, расположенных на берегу водного канала в 50 м от площадки работ. На случай непредвиденной технологической остановки процесса нагнетания для прокачивания цементного раствора по трубопроводу длиной 1000 м предусматривали использование двух агрегатов АС-1020.

Цемент для изоляционных работ поставляли в вагонах на железнодорожную станцию «Толстый лес», расположенную в 30 км от Чернобыльской электростанции. Доставку цемента от станции разгрузки к площадке работ осуществляли 120 цементовозов ТЦ-10 грузоподъемностью 10 т каждый на базе автомобиля ЗИЛ-130. 30 цементовозов находились в резерве на станции «Толстый лес».

Приготовление и нагнетание цементного раствора на территорию, покрытую радиоактивной пылью, и отвал зараженных строительных конструкций и материалов осуществляли круглосуточно без перерыва. Загрузку цемента в цементосмесительные машины и подачу воды к агрегатам производили без остановки нагнетания. В процессе приготовления цементного раствора отбирали его пробы и экспресс-методом определяли основные параметры раствора для контроля его качества.

В итоге в течение 44 ч непрерывного нагнетания на отвал зараженных строительных конструкций и материалов было подано 4580 м³ цементного раствора, для приготовления которых понадобилось 5300 т цемента. Зона распространения цементного раствора после его нагнетания в районе отвала зараженных конструкций была задокументирована при аэрофотосъемке.

Изоляцию радиоактивной пыли и частиц цементным раствором на территории вблизи четвертого энергоблока выполняли с помощью автобетоносмесителей СВ-92-1А. Цементный раствор для этих целей также готовили на тампонажной площадке и автобетоносмесителем доставляли к месту радиоактивного заражения. Покрытие цементным раствором зараженной поверхности осуществляли при медленном движении автобетоносмесителя. При этом раствор через направляющую воронку равномерно разливался по обрабатываемой площадке. В общем по такой технологии вблизи аварийного четвертого блока было изолировано около 15 000 м² поверхности.

Все рабочие, занятые на цементационных работах, были распределены в три смены по 8 ч каждая. Местом отдыха служи-

ло село «Ораное» в 30 км от Чернобыля. Доставку рабочих к месту работы и обратно осуществляли автобусами.

В результате выполненных работ были оперативно изолированы радиоактивная пыль и мелкие частицы на поверхности вблизи четвертого энергоблока в первые дни после аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Кроме того, после временной изоляции мелких радиоактивных источников были выделены четыре основных источника радиоактивного излучения, которые в последующие дни были локализованы песком и свинцом, сброшенным с вертолетов подразделений авиации.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой атмосфера и какой ее состав?
2. Что понимается под атмосферным загрязнением? Приведите примеры.
3. Назовите основные группы загрязняющих веществ и охарактеризуйте их.
4. Как влияют атмосферные загрязнения на человека и окружающую его природу?
5. Какковы источники загрязнения атмосферы в угольной промышленности?
6. В чем заключается контроль за состоянием атмосферы?
7. Какие технические средства для измерения параметров атмосферы применяют в угольной промышленности?
8. Назовите мероприятия по охране воздушного бассейна.
9. Какие типы устройств для очистки воздушных потоков и дымов от пыли и золы применяют в угольной промышленности?
10. Назовите причины самовозгорания породных отвалов.
11. Охарактеризуйте мероприятия, снижающие вредные выбросы в атмосферу породных отвалов.
12. Какие размеры санитарно-защитных зон по классам установлены для предприятий?
13. В каких направлениях ведут работы по снижению шума на горных предприятиях?

3. ОХРАНА ВОДНОЙ СРЕДЫ

Водный бассейн Земли составляют поверхностные и подземные воды. К поверхностным водам относят океаны, моря, реки, озера, ручьи, пруды, водохранилища и искусственные каналы, а к подземным — трещинные, карстовые, поровые и трещинно-поровые воды, содержащиеся в недрах.

Около 94 % водных ресурсов Земли приходится на долю океанов и морей (1370,3 млн. км³) и более 6 % на подземные воды, ледники, озера, почвенную влагу, пары атмосферы, речные воды (60 млн. км³). Среднее содержание солей в водах океанов и морей составляет 3,5 г/л. В подземных водах содержание солей может достигать от 50 до 250 г/л.

3.1. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ЗЕМЛИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Водные ресурсы Земли оказывают незаменимую роль в жизни и деятельности человека. Только наличие воды обеспечивает строительство и существование городов и селений, включая создание коммунального хозяйства и водохранилищ, развитие производства, сельского и рыбного хозяйства.

Основная роль в развитии и существовании всего живого на планете принадлежит пресным водам, доступные запасы которых на Земле составляют 0,3 % общих запасов вод, или около 5 млн. км³. Из них 4 млн. км³ приходится на подземные воды верхней гидродинамической зоны (до глубины 50—100 м), 0,155 млн. км³ — на озера и водохранилища, 0,083 млн. км³ — на почвенную влагу, 0,014 млн. км³ — на пары атмосферы и 0,012 млн. км³ — на речные воды.

Возобновление ресурсов пресных вод происходит благодаря естественному круговороту воды в природе. Однако высокая способность вод рек и водоемов к самоочищению небеспредельна. Поэтому эффективная охрана пресных и подземных вод на глубине до 500 м и более, а также рек и озер от истощения, загрязнения и засорения сточными и шахтными водами является одной из первоочередных задач.

Использование водных ресурсов включает в себя водопотребление и водопользование.

Водопотребление осуществляют путем забора вод из подземных водоносных горизонтов, водоемов или водотоков. После применения часть предварительно очищенной воды возвращается в места водозабора, а остальная вода теряется при производстве промышленно-технологических процессов и изготовлении сельскохозяйственной и другой продукции. Данные, характеризующие объемы водопотребления в (км³/год) по годам приведены ниже [21].

Год	Объемы водопотребления						
	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Коммунальное хозяйство	3	3,5	5	9,7	20	33	42
Промышленность	0,9	0,9	1	1,7	2,6	3,4	4
Сельское и рыбное хозяйство	7	10	25	66	108	185	220
Водохранилища	0,9	0,8	1,7	2,8	5,7	10,8	12
	77	89	105	149	236	317	420
	47	53	64	90	139	181	338
	0,5	2	10	14	18	21	22
	0,5	2	10	14	18	21	22

Примечание. В числителе в км³/год приведено полное, в знаменателе безвозвратное водопотребление (объем сбрасываемых вод определяется как разность значений числителя и знаменателя).

Непрерывный рост водопотребления в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве ведет к количественному истощению, а загрязнение — к качественному истощению вод.

Количественное истощение вод обусловлено увеличением водопотребления такими отраслями промышленности как энергетика, горнодобывающая, металлургическая и химическая. Так, для изготовления только 1 т алюминия расходуется 1500 м³ воды, а 1 т искусственного волокна — 4000 м³ воды. Сельское хозяйство в свою очередь потребляет в несколько раз больше воды, чем все остальные водопотребители.

Качественное истощение вод обусловлено их загрязнением вредными веществами в количествах, превышающих установленные для них предельно допустимые концентрации, и засорением нерастворимыми в воде механическими примесями.

Основное загрязнение водных ресурсов приурочено к сточным водам нефтяной, нефтехимической, химической, целлюлозно-бумажной, металлургической промышленности, сельского хозяйства и к шахтным водам угольной промышленности. Основное засорение водных ресурсов приурочено к шахтным водам угольных разрезов, карьеров и горноперерабатывающих предприятий, влияющих на изменение характера прибрежной зоны водоемов.

При водопользовании вода служит средством производства, например, в гидроэнергетике, водном транспорте, рыбном хозяйстве, и не забирается из различных частей гидросферы [21].

Водопользование различают двух категорий: к первой категории относят использование водного объекта в качестве источника централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности; ко второй категории — использование водного объекта для купания, спорта и отдыха населения, а также использования водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

Пункты водопользования первой и второй категорий определяются органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы с учетом ближайших мест выпуска сточных вод, перспектив использования водного объекта для питьевого водоснабжения и культурно-бытовых нужд населения.

Основами водного законодательства установлено, что предприятия, использующие водные объекты для промышленных целей, должны соблюдать установленные технологические нормы, правила водопользования, принимать меры к сокращению расхода воды и прекращению сброса сточных вод путем совершенствования технологии производства и схем водоснабжения, включая применение оборотного водоснабжения, воздушного охлаждения.

3.2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНОГО БАСЕЙНА ШАХТНЫМИ ВОДАМИ

Деятельность горного производства способствует загрязнению, истощению и засорению водного бассейна, снижает способность вод к естественному очищению и нарушает гидрогеологический и гидрологический режимы вод. Перечисленные виды влияния горного производства на водный бассейн обусловлены ежегодным откачиванием на земную поверхность, по данным А. П. Красавина, до 2,5 млрд. м³ шахтных вод, с которыми в водоемы попадает до 4 млн. т минеральных солей и 180 тыс. т механических примесей [21].

Под шахтными при этом понимают дренажные подземные воды (карьерные, рудничные, шахтные), откачиваемые из шахт на земную поверхность. Под сточными понимают воды, сбрасываемые обогатительными производствами и наземными службами горного производства.

Поступающие в горные выработки дренажные воды направляются в подземные водосборники, где эти воды загрязняются и приобретают свойства шахтной воды, загрязняющей после ее откачивания на поверхность водоемы и водотоки. Необходимо отметить, что кислые шахтные воды присущи всем шахтам и разрезам, обрабатывающим угольные пласты с содержанием серы в количестве более 2%.

Критерием загрязненности воды является ухудшение ее качества вследствие изменения ее органолептических свойств (запаха, привкуса, окраски) и появления вредных веществ для человека, животных, птиц, рыб, кормовых и промысловых организмов в зависимости от вида водопользования, а также повышение температуры воды, уменьшающее содержание в ней растворенного кислорода и изменяющее условия для нормальной жизнедеятельности водных организмов.

Для сравнения вредности загрязняющих веществ руководствуются утвержденными нормами их предельно допустимой концентрации в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

3.3. НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

В соответствии с Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и водных объектов, используемых для рыбохозяйственных целей.

В табл. 3.1 приведены предельно допустимые концентрации некоторых выделяемых при горном производстве вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, не оказывающие прямого или

Таблица 3.1

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде

Ингредиент	Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимая концентрация, мг/л
Акриламид	Санитарно-токсикологический	0,01
Барий	Органолептический	0,1
Топливный бензин	То же	0,1
Бор	»	0,5
Ванадий	Санитарно-токсикологический	0,1
Вольфрам	Органолептический	0,005
Железо	То же	0,05
Кальций	»	180
Кремний	»	10
Медь	»	1
Нефть	»	0,1
Свинец	»	0,1
Силикат натрия	»	50
Сероуглерод	»	0,1
Аммиак	Общесанитарный	2
Активный хлор*	То же	Отсутствие**
Цинк	»	1,0
Фенол	Органолептический	0,001
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)		
Алкилбензосульффониты (АБС)	Органолептический	0,5
Алкилсульфаты	То же	0,5
Алкилсульфонаты	»	0,5
Динатриевая соль моноалкилсульфоянтарной кислоты (ДНС)	»	0,5
Флотореагенты		
АНП-2	Органолептический	0,4
АПН	То же	0,05
ОП-7	»	0,4
ОП-10	»	1,5
ОПС-Б	Общесанитарный	2,0
ОПС-М	Санитарно-токсикологический	0,5
Т-66	То же	0,2
Гидролированный бутиловый	Органолептический	0,001
Флокулянты		
ВА-2 (полистирольный)	Санитарно-токсикологический	0,5
ВА-2-Т (поливинилол-ольный)	То же	0,5
ВА-102	»	2
ВА-212	»	2

* С учетом хлорпоглощаемости воды.

** Требование не относится к остаточному хлору, содержащемуся в обеззараженных сточных водах.

косвенного влияния на здоровье нынешнего и будущего поколений людей.

Шахтные воды, содержащие вещества, для которых не установлены предельно допустимые концентрации, запрещается сбрасывать в водные объекты. Запрещается также сбрасывать в водоемы и водотоки неочищенные сточные воды угольной промышленности и шахтные воды, которые могут быть устранены путем рациональной технологии, максимального использования в системах оборотного и повторного водоснабжения или которые с учетом их состава и местных условий можно использовать для орошения в сельском хозяйстве при соблюдении санитарных требований.

Условия спуска шахтных вод в водные объекты определяются с учетом степени возможного смещения и разбавления шахтных вод с поверхностными водами на пути от места выпуска шахтных вод до расчетного (контрольного) створа ближайших пунктов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. Условия спуска шахтных вод в водные объекты устанавливаются органами по регулированию использования и охране вод. Разрешение на сброс в водные объекты шахтных вод действующих предприятий сохраняет свою силу в течение трех лет, после чего подлежит возобновлению.

В соответствии с Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами нормативы состава и свойств воды водных объектов, которые должны быть обеспечены при спуске в них шахтных вод для исключения возможности ограничения или нарушения нормальных условий хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, устанавливаются с учетом использования водного объекта в качестве централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, включая водоснабжение предприятий пищевой промышленности, или для купания, спорта и отдыха населения, в том числе находящихся в черте населенных пунктов.

При поступлении в водные объекты нескольких веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности и с учетом примесей, поступивших в водоем или водоток от вышерасположенных выпусков, сумма отношений этих концентраций (C_1, C_2, \dots, C_n) каждого из веществ в водном объекте к соответствующим ПДК не должна превышать единицы, т. е.

$$C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + \dots + C_n/\text{ПДК}_n \leq 1.$$

Сброс шахтных вод в водные объекты, объявленные запозвонными и отнесенные к категории лечебных, запрещается. Лица, виновные в нарушении Основ водного законодательства, несут уголовную и административную ответственность в соответствии с законодательством.

3.4. ПРИТОКИ ШАХТНЫХ ВОД И ИХ СОСТАВ

Для получения достоверных сведений о притоках и составе шахтных вод были проанализированы прогнозные и фактические притоки и качественная характеристика вод шахт производственных объединений «Антрацит», «Донбассантрацит», «Ровенькиантрацит», «Краснодонуголь» и «Свердловантрацит» в Донбассе.

Например, с целью выяснения условий и характера обводнения горных выработок шахт в Боково-Хрустальском углепромышленном районе ПО «Спецтампонажгеология» и ПО «Укруглеология» в 1976—1985 гг. выполнили гидрогеологическое обследование шахт «Комсомольская», «Нагольчанская» № 3, «Нагольчанская» № 4 ПО «Антрацит», шахт «Дружба», № 2 им. В. И. Чапаева, а также шахт № 31—32, № 3—80, № 3 шахтоуправления им. М. В. Фрунзе ПО «Ровенькиантрацит». При обследовании капитальных, подготовительных выработок и их забоев определяли места, характер, дебит поступления вод и приток по выработке.

Кроме этого измерения притоков проводили на флангах шахты и в целом по выработкам пласта. В местах водопроявлений и в водосборниках отбирали пробы воды для химического анализа.

Для изучения общей гидрохимической обстановки, характеристики химического состава и свойств подземных вод на площади участка, изменения их с глубиной и оценки влияния шахтных вод на загрязнение гидрографической сети производили гидрохимическое опробование при откачках, рекогносцировочной съемке и при обследовании шахт. По всем пробам определяли физические свойства воды (цвет, запах, прозрачность, вкус), содержание взвешенного материала, сухой остаток, жесткость, реакцию среды, содержание свободного углекислого газа, химический состав.

Результаты гидрохимических исследований служили основным материалом для характеристики химического состава подземных и шахтных вод оцениваемого участка соответствующего сооружения.

Подземные воды на рассматриваемом участке приурочены к четвертичным отложениям (аллювиальные галечники, гравий, пески, лессовидные суглинки) и к каменноугольным отложениям (обводненные песчаники, известняки, песчаные сланцы). Водоносность отложений карбона связана с их трещиноватостью (выветривания и тектонической). Трещины выветривания распространяются до глубины 50 м. Ниже водоносность пород связана с тектонической трещиноватостью, сопровождающей разрывные нарушения типа сбросов, взбросов или надвигов.

Величина водопритоков в горные выработки шахт зависит от геологического строения шахтных полей, тектонической нару-

шенности пород, площади выработанного пространства, очередности разработки угольных пластов, уровня подземных вод.

Прогноз притоков воды в горные выработки производят для всех оцениваемых пластов при условии их полной отработки в технических границах действующих шахт. Для условий Донбасса расчет прогнозных притоков воды в выработки отдельных пластов рекомендуется производить по методу гидрогеологической аналогии [12]

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{H_2}{H_1}} \sqrt{\frac{F_2}{F_1}}$$

Оценку ожидаемых водопритоков в выработки пластов отдельных гидрогеологических районов осуществляют по уравнению

$$Q_2 = e^{0,03} H_2^{-0,18} F_2^{0,68},$$

где Q_1 и Q_2 — ожидаемый и фактический притоки воды в выработки, м³/ч; H_2 и H_1 — проектируемая и фактическая глубина разработки, м; F_2 и F_1 — проектируемая и фактическая площадь разработки, тыс. м²; $e = 2,718$ — основание натурального логарифма.

При расчете прогнозных притоков подземных вод в выемочные столбы на первоочередных площадях отработки используют зависимость

$$Q_2 = Q_1 \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{0,48} \left(\frac{F_2}{F_1}\right)^{0,53},$$

где Q_2 и Q_1 — прогнозный и фактический водоприток в выемочный столб, м³/ч.

Прогнозный приток воды в выемочный столб площадью 158 тыс. м² на горизонте 960 м шахты «Комсомольская» ПО «Антрацит» рассчитывали с учетом фактического среднего притока $Q_1 = 5$ м³/ч в 12 западную лаву площадью 60 тыс. м² горизонта 630 м соседней шахты «Нагольчанская» № 3—4. Согласно расчету проектный приток в выемочный столб шахты «Комсомольская» составил 7 м³/ч.

Воды, поступающие в горные выработки шахты, откачиваются на поверхность с помощью водоотливного хозяйства. Рассмотрим схему работы шахтного водоотлива на примере шахты № 4 «Нагольчанская», где сооружено пять водосборников на 8, 10, 12, 14 и 16-м горизонтах. Водоотливная установка на 8, 14 и 16-м горизонтах оборудована пятью насосами ЦНС 300×600, на 10 и 12-м горизонтах тремя насосами ЦНС 300×300.

Вместимость водосборников на 16-м горизонте 2000 м³, на остальных горизонтах — по 1000 м³. Со всех водосборников шахтные воды перекачиваются на 8-й горизонт, откуда выдаются на поверхность по трем ставам диаметром 300 мм, проло-

женным по вспомогательному вертикальному стволу, и сбрасываются в реку «Нагольчик». На остальных шахтах принцип работы водоотлива и сброса шахтных вод в гидрографическую сеть примерно такой же.

В результате анализа состава шахтных вод на разных глубинах установлено, что на оцениваемой площади до глубины 600 м формируются сульфатно-гидрокарбонатно-натриевые шахтные воды с минерализацией до 1,7 г/л, глубже — сульфатно-хлоридно-натриевые шахтные воды с минерализацией до 2,3 г/л. По степени жесткости воды от умеренно жестких до очень жестких. Реакция среды шахтных вод слабощелочная и щелочная при рН = 7,6 ÷ 8,8. В техническом отношении воды обладают средней сульфатной агрессивностью к бетонам повышенной плотности и среднеагрессивны к стальным конструкциям.

Попавая в горные выработки и взаимодействуя с рудничной средой, подземные воды меняют свой химический состав, происходит увеличение взвешенных веществ в воде, растет или уменьшается щелочность благодаря обогащению или потере углекислоты и в результате метаморфизации формируются шахтные воды, минерализация которых возрастает в 1,5—2 раза из-за увеличения содержания сульфатов и хлоридов.

Сравнение химических составов шахтных и поверхностных вод в районе шахты «Комсомольская» показывает их близость, что обусловлено подпиткой водотоков в пределах оцениваемой площади сбросовыми шахтными водами и частичной разгрузкой подземных вод. Например, до сброса шахтных вод состав воды в речке «Нагольчик» был сульфатно-гидрокарбонатно-натриевый с минерализацией 1,3 г/л, после сброса воды — сульфатно-хлоридно-кальциево-натриевый с минерализацией 3,5 г/л.

Приведенные данные подтверждаются расчетом степени минерализации речных вод после их загрязнения сбросовыми шахтными водами по уравнению

$$M = \frac{Q_p M_p + Q_{ш} M_{ш}}{Q_p + Q_{ш}}, \quad (3.1)$$

где Q_p и $Q_{ш}$ — расход реки и объем сбрасываемых шахтных вод; M_p и $M_{ш}$ — минерализация воды в реке и сбрасываемых шахтных вод.

Зная, что расход речки «Нагольчик» равен 580 м³/ч, минерализация речной воды 1,3 г/л и что объем сбрасываемых в реку «Нагольчик» вод шахты «Комсомольская» равен 1285 м³/ч с минерализацией до 3,5 г/л, подставляя эти данные в уравнение (3.1), получаем

$$M = \frac{580 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 1,3 \text{ г/л} + 1285 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot 3,5 \text{ г/л}}{580 \text{ м}^3/\text{ч} + 1285 \text{ м}^3/\text{ч}} = 3,4 \text{ г/л}.$$

С целью предотвращения загрязнения водотоков и водоемов производят предварительную очистку шахтных вод. Методы очистки шахтных вод будут рассмотрены в подразделе 3,6.

3.5. ПРИЧИНЫ И ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ШАХТНЫХ ВОД

Проведенный экологический анализ позволил установить следующие основные причины загрязнения и засорения шахтных вод:

- отработка угольных пластов с содержанием серы в них в количестве более 2 %;
 - рост или уменьшение щелочности вод;
 - изменение химического состава шахтных вод;
 - повышение минерализации шахтных вод;
 - увеличение взвешенных веществ в воде.
- К источникам загрязнения шахтных вод следует отнести:
- содержание серы в угле, добываемые сульфидные руды;
 - обогащение или потеря углекислоты;
 - природные реакции окисления;
 - гидролиз солей, содержащихся в шахтной воде, способствующий увеличению в ней сульфатов и хлоридов;
 - гидравлическое подавление угольной и породной пыли, гидравлическая закладка, бурение с промывкой.

Шахтные воды без соответствующей очистки не могут включаться в замкнутый цикл горного производства. Например, на многих шахтах Донбасса 15—20 % шахтных вод используют для орошения очистных забоев, в качестве промывочной жидкости при подземном бурении, для нужд обогатительных фабрик, а остальную массу шахтной воды откачивают на поверхность и сбрасывают в пруды-накопители. В случаях присутствия в шахтных водах хлористых и сернистых соединений, кальция, калия, натрия и магния такие воды не используют даже в технических целях без их предварительной очистки и нейтрализации. При отсутствии очистных сооружений шахтные воды попадают в гидрографическую сеть и загрязняют ее.

Критерием загрязненности является ухудшение качества воды вследствие изменения ее органолептических свойств (запаха, привкуса, окраски) и появления вредных веществ для человека, животных, птиц, рыб, кормовых и промысловых организмов в зависимости от вида водопользования, а также повышение температуры воды, уменьшающее содержание в ней растворенного кислорода и изменяющее условия для нормальной жизнедеятельности водных организмов.

Для сравнения вредности загрязняющих веществ руководствуются утвержденными нормами их предельно допустимой концентрации в воде объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Сброс шахтных вод в малые и средние реки вызывает увеличение их стока в 2—3 раза и способствует изменению качества и теплового режима речных вод. Проведенные в Донбассе исследования показали, что при сбросе 55 млн. м³ шахтных вод в речную сеть попадает 200 тыс. т растворенных солей. В результате минерализация в реках увеличивается в 2 раза, содержание взвешенных частиц в 5—10 раз, сульфатов в 3 раза [21].

В США по данным Федерального агентства по охране окружающей среды (ЭПА) тысячи километров водотоков загрязнены кислыми шахтными водами, поступающими из отработанных угольных шахт и разрезов. Например, в шахтах «Колорадо» и «Айдахо» кислотность вод в реках на большом протяжении от места выноса кислых шахтных вод из заброшенных в 1910—1915 гг. шахт характеризуется показателем $pH=2 \div 5$, что делает эти воды непригодными для жизнедеятельности водных организмов и использования их в технических целях.

В табл. 3.2 приведены показатели шахтных вод, сбрасываемых в районах отработанных шахт в США.

Конкретные причины и источники загрязнения шахтных вод целесообразно рассмотреть на примере дренажа вод старых шахт в районе городов «Лидвилл» и «Гилпин Каунти» в штате «Колорадо» (США), разрабатываемых с начала 1880-х до начала 1920-х годов. В настоящее время горные работы по добыче железной руды, карбоната свинца и пиритов ведут в районе «Блэк Клаунд», связанном с группой старых шахт «Ибекс». Породы, вмещающие рудные тела, представлены от древних гнейсов, гранодиоритов, сланцев, гранитов, порфириров и гранитов

Таблица 3.2
Параметры шахтных вод

Объект	Рудное тело	Вмещающие породы	Содержание веществ в шахтных водах, г/м ³	pH шахтных вод
Централ, Айдахо Монтана, Колорадо Кук Сити, Айдахо	Сульфиды	Вулканические	145	2,7
	Сульфидные жилы Гидротермальные жилы	Метаосадочные Кембрийский известняк	125 62	4 3,39
Майн Хос, Колорадо Лэвис и Кларк, Айдахо	Сульфиды	Метаосадочные	150	2
	Гидротермальные жилы	Известняки, сланцы	40	5

до известняков и доломитов. Известняки и доломиты трещиноватые и подвержены карстовым процессам, что привело к образованию многочисленных водопроявляющих коллекторов в массиве горных пород в районе работ. В состав рудных тел входят такие сульфидные минералы, как сульфид цинка, сульфид свинца, сульфид меди, пирит и реже сфалерит. Отличительной чертой данного участка является наличие более 20 зон вертикальных водоносных тектонических нарушений, способствующих интенсивному обводнению горных работ.

Для обеспечения эффективного водоотлива, а также доступа к новым рудным телам в 1895 г. было начато строительство тоннеля «Як» длиной 5518 м на высоте 3202 м над уровнем моря к западу от района «Айрон Хилл». В 1912 г. сооружение водоотливного тоннеля было закончено. Средний уклон тоннеля составил 0,4 %. От тоннеля были пройдены десятки боковых выработок для водоотлива, вентиляции и доступа к новым рудным телам, что увеличило гидравлическую связь между зонами отработки рудных тел.

По данным ЭПА в последние 15—20 лет постоянный дебит (приток) кислых шахтных вод из тоннеля «Як» составляет 95—110 м³/ч. В дренируемых шахтных водах, сбрасываемых в Калифорнийское ущелье и реку «Арканзас», выявлено большое содержание кислот и различных металлов.

Одной из причин загрязнения шахтных вод является окисление сульфидных материалов, главным образом пирита. В результате при реакции окисления высвобождаются железо, цинк, свинец, медь, магний и кадмий. Реакция ионов металлов в растворе с карбонатами и силикатами способствует формированию вторичных оксидов и карбонатных минералов, имеющих сложный химический состав.

Реакции окисления, в свою очередь, вызваны свободным доступом кислорода к большим объемам сульфидных минералов из-за понижения уровня подземных вод на участке тоннеля «Як», обусловленного многолетним дренированием этих вод.

Другой причиной загрязнения шахтных вод является попадание в них растворимых оксидов металлов, выпадающих и концентрирующихся в тоннеле и смежных выработках в местах завалов, вывалов и нарушений крепи. Участвовавшие в последние годы прорывы шахтных вод из тоннеля «Як» приводят к резкому повышению концентраций солей (желтого осадка) в Калифорнийском ущелье, встречающихся затем в реке «Арканзас».

Кислотные шахтные воды отрицательно влияют на состояние крепи тоннеля и способствуют ее нарушению и образованию завалов в тоннеле. В 1983 г. тоннель «Як» для доступа людей закрыт.

С целью снижения дебита кислых шахтных вод из тоннеля «Як» специалисты фирмы АСАРКО (Калифорния) разработали несколько вариантов сооружения трех—пяти водонепроница-

емых перемычек по длине тоннеля для перехвата потоков загрязненных шахтных вод на локальных участках. Однако возведение таких перемычек, по оценке ЭПА, будет сопровождаться обходом перемычек шахтными водами и неорганизованным сбросом вод через старые шурфы, уклоны и штольни в соседние водосемы или водотоки. В настоящее время американские специалисты рассматривают возможные мероприятия по снижению дебита кислых шахтных вод, сбрасываемых из тоннеля «Як» в гидрографическую сеть.

Аналогичные причины и источники загрязнения вод старых шахт выявлены ЭПА в районе города «Гилпин Каунти» (штат «Колорадо»). Здесь по штольне «Нэшнл» длиной 940 м, связывающей отработанные к 1910 г. шахты «Сенатор», «Хосшо», и «Клэйкаунти», в реку «Нос Клия Крик» сбрасываются кислые шахтные воды. Точное расположение старых горных выработок неизвестно. Вероятным источником вод, дренируемых штольней «Нэшнл», являются грунтовые воды, которые сбрасываются в старые подготовительные и очистные выработки.

Как и в первом случае, сброс кислых шахтных вод в гидрографическую сеть приводит к интенсивному загрязнению водотоков и ухудшению экологической обстановки в районе нахождения заброшенных шахт.

3.6. ОЧИСТКА ШАХТНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Важнейшей мерой защиты водной среды от загрязнения и засорения является очистка шахтных, карьерных и сточных вод.

Запрещается приемка и сдача в постоянную или временную эксплуатацию предприятий и цехов, сбрасывающих сточные воды без выполнения мероприятий, обеспечивающих очистку и обезвреживание этих вод. Пуск указанных предприятий и цехов допускается только с разрешения Государственной санитарной инспекции.

В соответствии с Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами к мероприятиям, предупреждающим загрязнение водотоков и водоемов сточными водами, относятся: очистка сточных и шахтных вод; повторное их использование; устройство оборотных систем водоснабжения; сокращение поступления примесей в сточные воды путем совершенствования технологических процессов; переход на безводные технологические процессы; воздушное охлаждение; ликвидация отвалов производственных процессов.

По данным Н. С. Торочинникова, А. И. Родионова и других чаще всего применяют следующие методы очистки вод:

механические или гидромеханические—процеживание, отстаивание (гравитационное и центробежное), фильтрование—для осаждения грубодисперсных частиц и механических взвесей;

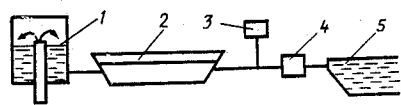


Рис. 3.1. Схема очистки шахтных вод
1 — колодец шахтного водоотлива; 2 — отсник; 3 — хлоратор; 4 — контактный резервуар; 5 — водоем

химические — коагуляция, флокуляция — для осаждения тонкодисперсных и коллоидных частиц;

физико-химические — дистилляция, ионообмен, ультрафильтрация, обратный осмос — для очистки от неорганических соединений;

регенерационные методы (экстракция, абсорбция, флотация), реагентные методы (окисление и восстановление), деструктивные методы — биологическое и электрохимическое окисление, озонирование, хлорирование — для очистки от органических соединений.

3.6.1. Очистка шахтных вод

В угольной промышленности для осветления шахтных вод на первой стадии, как правило, применяют механическую очистку дренажных вод с целью удаления из них взвесей и дисперсно-коллоидных частиц. Для этого сооружают пруды-отстойники, объемы которых зависят от количества шахтных вод, размеров и концентрации загрязненных веществ. Часто выдержка шахтных вод в отстойниках в течение необходимого времени достаточна для осаждения механических взвесей; ионорастворенные вещества, представляющие наибольшую опасность для окружающей среды, уходят со сливом осветленных вод. Сложным видам очистки подвергаются только шахтные воды, по содержанию в них загрязняющих веществ требующие глубокой очистки.

Кислые шахтные воды, присущие всем шахтам и разрезам, разрабатывающим угольные пласты с содержанием серы более 2%, чаще всего нейтрализуют известковым молоком. Щелочные воды подкисляют.

В Кузбассе для очистки сбрасываемых в водоемы шахтных вод используют открытые горизонтальные отстойники (рис. 3.1). Шахтные воды вначале собирают в колодец шахтного водоотлива, затем подают в отстойники для осветления, хлорируют и после прохождения через контактный резервуар сбрасывают в водоем [21].

НИИОСуголь разработал технологическую схему очистки кислых шахтных вод с доведением в них кислоты до концентраций, удовлетворяющих требованиям к водам, сбрасываемым в водоемы общего пользования (рис. 3.2). Эта технологическая схема базируется на принципе двухрежимной нейтрализации.

В США кислые шахтные воды обрабатывают известняком, негашеной и гашеной известью, каустической содой и поташом.

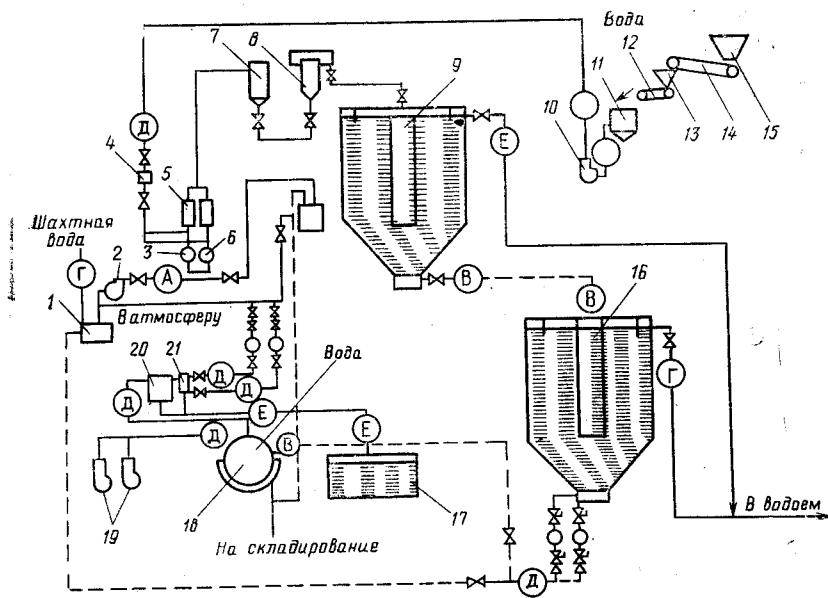


Рис. 3.2. Схема очистки шахтных вод:

1 — усреднитель шахтной воды; 2 — насос шахтной воды; 3 — эжектор; 4 — дозатор; 5 — вихревой смеситель; 6 — коллектор; 7 — воздухоотделитель; 8 — хлопьеобразователь; 9 — осветлитель; 10 — насос известкового молока; 11 — бак известкового молока; 12 — известьагасилка; 13 — бункер; 14 — конвейер; 15 — бункер для известки; 16 — уплотнитель; 17 — резервуар; 18 — дисковый вакуум-фильтр; 19 — воздуходувка; 20 — ресивер; 21 — влагоотделитель;
А — шахтная вода; Б — слив из осветлителя; В — осадок; Г — слив из уплотнителя; Д — известковое молоко; Е — воздух

Нейтрализация шахтных вод известняком в 2,6 раза дешевле их обработки негашеной известью и в 3,8 раза дешевле обработки гашеной известью. С целью очистки шахтных вод от сероводорода наряду с аэрацией применяют химические и бактериологические методы. В Японии вместо способа очистки шахтных вод известковым молоком, при котором вредные для сельскохозяйственных культур сульфат-ионы в количестве до 1500 мг/л входят в слив, разработан новый способ очистки шахтных вод от сульфат-ионов и двухвалентных ионов тяжелых металлов путем обработки вод сульфидом бария. Этот метод применяется на Золотушинском руднике для очистки шахтных вод от токсичных и грубодисперсных примесей.

В ЮАР для улучшения качества поверхностных вод нейтрализуют сбрасываемые в них кислые воды старых угольных шахт благодаря применению растворимых солей бария: сульфида бария BaS , карбоната бария $BaCO_3$ и гидроксида бария $Ba(OH)_2$ [8].

При добавлении в кислую шахтную воду реагента BaS из нее удаляются сульфаты в результате образования кристаллов

BaSO₄. Затем BaSO₄ при нагревании с водородом при температуре 1000 °С переходит в BaS. Сульфид в растворенном BaS испаряется как H₂S и переходит в серу или бисульфид натрия в процессе биологических или химических реакций.

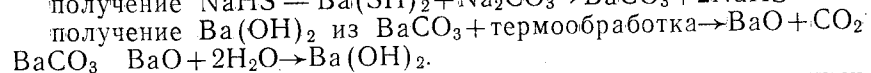
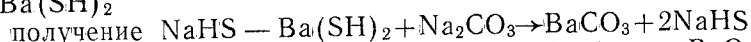
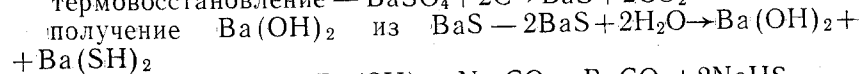
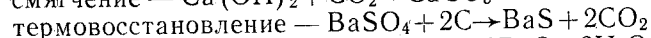
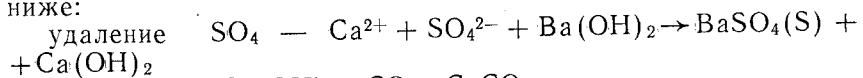
При подавлении в кислую шахтную воду реагента BaCO₃ в осадок выпадают сульфаты BaSO₄ и кальций в виде CaCO₃ (последнее очень важно, так как повышенное содержание кальция в шахтной воде вызывает интенсивную коррозию подземного шахтного оборудования). После обработки этой смеси при температуре 1000 °С BaSO₄ превращается в BaS, а CaCO₃ в результате отделения углерода трансформируется в CaO, BaS затем переходит в BaCO₃ с выделением H₂S, который превращается в бисульфид натрия или в обычную серу.

Каждый из этих процессов обладает своими недостатками. Процесс нейтрализации кислых шахтных вод при применении карбоната бария требует достаточно много времени для удаления сульфата из-за низкой скорости растворения карбоната бария. Кроме того, выпадение осадка сульфата бария вместе с карбонатом кальция требует их разделения после термического восстановления сульфата бария.

Недостатком процесса нейтрализации кислых шахтных вод сульфидом бария является необходимость выделения низкоконцентрированного газа H₂S из общего потока обрабатываемой кислой шахтной воды.

В последние годы в ЮАР для очистки кислых шахтных вод широко применяют гидрооксид бария. Здесь твердый Ba(OH)₂ и растворимый Ba(HS)₂ получают из BaS. При этом Ba(OH)₂ используют для очистки кислых шахтных вод, а Ba(HS)₂ после выделения NaHS превращается в BaCO₃. Полученный BaCO₃ термически переводится в BaO и затем гидролизуется в Ba(OH)₂.

Последовательность процесса очистки кислых шахтных вод гидроксидом и протекающие при этом реакции приведены ниже:



Преимущества последнего процесса очистки кислых шахтных вод по сравнению с двумя первыми процессами следующие:

не нужен известняк;

отпадает необходимость выделения H₂S из общего потока шахтных вод;

Таблица 3.3

Эффективность очистки шахтных вод различными солями бария

Воды	Дозировка извести, мг/л	рН	Эффективность, %		
			BaCO ₃	BaS	Ba(OH) ₂
Кислые шахты в районе Витбанк	4909	11,8	90,1	90,1	134
Кислые шахтные с промстоками	2760	9,4	120,5	100,7	129
Промстоки в районе Витбанк	1998	7,3	100,7	105	131

сульфат бария BaSO₄ не выпадает в осадок вместе с карбонатом кальция CaCO₃, что исключает их разделение;

гидролиз BaO обеспечивает получение большего количества Ba(OH)₂ для обработки кислой шахтной воды.

В табл. 3.3 приведена эффективность удаления сульфатов из кислых шахтных вод различными солями бария.

Приведенные данные подтверждают целесообразность широкого промышленного применения солей бария для очистки кислых шахтных вод.

3.6.2. Очистка сточных вод обогатительных фабрик

Очистка сточных вод обогатительных фабрик и их применение в оборотном водоснабжении производственных процессов — один из методов защиты водной среды. Для осветления сточные воды обогатительных фабрик в виде пульпы перекачивают в хвостохранилище, где осаждаются большая часть твердых частиц. Далее воду через сбросные колодцы подают в пруды-отстойники. Затем пруды-отстойники очищают от шламов, которые впоследствии обезвоживают, обезвреживают, складировать или утилизируют.

Известны случаи использования в Якутии шламов обогатительных фабрик алмазоперерабатывающего производства для приготовления тампонажного шламоцементного раствора при создании глубокой кольцевой противофильтрационной завесы вокруг карьера отработавшего месторождения алмазов «Мир» с целью его защиты от притоков высокоминерализованных подземных вод и предотвращения необходимости применения метода осушения карьера с формированием депрессионной воронки [11].

На обогатительных фабриках черной и цветной металлургии для более глубокой механической очистки сточных вод применяют безнапорные гидроциклоны, радиальные отстойники с камерой флоктуации, фильтры с плавающей пенополистирольной за-

грузкой, сетчатые самопромывающиеся фильтры, магнитно-дисковые аппараты. Для осветления сточных вод используют гидроклоны и синтетические флокулянты, включая полиакриламиды [17].

В настоящее время на шахтах, разрезах и обогатительных фабриках в СНГ эксплуатируются около 700 очистных сооружений, что позволяет ежегодно извлекать из шахтных вод до 1 млн. м³ взвесей [21]. Очистка и обезвреживание позволяют шире использовать шахтные воды для оборотного водоснабжения горных соседних предприятий. Современные проекты строительства горных и обогатительных предприятий предусматривают использование шахтных и сточных вод в замкнутом цикле водоснабжения этих объектов с целью исключения попадания загрязненных вод в водную среду.

3.7. ОХРАНА ВОДНОЙ СРЕДЫ МЕТОДАМИ ТАМПОНАЖА

Аспекты взаимодействия человека с окружающей средой и ее охрана включают такие важные вопросы, как разработка эффективных мер защиты природной среды и рациональное использование земных недр, в том числе подземных и грунтовых вод, рек и водоемов.

Одним из примеров успешного осуществления природоохранных мероприятий является применение производственным объединением «Спецтампоажгеология» разработанного им Комплексного метода тампоажа для водоизоляции обводненных трещиноватых и закарстованных горных пород [25]. Этот метод последние 25 лет применяют в угольной и химической промышленности, черной и цветной металлургии, транспортном строительстве, при добыче строительных материалов и минеральных удобрений для обеспечения безопасного строительства объектов шахтного и подземного строительства в сложных гидрогеологических условиях в заданные сроки, а также с целью реализации мер по охране среды.

В части защиты водной среды Комплексный метод тампоажа способствует охране:

- подземных вод от истощения;
- поверхностных водоемов и рек от загрязнения кислыми шахтными водами;
- термальных лечебных вод от истощения;
- термальных лечебных вод от попадания в них холодных подземных вод;
- поверхностных водоемов от истощения;
- грунтовых вод, водоемов и рек от загрязнения хвостохранилищами и шламонакопителями.

3.7.1. Пример охраны подземных вод от истощения

На шахте имени XXIII съезда КПСС ПО «Ровенькиантрацит» при подходе 28 откаточного штрека к зоне водоносного Михайловского сброса из забоя в направлении зоны сброса пробурили 4 водопонижающие горизонтальные скважины диаметром 112 мм и длиной от 38 м до 100 м. При перебурировании зоны сброса в интервале 28-55 м суммарный водоприток из разведочных скважин составил 180 м³/ч. В результате проведение 28-го откаточного штрека было остановлено на 3 года с целью искусственного водопонижения на данном участке. За это время из зоны Михайловского сброса на поверхность было откачано более 1 млн. м³ подземных вод, однако первоначальный приток в штрек снизился лишь до 100 м³/ч.

С целью исключения дальнейшей откачки на земную поверхность подземных вод производственному объединению «Спецтампоажгеология» было поручено выполнить предварительный тампоаж зоны Михайловского сброса на участке 28-го откаточного штрека.

В соответствии с разработанным Спецтампоажгеологией проектом ранее пробуренные 4 водопонижающие горизонтальные скважины были использованы как тампоажные. Приготовление и нагнетание тампоажного раствора в горизонтальные скважины поочередно осуществляли по технологии ПО «Спецтампоажгеология» [25] с помощью цементовочных агрегатов ЦА-320М и цементосмесительной установки УС 6-30, расположенных на земной поверхности. Тампоажный раствор в зону сброса нагнетали по высоконапорному трубопроводу, проложенному по пробуренной с поверхности технической скважине, почве 28-го откаточного штрека до забоя и далее через пакерующие устройства ДАУ-1—89, поочередно устанавливаемые в подземных тампоажных скважинах. По завершении тампоажных работ остаточного водопритока из скважины № 1 не наблюдалось.

Дальнейшее нагнетание тампоажного раствора через скважины № 2—4 выполнили в описанной последовательности. Фактические объемы и технологические параметры предварительного тампоажа зоны Михайловского сброса приведены в табл. 3.4.

Качество выполненной водоизоляции оценивали по изменению проницаемости зоны сброса, последовательно измеряемой в скважинах при проведении гидродинамических исследований по мере нагнетания тампоажного раствора в очередную скважину.

Во время проведения 28-го откаточного штрека через зону Михайловского сброса были задокументированы многочисленные трещины раскрытием от 0,001 м до 0,07 м, заполненные плотным тампоажным камнем. Водопритоков в штрек из зоны

Таблица 3.4

Объемы и параметры тампонажа 28-го откаточного штрека

Номер скважины	Глубина скважины, м	Водоприток из скважины до тампонажа, м ³ /ч	Объем закачанного тампонажного раствора, м ³
1	85	100	634 535
2	100	48	566 176
3	38	22	451 137
4	100	11	106 23

сброса при проведении в дальнейшей эксплуатации не наблюдалось.

Аналогичные работы выполнены ПО «Спецтампонажгеология» без предварительного водопонижения при проведении 50 протяженных выработок и сооружении 110 вертикальных стволов глубиной от 800 м до 1400 м. Остаточные водопритоки во всех выработках и стволах после выполнения ПО «Спецтампонажгеология» комплекса тампонажных работ не превышали [норм СНиП 3.02.03—84, допускающих остаточный приток 5 м³/ч в ствол глубиной 800 м и рост остаточного притока на 0,5 м³/ч на каждые следующие 100 м ствола.

Обеспечение надежного проведения горных выработок без предварительного водопонижения и нормативных остаточных водопритоков исключает необходимость откачки на земную поверхность миллионов кубометров подземных вод и предотвращает нарушения естественного гидродинамического баланса в районе шахт и рудников, на которых сооружение горных выработок через обводненные породы ведут с предварительной водоизоляцией по технологии ПО «Спецтампонажгеология».

3.7.2. Охрана рек от загрязнения минерализованными водами карьерного водоотлива

Согласно проекту первоначальную отработку карьера алмазной трубки «Мир» в Сибири вели в многолетнемерзлых породах до глубин 250 м без вскрытия подземных вод. Углубка этого карьера до глубины 320—340 м и более сопровождалась ростом притоков минерализованных подземных вод в карьер с 10—20 м³/ч в 1977 г. до 1100 м³/ч в 1987 г. Подземные воды представлены сероводородно-хлоридными натриевыми рассолами с минерализацией 90 г/л.

С целью защиты горных работ от притоков минерализованных вод вначале использовали карьерный водоотлив, представленный 33 водопонижающими скважинами. Откачиваемые рассолы складировали в емкости-накопители, которые опорожняли в весенне-летний период в речную сеть. Их количество определяли водностью года с учетом нормативных показателей качества воды 200 мг солей на 1 л в первом пункте водопользования — поселке «Сюльдюкар» на рек «Виллюй». Большую опасность создавало содержание в рассоле до 100 мг/л растворенного сероводорода. Для предотвращения попадания растворенного сероводорода в речную сеть газонасыщенные рассолы пропускать по открытой канаве, заполненной глинисто-илистым материалом и железной стружкой, связывающими сероводород. Всего за 12 лет работы системы осушения карьера «Мир» было откачено 70,2 млн. м³ рассолов, из которых в речную сеть спущено 63,6 млн. м³ [11]. Все это в конце 70-х начале 80-х годов определило проблему защиты горных работ карьера «Мир» от рассолов как одну из важнейших научно-технических проблем.

Сложность проблемы была обусловлена отсутствием экономически обоснованных способов очистки подземных вод от растворенных солей; трудностью определения возможности сброса высокоминерализованных вод в речную сеть и выбора оптимальных направлений захоронения рассолов.

Учитывая, что защита горных выработок методами интенсивного осушения может сопровождаться необратимыми нарушениями гидрологического режима рек и озер, увеличением минерализации поверхностных и подземных вод и их загрязнением токсичными веществами в количествах, иногда превышающих допустимые нормы, а также оседанием поверхности в пределах воронок депрессии, объединение «Якуталмаз» привлекло ПО «Спецтампонажгеология» и Якутнипроалмаз к разработке экологически безопасной технологии защиты горных работ на трубке «Мир» от подземных минерализованных вод.

В результате ПО «Спецтампонажгеология» разработало и в настоящее время реализует своими силами совместно с объединением «Якуталмаз» проект создания вокруг трубки Мир кольцевой противодиффузионной тампонажной завесы протяженностью по периметру карьера 3100 м мощностью 32 м (рис. 3.3).

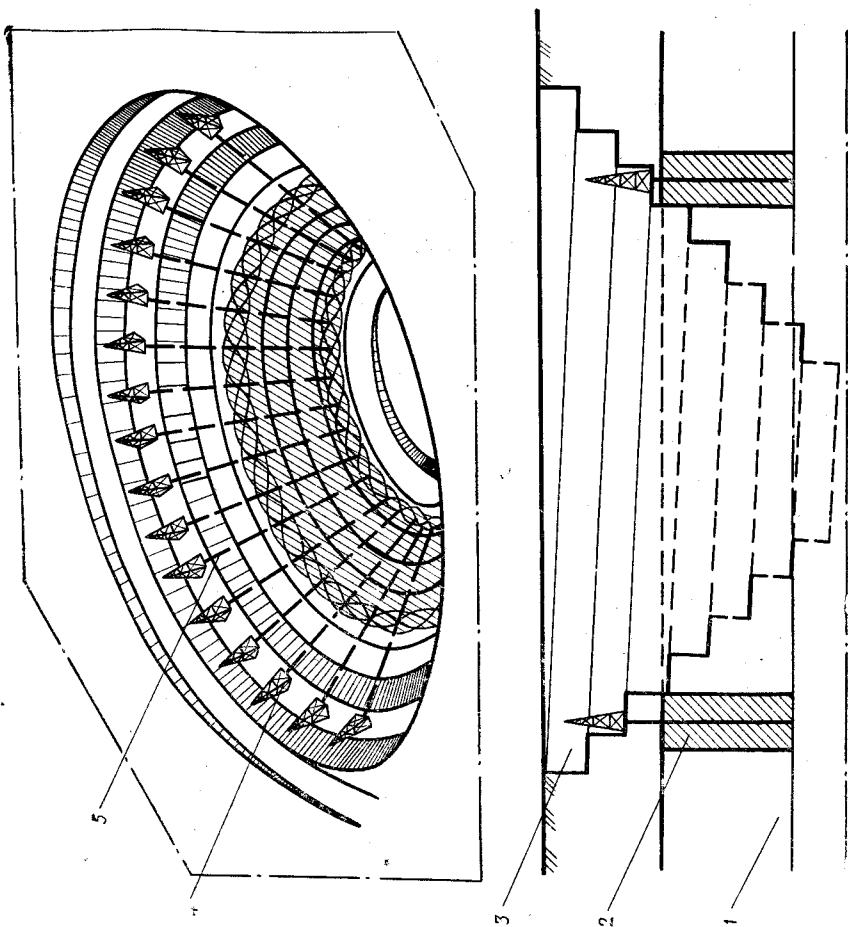
Мощность (радиус R) противодиффузионной завесы рассчитывали из условия устойчивости тампонажного раствора в трещинах максимального раскрытия по уравнению

$$R = \frac{\alpha \delta_{\max} P_k}{2 [P_m]},$$

где α — коэффициент запаса прочности завесы; δ_{\max} — максимальное раскрытие водоносных трещин, м; P_k — гидростатическое давление подземных вод, МПа; P_m — допустимая пластическая прочность тампонажного раствора, МПа.

Рис. 3.3. Схема сооружения кольцевой противофильтрационной тампонажной завесы вокруг карьера «Мир»:

1 — водоносный комплекс; 2 — противофильтрационная завеса; 3 — карьер; 4 — буровая установка; 5 — тампонажная скважина



Радиус распространения тампонажного раствора от каждой скважины по крупным трещинам

$$r_1 = \frac{\delta_1 \Delta P}{2\tau_0},$$

а по тонким трещинам с раскрытием

$$r_2 = \frac{\delta_2 \Delta P}{2\tau_0},$$

где ΔP — перепад давления на преодоление гидравлических сопротивлений при течении тампонажного раствора в водоносных трещинах горных пород, МПа; τ_0 — динамическое напряжение сдвига тампонажного раствора, Н/м² [25].

Противофильтрационную завесу сооружают путем последовательного нагнетания через 270 тампонажных скважин глубиной 400 м глиноцементного раствора в трещиноватые зоны, по которым напорные подземные воды поступают в карьер. Водоносный комплекс в кровле и почве ограничен водоупорами. В процессе бурения скважин выполняют комплекс геофизических и гидродинамических исследований с целью уточнения фильтрационных свойств и параметров трещиноватости тампонируемого водоносного массива. Проектный объем нагнетания тампонажного раствора в водоносный массив для создания противофильтрационной завесы составляет 320 000 м³. Приготовление и нагнетание тампонажного раствора в скважины производят с 13 мая по октябрь, т. е. при температуре до —20 °С. Бурение и исследование скважин ведут круглый год 10 буровыми станками одновременно.

При разработке технологии сооружения противофильтрационной завесы вокруг карьера «Мир» впервые решались многие сложные технические вопросы: разработка коррозионностойкого тампонажного раствора на базе шламов обогатительных фабрик карьера «Мир»; этапность возведения завесы и бурения скважин с берм карьера с учетом графика его работы и реконструкции; управление процессом направленного бурения глубоких тампонажных скважин с берм карьера; контроль за качеством сооружения завесы вокруг карьера.

В результате сооружения кольцевой противофильтрационной завесы планируется снизить приток рассолов в карьер «Мир» с 1100 до 300 м³/ч, что упростит задачи карьерного водоотлива и утилизации откачиваемых рассолов. Кроме того, в таких условиях станет возможным использование способа обратной закачки дренажных вод через системы нагнетательных скважин большого диаметра (426 мм) в водоносный комплекс.

В целом создание кольцевой противофильтрационной тампонажной завесы на карьере «Мир» и использование обратной закачки дренажных вод позволит полностью отработать алмазное месторождение без сброса рассолов в речную сеть [11].

3.7.3. Охрана водоемов от кислых шахтных вод

Разработанные в ПО «Спецтампонажгеология» меры по охране подземных вод используются не только в СНГ, но и за рубежом. Так в Венгрии на медном руднике «Речк» проведение магистральных штреков горизонтов 700 и 900 м через зоны разрывных нарушений сопровождалось интенсивными притоками подземных вод.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатно-хлоридно-натриево-магниево-кальциевые. Содержание растворимых солей в подземных водах медного рудника «Речк» составляло 893 мг/л, pH=6,75. В процентном отношении растворимые соли были представлены NaCl — 31,75 %, Ca(HCO₃)₂ — 19,61 %, NaHCO₃ — 38,83 %, Na₂SO₄ — 9,81 %; катионы Na⁺ и K⁺ — 40,3 %, Ca²⁺ — 4,25 %, Mg²⁺ — 4,31 %, NH₄⁺ — 0,22 %, Fe³⁺+Al³⁺ — 0,9 %; анионы Cl⁻ — 19,16, HCO₃⁻ — 24,87 %, SO₄²⁻ — 0,83, HSiO₃ — 5,14 %.

Подземные воды этого рудника относятся к термальным и имеют температуру 42 °С. Процентное содержание углекислого газа в воде составляло 6 %, сероводорода 0,0014 %. Гидростатическое давление подземных вод на горизонте 900 м составляло 8,3 МПа.

В техническом отношении воды коррозирующие, агрессивные к металлическому подземному оборудованию, крепи и к несulfатостойким цементам.

Использование способа цементации при сооружении вертикальных и подземных выработок на медном руднике «Речк» для предупреждения и ликвидации притоков агрессивных термальных вод оказалось неэффективным из-за высоких гидростатических напоров и сложного химического состава этих вод.

Применение способа искусственного понижения уровня подземных вод с их откачиванием на поверхность сопровождалось интенсивным загрязнением соседних водоемов, водотоков и нарушением естественного равновесия среды жизнеобитания.

С целью исключения необходимости откачивания на поверхность агрессивных рудничных вод Венгерская сторона привлекла на контрактной основе ПО «Спецтампонажгеология» для предварительного тампонажа зон водоносных разрывных нарушений при проведении магистральных штреков горизонтов 700 и 900 м.

По разработанному ПО «Спецтампонажгеология» проекту буровые и тампонажные работы были выполнены на участках проведения выработок через три водоносных разрывных нарушения в интервалах 40—70, 170—180 и 320—340 м.

Учитывая значительное удаление тампонируемых зон, тампонажные работы на каждой выработке были выполнены в три заходки (рис. 3.4).

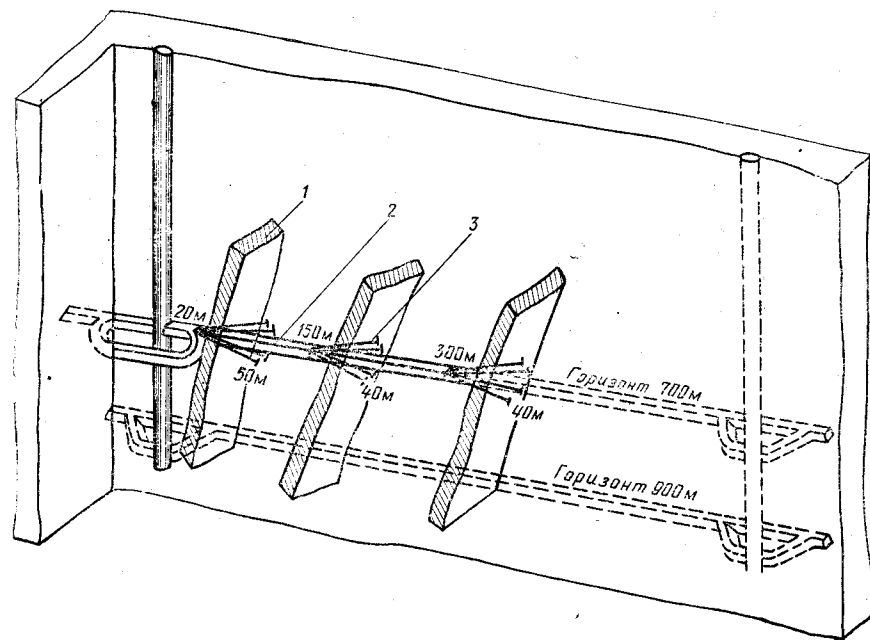


Рис. 3.4. Схема тампонажа при проведении магистрального штрека горизонта 700 м медного рудника «Речк»:

1 — водоносная зона; 2 — штрек; 3 — тампонажная скважина

На первом этапе по оси выработки бурили разведочную скважину диаметром 80 мм и проводили в ней расходомерию и исследования методом восстановления пластового давления для уточнения положения и мощности водоносных зон разрывных нарушений, их фильтрационных свойств и характера трещиноватости.

Одновременно с бурением и проведением гидродинамических исследований на поверхности во временной глинистой станции готовили проектные объемы исходного раствора из местных глин месторождения «Немти».

Предварительно ПО «Спецтампонажгеология» на базе венгерских глин и цементов разработало рецептуру глиноцементного тампонажного раствора, устойчивого к коррозионному воздействию агрессивных подземных вод рудника «Речк».

На третьем этапе производили нагнетание в разведочную скважину приготовленного на поверхности глиноцементного тампонажного раствора с помощью стандартного комплекса оборудования, включающего цементировочный агрегат ЦА-320М, цементосмесительную машину УС 6-30, блок манифольдов 1БМ-700, станцию контроля и управления процессом тампонажа СКЦ-2М и поршневой насос 9 МГр.

Таблица 3.5

Параметры тампонажа выработки горизонта 700 м рудника «Речк»

Номер заходки	Отметка забоя выработки, м	Скважина	Число скважин	Глубина скважин, м	Объем нагнетания тампонажного раствора, м
1	20	Разведочная, тампонажная	1	50	855
			3	50	1210
2	150	Разведочная, тампонажная	1	40	670
			3	40	920
..	300	Разведочная, тампонажная	1	40	709
			3	40	980

Подачу тампонажного раствора с поверхности осуществляли по высоконапорному нагнетательному трубопроводу из бурильных труб диаметром 53 мм, проложенному по вертикальному вентиляционному стволу № 2 до горизонта 700 м, далее по магистральной выработке до тампонируемого забоя.

В табл. 3.5 приведены параметры выполненных работ по водоизоляции разрывных нарушений при проведении магистральной выработки горизонта 700 м медного рудника «Речк».

Бурение скважин производили станком СБА-500Э.

Учитывая высокий напор подземных вод, устье каждой тампонажной скважины обсаживали кондуктором из труб диаметром 127 мм и длиной 15—20 м. Далее тампонажную скважину до проектной глубины бурили диаметром 93 мм.

Технологические параметры нагнетания тампонажного раствора в подземные скважины контролировали с помощью станции СКЦ-2 и по данным манометра на устье подземной тампонажной скважины.

Качество выполняемых тампонажных работ оценивали по достижению расчетных конечных давлений нагнетания P_n на устье подземных скважин, рассчитываемых по уравнению

$$P_n = \Delta P_{тр} + P_T + P_K;$$

$$\Delta P_{тр} = 2\tau_0 r / \delta,$$

где $\Delta P_{тр}$ — потери давления при течении тампонажного раствора в трещинах, МПа; P_T — потери давления при движении раствора в трубах от устья скважины до трещиноватой зоны, МПа; P_K — гидростатическое давление подземных вод, МПа; τ_0 — динамическое напряжение сдвига тампонажного раствора, Н/м²; r — радиус распределения тампонажного раствора в трещинах, м; δ — среднее раскрытие трещины, м.

По данным опрессовки сформированной изоляционной завесы заданное давление

$$P_y = 2[P_{mt}] (R - r_{выр}) / \delta + P_K,$$

где P_{mt} — пластическая прочность тампонажного раствора за время от останковки его нагнетания до момента начала опрессовки, МПа; R — радиус водоизоляционной завесы вокруг выработки, м; $r_{выр}$ — радиус описывающий сечение выработки в проходке, м; δ — раскрытие водоносных трещин, м.

В результате выполненных тампонажных работ ожидаемые водопритокки на рассматриваемом участке магистральных выработок были снижены до нуля, что исключило необходимость откачивания агрессивных подземных вод на поверхность и дальнейшее загрязнение соседних водоемов и водотоков.

3.7.4. Пример охраны термальных лечебных вод от истощения

Охрану термальных лечебных вод от истощения методами тампонажа целесообразно рассмотреть на примере решения одной из таких проблем в Венгрии. Так, в Программе развития угольной промышленности Венгрии было запланировано строительство в районе «Татабанья» с искусственным водопонижением четырех новых шахт, расположенных вблизи бассейна термальных вод в Придунайской низменности. В наиболее сложных гидрогеологических условиях было предусмотрено строительство и эксплуатация угольнокислотной шахты «Надьедьхаза» проектной мощностью 1,6 млн. т угля в год и угольной шахты «Мань» проектной мощностью 1,2 млн. т в год. Суммарный дебит откачиваемых при строительстве и эксплуатации этих шахт подземных вод достигал в течение нескольких лет 9000—9500 м³/ч. В результате на некоторых соседних лечебных источниках началось снижение уровня термальных вод.

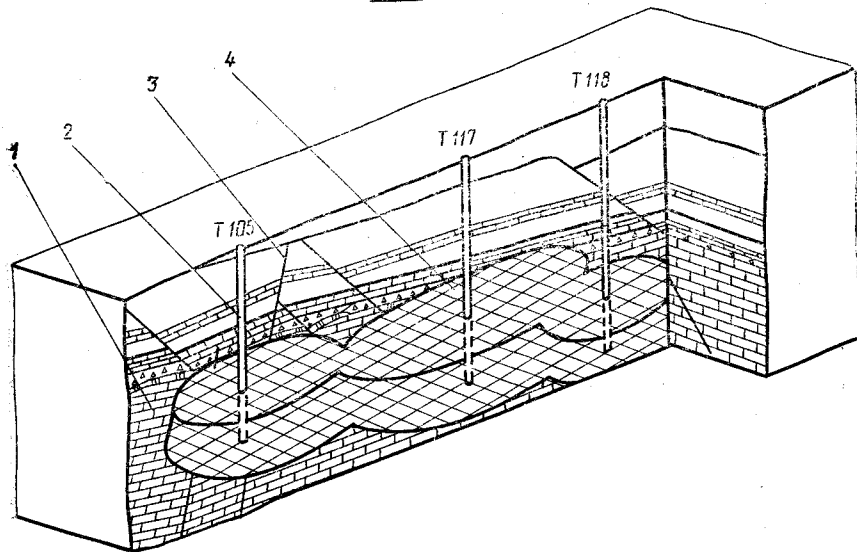
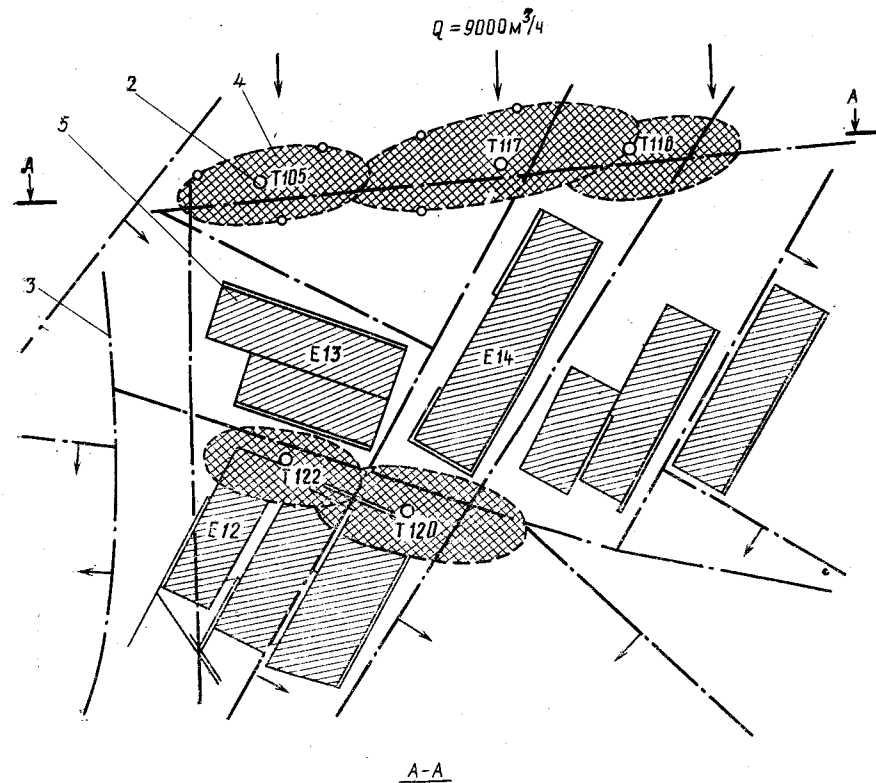
С целью применения более прогрессивных способов водоподведения при строительстве и эксплуатации шахт, а также для значительного снижения объема откачиваемых на поверхность подземных вод Венгерская сторона привлекла на лицензионной основе ПО «Спецтампонажгеология» к водоизоляции горных пород на подготавливаемых к эксплуатации и обрабатываемых участках шахты «Надьедьхаза».

Обводненность горных пород на этой шахте приурочена к разноориентированным тектоническим нарушениям, при пересечении которых капитальными и подготовительными выработками водоприток на каждые 1000 м выработки составлял в среднем 600 м³/ч.

Водоизоляция зон основных водоносных тектонических нарушений на поле шахты «Надьедьхаза» была выполнена по проектам и под авторским надзором специалистов ПО «Спецтам-

Рис. 3.5. Схема охраны выработок северного фланга шахты «Надьедьхаза» от водопритоков:

1 — водоносный известняк; 2 — тампонажная скважина; 3 — тектоническое нарушение; 4 — водонепроницаемая завеса; 5 — очистные работы



понажгеология» через серию пробуренных с поверхности на зоны тектонических нарушений разведочно-тампонажных скважин (рис. 3.5) по технологии, описанной в подразделе 3.7.1.

В табл. 3.6 и на рис. 3.5 приведены результаты предварительного тампонажа обводненных нарушений в районе проходки откаточных и вентиляционных выработок лав Е 12, Е 13 и Е 14 этой шахты.

В результате выполненных тампонажных работ проведение подземных выработок на шахте «Надьедьхаза» в зонах предварительно затампонируемых тектонических нарушений осуществлялось без водопритоков, а объем откачиваемых на поверхность подземных вод в целом по шахте был сокращен с 7800 до 2900 м³/ч, что способствовало восстановлению естественного гидродинамического баланса в рассматриваемом районе.

3.7.5. Пример охраны термальных лечебных вод от поступления в них холодных подземных вод

Более 20 лет назад в Западной Чехии вблизи города «Карловы Вары» на шахте имени Марии Майеровой, построенной в конце XIX в., возникла необходимость ликвидации затопленных горных выработок по пласту «Иозеф» на глубине 176 м и двух вертикальных шахтных стволов № 2 и № 5 диаметром по 4 м для предотвращения поступления по ним водопритоков в проектируемый угольный карьер и обеспечения возможности выемки вышележащего угольного пласта «Антонин» мощностью до 10 м на глубине 88 м открытым способом.

Эта проблема осложнялась гидравлической связью затопленных горных выработок пласта «Иозеф» с региональными за-

Таблица 3.6

Параметры тампонажа водоносных нарушений на северном фланге шахты «Надьедьхаза»

Номер скважины	Глубина скважины, м	Интервал нагнетания, м	Общий объем нагнетания, м³	Рабочее давление нагнетания, МПа	Остаточное давление нагнетания, МПа
T-105	326	222—326	2530	8—9	3
T-117	343	295—343	295	11—12	5
T-118	307	221—307	170	15—16	6
T-122	300	229—300	2907	12—14	4
T-120	425	306—425	4320	16—18	10,5

пасами термальных минеральных источников города «Карловы Вары». В результате холодные подземные воды по подстилающим угленосную толщу трещиноватым песчаникам и кварцитам поступали в термальные воды, что ухудшало их лечебные свойства. Чехословацкая сторона в 1990 г. на контрактной основе привлекла ПО «Спецтампонажгеология», имеющее положительный опыт выполнения аналогичных работ на других объектах.

В соответствии с конкретными гидрогеологическими условиями ПО «Спецтампонажгеология» по своей методике выполнило инженерный расчет процесса водоизоляции затопленных выработок и вмещающих пород — от числа тампонажных скважин и радиусов распространения глиноцементного раствора в массиве и выработках до объемов и режимов его нагнетания в скважины для трех следующих участков (рис. 3.6):

- I — зона прорыва подземных вод выработки пласта «Иозеф» из тектонического нарушения;
- II — горизонтальные выработки пласта «Иозеф»;
- III — вертикальные стволы № 2 и № 5 отметки пласта «Антонин».

При проектировании учитывали параметры трещиноватости вмещающих пород, напор подземных вод, размеры вертикальных и горизонтальных выработок, свойства применяемых глиноцементных тампонажных коррозионноустойчивых растворов, специально разработанных в лабораториях ПО «Спецтампонажгеология» на базе чехословацких суглинков и цементов для условий шахты Марии Майеровой.

В результате тампонаж затопленных выработок по пласту «Иозеф» было запроектировано выполнить через 14 вертикальных и 4 наклоннонаправленные скважины путем нагнетания в них 8200 м³ глиноцементного тампонажного раствора.

Проектные и фактические параметры выполнения тампонажных работ на шахте Марии Майеровой приведены в табл. 3.7.

Приготовление и нагнетание глиноцементного раствора в скважины при выполнении водоизоляционных работ на шахте Марии Майеровой осуществляли комплектом отечественного тампонажного оборудования. Для оценки эффективности тампонажных работ в процессе их выполнения постоянно осуществляли контроль:

- параметров глиноцементного раствора (плотность, условия вязкости, статическое напряжение сдвига);
- технологических режимов нагнетания тампонажного раствора в скважины (плотность, расход и давление нагнетания, объем);

процесса заполнения тампонажным раствором вертикальных и подземных выработок.

Одновременно процесс тампонажа затопленных горных выработок и зоны прорыва контролировали:

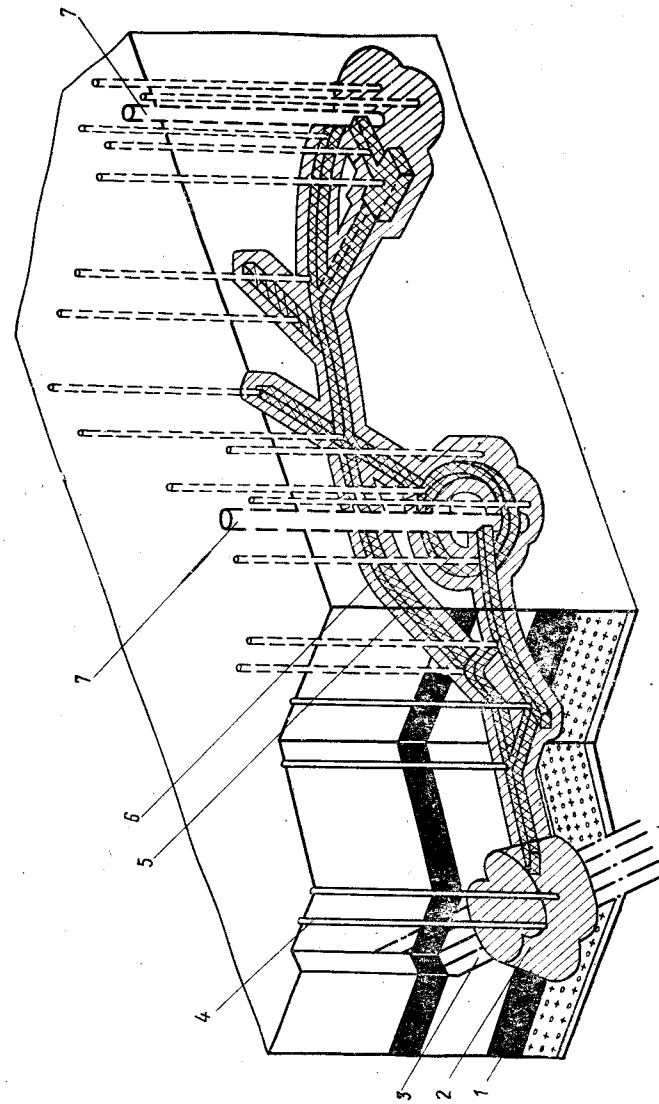


Рис. 3.6. Схема ликвидации старых затопленных выработок по пласту «Иозеф» шахты Марии Майеровой:

1 — угольный пласт «Иозеф»; 2 — водоизоляционная завеса в зоне прорыва подземных вод из зоны нарушения; 3 — зона водоносного нарушения; 4 — тампонажная скважина; 5 — зона водоизоляции вмещающих трещиноватых пород; 6 — затампонируемые старые выработки; 7 — шахтные стволы.

Таблица 37

Проектные и фактические параметры тампонажа на шахте Марии Майеровой

Назначение скважин	Скважин число	Глубина скважин, м	Проектный объем нагнетания тампо- нажного раствора, м ³	Фактические объемы нагнетания тампо- нажного раствора, м ³
Тампонаж зоны прорыва воды в выработки по пласту «Иозеф»	2	215	1001	910
Тампонаж горизонталь- ных горных выработок по пласту «Иозеф»	9	200	4932	5080
Тампонаж вертикального ствола № 5	3	200	1253	1160
Тампонаж вертикального ствола № 2	4	200	963	1120
Итого	18		8049	8200

по снижению проницаемости вмещающего выработки пласта «Иозеф» массива, используя данные расходомерических исследований в тампонажных скважинах до и после нагнетания в них раствора. Результаты тампонажа являются положительными при выполнении условия [25]

$$Q_{\text{доп}} \leq Q_{\text{скв}} \ln \frac{r_{\text{выр}}}{r_{\text{скв}}},$$

где $Q_{\text{доп}}$ — допустимый (заданный) остаточный водоприток в выработку; $r_{\text{выр}}$ — радиус окружности, описывающий сечение выработки в проходке; $r_{\text{скв}}$ — радиус скважины; $Q_{\text{скв}}$ — расход жидкости, нагнетаемый в скважину при расчетном перепаде давления;

по достижению конечных расчетных режимов нагнетания тампонажного раствора в скважину;

по измерению снижения температуры подземных вод.

Весь комплекс буровых и тампонажных работ на этом объекте был выполнен за 4,5 мес. силами предприятия «Геоиндустрия» при методической помощи специалистов ПО «Спецтампажгеология».

В результате выполненных на шахте Марии Майеровой работ по тампонажу затопленных выработок водоприток из них был снижен с 0,5 до 0,0002 м³/мин или в 2500 раз.

Температура подземных вод по окончании тампонажа снизилась с 31 до 18 °С, что подтверждает надежную изоляцию

шахтных вод от термальных источников города «Карловы Вары», способствует сохранению их запасов и предотвращает загрязнение лечебных вод [25].

3.7.6. Примеры охраны поверхностных водоемов от истощения

При реконструкции дома отдыха «Шахтер», расположенного в Серпуховском районе Московской обл. около села «Васильевское», на месте бывшего пруда был устроен новый нижний пруд. По проекту уровень воды в этом пруде должен был подняться до отметки 179,5 м, но фактический уровень воды достиг только отметки 178 м, соответствующей уровню грунтовых вод коренных пород, слагающих ложе пруда. При попытке подъема уровня воды до проектной отметки в пруде была обнаружена интенсивная фильтрация воды в замках плотины пруда через коренные породы, представленные выветрелыми известняками.

Для удержания уровня воды в пруде на проектной отметке 179,5 м необходимо было выполнить специальные работы по гидроизоляции ложа пруда.

К решению этой проблемы в мае 1982 г. было привлечено ПО «Спецтампажгеология», согласно проекту которого для предотвращения фильтрации воды в замках плотины пруда необходимо было выполнить тампонаж на северном и южном берегах нижнего пруда дома отдыха «Шахтер».

ПО «Спецтампажгеология» было пробурено вокруг нижнего пруда 42 скважины глубиной до 15 м самоходной установкой ТКБ-500С. До глубины 4 м скважины бурили диаметром 190 мм и обсаживали зацементированным кондуктором диаметром 146 мм. До конечной глубины скважины бурили диаметром 112 мм.

При бурении все скважины пересекли выветрелые известняки, в интервале залегания которых (3—12 м) наблюдалось полное поглощение промывочной жидкости. В процессе гидродинамического исследования скважин было установлено, что пористость выветрелых известняков достигает 20 %.

После уточнения проектных параметров тампонажа в скважины 1—24 (южный берег) последовательно было произведено нагнетание 525 м³ глиноцементного раствора, а в скважины 25—42 — 625 м³ глиноцементного раствора. Все буровые и тампонажные работы были выполнены за 6 недель. Для контроля качества выполненных тампонажных работ в скважинах выполняли исследования методом восстановления уровня.

Для приготовления исходного глинистого раствора использовали глины местного карьера.

Приготовление и нагнетание тампонажного раствора в скважины выполняли по технологической схеме ПО «Спецтампажгеология» с использованием стандартного высокопроизводительного цементировочного оборудования.

В результате выполненных тампонажных работ уровень воды в нижнем пруде дома отдыха «Шахтер» поднялся до отметки 179,3 м и удерживается на ней до сих пор.

Аналогичные работы выполнены ПО «Спецтампонажгеология» в 1991 г. для водоизоляции тела плотины Иреляхского водохранилища в городе «Мирный» в Якутии с целью удержания уровня воды в хранилище на заданной отметке и предупреждения истощения его запасов питьевой воды.

3.7.7. Примеры охраны грунтовых и поверхностных вод от загрязнения отходами обогатительного производства

Для защиты грунтовых и поверхностных вод, а также сельскохозяйственных угодий от загрязнений отходами обогатительного производства в ПО «Спецтампонажгеология» разработана технология изоляции и ремонта бортов, оснований и плотин шламохранилищ обогатительных фабрик угольных шахт путем создания противодиффузионных глиноцементных завес во вмещающих хранилища проницаемых породах через скважины, пробуренные с поверхности. Эти разработки успешно внедрены при ремонте 28 шламохранилищ, хвостонакопителей и плотин обогатительных фабрик в Донбассе, на западе Украины и в Якутии.

Например в 1984 г. на обогатительной фабрике угольного разреза «Нерюнгринский» ПО «Якутуголь» в основании дамбы отстойника промышленных стоков объемом 5,5 млн. м³ начались выходы стоков с дебитом 55 м³/ч, сопровождающиеся размывом дамбы и пород ее основания.

Для предотвращения прорыва промышленных стоков и загрязнения ими грунтовых и поверхностных вод ПО «Спецтампонажгеология» выполнило укрепление и водоизоляцию пород основания и тела дамбы этого отстойника через 9 тампонажных скважин глубиной 15 м, вскрывших водопроводящие каналы (рис. 3.7).

В качестве тампонажного материала для водоизоляции и укрепления основания дамбы использовали растворы, приготовляемые из местных суглинков. Всего в скважины было закачано 102 м³ глиноцементного раствора.

При нагнетании контролировали процесс распространения тампонажного раствора по измерениям его уровня в соседних скважинах. Радиус распространения тампонажного раствора из отдельных скважин достигал 6 м с его подъемом на высоту до 3 м от контакта насыпного грунта дамбы с гравийно-песчаными отложениями.

В результате проведенных работ была ликвидирована течь стоков из отстойника, стабилизирован насыпной грунт и укреплено основание дамбы, что предотвращало возникновение аварийной ситуации при эксплуатации отстойника обогатительной

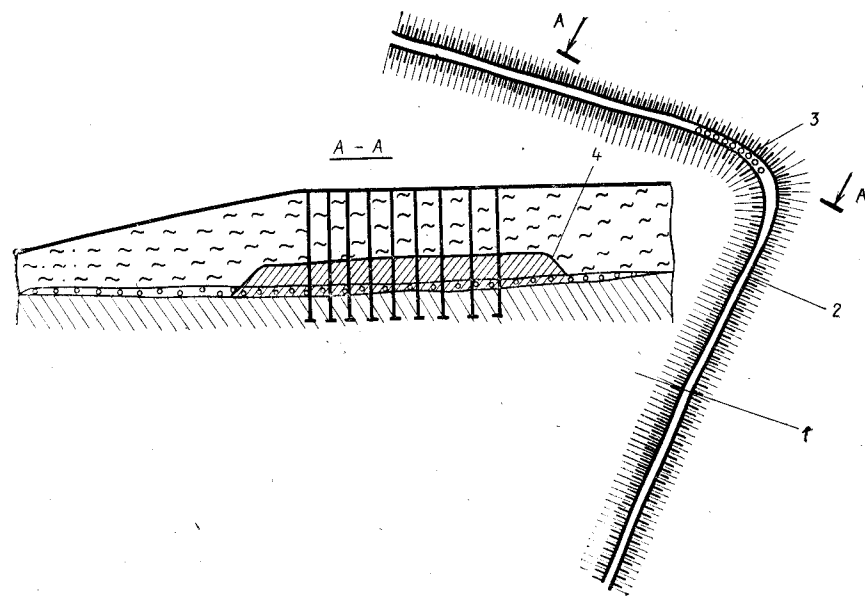


Рис. 3.7. Схема укрепления и водоизоляции пород основания дамбы отстойника промстоков обогатительной фабрики разреза «Нерюнгринский»: 1 — отстойник; 2 — дамба; 3 — тампонажные скважины; 4 — водоизоляционная завеса

фабрики разреза «Нерюнгринский» и загрязнение грунтовых и поверхностных вод на этом участке.

Контрольные вопросы

1. Какие источники пресных вод вы знаете?
2. Как осуществляют водопотребление?
3. Как различают водопользование по категориям?
4. По какой формуле рассчитывают прогнозный водоприток в выработку для условий Донбасса?
5. Опишите работу схемы шахтного водоотлива.
6. По какому уравнению рассчитывают степень минерализации речных вод после их загрязнения шахтными водами?
7. Перечислите причины загрязнения шахтных вод.
8. Перечислите все методы очистки шахтных и сточных вод.
9. Расскажите о принципах очистки шахтных вод с помощью открытого горизонтального отстойника.
10. Какие реагенты применяют для очистки кислых шахтных вод?
11. Какие соли бария применяют для очистки кислых шахтных вод?
12. Как очищают сточные воды?

4. ОХРАНА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Земля является одним из основных источников снабжения человека продуктами питания и главным средством сельскохозяйственного производства. Самым поверхностным слоем земной поверхности является почва, представляющая собой естественно-историческое тело, состоящее из нескольких генетических горизонтов, возникшее в результате сложного взаимодействия горной породы, климата, растительности и животных организмов, рельефа местности и времени.

Земельные ресурсы в пределах границ Содружества независимых государств являются государственной собственностью, представляются в пользование колхозов, совхозов, предприятий, организаций, трудящихся и должны использоваться для всемерного роста материального и культурного уровня жизни всех народов СНГ. Правильное использование и охрана земель являются общей задачей. Пристальное внимание уделяется проведению работ по борьбе с эрозией почв, контролю за соблюдением предприятиями и организациями действующих правил и норм по рекультивации земель и предотвращению загрязнения и засолению почв, оценке качества земельных ресурсов.

4.1. СТРУКТУРА И КАЧЕСТВО ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Земельные ресурсы СНГ составляют 2231 млн. га и включают в себя земли, %:

сельскохозяйственного назначения	46,7
лесохозяйственных организаций	42,6
государственного земельного запаса	7,9
населенных пунктов	0,4
промышленного назначения, курортов, заповедников	2,3
государственного водного фонда	0,1

В населенных областях деятельность человека имеет огромное значение для формирования почв. Характерным свойством почвы является ее плодородие. Важным показателем почвенного плодородия является структура почвы. Под структурой почвы понимают ее способность распадаться на агрегаты, комочки различной величины и формы. Для сельскохозяйственного производства наиболее благоприятна прочная, мелкокомковатая структура почвы [25]. Выделяют следующие типы почв: подзолистые, подзолисто-болотные, болотные, дерново-карбонатные, серые лесные, чернозем, лугово-черноземные, каштановые, лугово-каштановые, бурые пустынно-степные, солончаки, солонцы, сероземы, бурые лесные, красноземы, желтоземы [4].

По качеству земельные ресурсы подразделяют на ценные сельскохозяйственные угодья (черноземы, лугово-черноземные

почвы); земли, пригодные для сельского хозяйства (каштановые, лугово-каштановые, дерново-карбонатные почвы); сельскохозяйственные угодья худшего качества (подзолистые, серые лесные, красноземы); земли несельскохозяйственного назначения (болотные, бурые пустынно-степные, солончаки, желтоземы).

В соответствии с Основами земельного законодательства установлена система юридических требований, обеспечивающих рациональное использование, охрану земель, предотвращение занятия сельскохозяйственных угодий под промышленные объекты без крайней необходимости. Определено предоставление земель непригодных для сельского хозяйства под строительство промышленных предприятий, жилых объектов, дорог, линий электропередач, магистральных трубопроводов и других нужд.

Рост населения и использование земель для сельскохозяйственного назначения снижают площади плодородных земель на душу населения. Если в 1934 г. на душу населения у нас приходилось 1,3 га пашни, то к 2000 г. ожидается ее уменьшение до 0,67 га [21]. Последнее связано с дальнейшим развитием транспортных коммуникаций, отводом земель для геологоразведочных и других скважин, горных выработок, ростом промышленного и гражданского строительства, сооружением мелиоративных каналов.

Ширина полос земель для дорог и подземных трубопроводов, отводимых во временное пользование на период строительства, колеблется от 17 до 24 м для трубопроводов диаметром до 0,15 м при глубине заложения 1,6 м на землях, где производят снятие и восстановление плодородного слоя.

Аналогичные нормы отвода земель установлены для железнодорожных и автомобильных дорог, аэропортов, магистральных водоводов и канализационных коллекторов, мелиоративных каналов, линий связи, электрических сетей напряжения и предприятий рыбного хозяйства.

Для предотвращения ухудшения структуры земельных ресурсов применяют различные меры защиты почв от ветровой и водной эрозии.

В зависимости от местных почвенно-климатических условий для борьбы с ветровой эрозией почв используют снегозадерживание, выращивание пылезащитных лесных полос, буферные полосы многолетних трав, закрепление и облесение песков и других непригодных для сельскохозяйственного использования земель, почвозащитные севообороты с полосным размещением посевов и паров.

Для борьбы с водной эрозией применяют выращивание пылезащитных лесных полос, облесение оврагов, балок, песков, берегов рек и водоемов, строительство противоэрозионных гидротехнических сооружений (прудов, водоемов, лиманов и др.), обработку почвы и посевов сельскохозяйственных культур поперек склона, углубление пахотного слоя для уменьшения стока по-

верхностных вод. В горных районах устраивают противоселевые сооружения, террасирование, облесение склонов, реализуют меры по сохранению горных лесов.

4.2. НАРУШЕНИЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Строительство предприятий по добыче полезных ископаемых открытым и подземным способами и эксплуатация таких предприятий сопровождаются нарушением значительных территорий земной поверхности. К 1980 г. площадь земель, нарушенных шахтами, рудниками, разрезами и карьерами, составляла около 1,5 млн. га. К концу XX в. ожидается увеличение этой цифры на 1 млн. га в связи со всевозрастающей потребностью в полезных ископаемых. Почти три четверти земель, нарушенных при строительстве и эксплуатации горных предприятий, приурочены к территории Европейской части России, Украины, Белоруссии, Казахстана. Исключение земельных ресурсов из естественного оборота связано также с их использованием под отвалы пород, некондиционных руд, шламонакопители, хвостохранилища, промышленные площадки, склады, подъездные и магистральные дороги.

Нарушение земель горными работами подразделяют на физическое, химическое и механическое.

Физическое нарушение земель характеризуется деформацией поверхности в результате воздействия горных работ, ухудшением структуры почвенного слоя из-за его обезвоживания или заболачивания, а также изменением природного ландшафта.

Ландшафтные изменения при подземном способе разработки характеризуются образованием терриконов, прогибами, провалами и мульдами оседания земной поверхности. Такие изменения присущи для шахт Донбасса, Североуральских бокситовых рудников, рудников объединения «Балхашмедь», Березниковских калийных рудников, шахт Криворожского бассейна и многих других территорий, нарушенных горными работами. При открытом способе разработки природные пейзажи нарушаются угольными разрезами в южной Сибири, алмазными карьерами в Якутии и в других районах.

Деформации поверхности, появляющиеся под влиянием горных работ, наряду с нарушением почвенного слоя затрудняют механизированную обработку сельскохозяйственных земель. Установлено, что просадка поверхности на глубину до 3 м снижает плодородие почвы на 10 %, до 6 м — на 50 %. При посадке поверхности более, чем на 8 м, плодородный почвенный слой разрушается. Мульды оседания часто заполняются водой, что вызывает заболачивание земель.

Сброс шахтных, рудничных и карьерных вод нередко сопровождается смывом почвенного слоя, образованием промоин и оврагов, что в итоге приводит к сокращению площади плодородных земель. Откачка подземных вод также вызывает нарушение гидродинамического баланса водоносных горизонтов, снижает водонасыщенность грунтов и способствует развитию эрозийных процессов почвенного слоя.

Химическое нарушение земель обусловлено их загрязнением кислыми шахтными водами, шламами, хвостами, высокоминерализованными рудничными и карьерными водами. Сброс кислых и высокоминерализованных шахтных вод приводит к засолению почв и затрудняет их дальнейшее использование в сельскохозяйственных целях без проведения необходимых мероприятий по деминерализации почв.

Только в Донбассе известны десятки случаев прорывов дамб шламоохранилищ обогатительных фабрик, сопровождающихся выносом на земельные угодья тысяч кубометров шламов и хвостов. Естественное выщелачивание химических элементов из отвалов забалансовых руд, рудных складов и хвостохранилищ также способствует загрязнению грунтов, почв и отрицательно влияет на здоровье человека и природную среду.

Механическое нарушение земель вызывается пылевыми выбросами технологических производств, загрязнением земель отвалами, хвостохранилищами, эрозией последних. Например, пыль, выветриваемая из породных отвалов в Донбассе, осаждается на соседних площадях и вызывает механическое изменение почвенного слоя, что отрицательно влияет на плодородие сельскохозяйственных угодий. Сооружением породных отвалов и хвостохранилищ также сопровождается нарушением земель при транспортировании пород, отвалообразовании, а также загрязнением окружающих территорий.

В. Н. Мосинец, В. А. Шестаков, О. К. Авдеев и В. М. Мельниченко предложили разделить территории земной поверхности, нарушаемые при разработке месторождений, на пять видов:

1) территория горного отвода для размещения сооружений и добычи полезного ископаемого (при подземной добыче — промышленные площадки, стволы, зоны обрушения; на открытых работах — разрезы, траншеи);

2) территория для размещения промышленных и жилищно-бытовых сооружений (обогатительные фабрики, теплоэлектроцентрали, жилые поселки и др.);

3) территория для размещения отходов производства (шахты, рудники, теплоэлектроцентрали, перерабатывающие предприятия и др.);

4) территория водохранилищ (до 25 % площадей, занимаемых при разработке месторождений, используют под водохранилища для снабжения водой горных и перерабатывающих предприятий);

5) территория, нарушенная в результате загрязнения атмосферы, изменения гидрогеологических условий, что приводит к механическому, химическому запылению, а возможно и физическому разрушению почв горного отвода и соседних земель.

Ущерб от нарушения земельных угодий определяется потерями сельскохозяйственной продукции с этих площадей и расходами горных предприятий на рекультивацию земель. Размер ущерба от нарушения земель определяется продуктивностью нарушенных земель и способом возмещения потерь — благодаря повышению урожайности на оставшихся землях или рекультивации нарушенных земель.

4.3. ОХРАНА СООРУЖЕНИЙ И ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПОДРАБОТКЕ

Перечень мер охраны гражданских и промышленных зданий, инженерных сооружений, технологического оборудования, природных объектов и порядок их выбора для обеспечения безопасных условий выемки пластов под перечисленными объектами изложены в Правилах охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. Согласно этим Правилам определение условий безопасной подработки зданий, сооружений и выбор мер их охраны основываются на сравнении расчетных деформаций земной поверхности с допустимыми и предельными деформациями для охраняемых объектов.

Допустимыми деформациями земной поверхности (снования сооружений) принято считать деформации, могущие вызвать такие повреждения в сооружениях, при которых для дальнейшей эксплуатации их по прямому назначению достаточно проведения текущих наладочных и ремонтных работ. Предельными деформациями земной поверхности (основания сооружений) принято считать деформации, превышение которых может вызвать аварийное состояние сооружений, повлечь угрозу опасности для жизни людей [23].

Условия безопасной подработки объектов одиночным пластом или первым пластом свиты определяются безопасной глубиной разработки, устанавливаемой по допустимым деформациям и откладываемой от охраняемого объекта по вертикали.

Безопасной глубиной разработки называется такая глубина, ниже которой горные работы не вызывают в сооружениях деформаций, более допустимых. Ниже горизонта безопасной глубины горные работы могут производиться без применения горных и конструктивных мер охраны сооружений.

Если в качестве допустимых приняты горизонтальные деформации, то безопасная глубина для охраняемого объекта

$$H_{\text{д}} = K_{\text{э}} \frac{m}{[\epsilon_{\text{д}}]},$$

где $K_{\text{э}}$ — коэффициент, равный, соответственно 0,7; 1; 0,8 и 0,7 при углах падения пластов 0, 10, 30, 40° и более; m — вынимаемая мощность пласта; $[\epsilon_{\text{д}}] = [\epsilon_{\text{д}}]_{\text{н}} n_1 N_1$ — допустимые горизонтальные деформации; $[\epsilon_{\text{д}}]_{\text{н}}$ — нормативная величина допустимых горизонтальных деформаций земной поверхности; n_1 — коэффициент, зависящий от грунтовых условий и равный 0,4 — для скальных грунтов; 1 — для песков и глин; 1,2 — для пластичных глин и рыхлых песков; 0,8 — для многолетнемерзлых грунтов; N_1 — коэффициент, зависящий от состояния здания к моменту его подработки и составляющий 1,1 — хорошее состояние; 1 — удовлетворительное; 0,9 — неудовлетворительное; 0,7 — ветхое.

Нормативная величина допустимых горизонтальных деформаций земной поверхности для зданий на сплошных железобетонных фундаментных плитах

$$[\epsilon_{\text{д}}]_{\text{н}} = 100 / (m_{\text{к}} l_{\text{ф}});$$

для зданий на столбчатых и ленточных фундаментах

$$[\epsilon_{\text{д}}]_{\text{н}} = [C_{\text{д}}] / (m_{\text{э}} l_4),$$

где 100 — расчетный коэффициент; $m_{\text{к}}$, $m_{\text{э}}$ — коэффициенты условий работы; $l_{\text{ф}}$ — длина фундамента; $[C_{\text{д}}]$ — показатель, составляющий, соответственно, 25, 40, 60 и 80 для каркасных зданий 1—4 разряда, и 20, 35, 40, 60 — для зданий бескаркасных и с неполным каркасом 1—4-го разряда; l_4 — расстояние от середины здания до крайних его фундаментов. Значения коэффициента условий работы $m_{\text{к}}$ при длине (ширине) здания (отсека) 15 м равны 1; 15—30 м — 0,7; 31—45 м — 0,55; 46—60 м — 0,55. Соответственно значения коэффициента $m_{\text{э}}$ при 15 м — 1; 15—30 м — 0,85; 31—45 м — 0,7; 45—60 м — 0,6.

Нормативная величина предельных горизонтальных деформаций земной поверхности для промышленных каркасных зданий

$$[\epsilon_{\text{п}}]_{\text{н}} = [C_{\text{п}}] / (m_{\text{э}} l_4);$$

для бескаркасных зданий и зданий с неполным каркасом

$$[\epsilon_{\text{п}}]_{\text{н}} = 100 / (m_{\text{э}} l_4),$$

где $[C_{\text{п}}]$ — показатель, зависящий от высоты колонн здания и равный, соответственно, 60, 70—120 для колонн высотой 4, 5—10 м и более для зданий 4-го разряда и 70, 80—130 для колонн высотой 4, 5—10 м и более для зданий 5-го разряда.

С учетом характера производственного процесса, чувствительности технологического оборудования и строительных конструкций к деформациям земной поверхности промышленные здания подразделяют на разряды следующим образом [23]:

1-й разряд — одноэтажные производственные здания с трехсменным производством при наличии в одном пролете двух мостовых кранов с весьма тяжелым или непрерывного действия режимом работы;

2-й разряд — центральные и групповые обогатительные фабрики, брикетные фабрики, фабрики инертной пыли, надшахтные здания и здания подъемных машин, одноэтажные производственные здания с двух- и трехсменным производством при наличии подвесных или мостовых кранов тяжелого, среднего или легкого режимов работы, многоэтажные производственные здания тяжелой промышленности с динамическими нагрузками на перекрытия;

3-й разряд — шахтные и заводские котельные с водотрубными котлами и механизированной углеподачей, центральные электромеханические мастерские, административно-бытовые комбинаты, одноэтажные производственные здания с односменным производством при наличии подвесных или мостовых кранов независимо от их режима работы, одноэтажные бескрановые производственные здания, здания с подвесной кран-балкой или тельфером при трехсменном и двухсменном производстве, многоэтажные производственные здания легкой промышленности с динамическими нагрузками на перекрытия;

4-й разряд — шахтные электровозные депо, здания шахтных электроподстанций, здания шахтных вентиляторов, одноэтажные бескрановые производственные здания или здания с подвесной кран-балкой или тельфером при односменном производстве, многоэтажные производственные здания тяжелой промышленности с односменным производством, вспомогательные здания с постоянным пребыванием людей в течение одной или более смен в сутки, например, административно-хозяйственные помещения, лаборатории, конструкторские бюро;

5-й разряд — вспомогательные здания с эпизодическим пребыванием людей в течение рабочих смен.

Одной из величин, определяющих безопасную глубину разработки, является вынимаемая мощность пласта. Под вынимаемой мощностью пласта понимают суммарную мощность пачек угля и извлекаемых прослоев породы.

В горном деле наиболее часто применяют четыре основных класса выемки пластов или систем разработки месторождений подземным способом:

I — с естественным поддержанием очистного пространства (с оставлением опорных целиков);

II — с закладкой выработанного пространства;

III — с обрушением вмещающих пород;

IV — геотехнологические (выщелачивание).

При соблюдении технологии ведения работ и установленных размеров очистных выработок и целиков (I класс) вмещающие породы не испытывают сдвижений и земная поверхность над подрабатываемой шахтой или рудником не нарушается. Применение такой системы разработки сопровождается значительными потерями угля или руд в целиках и ограничивается ме-

сторожениями, устойчивыми вмещающими породами и полезным ископаемым.

Закладку выработанного пространства при использовании системы разработки II класса осуществляют несвязными или твердеющими материалами. В первом случае из-за усадки несвязного закладочного массива возможно сдвижение вышележащих пород. Известны случаи, когда при отработке рудников с закладкой породой на небольшой глубине (ртутный рудник «Идрица» в Словении) зона сдвижения пород достигала поверхности, что служило причиной ее проседания и нарушения строительных конструкций надшахтных зданий. При отработке рудников с закладкой несвязными материалами на большой глубине сдвижение вышележащих пород сопровождается некоторым оседанием породных толщ, затухающим на определенной высоте.

Безопасную глубину разработки при выемке пластов с закладкой выработанного пространства рассчитывают по эффективной мощности пласта, определяемой по формуле

$$m_0 = (h_k + h_n) (1 - B_1) + B_1 m,$$

где h_k — сближение кровли с почвой до возведения закладки (при отставании закладки от забоя на 8—20 м и отсутствии данных наблюдений $h_k = 0,15$ м); h_n — неполнота закладки (среднее расстояние от верха закладочного массива до кровли пласта); m — вынутая мощность пласта; B_1 — коэффициент усадки закладки, составляющий для гидравлической закладки песком 0,05—0,15, дробленой породой 0,15—0,3; для пневматической закладки — 0,25—0,4; для самотечной закладки дробленой породой 0,25—0,45, рядовой породой 0,35—0,5.

Использование твердеющей закладки обеспечивает минимальные деформации подрабатываемых пород.

Разработка месторождений с обрушением вмещающих пород (III класс) характеризуется:

отсутствием деформаций земной поверхности при разработке тонких пластов на большой глубине;

образование мульды оседания или прогиба земной поверхности без разрыва сплошности вышележащих пород при большой глубине разработки тонких пластов в связи с замедлением процесса обрушения;

появлением провалов земной поверхности из-за нарушения сплошности подработанных пород при разработке мощных пластов на глубине, меньшей их 30—40-кратной мощности.

Применение способов выщелачивания с целью добычи полезного ископаемого вызывает химическое нарушение только верхнего слоя Земли.

Использование закладки выработанного пространства, частичная выемка угля по площади или по мощности, применение

заданного порядка отработки запасов угля под охраняемым объектом представляют горные меры охраны.

Конструктивные меры — разделение здания деформационными швами, усиление отдельных конструктивных элементов или сооружения тяжами или железобетонными поясами, установка связей-распорок — назначаются согласно Рекомендациям по проектированию мероприятий для защиты эксплуатируемых зданий и сооружений от влияния горных разработок в основных угольных бассейнах.

Для определения условий безопасной подработки зданий и сооружений одиночным пластом или первым пластом свиты без применения горных и конструктивных мер охраны устанавливаются конструктивные особенности и техническое состояние зданий и сооружений; определяют допустимые для объекта деформации и безопасную глубину разработки; на разрезе вкрест простирания пласта строят горизонт безопасной глубины разработки, ниже которого выемка пласта может производиться без применения горных и конструктивных мер охраны [23].

Условия безопасной подработки зданий и сооружений вторым и последующим пластами устанавливают на основании сравнения расчетных величин деформаций земной поверхности с допустимыми для обрабатываемого объекта.

Предельные условия подработки зданий и сооружений для одиночного пласта или для первого пласта свиты определяются предельной глубиной.

Под предельной глубиной разработки понимается глубина, выше горизонта которой горные работы могут вызывать появление предельных деформаций в зданиях и сооружениях.

Когда для охраняемого объекта в качестве предельных деформаций приняты горизонтальные деформации, предельная глубина определяется по формуле

$$H_n = K_e m / [\epsilon_n],$$

где $[\epsilon_n] = [\epsilon_n]_n n_1 N_1$ — предельные значения горизонтальных деформаций.

При изучении возможности выемки под объектом угля между безопасной и предельной глубинами определяют расчетные величины деформаций в данных условиях и рассматривают варианты совместного или раздельного применения горных и конструктивных мер охраны, обеспечивающих безопасную эксплуатацию объектов.

При рассмотрении необходимости выемки запасов выше горизонта предельной глубины назначают применение горных мер охраны, уменьшающих расчетные деформации до величин, менее предельных. Если горные меры охраны не позволяют уменьшить расчетные деформации до допустимых величин, то дополнительно выбираются конструктивные меры охраны.

При свите пластов определение условий безопасной подработки объекта и назначение мер его охраны производят последовательно для каждого обрабатываемого пласта с учетом опыта выемки под объектом предыдущих пластов и состояния объекта [23].

Рассмотренные меры охраны зданий, сооружений и природных объектов в процессе их подработки разрабатываются проектными организациями при проектировании новых или реконструкции и техническом перевооружении работающих горных предприятий.

4.4. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ЕЕ ВИДЫ

Термин рекультивация земель образовался от латинского ге — возобновление и средневекового латинского cultivo — обрабатываю, возделываю. Согласно ГОСТ 17.5.1.01—83 под рекультивацией понимают комплекс горнотехнических, инженерно-строительных, мелиоративных, сельскохозяйственных, лесокультурных и озеленительных работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных горными работами земель.

Рекультивация является основным средством воспроизводства нарушенных земель и способствует улучшению условий окружающей среды.

Проблема рекультивации земель тесно связана с развитием горнодобывающей промышленности. Так, увеличение в СНГ общего объема добычи полезных ископаемых ежегодно приводит к нарушению горными работами около 150 тыс. га земель, 40 % из которых приходится на сельскохозяйственные угодья. Добыча 1 млн. т угля приводит к нарушению от 2,6 до 43 га земли. Максимальные изменения земной поверхности и загрязнение окружающей среды происходят при открытом способе разработки месторождений полезных ископаемых, на долю которого приходится свыше 75 % объема горного производства. В СНГ и других промышленно развитых странах из общей площади земельного отвода под горные предприятия около 20 % занимают карьерные отвалы, 13 % отводится под хвостохранилища обогатительных фабрик, 5 % занято отвалами и отходами шахт, 3 % превращено в непригодные земли из-за провалов и оседания земной поверхности [9].

В связи с увеличением объема горных работ в СНГ ежегодно отводится под отвалы 10—15 тыс. га земель. Добыча и переработка полезных ископаемых на горных предприятиях сопровождается нарушением естественных ландшафтных комплексов, в первую очередь почвенного покрова.

Одна из первых попыток рекультивации земель, нарушенных горными работами, была выполнена в 1926 г. в США (штат «Индиана»).

В б. СССР рекультивация земель, нарушенных горными работами, проводится с 1959 г. В начале эти работы выполняли на отдельных предприятиях по добыче сланцев в Эстонии, бурого угля в Подмосковном бассейне.

Направления и методы рекультивации обусловлены горно-геологическими условиями месторождения, социально-экономическими и природно-климатическими особенностями местности, технологией разработки, хозяйственной деятельности и перспективного развития района и устанавливаются на основе соответствующих проектов органами, предоставляющими горнодобывающим предприятиям земельные участки в пользование. В районах Крайнего Севера, пустынь и в необжитых местностях характер рекультивационных работ определяется в каждом конкретном случае Советом Министров соответствующего государства совместно с Министерством или ведомством, которому предоставляются земельные участки в пользование.

В зависимости от характера земельных участков и целей их использования выделяются следующие направления рекультивации.

сельскохозяйственное — для создания на нарушенных землях сельскохозяйственных угодий;

лесохозяйственное — для формирования лесных насаждений разного типа;

рыбохозяйственное — для образования рыбоводческих водоемов;

водохозяйственное — для строительства водоемов различного назначения;

рекреационное — для организации объектов отдыха;

санитарно-гигиеническое — с целью консервации биологическими и техническими методами нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду;

строительное — для приведения нарушенных земель в состояние, пригодное для промышленного или пражданского строительства [9].

Обычно рекультивацию выполняют в два этапа — горнотехнический и биологический. Рассмотрим порядок выполнения этих этапов подробнее.

4.4.1. Горнотехническая рекультивация

Под горнотехнической рекультивацией понимают комплекс горнотехнических работ по восстановлению природного ландшафта, измененного в результате открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Основные объекты горнотехнической рекультивации — отвалы вскрышных пород и выработанные пространства карьеров. Благодаря горнотехнической рекультивации в СНГ ежегодно возвращается для народнохозяйственного использования около 20 тыс. га земель. Гор-

нотехническая рекультивация является первым этапом комплекса работ по рекультивации земель (второй этап — биологическая рекультивация). Задача горнотехнической рекультивации — подготовка нарушенных земель к проведению мероприятий по восстановлению плодородия, производству сельскохозяйственных и лесохозяйственных работ, а также работ по освоению водоемов.

Горнотехническая рекультивация включает в себя снятие и складирование плодородного слоя почвы; селективную разработку и укладку в отвал пород вскрыши с различными агротехническими свойствами; устройство дренажной сети для предотвращения заболачивания восстанавливаемой территории; строительство въездов и дорог на отвалах; полную или частичную планировку поверхности отвалов; выколаживание, террасирование и стабилизацию откосов отвалов; мелиоративные мероприятия (известкование, гипсование); создание ложа и берегов водоемов; покрытие поверхности плодородным слоем почвы.

При подготовке отвалов в процессе горнотехнической рекультивации к сельскохозяйственному освоению их поверхности придают односторонний уклон 3—5° (для стока воды), а участкам — продольный уклон не более 10°, поперечный — не более 4°. При подготовке под зерновые культуры и многолетние травы в условиях Урала и Сибири мощность корнеобитаемого слоя почвы предусматривается не менее 0,8 м, почвенного — не менее 0,3 м, для посадки кустарников и садов на отвалах мощность корнеобитаемого слоя — 1—1,5 м, для лесов хозяйственного назначения — 2,5—3 м. Подстилающий слой, служащий для защиты корнеобитаемого слоя от проникновения фитотоксичных элементов из отвальных пород, может формироваться из песков. Мощность его не менее высоты капиллярного подъема воды в отвальной массе (0,25 м — 0,3 м) [8].

Откосы отвалов для различного хозяйственного использования выколаживают. Им придают сплошную или террасную форму. При сплошной форме откоса угол выколаживания выбирают из условий обеспечения роста растений, предотвращения эрозии почвы и возможности механизации сельскохозяйственных работ. В зависимости от свойств пород вскрыши, целей использования и формы откосов угол выколаживания составляет от 10 до 28°. Наибольшая высота террасы 5 м при поперечном уклоне террасы до 2°.

Технология работ при горнотехнической рекультивации определяется принятой системой разработки месторождения, физико-географическими условиями его расположения, ценностью отчуждаемых земель и направлением их дальнейшего использования.

От механизации схемы отсыпки, формирования отвалов и их рельефа зависят объемы работ по горнотехнической рекультивации. В зависимости от степени механизации различают бес-

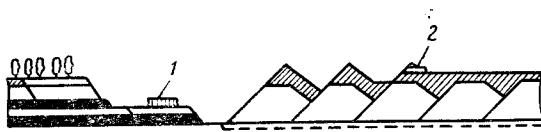


Рис. 4.1. Горнотехническая рекультивация внутренних отвалов при селективной разработке вскрыши по бестранспортной схеме:

1 — экскаватор ЭШ-25/100;
2 — экскаватор ЭШ-5/45

транспортную систему горнотехнической рекультивации, транспортно-отвальную и транспортную системы [8].

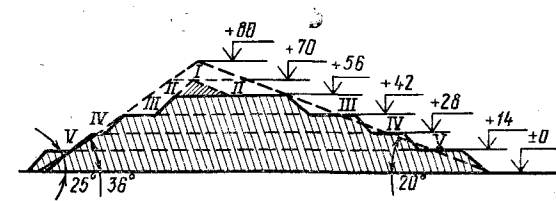
При бестранспортной системе горнотехническая рекультивация отвалов связана с большими объемами работ по первоначальной планировке поверхности со сложным рельефом. Такие отвалы обычно предназначены для лесохозяйственного или рекреационного освоения. Если вскрышная толща складывается из потенциально плодородных и токсичных или скальных пород, то применяют селективную укладку в отвал с тем, чтобы на поверхность отвала размещать только плодородную часть вскрышных работ. Для снижения затрат на горнотехническую рекультивацию стремятся выполнить максимально возможный объем работ в ходе отвалообразования (рис. 4.1).

На месторождениях с мощностью плодородной части вскрыши 8—10 м первоначально драглайном разрабатывают верхнюю плодородную часть вскрышной толщи, которую затем укладывают в предотвал. Последний служит площадкой для отвального экскаватора, который разрабатывает нижние токсичные или другие породы, укладывая их в основание отвальной заходки верхнего яруса отвала. Перед передвижкой на новое место отвальный драглайн производит переэкскавацию плодородной части вскрыши в верхнюю часть отвального гребня.

На месторождениях с мощностью плодородных пород менее 8 м эти породы укладываются драглайном в межгребневое пространство рельефа [8].

При усложненной транспортно-отвальной системе, которую применяют на месторождениях с мощным слоем плодородных пород во вскрышной толще, производят селективную разработку с укладкой плодородной части вскрыши драглайном. Верхнюю плодородную часть вскрыши разрабатывают роторным экскаватором и с помощью консольного отвалообразователя размещают во втором ярусе. Отсюда производят ее переэкскавацию драглайном на поверхность верхнего яруса. Последующее распределение по отвалу плодородных пород из образуемых штабелей может осуществляться драглайном, бульдозером или погрузчиком. Если разработка пород на верхнем вскрышном уступе ведут роторным экскаватором и он попеременно вынимает плодородную и неплодородную части вскрыши, то применение консольного отвалообразователя позволяет производить раздельную укладку этих пород на верхнем ярусе отвала [8].

Рис. 4.2. Схема террасирования склонов шахтных терриконов



При транспортной системе разработки объемы работ по первоначальной планировке поверхности отсыпных отвалов значительно меньше, чем при бестранспортной. Для первоначальной планировки используют бульдозеры, грейферы. При этой системе разработки в верхний ярус или в верхнюю часть яруса отвала также укладывают плодородные породы. Горнотехническая рекультивация склонов шахтных терриконов, бортов разрезов заключается в их выполаживании и террасировании. Террасирование склонов шахтных терриконов выполняют по схеме, показанной на рис. 4.2. Высота террас зависит от средств механизации отвалообразования. Технологическая схема позволяет сформировать слой плодородных пород на всей поверхности откоса.

4.4.2. Биологическая рекультивация

Под биологической рекультивацией понимают комплекс мелиоративных и агротехнических мероприятий по восстановлению плодородия и хозяйственной ценности земель, осуществляемый после горнотехнической рекультивации. Мелиорация включает в себя известкование, гипсование, промывку, пескование, глинование и другие приемы, направленные на улучшение химических и физических свойств рекультивационного слоя. Агротехнические приемы предусматривают систему обработки и удобрения насыпного слоя или слоя горных пород (рекультивационного слоя), специальные севообороты, посадку древесно-кустарниковых растений и др. Биологическая активность рекультивируемого слоя повышается с помощью микроорганизмов, вносимых с органическими удобрениями. Обычно биологический этап рекультивации длится от 4 до 10 лет [7].

Состав и объем работ по биологической рекультивации определяется в зависимости от направления рекультивации (создание сельскохозяйственных угодий, лесных насаждений, декоративно-озеленительного комплекса), а также от свойств горных пород, слагающих поверхностный слой рекультивируемых земель. В СНГ биологическую рекультивацию выполняют на основании проекта, разрабатываемого в увязке с проектом горных работ проектными организациями министерств и ведомств, эксплуатирующих месторождения полезных ископаемых с привлечением проектных организаций сельскохозяйственного, лесохозяйственного

зяйственного и рыбохозяйственного профилей. Проекты создания садово-парковых насаждений на нарушенной территории включаются в генеральные планы развития населенных пунктов и пригородных зон.

Биологическую рекультивацию на землях, предназначенных для использования в сельском и лесном хозяйствах, осуществляют землепользователи (совхозы, колхозы, лесхозы и пр.) за счет средств горных предприятий, проводивших на этих землях работы. На биологическую рекультивацию приходится до 25% общих затрат горного предприятия на рекультивацию нарушенных земель. Расходы на биологическую рекультивацию земель относят на себестоимость добытого полезного ископаемого (при разработке месторождений), стоимость предприятий, зданий, сооружений (при строительстве этих объектов) или работ (при проведении геологоразведочных и других работ).

4.4.3. Рекультивация земель при подземном способе разработки

Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом сопровождается нарушением рельефа местности при образовании мульд сдвига, появлением на подрабатываемых территориях прогибов, трещин и проседаний, появлением над отработанными участками водоемов или болот, а также образованием шахтных отвалов.

Рекультивация земель, нарушенных подземными горными работами, предусматривает: сведения деформации этих земель до минимума; предварительное удаление плодородной почвы с участков, отведенных под отвалы; заполнение прогибов поверхности породой, нанесение и планировка на ней плодородной почвы; реализацию мероприятий по предупреждению заболачивания, развития эрозионных проявлений; организованный отвод шахтных вод; размещение и формирование новых шахтных отвалов согласно требований ГОСТа.

Для рекультивации терриконов применяют их разборку, террасирование склонов, укладку почвы и ее озеленение. Выделяют три способа рекультивации занятых земель для терриконов [27]:

I — разборка и транспортировка породы с последующим ее использованием для ликвидации отработанных карьеров, провальных воронок, оврагов и покрытие рекультивируемых территорий плодородной почвой с целью их дальнейшего использования под сельскохозяйственные или лесохозяйственные угодья;

II — разборка терриконов и использование пород при сооружении дорог, изготовлении строительных материалов с целью высвобождения территорий, ранее занятых под шахтные отвалы;

III — выколачивание терриконов, срез его верхней части, закрепление откосов техническими и биологическими средствами

для использования терриконов под зоны отдыха или лесопосадки.

Срезанную бульдозерами породу автотранспортом доставляют и размещают у основания террикона так, чтобы общий угол откоса не превышал 20°. Террасы должны быть шириной не менее 12 м, расстояния между ними — не более 20 м. Высота укладываемого на террасы слоя почвы должна составлять 0,5 м, на склонах — до 0,2 м. Покрытие почвенным слоем терриконов также предупреждает самовозгорание.

4.5. ОХРАНА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДАМИ ТАМПОНАЖА

На XXVIII Международном геологическом конгрессе в Москве было отмечено, что повышению эффективности мер по охране природы и расширению внедрения прогрессивных технологий, способствующих защите окружающей среды, уделяется все больше внимания. Одна из таких технологий разработана в ПО «Спецтампонажгеология» на базе Комплексного метода тампонажа горных пород и успешно применяется для защиты земной поверхности от проседаний, деформаций, эрозий и загрязнений.

В последние годы эта технология широко применяется ПО «Спецтампонажгеология» на Украине, в России и Башкирии.

1. Для защиты земель от проседания путем ликвидации обводненных карстовых пустот в районе ведения горных работ; карстовых пустот под эксплуатируемыми и строящимися зданиями; старых горных работ и выработок под эксплуатируемыми и строящимися зданиями и сооружениями; старых горных работ под сооружаемыми выработками метрополитена; техногенных пустот под эксплуатируемыми зданиями и сооружениями.

2. Для защиты земель от деформации путем упрочнения слабоустойчивых обводненных пород на участках проведения выработок метрополитенов; упрочнения неустойчивых обводненных грунтов в основании фундаментов зданий и сооружений; тампонажа выработанного пространства вслед за продвижением лавы.

3. Для защиты земель от образования овражной эрозии путем стабилизации и упрочнения зон провалов земной поверхности над очистными работами; стабилизация зон провалов земной поверхности над сооружаемыми наклонными штолами.

4. Для защиты земель от загрязнения благодаря гидроизоляции основания отвалов кучного выщелачивания руд цветных металлов.

Рассмотрим примеры реализации объединением «Спецтампонажгеология» вышеназванных мероприятий по защите земной поверхности от нарушений на конкретных объектах.

4.5.1. Пример тампонажа обводненных карстовых пустот на калийном руднике

Стебниковское месторождение калийных солей Прикарпатья представлено пластовыми и линзообразными залежами калийных солей, часто разобщенными между собой и залегающими на глубинах 80—180 м от поверхности земли. Отложения калийных солей перекрываются выщелочными гипсо-глинистыми породами. В пределах месторождения отмечен ряд разрывных нарушений типа сбросов, которые картируются непосредственно в соленосных отложениях. Основные течи высокоминерализованных источников на Стебниковском месторождении приурочены к Центральному разлому, разделяющему шахтные поля рудников № 1 и 2.

В октябре 1978 г. на стенке очистной камеры 115 рудника № 2 было обнаружено рассолопроявление, приуроченное к контакту двухметрового глинистого прослоя с калийной рудой. В течение 1 мес приток рассолов резко возрос с 3 м до 2000 м³/сут при максимальном допустимом 4,5 м³/сут согласно СНиП 3.02.03—84 для калийных рудников. В первые месяцы на земную поверхность было откачено 117 900 м³ рассолов, которые складировали в хвостохранилище.

В результате прорыва рассолов в очистную камеру 115 и соседнюю камеру 116 в вышележащих гипсо-глинистых породах за несколько месяцев образовалось 14 800 м³ карстовых пустот. Процесс карстообразования сопровождался возникновением на земной поверхности правильных воронок диаметром более 15 м. Дальнейший рост дебита рассола и интенсивности карстообразования поставил под угрозу существование рудника № 2.

Для предотвращения дальнейшего проседания поверхности над камерой 115 ПО «Спецтампажгеология» пробурило ряд скважин диаметром 93 мм глубиной от 75 до 140 м (рис. 4.3)

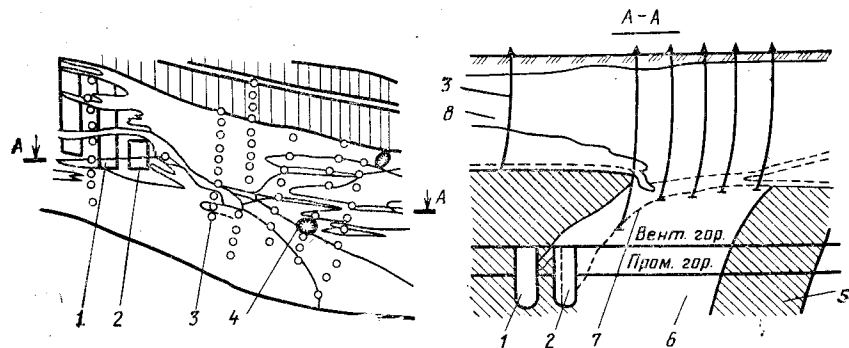


Рис. 4.3. Схема тампонажа зоны прорыва рассолов в очистные камеры рудника № 2 Стебниковского калийного завода: 1 — очистная камера 115; 2 — очистная камера 116; 3 — тампонажная скважина; 4 — провал на земной поверхности; 5 — рудное тело; 6 — соленосные породы; 7 — карстовые пустоты; 8 — глинисто-гипсовые породы

и через них произвело нагнетание в карстовые пустоты 15 400 м³ глиноцементного тампонажного раствора, приготавливаемого на основе каустического магнезита.

Радиус распространения тампонажного раствора в обводненных карстовых пустотах при нагнетании через отдельную скважину

$$r = \Delta P_0 \delta_{\min} / (2\tau_0),$$

где ΔP_0 — перепад давления при движении тампонажного раствора по обводненным карстовым пустотам; δ_{\min} — минимальное раскрытие тампонируемых карстов; τ_0 — динамическое напряжение сдвига тампонажного раствора.

Рабочее давление нагнетания тампонажного раствора в обводненные карстовые пустоты определяли из уравнения [25]

$$P_p = \Delta P_0 + \Delta P_{\text{тр}} + P_k - P_r, \quad (4.1)$$

где $\Delta P_{\text{тр}} = 4H\tau_0/d$ — потери давления в нагнетательном трубопроводе; H — глубина установки пакерующего устройства в тампонажной скважине; d — внутренний диаметр нагнетательного трубопровода; $P_r = \rho g H$ — гидростатическое давление столба тампонажного раствора в скважине; ρ — плотность тампонажного раствора; g — ускорение свободного падения.

При определении общего количества нагнетания тампонажного раствора в скважины учитывали необходимый объем заполнения карстовых пустот.

Одновременно с тампонажем карстовых пустот, образовавшихся в районе очистной камеры 115, рудник № 2 Стебниковского калийного месторождения своими силами выполнил работы по перехвату поступающего в очистную камеру 116 потока рассолов дренажными выработками и устройству их организованного откачивания в хвостохранилище.

После перехвата основного потока рассолов ПО «Спецтампажгеология» произвело приготовление и нагнетание через пробуренные с поверхности скважины (см. рис. 4.3) 9680 м³ глиноцементного раствора в карстовые пустоты, образовавшиеся в районе очистной камеры 116.

Проведенные работы по тампонажу обводненных карстовых пустот, образовавшихся в районе очистных камер 115 и 116, способствовали предотвращению оседания и провалов земной поверхности под рудником № 2 и обеспечили его дальнейшую работу. В заключение необходимо отметить, что в мировой практике обработки месторождений калийных солей известно более 40 случаев гибели в аналогичной ситуации калийных рудников, в том числе и 3-го Березниковского калийного рудника на Северном Урале, из-за невыполнения своевременных работ по тампонажу вновь образующихся карстовых пустот в районе ведения горных работ.

4.5.2. Пример тампонажа карстовых пустот под жилыми зданиями

В сентябре 1984 г. в Уфе рядом с жилым девятиэтажным домом 193 по улице «Интернациональная» произошел провал земной поверхности, который представлял собой колодец с вертикальными стенами диаметром 6 м. Уровень воды в колодце установился на глубине 2 м от поверхности Земли. Ранее проведенные инженерно-геологические изыскания оценили эту площадку в карстовом отношении как пригодную для строительства и дом 193 был построен без конструктивных противокарстовых мероприятий.

Для определения устойчивости этого здания и возможности его дальнейшей безаварийной эксплуатации Западно-Уральский трест инженерностроительных изысканий пробурил самоходной установкой УРБ-2А вдоль фасада дома 193 со стороны провала пять изыскательских скважин глубиной от 64 до 82 м диаметром 93 мм. Скважины бурили с отбором керна, фиксацией зон уровней грунтовых и подземных вод, ухода промывочной жидкости. В результате в интервале 59,4—71,6 м в 7 м от фасада дома 193 была выявлена мощная карстовая полость площадью около 450 м², на 60 % заполненная рыхлой водонасыщенной глинистой массой.

С целью определения технических решений по предотвращению дальнейшего нарушения земной поверхности институт «Башкиргражданпроект» разработал Проект ликвидации провала и карстовой полости в районе дома 193, предусматривающий на I этапе заполнение провала глинистым грунтом и гравием, а на II этапе подачу в карстовую полость через 51 скважину более 8000 м³ цементно-песчаного раствора с добавками порошкового бентонита, силиката натрия и ПАВ — жидкости «Прогресс». Однако, в связи с проектируемым расходом 4500 т дефицитного и дорогостоящего цемента для приготовления цементно-песчаного раствора и с учетом 5—10 % усадки этого раствора после его твердения к ликвидации предаварийной ситуации в районе дома 193 по улице «Интернациональная» в г. Уфе было привлечено ПО «Спецтампонажгеология», имеющее большой практический опыт тампонажа крупных карстовых пустот по своей технологии.

Для заполнения карстовой полости у дома 193 ПО «Спецтампонажгеология» на базе глин Шакшинского карьера Уфы и сульфатостойкого цемента Стерлитамакского завода разработало рецептуру безусадочного тампонажного раствора, а также проект тампонажа карстовой пустоты в районе дома 193 глиноцементными растворами. При разработке проекта тампонажа учитывали активность процесса карстообразования, проявляющуюся в увеличении размеров подземной полости до критичес-

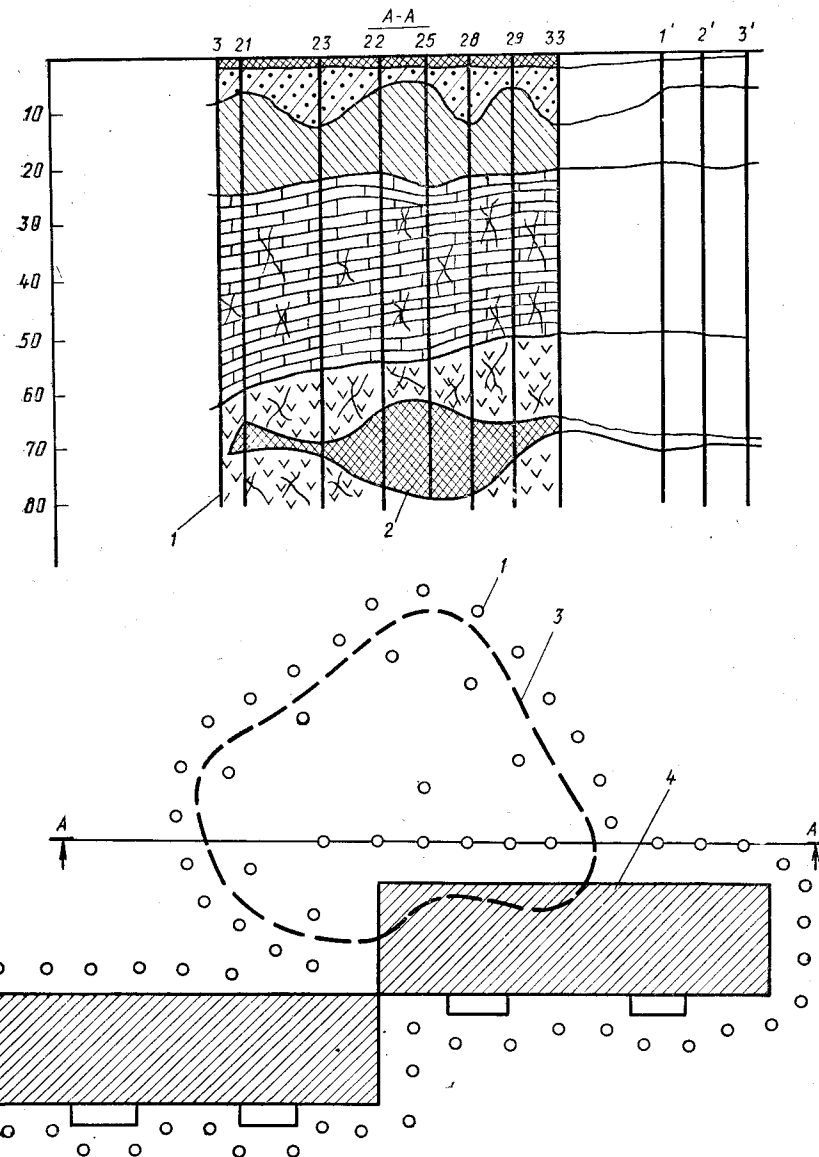


Рис. 4.4. Схема тампонажа карстовой полости под домом 193 по улице «Интернациональная» в Уфе:)

1 — тампонажная скважина; 2 — карстовая полость (в разрезе) заполнения глиноцементным раствором; 3 — контуры карстовой полости в плане; 4 — жилой дом

ких размеров и обусловленную растворением гипсов кунгурского яруса подземными водами.

Согласно Проекту тампонажа для заполнения карстовой полости глиноцементным раствором с поверхности пробурили 33 тампонажные скважины, в том числе 19 скважин I очереди глубиной по 75 м по периметру карстовой полости и 14 скважин II очереди глубиной по 80 м в контуре карстовой полости (рис. 4.4). Для уточнения фильтрационных свойств и параметров закарстованного массива в скважинах в интервале тампонажа проводили комплекс гидродинамических и геофизических исследований.

Приготовление базового раствора из местных глин производили на тампонажном участке, расположенном вблизи дома 193. Нагнетание глиноцементного раствора в скважины осуществляли в две очереди. Вначале в каждую из 19 скважин I очереди поочередно нагнетали расчетный объем тампонажного раствора в безнапорном режиме для заполнения пространства карстовой полости, не занятого рыхлым глинистым заполнителем, и создания вокруг этого карста водоизоляционной завесы с целью прекращения активного карсто-суффозионного процесса. На втором этапе тампонажный раствор последовательно нагнетали в 14 скважин II очереди под избыточным давлением для опрессовки глинистого заполнителя карстовой полости тампонажным раствором и его консолидации в процессе тампонажа. Давление нагнетания раствора в тампонажные скважины I очереди рассчитывали по уравнению (4.1), а давление опрессовки определяли из уравнения

$$P_y = 2[P_{m+}]r/\delta_{эв} + P_k,$$

где P_y — давление нагнетания на устье тампонажной скважины; $[P_{m+}]$ — пластическая прочность тампонажного раствора, соответствующая времени от остановки его нагнетания до момента начала опрессовки; r — радиус распространения тампонажного раствора в карстовой полости из отдельной скважины; $\delta_{эв}$ — раскрытие карста в точке пережима; P_k — гидростатическое давление подземных вод.

Всего в карстовую полость в районе дома 193 через скважины I очереди 1—19 произвели нагнетание 3671 м³ тампонажного раствора, в скважины II очереди — 6541 м³.

Качество заполнения этой карстовой полости оценивали с помощью станции контроля процессом тампонажа СКЦ-2М по достижению расчетного рабочего давления нагнетания глиноцементного раствора, составившего для скважин I очереди 1,6—3 МПа, и для скважин II очереди — 2,5—4 МПа, а также по остаточному давлению нагнетания, составившему соответственно 0 и 1 МПа.

Заполнение карстовой полости у дома 193 по улице «Интернациональная» в г. Уфе безусадочным глиноцементным раство-

ром позволило вернуть массиву пород на этом участке естественную несущую способность и предотвратило возможность образования новых карстовых провалов в районе расположения соседних девятиэтажных жилых домов.

4.5.3. Пример тампонажа старых горных выработок под жилыми зданиями

В соответствии с Инструкцией по проектированию бескаркасных жилых зданий для строительства на ступенчато оседающих подрабатываемых территориях Донецкого угольного бассейна РСН-227—81, проектирование жилых зданий над старыми горными работами и выработками, в границах зоны возможных провалов допускается только с проведением инженерно-геологических изысканий по выявлению оставшихся пустот в выработанном пространстве и их ликвидации до глубины 80 м. За границу возможных провалов принимают контур, отстоящий в плане на 15 м от границы очистных работ и выработок.

Однако бурение инженерно-геологических скважин на проектируемых участках строительства многоэтажных зданий не всегда выявляет наличие пустот в нижележащих старых горных выработках. Кроме того, при проектировании строительства жилых зданий над горными работами XIX—начала XX в. часто отсутствуют достоверные планы местоположения капитальных, подготовительных, очистных выработок и целиков, что затрудняет выбор оптимальных охранных мероприятий.

Так, в Лисичанске Луганской области проведение инженерно-геологических изысканий на участке строительства проектируемого девятиэтажного 310-квартирного дома 41 по улице имени Гарибальди не выявило пустот в выработанном пространстве пласта k_8 мощностью 1,1 м, отработанного в конце XIX в. шахтой Фомина. В итоге этот 12-секционный дом был построен без выполнения охранных мероприятий по РСН-227—81.

Через несколько лет после сдачи дома 41 в эксплуатацию были зафиксированы деформации фундаментов отдельных его секций, сопровождающиеся образованием многочисленных трещин и увеличением раскрытия осадочных швов, что послужило причиной для рассмотрения вопроса о выселении жильцов из этого дома.

Для предотвращения возможного проседания земной поверхности в районе дома 41 было принято решение ликвидировать старые горные выработки под этим домом.

Тампонаж старых выработок по пласту k_8 был выполнен ПО «Спецтампонажгеология» по своему проекту через 34 скважины глубиной от 48 до 93 м, пробуренные с поверхности земли по периметру вокруг дома 41 (рис. 4.5).

Нагнетание глиноцементного раствора в старые выработки через скважины производили в два этапа. На I этапе раствор

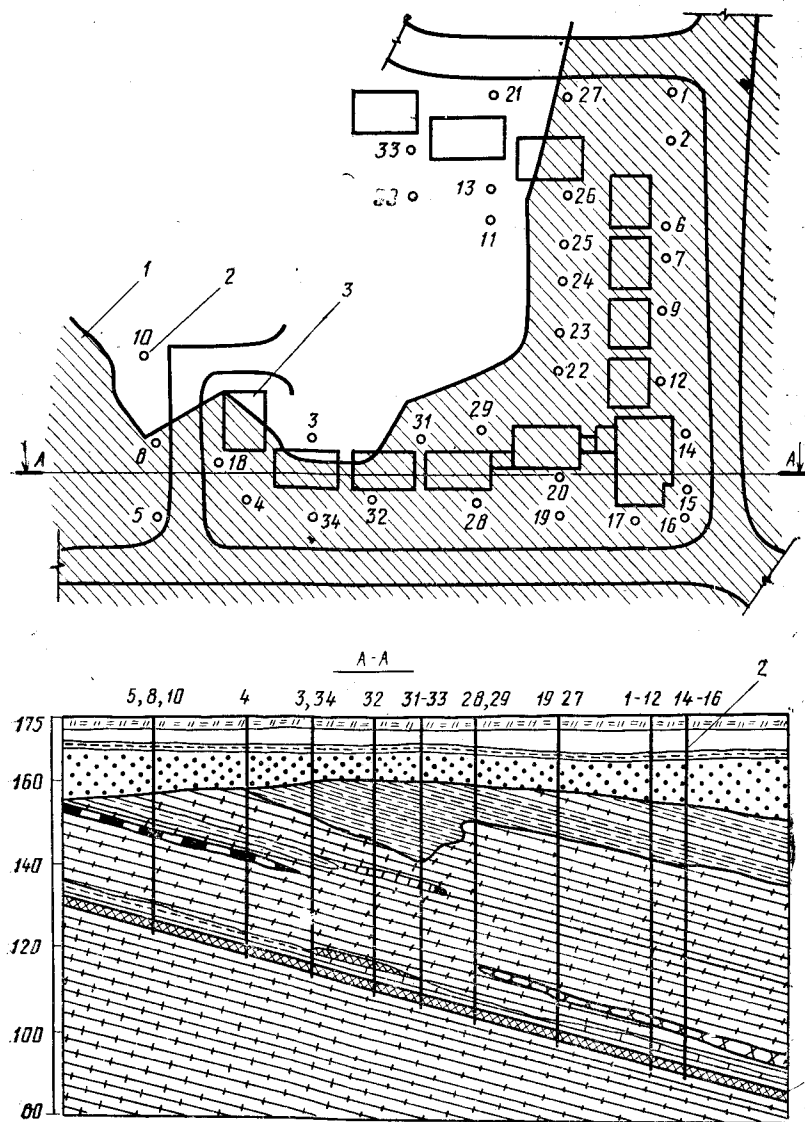


Рис. 4.5. Схема ликвидации выработанного пространства под домом 41 на улице имени Гарибальди в Лисичанске:
 1 — границы выработанного пространства по пласту k_8 ; 2 — тампонажная скважина; 3 — секция жилого дома; 4 — выработанный пласт k_8

нагнетали в нечетные тампонажные скважины, на II этапе — в четные скважины. Тампонаж старых выработок по пласту k_8 производили в пределах охранной зоны, контур которой отстоял на 15 м от стен дома 41 согласно РСН-227—81. Фактически через тампонажные скважины и старые выработки под домом 41 было произведено нагнетание 19680 м³ глиноцементного раствора.

С целью предупреждения выхода тампонажного раствора на поверхность Земли и предотвращения возможных деформаций и нарушения целостности соседних зданий и сооружений нагнетание раствора в старые горные работы выполняли в безнапорном режиме через буровой инструмент, опущенный в скважину до глубины залегания горных выработок. Нагнетание в скважины производили только после проведения в них расходометрических исследований в режиме свободного налива и при условии полного или частичного поглощения. При отсутствии поглощения, т. е. в случае неподсечения скважины пустот, нагнетание тампонажного раствора в нее не производили.

Кроме того, для контроля за возможным проседанием земной поверхности на каждой секции дома 41 устанавливали 4 ственных репера, нивелировку которых производили еженедельно. Визуальное наблюдение за состоянием всех секций дома 41 и осмотр его подвальных помещений осуществляли ежедневно. При появлении остаточного давления на устье тампонажной скважины нагнетание в нее раствора продолжали только после 8—12 часового перерыва, необходимого для стабилизации глиноцементного раствора. В случае повторного появления остаточного давления на устье той же скважины нагнетание раствора прекращали для предотвращения возможного его выхода на земную поверхность и начинали тампонаж следующей скважины. Все параметры нагнетания тампонажного раствора в скважины постоянно регистрировали станцией контроля СКЦ-2М.

В результате выполнения тампонажных работ по ликвидации старых горных работ под домом 41 по улице Гарибальди в Лисичанске деформации его фундамента прекратились, и возможное проседание земной поверхности было вовремя предотвращено. На время проведения тампонажных работ жильцы из дома 41 не выселялись.

4.5.4. Тампонаж старых горных выработок под сооружаемыми выработками метрополитена

Необходимость тампонажа старых горных выработок, залегающих непосредственно под трассой сооружаемых перегонных тоннелей, целесообразно рассмотреть на примере метрополитена в Донецке.

Инженерно-гидрогеологические условия строительства этого метро весьма сложные. Наряду с наличием на участке его сооружения зон надвигов, сбросов и грунтовых вод, агрессивных по отношению к бетону, под трассой попадают выработки действующих и заброшенных шахт, а также пустоты, могущие вызвать провалы земной поверхности.

Анализ условий строительства первого участка I линии метро в Донецке показал, что до начала сооружения перегонных тоннелей необходимо ликвидировать старые горные выработки в районе станции «Советская» от ПК 143+50 до ПК 146+55 и на перегоне между станциями «Дзержинская — Краснооктябрьская» от ПК 101+00 до ПК 103+35.

В районе станции метро «Советская» перегонные тоннели должны пройти над старыми горными выработками по пласту P_{10} шахты имени А. М. Горького и по пласту I_1 шахты имени М. И. Калинина ПО «Донецкуголь». На перегоне между станциями «Дзержинская — Краснооктябрьская» тоннели должны пересечь зону старых горных выработок по пласту P_{10} шахты «Центрально-Заводская» ПО «Донецкуголь».

Для предотвращения возможных проседаний земной поверхности над перегонными тоннелями, сооружаемыми в районе нахождения перечисленных старых горных выработок, предусмотрено их заполнение дешевыми тампонажными растворами через скважины глубиной от 60 до 90 м, пробуренные с поверхности Земли (рис. 4.6). Буровые и тампонажные работы на этом объекте планируется начать в 1994 г.

4.5.5. Пример охраны Земли от деформации над проводимыми выработками метрополитена

При строительстве метрополитенов в слабоустойчивых обводненных породах нередко деформации земной поверхности над проводимыми перегонными тоннелями, сопровождающиеся повреждением соседних зданий или сооружений. Основной причиной таких деформаций является нарушение устойчивости обводненных пород горнопроходческими работами, часто проводимыми на небольшой глубине.

Например, наклонный экскаваторный тоннель диаметром 6 м станции Металлургов Днепропетровского метрополитена проводили с предварительным замораживанием неустойчивых пород. При монтаже 40-го тубинтового кольца на глубине 20 м от поверхности Земли произошло нарушение сплошности ледопородного ограждения. В результате в забой наклонного тоннеля было выпущено около 500 м³ вышележащих обводненных лессов, суглинков и в районе вывала на земной поверхности образовалась провальная воронка размером 4,5×4,5 м.

Для ликвидации аварии тоннельный отряд № 38 ПСО «Днепрометрострой» засыпал провал опродой, песком, шламом,

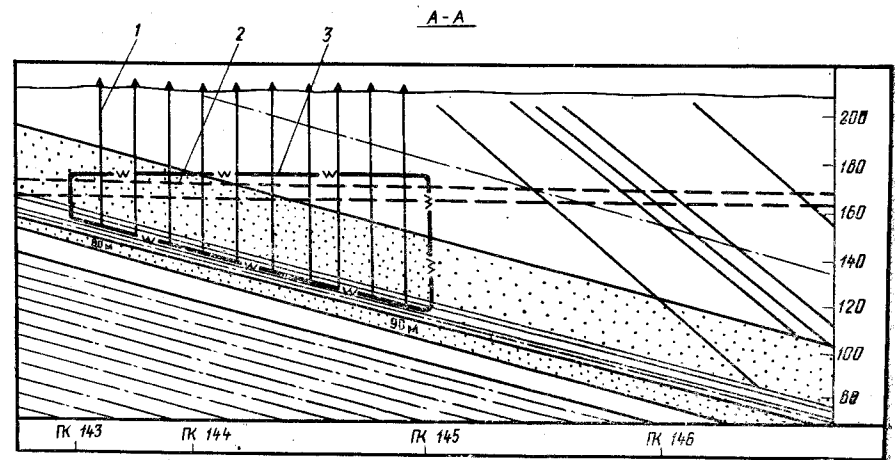
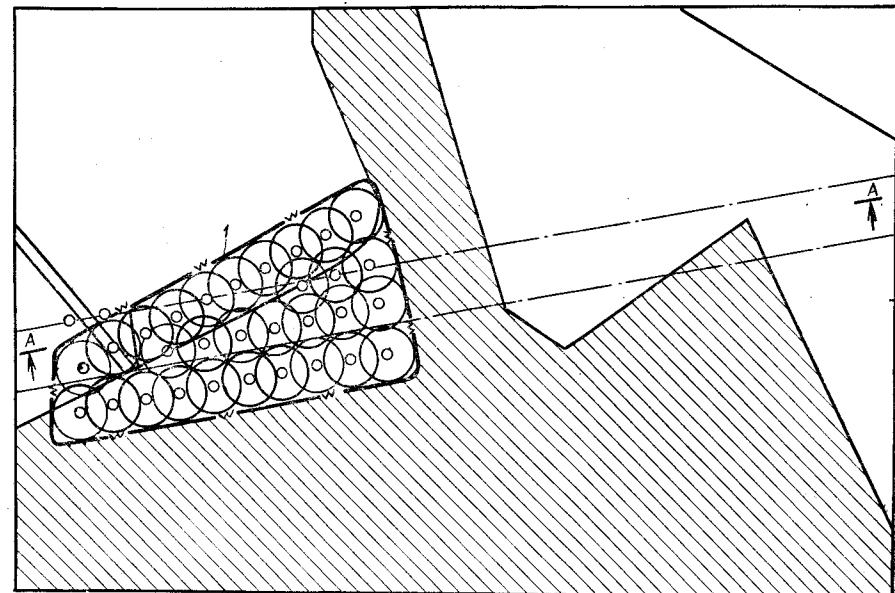


Рис. 4.6. Схема тампонажа старых горных выработок на участке сооружения перегонных тоннелей в районе станции «Советская» Донецкого метрополитена:

1 — тампонажная скважина; 2 — старые горные выработки; 3 — зона тампонажа

щебнем, а СУ-157 пробурило с поверхности скважины и произвело нагнетание в район провала 50 м³ цементного раствора. По завершении этих работ наклонный тоннель был пройден на проектную глубину.

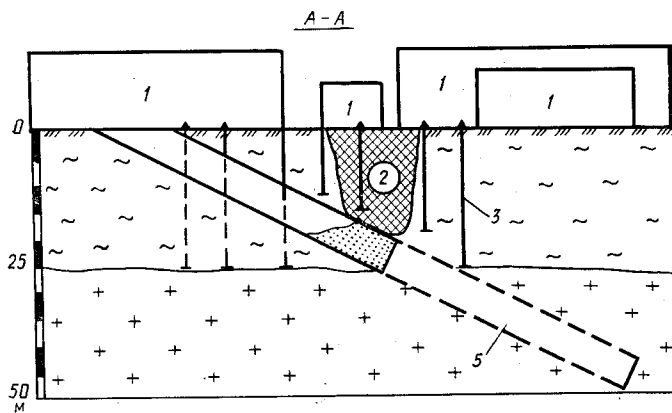
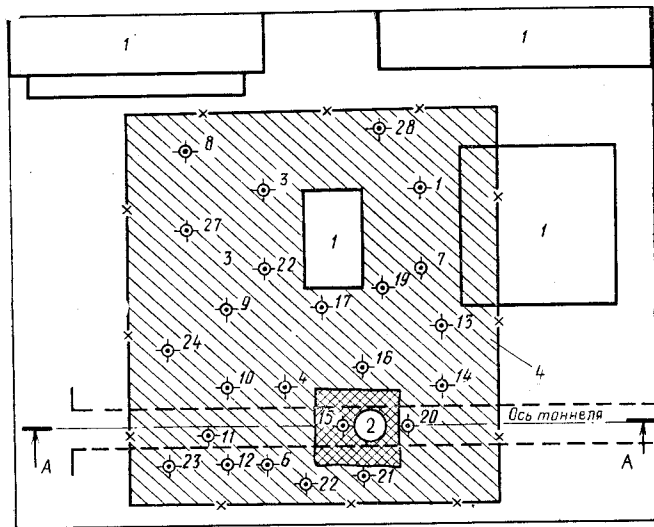


Рис. 4.7. Схема предотвращения развития деформации земной поверхности над проводимым эскалаторным тоннелем Днепропетровского метрополитена: 1 — эксплуатируемые здания; 2 — участок провала поверхности; 3 — тампонажная скважина; 4 — зона проседания земной поверхности; 5 — эскалаторный тоннель

Через 2 мес в районе этого провала на 0,4 м просел участок земной поверхности размером 30×30 м, что привело к деформации стен соседних зданий и сооружений и образованию в них трещин раскрытием до 5 см (рис. 4.7).

Для предотвращения дальнейшей деформации земной поверхности на этом участке ПО «Спецтампонажгеология» совместно с ПСО «Днепрометрострой» выполнило упрочнение неустойчивых пород над наклонным тоннелем путем нагнетания в них цементного и глиноцементного растворов с поверхности

Земли через 24 скважины глубиной от 10 до 25 м диаметром 93 мм. Скважины бурили самоходной буровой установкой ТКБ-500 С с продувкой сжатым воздухом.

Упрочнение массива производили в два этапа. На I этапе в скважины нагнетали цементный раствор при давлении 0,5—1,5 МПа, на II этапе — глиноцементный раствор при давлении 1—2 МПа.

В результате упрочнения неустойчивых пород над наклонным тоннелем станции Metallургов Днепропетровского метрополитена дальнейшие деформации земной поверхности и крепи наклонного тоннеля на этом участке были предотвращены.

4.5.6. Охрана земель от деформации на подрабатываемых территориях

Выемка угольных пластов с полным обрушением кровли приводит к интенсивному развитию деформационных процессов в массиве горных пород. В результате после выемки угля нередко возникают значительные перемещения земной поверхности, которые могут привести к нарушению зданий и сооружений. С другой стороны подработка земной поверхности из-за полного обрушения кровли на выемочных участках нарушает экологическое равновесие на прилегающей территории. Так, при деформации поверхности нарушаются корневые системы деревьев в лесонасаждениях, мелеют водоемы из-за образования искусственных трещин.

Для предотвращения деформации земель на подрабатываемых шахтами территориях применяют различные меры охраны, включая механическую закладку выработанного пространства породой, доставляемой из зоны находящейся за пределами влияния горных работ, или гидравлическую закладку выработанного пространства песком или другим легкотранспортируемым по трубам материалом.

С аналогичной проблемой столкнулись на шахте «Южная» ПО «Ростовуголь», где программа развития горных работ предусматривает обработку под центральной частью города «Шахты» пласта $i^{\text{нз}}$ мощностью 1,3—1,6 м на глубине 550—650 м. Общие запасы антрацита на этом участке шахты «Южная» составляют 4,5 млн. т.

Угольный пласт $i^{\text{нз}}$ обрабатывают длинными столбами по простиранию. Способ управления горным давлением — полное обрушение кровли. Проектируемая длина лавы 200 м, угол падения пласта 6°. Выемку угля производят струговой установкой СО-75. Для крепления призабойного пространства используют гидрофицированную крепь КМ 88-С. Среднесуточное продвижение забоя лавы на этом участке составляет 1,8—2 м.

С целью предотвращения деформации земной поверхности и зданий на подрабатываемых с полным обрушением террито-

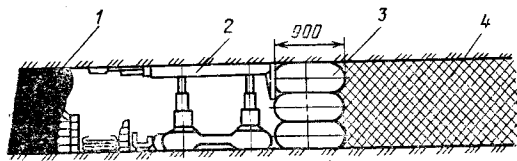


Рис. 4.8. Схема размещения пневмоопалубки в выработанном пространстве при его заполнении тампонажно-закладочным раствором:
 1 — забой очистной выработки; 2 — гидрופицированная крепь; 3 — пневмоопалубка; 4 — выработанное пространство, заполненное тампонажно-закладочным раствором

риях ПО «Спецтампонажгеология» разработало технологию заполнения выработанного пространства тампонажно-закладочным раствором вслед за подвиганием лавы.

Тампонажно-закладочный раствор включает в себя местные дешевые и недефицитные золы уноса теплоэлектростанций, суглинки, структурообразователи и воду. Этот раствор приготавливают на поверхности вблизи шахтного ствола или технической скважины, через которые по трубопроводу подают его в выработанное пространство. Для предотвращения выхода этого раствора в очистную выработку и в конвейерный квершлаг разработана специальная пневмоопалубка, которая крепится к гидрופицированной крепи КМ-88-С по всей ее длине и перемещается вместе с этой крепью вслед за подвиганием лавы (рис. 4.8). Использование этой технологии позволит предотвратить деформацию земель на подрабатываемых территориях.

4.5.7. Пример предотвращения деформации земель под жилым зданием

Геологический разрез площадки строительства двухэтажного здания детского сада на 320 мест по улице Якира в Луганске сложен насыпными грунтами и почвенно-растительным слоем до глубины 1,3 м, трещиноватым алевролитом до глубины 4,7 м и песчаником до глубины 6,3 м. Алевролиты в кровле разрушены процессами выветривания до щебнисто-древесной фракции. С учетом геологического строения территории строительства проектом было принято сооружение фундаментов на глубину 3,8 м от поверхности Земли под несущие конструкции. Однако, после окончания строительства детского сада были зафиксированы деформации грунтов в основании фундамента его 4-го блока, сопровождающиеся растрескиванием строительных конструкций здания.

С целью предотвращения развития дальнейших деформаций грунтов на этом участке ПО «Спецтампонажгеология» реализовало проект укрепления слабоустойчивых грунтов в основании фундамента здания детского сада, разработанный институтом «Луганскгражданпроект». В соответствии с проектом закрепле-

ние грунтов выполняли способом двухрастворной силикатизации через наклонные забивные иньекторы глубиной 5,3 м, проперфорированные в интервале 4,3—5,3 м. Нагнетание расчетного объема раствора силиката натрия ($0,72 \text{ м}^3$) плотностью 1200 кг/м^3 и раствора хлористого кальция ($0,43 \text{ м}^3$) плотностью 1200 кг/м^3 в каждый иньектор производили поочередно. В целом под 4-м блоком здания детского сада было закреплено 2422 м^3 грунтов благодаря нагнетанию в них 160 т силиката натрия и 69 т хлористого кальция.

Контроль качества закрепления грунтов производили в соответствии с требованиями СНиП 3.02.01—83 «Правила производства и приемки работ. Основания и фундаменты». Для проверки качества закрепления грунтов произвели контрольное вскрытие шурфом глубиной 5,5 м одного из фундаментов 4-го блока здания. В результате было установлено, что фундамент опирается на прочный массив песчаного грунта, равномерно закрепленный до подстилающего скального грунта. Лабораторные испытания образцов закрепленного грунта на одноосное сжатие и водостойкость показали, что прочность укрепленного грунта составляет $0,8 \text{ МПа}$, водостойкость 100% , т. е. качество закрепления грунтов в основании фундамента 4-го блока здания полностью удовлетворяет требованиям проекта.

После проведения ремонтно-восстановительных работ здание 4-го блока было сдано в эксплуатацию.

4.5.8. Пример стабилизации массива горных пород для предотвращения овражной эрозии

На шахте «Никулинская» ПО «Тулауголь» в результате прорыва в выработки горизонта 110 м около 9 тыс. м^3 обводненной песчаной массы на поверхности образовалась провальная воронка $15 \times 15 \text{ м}$, продолжающая увеличивать свои размеры. Ранее подобные аварии способствовали образованию овражной эрозии и нарушению сельскохозяйственных угодий.

Вывос обводненной песчаной массы сопровождался образованием в вышележащем массиве горных пород 5—6 тыс. м^3 пустот в окском, тульском и надугольных водоносных горизонтах. Для ликвидации прорыва было решено заполнить эти пустоты глиноцементным раствором через скважины, пробуренные с поверхности Земли.

Тампонажные работы выполняли в два этапа. На I этапе ПО «Спецтампонажгеология» заполнило глиноцементным раствором пустоты в интервалах залегающих надугольных и верхнетульских песков. Для тампонажа пустот использовали действующие гидронаблюдательные скважины и новую скважину.

Глиноцементный раствор в скважины нагнетали в безнапорном режиме по колонне бурильных труб диаметром 42 мм, опускаемых в скважину до отметки, на 1,5 м превышающей почву

пустоты. При повышении давления до 2,5 МПа нагнетание глиноцементного раствора в скважину прекращали и работы производили в следующей скважине.

При нагнетании раствора наблюдали выходы раствора в выработку горизонта 110 м, в связи с чем на примыкающих выработках возвели дополнительные перемычки и организовали наблюдение за состоянием крепи и массива горных пород при ведении тампонажных работ. После сооружения перемычек произвели контрольное нагнетание тампонажного раствора в режиме опрессовки.

На II этапе согласно проекту ликвидировали пустоты в окских песках. Для этого комбинат «Мосбассшахтострой» пробурил девять тампонажных скважин глубиной 99—101 м, вскрывших пустоты размерами до 8 м. Глиноцементный раствор нагнетали в скважины в безнапорном режиме по колонне бурильных труб, устанавливаемых на расстоянии 0,5 м до почвы пустот. По мере роста уровня стабилизированного раствора при последующих закачках колонны бурильных труб поднимали на 0,2 м. Тампонажные работы по каждой скважине считали завершенными по достижении раствором глубины 95 м, на 5 м превышающей кровлю окских песков.

Всего на шахте «Никулинская» в скважины было закачено 6740 м³ глиноцементного раствора. По окончании стабилизации массива горных пород шахтостроители выполнили ремонтно-восстановительные работы в выработках горизонта 110 м шахты «Никулинская» без осложнений. Дальнейшее увеличение размеров провальной воронки на поверхности Земли над аварийной зоной прекратилось, что позволило выполнить работы по ее ликвидации и предотвратило возможность дальнейшего образования оврагов на этом участке.

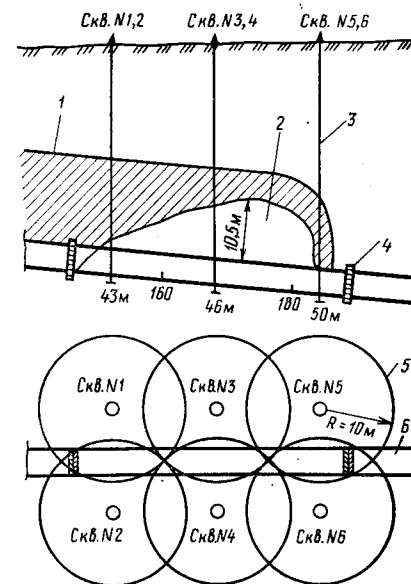
4.5.9. Пример стабилизации зон провалов поверхности над наклонными стволами

На шахте «Распынянская» № 2 ПО «Торезантрацит» в процессе проходки главного наклонного конвейерного ствола из его кровли произошло обрушение горных пород в интервале 140—185 м, соответствующем глубине ствола 40—45 м от поверхности Земли. В результате над наклонным стволом образовался купол высотой 10,5 м, постепенно увеличивающий свои размеры. На земной поверхности над местом вывала пород образовался прогиб. Дальнейшее развитие процесса механической суффозии могло привести к значительным деформациям массива вышележащих пород.

С целью предотвращения образования на поверхности провальной воронки ПО «Спецтампонажгеология» по заказу ПО «Торезантрацит» выполнило тампонаж массива горных пород в месте обрушения пород через шесть вертикальных скважин

Рис. 4.9. Схема упрочнения горных пород в зоне их вывала в наклонный конвейерный ствол шахты «Распынянская» № 2:

1 — трещиноватые слабоустойчивые породы; 2 — зона вывала; 3 — тампонажная скважина; 4 — перемычка; 5 — радиус распространения тампонажного раствора; 6 — наклонный ствол



глубиной от 43 до 50 м, пробуренных с помощью самоходной буровой установки УКБ-500С (рис. 4.9). Для сокращения объемов нагнетания в скважины глиноцементного раствора в наклонном стволе на отметках 188 и 140 м были сооружены шлакоблочные перемычки мощностью по 0,8 м. После нагнетания в скважины расчетного объема глиноцементного раствора в количестве 1600 м³ стабилизуемый массив в зоне обрушения пород был опрессован под давлением 6 МПа. По завершении тампонажа в наклонном стволе провели ремонтно-восстановительные работы. Деформации поверхности над участком обрушения горных пород прекратились.

Контрольные вопросы

1. На какие типы подразделяют почвы?
2. Что такое структура почвы?
3. Какая структура почвы благоприятна для сельскохозяйственного производства?
4. Как земельные ресурсы подразделяют по качеству?
5. Какие меры применяют для защиты почв от ветровой эрозии?
6. Какие меры применяют для защиты почв от водной эрозии?
7. Как характеризуется физическое нарушение земель?
8. Как характеризуется химическое нарушение земель?
9. Чем вызывается механическое нарушение земель?
10. Как по видам подразделяют территории земной поверхности, нарушаемые при разработке месторождений?
11. Что такое допустимые деформации земной поверхности?
12. Что такое предельные деформации земной поверхности?
13. Что такое безопасная глубина разработки и как она рассчитывается?

14. Как промышленные здания подразделяют по разрядам в зависимости от их чувствительности к деформациям земной поверхности?

15. Назовите четыре основных класса систем разработки месторождений подземным способом.

16. Что относится к горным мерам охраны зданий на подрабатываемой территории?

17. Что относится к конструктивным мерам охраны зданий на подрабатываемой территории?

18. Что такое предельная глубина разработки угольных пластов и как она определяется?

19. Что такое рекультивация земель?

20. Что такое горнотехническая рекультивация земель?

21. Как выполняется горнотехническая рекультивация?

22. Какие системы горнотехнической рекультивации применяют и в чем их особенности?

23. Что такое биологическая рекультивация?

24. Как осуществляется биологическая рекультивация?

25. Перечислите способы рекультивации земель, занятых под терриконы, и особенности этих способов.

5. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНА НЕДР ПРИ ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

5.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОХРАНЕ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Охрана недр — комплекс технических и правовых мероприятий, осуществляемых с целью наиболее полного извлечения полезных ископаемых из недр и максимально возможного, экономически целесообразного уменьшения потерь.

Правовая охрана недр обеспечивается системой правовых норм, содержащихся в нормативно-правовых актах разного уровня — от Конституции до инструкций различных министерств и ведомств (см. раздел 1).

В охране недр имеется два основных направления, каждое из которых диктует необходимость обязательного использования малоотходных технологий на основе рационального использования минерального сырья — снижения выбросов и утилизации отходов.

По мнению М. Е. Певзнера, под рациональным использованием минеральных ресурсов понимают систему мероприятий научного, производственно-технического и организационного характера, обеспечивающих полное и комплексное использование полезных ископаемых, вмещающих пород и отходов производства (при разведке, добыче, переработке и на всех последую-

щих стадиях) для удовлетворения материальных и духовных потребностей общества.

Рациональное использование минеральных ресурсов — комплексная проблема и ее решают в следующих направлениях: геологическом, горнотехническом, технологическом, экономическом и организационном.

Геологическое направление включает в себя совершенствование методов разведки и подсчета запасов полезных ископаемых, изучения вещественного состава полезных ископаемых и вмещающих пород, геолого-технологического картирования, разработку научно обоснованных методов прогноза условий эксплуатации месторождений.

Горнотехническое направление связано с созданием новой и совершенствованием существующей техники и технологии разработки месторождений, обеспечивающих повышение полноты и качества извлечения полезных ископаемых из недр.

Технологическое направление предусматривает создание новых и совершенствование существующих технологических процессов переработки минерального сырья, позволяющих наиболее эффективно извлекать все содержащиеся в нем полезные компоненты, вовлекать в переработку бедные и забалансовые руды, утилизировать вмещающие породы и отходы производства.

Экономическое направление — разработка экономического механизма управления полным и комплексным использованием минеральных ресурсов.

Организационное направление предусматривает разработку комплекса мероприятий по организационному обеспечению рационального использования минеральных ресурсов.

Таким образом, мероприятия по рациональному использованию ресурсов недр во все возрастающей степени приобретают не только экономический, но и природоохранительный характер, а охрана природы, наряду с глубоким социальным содержанием, в свою очередь, приобретает черты конкретной экономической и хозяйственной целесообразности.

Необходимым условием функционирования предприятий угольной промышленности на современном этапе принято комплексное использование всех видов минерально-сырьевых ресурсов, образующихся при разработке месторождений открытым и подземным способами. Применительно к угольным и сланцевым шахтам и разрезам это условие реализуется путем наиболее полного извлечения из недр твердого топлива и сопутствующих полезных компонентов с последующим целенаправленным использованием для различных нужд народного хозяйства.

Малоотходная технология — комплекс мероприятий научно-технического и организационно-экономического характера, проводимых на всех стадиях добычи и переработки полезных ископаемых и обеспечивающих полное использование минеральных

ресурсов и энергии или непосредственно в самом горном производстве, или путем их включения в природные геобиохимические процессы.

Анализ показывает, что успешное решение этой проблемы позволит получить дополнительные объемы сырья; снизить и перенести на более отдаленные периоды расходы на освоение (новых сырьевых районов; стабилизировать цены на минеральное сырье; существенно уменьшить масштабы воздействия горного производства на окружающую среду и тем самым создать условия для эффективного преодоления негативных тенденций развития минерально-сырьевой базы и горнодобывающей промышленности.

Природные ресурсы можно условно разделить на вовлеченные в производство и невовлеченные. Вовлеченные ресурсы — это полезные ископаемые, вмещающие породы и подземные воды, которые в процессе производства оказываются в движении: разрабатываются, выдаются на поверхность, перемещаются и т. д.; невовлеченные — окружающая среда — земельные и водные ресурсы, атмосфера, непосредственно не связанные с производствами, но на которые последними оказывается значительное влияние. Вовлеченные природные ресурсы, которые не используются в производствах, переходят в разряд отходов.

Характер взаимосвязи традиционных и безотходных производств с использованием, охраной и воспроизводством природных ресурсов представлен на рис. 5.1.

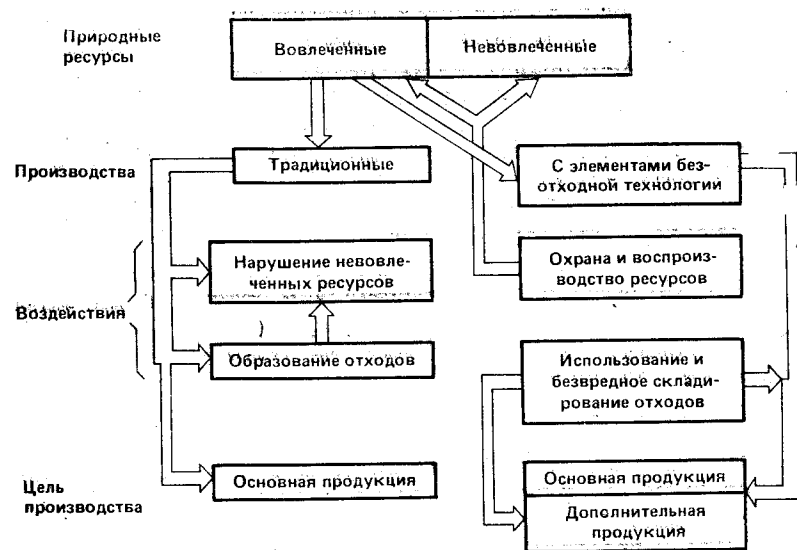


Рис. 5.1. Схема взаимосвязи производств с рациональным использованием и охраной природных ресурсов

Применение элементов безотходной технологии обеспечивает рациональное использование отходов, сокращает до минимума негативное влияние предприятий на природные ресурсы, одновременно увеличивая из-за отходов основную и образуя дополнительную продукцию предприятий.

Дополнительная продукция — продукты, полученные в результате введения дополнительных технологических операций или вторичной переработки отходов и отвечающие требованиям кондиций. Дополнительной продукцией могут быть доизвлеченные компоненты (основные и попутные), материалы и изделия.

Уровень малоотходности производства обуславливается наличием n — числа степеней переработки отходов всех видов. Система становится малоотходной, когда на n -й стадии выделяется такое количество отходов, которое не оказывает заметного отрицательного воздействия на окружающую среду. Это малоотходное производство так называемого открытого типа. Если отходы на некоторых ступенях направляются снова на переработку в начальной стадии, то получается малоотходная технологическая система закрытого или частично закрытого типа.

Малоотходные технологические процессы должны строиться по принципу замкнутого цикла и рециркуляции природных ресурсов, обеспечивающих отсутствие жидких, газообразных и твердых отходов, многократное использование в производстве сырья, продуктов.

Малоотходные технологии можно подразделить на действующие по замкнутым и незамкнутым системам. Для замкнутой системы характерно отсутствие обмена веществ с внешней средой, но возможен обмен энергией, отсутствуют выбросы отходов твердых, жидких и газообразных веществ. Незамкнутая технологическая система имеет ограниченные связи с внешней средой, от нее она получает исходное сырье и энергию, а отдает готовую продукцию и выбрасывает отходы.

Основная особенность малоотходных технологий — их комплексность по двум направлениям.

Первое — это требование использования всех компонентов того или иного вещества, утилизация и тех компонентов, которые традиционно или вследствие организационных причин или отсутствия необходимых производственных условий причисляют к отходам производства и обычно не используют.

Вторая сторона комплексности малоотходных технологий состоит в следующем:

они взаимосвязаны с экологической обстановкой, в которой реализуются (излишнее количество вредных выбросов в атмосферу, реки, водоемы, отчуждение пахотных или пригодных для других целей земель под захоронение, накопление или другой вид временного или постоянного хранения отходов);

дают возможность вовлекать в хозяйственный оборот ресурсы, ранее не используемые (применение новых операций в общей цепочке технологии приводит к необходимости настраивать, переводить всю цепочку или по крайней мере большинство операций на прогрессивные методы и процессы);

дают возможность получать материалы или вещества с интересующими нас характеристиками;

улучшаются условия труда, так как сокращаются или становятся вовсе излишними процессы и операции, сопровождаемые выделением вредных веществ — газов, пыли и тому подобное, или устраняется из технологий применение вредных компонентов в качестве промежуточных продуктов.

5.2. ОТХОДЫ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ УГЛЯ

В настоящее время общий объем отходов в мире превысил 800 млрд. т/год, в том числе твердых 300 млрд. т/год. Только при работе горнодобывающих отраслей образуется 30 млрд. т твердых отходов и 2,5 млрд. т хвостов обогащения. Из этого объема 45—65 % используют для засыпки отработанных карьеров, провалов и трещин, образованных горными работами; 9 % — в строительстве и 1 % — в качестве закладочного материала для заполнения выработанного пространства. Около 5 % в основном токсичных отходов захоранивают в старых выработках и на морских глубинах.

Ежегодно на каждого жителя планеты добывается более 30 т полезных ископаемых, причем только 2 % из них превращается в полезную продукцию, а 98 % идет в отходы [10]. По данным ООН, к 2000 г. будет добыто около 150 млрд. т полезных ископаемых и перемещено около 450 млрд. м³ пустых пород, в том числе будет извлекаться 3,5—4 млрд. т угля и перемещаться порядка 8 млрд. м³ пустых пород.

В СНГ объем добычи сырьевых материалов сейчас ориентировочно составляет 7,5 млрд. т в год. По расчетам в 2000 г. будет добываться уже около 20 млрд. т сырьевых природных материалов.

В мире на каждые 1000 т угля, добытого подземным способом, на поверхность выбрасывается 1—12 кг угольной и породной пыли, 50—570 тыс. м³ метана, 7,5—15 тыс. м³ углекислого газа, около 5,5 тыс. м³ оксидов, образующихся при взрывных работах, 55—135 тыс. кДж теплоты, 1,5—9 тыс. м³ шахтных вод и 210—300 т породы.

В СНГ в угольной промышленности при добыче угля и сланца из недр извлекается более 4 млрд. т горной массы в год. Около 20 % в ней составляет уголь и сланец, а остальную часть — вскрышные и вмещающие породы, которые вместе с выделяемой породой при обогащении (порядка 100 млн. т/год)

Таблица 5.1

Виды отходов горного производства

Фазовая характеристика отходов	Способ добычи			Обогащение
	открытый	подземный	геотехнологический	
Твердые	Вскрышные породы, часть балансовых запасов полезных ископаемых, бедные и забалансовые руды	Вмещающие породы, часть балансовых запасов полезных ископаемых, бедные и забалансовые руды	Часть балансовых запасов полезных ископаемых, бедные и забалансовые руды	Хвосты обогащения
Жидкие	Карьерные воды	Шахтные (рудничные) воды	Рабочие агенты (теплоноситель, растворитель и др.)	Технические отстойники
Газообразные	Продукты массовых взрывов	Рудничный воздух	Продукты физических и химических реакций	Продукты сгорания топлива, отходящие газы, продукты измельчения, сушки, обжига и др.

образуют так называемые отходы угольного производства. Около половины твердых отходов используют для удовлетворения собственных нужд предприятий, а также других отраслей народного хозяйства. Вторую половину выдаваемых на земную поверхность пород складывают в породные отвалы, которых насчитывается около 2500. Кроме того, в 1989 г. выдано 2385 млн. м³ шахтной воды, выброшено в атмосферу 4868 тыс. т газообразных и пылеобразных вредных веществ. В табл. 5.1 приведены виды отходов угольной промышленности.

Из выше перечисленного следует, что на предприятиях угольной промышленности в процессе производства образуются следующие виды твердых отходов: вскрышные породы, вмещающие (шахтные) породы и отходы обогащения. Основная масса вскрышных и вмещающих пород представлена аргиллитами, алевролитами, глинами, песками, песчаниками и другими литолого-минералогическими разновидностями переменного состава, что ограничивает их широкое народнохозяйственное использование. Наибольший интерес представляют отходы обогащения и углекислые породы, которые имеют более стабильный качественный состав, в том числе микроэлементы и органический углерод, что позволяет отнести их к особому типу так называемого органико-минерального сырья.

По своему гранулометрическому составу углеотходы подразделяют на фракции: крупную (более 13 мм); среднюю (1—

13 мм); мелкую (0—1 мм). Отходы мелкой фракции чаще всего в чистом виде представлены флотохвостами.

Важнейшей особенностью углеотходов является наличие в них органического вещества, способного под влиянием процессов выветривания превращаться в гуминовые кислоты. По содержанию органического углерода (%) отходы подразделяют на следующие группы: первая — менее 4, вторая 4—8, третья 8—12, четвертая 12—20 и пятая более 20.

Содержание органического углерода определяет выбор промышленного использования углеотходов: при высоком содержании углерода (более 20 %) углеотходы ввиду их значительного энергетического потенциала вполне пригодны для сжигания в качестве топлива с последующей утилизацией образующихся золошлаковых отходов. Содержание органического углерода предопределяет также возможность применения углеотходов в производстве строительных материалов и изделий (аглопорита, керамзита, кирпича и т. д.) как основного сырья или топливно-минеральных добавок.

Важнейшим классификационным параметром углеотходов является степень углефикации их органической части, определяемая содержанием углерода на горючую массу $C_{г.м.}$. По этому показателю углеотходы подразделяют на три группы:

I — $C_{г.м.} \geq 90\%$; II — $75\% < C_{г.м.} < 90\%$; III — $C_{г.м.} \leq 75\%$.

Содержание углерода на горячую массу влияет на параметры термической переработки углеотходов, в частности на скорость спекания при производстве аглопорита.

Общим классификационным признаком является химико-минералогическая характеристика отходов. По данному признаку отходы добычи и обогащения угля классифицируются на глинистые, песчаные и карбонатные.

Среди других показателей углеотходов, характеризующих их химический состав, является наличие в них железа, алюминия и серы, от количества которых зависят технологические приемы термической переработки и области возможного промышленного использования.

По вышеперечисленным признакам составлена классификация углеотходов, позволяющая быстро определить направление их возможного применения [14].

Таким образом, образующиеся в угольной промышленности отходы производства по своим качественным признакам охватывают довольно широкий диапазон направлений возможного использования в производстве строительных материалов и изделий, устройстве автодорог, изготовлении удобрений и мелиорантов для сельского хозяйства, энергетического топлива, а также в качестве насыпных грунтов при вертикальной планировке.

5.3. ПУТИ СНИЖЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ОТХОДОВ И ИХ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Недра — условно выделяемая верхняя часть земной коры, располагающаяся над поверхностью суши и дном Мирового океана и простирающаяся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения современными техническими средствами. Обеспечение научно обоснованного рационального и комплексного использования и охрана недр регулируются Основными законодательства о недрах и другими актами законодательства.

Законодательством предусмотрены различные формы разрешения на использование недр, в том числе для разработки месторождений полезных ископаемых — в виде горного отвода.

Запасы полезных ископаемых по их народнохозяйственному значению подразделяют на балансовые — запасы, использование которых экологически целесообразно, они должны удовлетворять условиям, устанавливаемым для подсчета запасов в недрах; забалансовые — запасы, использование которых в настоящее время экономически нецелесообразно вследствие малого количества, малой мощности залежей, низкого содержания ценных компонентов, особой сложности условий эксплуатации, необходимости применения трудоемких процессов переработки, но которые в дальнейшем могут быть объектом промышленного освоения.

При добыче полезных ископаемых границы горного отвода определяются контурами разведанного месторождения или его частей с учетом зон сдвижения горных пород или разросов бортов карьеров. Основная задача горного предприятия при пользовании горным отводом — комплексное и эффективное использование минеральных ресурсов месторождения, охрана недр и других природных компонентов.

Исторически сложилось так, что из всей гаммы извлекаемых угледобывающими предприятиями из недр веществ используется только уголь, а все остальные рассматриваются как отходы. Шахты, добывая уголь, перемещают большие объемы пустой породы, откачивают и сбрасывают в водоемы целые реки шахтной воды и выбрасывают в атмосферу огромные объемы метана, угольной и породной пыли, нагретого воздуха. Часто отходами объявляется полноценное природное сырье, материалы и топливо.

Шахты должны стать многоцелевыми предприятиями, т. е. наряду с углем добывать и другие виды полезных ископаемых. На основе разработки новых технологических процессов и методов должно быть создано эффективное и экономическое малоотходное производство с высокими технико-экономическими

показателями, предусматривающее комплексное использование природных ресурсов.

Объем отходов может быть сокращен путем совершенствования существующих традиционных технологических процессов и схем.

В настоящее время добыча и переработка угля связаны со значительными потерями минерального сырья. Необходимость оставлять в недрах предохранительные и охранные целики угля, а также имеющиеся технологические потери полезных ископаемых в очистных выработках, при транспортировании и дальнейшей переработке добытой горной массы снижают эффективность использования минеральных ресурсов. Нельзя мириться с тем, что в недрах земли остается 20 % и более содержащегося в месторождении угля [10].

Для единообразного учета потерь полезных ископаемых в процессе разработки месторождений, контроля за полнотой извлечения их из недр на различных стадиях технологического процесса добычи, а также решения практических задач по охране окружающей природной среды эти потери необходимо классифицировать.

Классификация потерь твердых полезных ископаемых является единой для всех отраслей горнодобывающей промышленности и осуществляется в соответствии с Типовыми методическими указаниями по определению и учету потерь твердых полезных ископаемых при добыче.

Потери твердых полезных ископаемых при подземной разработке месторождений подразделяют на общешахтные и эксплуатационные.

Общешахтные — это потери в различного рода охранных и барьерных целиках, которые оставляют в недрах после погашения горизонта, участка или ликвидации горнодобывающего предприятия и безвозвратно теряют. Они исчисляются в весовых единицах и в процентах от общих балансовых запасов шахты.

К эксплуатационным относят потери при добыче полезного ископаемого. Они исчисляются в весовых единицах и в процентах по отношению к погашенным балансовым запасам угля.

В зависимости от физического состояния теряемого полезного ископаемого и стадии технологического процесса добычи, на которой потери возникли, эксплуатационные потери подразделяют на две группы: потери ископаемого в массиве и потери отделенного (отбитого) полезного ископаемого.

Потери полезного ископаемого при эксплуатации месторождения — это часть балансовых запасов, не извлекаемая из недр при его разработке, добытая и направленная в породные отвалы, оставленная на местах складирования, погрузки и транспортирования.

На переданных отводах предприятия и организации обязаны: проводить наибольшую полную, обоснованную проектом разработку запасов полезных ископаемых; извлекать запасы всех выявленных полезных ископаемых, имеющих промышленное значение и предусмотренных к отработке проектом;

не допускать застройки территории над горным отвалом зданиями, сооружениями и другими объектами без специального разрешения органов Государственного горного надзора.

При добыче каменного угля эксплуатационные потери не отбитого полезного ископаемого нормируются: в целиках у подготовительных и нарезных выработок; в целиках внутри выемочного участка; в лежачем, висячем боках по верхней и нижней границам контуров пласта;

между выемочными слоями и в подработанных частях залежи.

Потери отбитого полезного ископаемого нормируются в подготовительных и очистных забоях при совместной выемке и смешивании с вмещающими породами; в выработанном пространстве — от смешивания с обрушенными породами на почве, на уступах, в закладке.

Потери полезного ископаемого характеризуются коэффициентом потерь p , который находят из отношения количества потерянных балансовых запасов Π и погашенных B :

$$p = \Pi / B.$$

Существующие методы обогащения не обеспечивают полностью извлечения угля. В результате с отходами производства теряется большое количество минеральных ресурсов. При хранении отходов обогащения в отвалах и хвостохранилищах часть их теряется безвозвратно в результате водной, ветровой и биологической эрозий.

Таким образом, важнейшими параметрами, характеризующими степень использования недр, являются показатели потерь и разубоживания полезных ископаемых при их добыче. При подземном способе добычи потери угля составляют 30—40 %, и только в последние годы благодаря усовершенствованию технологии производства наметилась тенденция их снижения до 30 %. На открытых горных работах потери угля достигают 10 %.

Необходимость компенсации ущерба от потерь полезных ископаемых эксплуатацией других месторождений ведет к затратам на строительство новых предприятий с отторжением земель из общенационального земельного фонда, дополнительному загрязнению окружающей среды. Поэтому снижение потерь полезных ископаемых на действующих предприятиях — первая основная задача малоотходных технологий.

Второй путь снижения отходов угледобычи предусматривает захоронение твердых и жидких отходов в недрах геологических структур. Однако при этом возникает потенциальная опасность загрязнения подземных вод, недр и в том числе месторождений полезных ископаемых.

Создание эффективных малоотходных производств должно идти по пути совершенствования основных технологических процессов, предусматривая использование отходов в самых разных отраслях народного хозяйства.

Соподчиненность направлений в области рационального использования и охраны недр разрабатываемого месторождения показана на рис. 5.2.

Под рациональным использованием и охраной недр при разработке месторождения понимается обеспечение использования земной коры путем наиболее полного извлечения содержащихся в ней полезных ископаемых; комплексного использования минеральных ресурсов, которое включает в себя комплексную разработку месторождений и комплексное использование минерального сырья на всех стадиях его переработки в народном хозяйстве.

Комплексная разработка месторождений предусматривает не только получение целевого полезного ископаемого, но и тех полезных компонентов, которые могут находиться в составе вмещающих пород.

Комплексное использование сырья является основным принципом безотходного производства и включает в себя извлечение всех компонентов (редких и рассеянных элементов, солей, отдельных фракций) и использование отходов производства. Опыт работы горнодобывающей промышленности показывает, что использование попутно добываемых пород и отходов пока незначительно и находится в пределах 3—10%. Объем пород, используемых для производства строительных материалов, составляет около 30 млн. м³, или 4,7% общего их использования. На закладку выработанного пространства используют всего 1% объема пород.

Задачи рационального использования и охраны недр сформулированы В. И. Николиным [19], табл. 5.2.

Рассмотрим ряд сложившихся направлений в угольной промышленности по комплексному использованию сырьевых ресурсов при подземной добыче угля.

Потери угля (20—30%) обусловлены наличием запасов в целиках под охраняемыми объектами, на участках, ограниченных значительными геологическими нарушениями, и эксплуатационными потерями.

Некондиционные запасы в отрасли превышают 7 млрд. т, законсервированные запасы на действующих шахтах под охраняемыми объектами достигают 5,5 млрд. т, или около 10% балансовых.



Рис. 5.2. Соподчиненность направлений в области рационального использования и охраны недр

Эксплуатационные потери угля на шахтах составляют 11,7%, в том числе около 10% в околоштрековых целиках.

В целях сокращения потерь угля в недрах предусматривается дальнейшее совершенствование систем разработки пластов, применение бесцеликовых методов охраны подземных выработок, стволов, сооружений и природных объектов на земной поверхности. Перевод шахт на бесцеликовые схемы отработки пластов с использованием для поддержания подготовительных выработок породных полос, бетонных труб, крепей с высокой степенью податливости, а также расположение выработок в разгруженных от горного давления зонах обеспечивают снижение потерь угля в 2—3 раза.

Обследование шахт основных бассейнов СНГ показало, что при бесцеликовых способах охраны подготовительных выработок затраты на их поддержание снижаются на 50—70%, а удельный объем проведения в 1,5—2 раза [14].

В 1980 г. по бесцеликовой технологии добыто 210 млн. т угля при общей величине эксплуатационных потерь около 7%, что в 2 раза меньше, чем в среднем при подземном способе добычи. В 1984 г. с использованием бесцеликовой технологии добыто 60% угля, в 1990 г. этот показатель доведен до 62%.

Полнота извлечения угля и степень использования твердых отходов шахт могут быть значительно повышены при добыче угля с закладкой выработанного пространства. Применение технологий отработки пластов с полной или частичной закладкой выработанного пространства в 1,5 раза снижает эксплуатационные и в несколько раз общешахтные потери в предохранительных целиках, улучшает состояние окружающей среды. Высокую полноту выемки общешахтных целиков угля можно обеспечить

Задачи рационального использования и охраны недр

Стадии освоения минеральных ресурсов	Задачи		Охрана окружающей среды
	Наиболее полное извлечение полезных ископаемых и их использование	Комплексное использование минеральных ресурсов	
Поиск и разведка месторождений	Повышение качества разведки месторождений и технологических исследований сырья, правильность установления минерально-сырьевых кондий	Полное исследование сопутствующих компонентов в составе вмещающих пород	Выполнение правил ведения геолого-геофизических, буровых, горнопроходческих работ, предотвращающих загрязнение эдосносных горизонтов
Добыча полезных ископаемых	Выбор рациональных систем разработки, снижение потерь сырья в недрах из-за разубоживания, обеспечение максимальной экономической целесообразной полноты отработки месторождения	Обеспечение комплексности отработки месторождений, использование попутно добываемого сырья путем его селективной выемки и складирования	Выбор рациональных систем разработки месторождений и отвалообразования, рекультивация нарушенных земель, очистка и нейтрализация шахтных вод и др.
Транспортировка и переработка минеральных ресурсов	Полное извлечение минеральных компонентов из сырья (в том числе сопутствующих компонентов в комплексных производствах), сокращение потерь при транспортировке и переработке	Экономически оправданное извлечение из сырья сопутствующих компонентов, использование отходов первичной и вторичной переработки полезных ископаемых в других отраслях или возвратно в качестве исходного сырья	Применение рациональных систем складирования и хранения отходов, предупреждения эрозий, большие отчуждения земель, создание водогазоочистных и других систем во избежание загрязнения водоемов, почв и атмосферы

при управлении кровлей полным обрушением, если располагать очистные выработки с таким расчетом, чтобы деформации и перемещения земной поверхности или массива горных пород от влияния подработки взаимно компенсировались. Это так называемая гармоничная, или симметричная, уработка целиков может способствовать сокращению потерь угля у шахтных стволов, где законсервировано около 5 % подготовленных запасов шахт.

Весьма велики перспективы освоения забалансовых запасов минерального сырья. Вовлечение в число балансовых запасов весьма тонких пластов позволяет продлить срок службы многих шахт без крупных капиталовложений и длительных сроков их освоения.

Существенным фактором, влияющим на технико-экономические показатели работы шахты, является значительный объем породы, выдаваемой на поверхность от проведения и ремонта выработок. В настоящее время более 20 % горной массы, выдаваемой из шахт, занимает пустая порода.

На транспортировке и складировании породы занято 35 % шхтного парка электровозов и вагонеток, более 30 % рабочих подземного транспорта, расходуется 10—12 % потребляемой шахтной энергии, загрязняется земная поверхность. В связи с этим важным направлением рационального применения природных ресурсов является комплексное использование шахтных пород. В настоящее время объем использования твердых отходов разрезов, шахт и обогатительных фабрик, идущих на нужды народного хозяйства, составляет около 50 % всего объема выданных пород. Их используют в основном для рекультивации нарушенных земель, закладки выработанного пространства и изготовления стройматериалов (для оснований дорог, пористых заполнителей для бетона, кирпичей, вяжущих, керамики).

Перспективным направлением применения углесодержащих пород (при содержании горючего более 20 %) является их газификация. Из 1 т такой породы получают 700—1000 м³ горючего газа, минеральные остатки могут применяться для изготовления стройматериалов. Газификация 1000 т породы обеспечивает получение горючего газа в том же количестве, что и при газификации 120 т угля. В то же время на шахтах растет потребность в вяжущих и заполнителях бетона, применяемого для возведения околоштрековых жестких охранных полос, заполнения закрепного пространства твердеющими материалами, изготовления бетонных тумб, крепи, твердеющей закладки и др. В связи с этим шахтные породы должны утилизироваться и широко использоваться как сырье в угольной и других отраслях народного хозяйства.

Актуальна задача утилизации шахтных вод — ценного сырья в условиях дефицита воды. При малой минерализации (до 5 г

соли на 1 л) шахтная вода может применяться для орошения и нужд промышленности.

В отрасли ежегодно на земную поверхность откачивают до 2,3 млрд. м³ шахтных и карьерных вод. В Донбассе из 700 млн. м³ шахтных вод в сельском хозяйстве и промышленности используют 20 %, а в перспективе их очистки — до 80 %. Себестоимость очистки шахтных вод в 2—3 раза ниже стоимости воды, получаемой из городских магистралей.

Ежегодно расширяется объем повторно используемых вод, а также шахтных вод, идущих на производственные нужды предприятий.

Ведут работы по созданию системы сбора и оставления шахтных вод в выработанном пространстве при отработке пластов угля в восходящем порядке.

Большое значение имеет утилизация 10 млрд. м³ метана, ежегодно поступающего из шахт и используемого лишь на 20 %. Срок окупаемости капиталовложений на переоборудование котельных с угля на газ составляет один год. Низкая степень использования метана объясняется неустойчивым дебитом, в ряде случаев низкой концентрацией, отсутствием на шахтах оборудования для его утилизации, а также контрольно-измерительной и защитной аппаратуры. Необходима разработка более эффективных способов дегазации пластов. Утилизация метана в угольной промышленности позволит обеспечить экономию 5—6 млн. т угля.

Расчеты свидетельствуют о том, что из шахт ежесуточно выносятся сотни тысяч килоджоулей тепла, которое рассеивается в атмосфере. В отрасли сформировался ряд направлений использования низкопотенциального тепла шахтных вентиляционных потоков, таких как обогрев промышленных зданий и сооружений, подогрев воды в рыбоводческих прудах для увеличения их продуктивности, обогрев емкостей с водой и трубопроводов, стен жилых и служебных помещений, парников и т. п.

При существующих тепловых перепадах между начальной температурой вентиляционного потока и температурой у потребителя 25—45 °С ежегодно могут быть использованы десятки миллиардов килоджоулей тепла и сэкономлено в целом по отрасли до 9 млн. т угля.

5.4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Основными природными компонентами, подлежащими извлечению, переработке и использованию при подземной добыче угля, являются горные породы с включениями редкоземельных элементов и других полезных ископаемых; подземные воды, содержащих механические и химические примеси; уголь, остав-

ляемый в целиках различного назначения и на участках пластов, ограниченных тектоническими нарушениями, метан и пылеобразные вещества. Кроме того, подлежит использованию тепловая энергия вентиляционных потоков.

Оценив принятые к учету и использованию природные компоненты (отходы), необходимо отметить, что основные литотипы пород представлены аргиллитами, алевролитами, песчаниками и известняками, реже каолиновыми глинами. Прочность пород позволяет использовать их для дорожного строительства, отсыпки дамб, насыпей и площадок. Часть породы применяют для сельскохозяйственных удобрений, для производства фарфора (каолиновые глины). По мере дальнейшего изучения свойств пород отдельных месторождений и выявления потенциальных потребностей, область их использования будет расширяться.

В дальнейшем метан от дегазационных систем предусматривается передавать к котельным, а из исходящих потоков извлекать его катализаторами с последующим сжиганием его в топках.

Для шахт с притоками до 150 м³/ч предусмотрены схемы использования шахтных вод для внутренних технологических нужд. При более значительных притоках часть воды выдают на поверхность и подвергают очистке.

Особое значение имеет повышение полноты выемки угля, так как оно способствует максимальному оставлению породы в шахте и минимальному воздействию горных работ на поверхность в зоне горного отвода. Этот вопрос решается в направлениях совершенствования технологии выемки и применения новых технических решений по закладке выработанного пространства, а также извлечения охранных целиков угля, особенно при извлечении углей ценных марок.

Для оценки экологического уровня действующих и реконструируемых производств и их влияния на окружающую среду в угольной промышленности разработаны и повсеместно применяются критерии безотходности (табл. 5.3) технологических процессов добычи и переработки угля и сланца с охватом всех видов образующихся отходов. В качестве оценочных показателей приняты следующие [18]: коэффициент безотходности производства по породе, сточным водам и промышленным выбросам в атмосферу; удельный выход породы с учетом ее использования; коэффициент, характеризующий соотношение отработанных и рекультивируемых земель; показатель использования попутно забираемых шахтных и карьерных вод на производственные нужды; коэффициент водоотведения при обогащении; коэффициент водооборота; уровень превышения ПДК по загрязняющим ингредиентам.

В расчетных формулах приняты следующие обозначения: q_1 — количество породы, оставляемой в шахте для использова-

Таблица 5.3

Критерии безотходности технологических процессов добычи и переработки угля

Отходы	Показатели уровня безотходности угольного производства	Расчетная формула
Твердые (вскрышные и вмещающие породы, отходы обогащения)	Коэффициент безотходности производства по породе, %: на шахте в разрезе на обогатительной фабрике Удельный выход породы с учетом ее использования: на шахте, т/т в разрезе, м ³ /т Коэффициент, характеризующий соотношение отработанных и рекультивированных земель	$K^{п_0} = 100 (q_1 + q_2) / Q_{п}$ $K^{п_0} = 100 V_{исп} / V$ $K^{п_0} = 100 Q_{исп} / Q_0$
Жидкие (шахтные и карьерные воды, сточные воды обогатительных и брикетных фабрик)	Коэффициент безотходности производства по сточным водам, %: на шахте, в разрезе на обогатительной фабрике Показатель использования попутно забираемых шахтных и карьерных вод на производственные нужды, % Удельный объем водоотведения при обогащении, м ³ /т Коэффициент водооборота, % Уровень превышения ПДК	$K^{п_н} = [Q_{п} - (q_1 + q_2)] / D$ $K^{п_н} = (V - V_{исп}) / D$ $\gamma = S_p / S_{отр}$
Пылегазообразные (промвыбросы в атмосферу)	Коэффициент безотходности производства по выбросам в атмосферу, % Уровень превышения ПДК	$K^{п_0} = 100 (q^{п_1} + q^{п_2} + q^{п_3} + Q^{п_i}) / Q_{п}$ $K^{п_0} = 100 V_i / V_{отв}$ $K^{п_и} = 100 q^{п_i} / W$ $K_{отв} = V_{отв} / P_0$ $K_{об} = 100 \cdot V_{об} + V^{п_пр}$ $\gamma_i = P_{\phi i} / ПДК_i$ $K^{п_0} = 100 M_{ут} / M_0$ $\gamma = C_{mi} / ПДК_i$

ния в качестве закладочного материала, тыс. т/год; q_2 — количество породы, выданной на поверхность для использования в качестве сырья и других целей, тыс. т/год; $Q_{п}$ — общее количество породы, образующееся в результате ведения горных работ, тыс. т/год; $V_{исп}$ — объем используемых вскрышных пород, тыс. м³/год; V — общий объем вскрышных пород, тыс. м³/год;

$Q_{исп}$ — количество используемых отходов обогащения, тыс. т/год; Q_0 — общее количество отходов обогащения, тыс. т/год; D — годовая добыча угля, тыс. т; S_p — площадь рекультивируемых земель, га; $S_{отр}$ — площадь отработанных земель за период эксплуатации предприятия, га; $q^{п_1}, q^{п_2}, q^{п_3}$ — объем попутно забираемой воды, используемой соответственно на собственные производственные нужды, нужды сельскохозяйственных предприятий отрасли и смежных предприятий, тыс. м³/год; $Q^{п_i}$ — объем сброса попутно забираемых вод, соответствующих согласованным нормам качества (нормативно чистые без очистки и нормативно очищенные), тыс. м³/год; Q_v — общий объем попутно забираемой воды при добыче угля, тыс. м³/год; V_1 — объем сброса нормативно-очищенных вод при обогащении, тыс. м³/год; $V_{отв}$ — общий объем сбрасываемых вод при обогащении, тыс. м³/год; D_0 — годовой объем обогащенного угля, тыс. т; W — общий объем использования шахтной воды на производственные нужды, тыс. м³/год; $V_{об}, V^{п_пр}$ — объем соответственно оборотной и свежей подпиточной воды, тыс. м³/год; $i = 1, 2, 3, \dots, n$ — виды вредных веществ в сточных водах (взвешенные вещества, минеральные соли и т. д.); $P_{\phi i}$ — фактическая концентрация i -го вредного вещества в сточных водах, мг/дм³, ПДК $_i$ — предельно допустимая концентрация i -го вредного вещества, мг/дм³; $M_{ут}$ — суммарное количество утилизированных вредных веществ, т/год; M_0 — общее количество отходящих (образующихся) вредных веществ, т/год; C_{mi} — максимальная приземная концентрация i -го вредного вещества (пыль, сернистый ангидрид, оксид углерода) в атмосферном воздухе, мг/м³.

Экологически безопасные шахты, разрез или обогатительная фабрика должны иметь коэффициенты безотходности производства по породе, сточным водам и выбросам в атмосферу, равные 75—100 %.

Для интенсификации научно-исследовательских и опытно-промышленных работ по созданию и внедрению экологически безвредных производств в угольной промышленности разработаны и утверждены Требования к технологическим процессам добычи, обогащения угля и шахтного строительства, обеспечивающие мало- и безотходное производство [26]. В данных требованиях определены целесообразные технологические направления (табл. 5.4) и возможные технические решения по созданию и внедрению мало- и безотходных технологий по видам производства и по четырем направлениям природоохранной деятельности (рациональное использование и охрана недр, рациональное использование и охрана водных ресурсов, охрана воздушного бассейна, охрана земельных ресурсов).

Из перечисленных в табл. 5.4 возможных технических решений в схемы развития производств введены уже известные и апробированные в промышленных условиях технические решения и технологические схемы.

Таблица 5.4

Возможные технические решения по созданию и внедрению малоотходных и безотходных технологий

Направления природо-охранных работ	Перечень технологических мероприятий
Рациональное использование и охрана недр	Снижение потерь угля и сланца при добыче и обогащении Безцеликовая выемка угля (сланца) Извлечение угля из разубоженной горной массы Вовлечение в эксплуатацию некондиционных пластов или отдельных участков
Рациональное использование водных ресурсов	Сокращение притоков воды в горные выработки, уменьшение загрязнения воды, выдаваемой на поверхность в процессе эксплуатации Селективная выдача нормативно-чистой воды с рабочих горизонтов Безотходная очистка шахтных и карьерных вод с утилизацией образующегося осадка Комплексное использование очищенных шахтных и карьерных вод Применение водооборотных систем при добыче и обогащении
Охрана воздушного бассейна	Снижение пылегазообразования, при технологических процессах производства, рационализация технических средств улавливания пыли и газов Совершенствование технологии сжигания твердого топлива в котельных Экологически безвредное складирование твердых отходов с последующей рекультивацией отвалов Предотвращение вредных выбросов при сушке и пневматической сепарации углей Утилизация продуктов пылегазоулавливания
Охрана земельных ресурсов	Расширение применения внутреннего отвалообразования на разрезах Сокращение выдачи породы из шахт Расширение номенклатуры и объемов использования твердых отходов в народном хозяйстве Рекультивация нарушенных земель с созданием оптимальных техногенных ландшафтов

Для оставления породы в шахтах приняты следующие технологические схемы:

возведение бутовых полос с применением закладочного комплекса «Титан-1»;

закладка породы в выработанное пространство очистных забоев с применением закладочного массива в выработанном пространстве очистных забоев с применением ПГЗК (подземного гидро-закладочного комплекса);

создание закладочного массива в выработанном пространстве очистных забоев с применением ППЗК (подземного пнев-мозакладочного комплекса);

закладка породы в выработанное пространство очистных забоев с применением скреперных закладочных установок;
размещение породы в погашаемых подготовительных выработках.

Для размещения породы в бутовых полосах с учетом различия горно-геологических и горнотехнических условий выемки угольных пластов приняты следующие технологические схемы:
возведение насыпных бутовых полос с применением закладочного комплекса «Титан-1»;

возведение бутовых полос для охраны капитальных наклонных выработок с созданием разгруженной зоны и применением скреперных закладочных установок.

Для дренажа, отбора и отдельного использования вод подземных водоносных горизонтов и шахтных вод приняты следующие технологические схемы и технические решения:

дренаж водоносных горизонтов через скважины, пробуренные из горных выработок, сбор дренируемой воды в изолированный от шахтных вод коллектор, откачка их по специальному трубопроводу на поверхность и передача потребителю;

высокоминерализованные и агрессивные шахтные воды предусматривается захоранивать в геологических структурах, находящихся ниже границ горного отвода и предельно допустимых глубин разработки, путем бурения скважин и проведения в них **камуфлетных** взрывов для повышения фильтрационных свойств пород и водопоглощения.

Для каптажа и использования метана приняты следующие технические решения:

извлечение метана из угольных и породных пластов с помощью дегазационных установок с передачей его в котельные для сжигания в топках;

передача газовоздушных смесей в котельные для поддува топок (при низкотемпературных газовоздушных смесях — менее 30 %).

Для повышения полноты выемки угля приняты следующие технические решения:

бесцеликовые схемы подготовки и отработки угольных пластов с повторным использованием подготовительных выработок, охраняемых бутовыми полосами;

выемка пластов с полной закладкой выработанного пространства без оставления целиков;

выемка угольных целиков различного назначения с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями;

отработка участков пластов с ограниченными запасами, **располагаемыми** между крупными тектоническими нарушениями;

отработка запасов под охраняемыми зданиями, сооружениями и **водными** объектами с применением горных инженерно-геологических и строительных мер защиты.

Для использования тепла исходящих вентиляционных потоков в народном хозяйстве приняты следующие технические решения:

забор исходящих потоков у выхода из вентиляторной установки и передача их в парниковые помещения с распределением по обогреваемой площади;

забор исходящих потоков из вентиляторной установки и передача их для обогрева воды в рыбоводческих прудах путем прогона по трубам, уложенным в донной части прудов.

5.5. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОРОДЫ В ШАХТНЫХ УСЛОВИЯХ

Основным направлением сокращения объема породы, выдаваемой из шахты, является закладка ее в выработанное пространство, образующееся после выемки угля и проведения выработок. Тенденция изменения показателей по образованию и использованию твердых отходов (пород) приведена ниже.

Образование и использование пород в стране

Год	1980	1985	1990
Объем образования пород, млрд. м ³ /год	11,09	1,32	1,52
Объем использования, млрд. м ³ /год	0,55	0,61	0,64
Объем использования, %	50,4	46,1	41,9
В том числе:			
для внутренних отвалов, разрезов и шахтных провалов, млн. м ³ /год	533	575	611
для строительных целей	10,20	26,30	27,80
для закладки выработок	4,3	5,6	5,3
Число трудящихся, тыс. чел.	4,4	Нет данных	4,90

Рост объемов производства пород в отрасли преобладает над темпами использования, отсюда в перспективе неизбежно увеличение их количества в заскладированном виде на поверхности, а также в силу предпочтения открытому способу добычи.

К настоящему времени сложились следующие технологические решения оставления породы в шахте от проведения и ремонта выработок:

размещение в расколке при проведении спаренных выработок;

размещение в охранных полосах с твердеющими смесями и без них;

размещение в выработанном пространстве очистных забоев; переработка на закладку в ПГЗК (подземный гидрозакладочный комплекс).

Закладка выработанного пространства возможна и целесообразна лишь при соответствующем техническом уровне производства и когда дает заметный экономический эффект

(необходимо рассчитывать с учетом охраны окружающей среды). Закладка может быть полной или частичной в зависимости от условий добычи.

Для закладки применяют различные способы: механический, самотечный, гидравлический и пневматический. При механическом способе закладки используют скреперные и шнековые установки, к закладочным материалам не предъявляют каких-либо особых требований. При самотечном способе закладки материал не должен содержать избыточной влаги, а крупность не должна превышать 120 мм. При гидравлическом и пневматическом способах закладки требования к закладочному материалу оговариваются особо — размер кусков породы (не более 0,3 диаметра трубы), наличие посторонних предметов, влажность.

Породу в выработанное пространство пологих пластов закладывают полностью или частично с помощью пневмозакладочных машин камерного (ДЗМ) или барабанного (ПЗБ) типа, пневматических комплексов «Титан» и скреперных установок.

При проведении выработок узким забоем рационально применять передвижные или полустационарные дробилки у породного забоя с тем, чтобы получить сразу закладочный материал.

Породу в выработанное пространство крутых пластов закладывают без дополнительного дробления и сортировки самотеком полностью или частично (в зависимости от количества породы, производительности закладочного и очистного оборудования).

В случае, когда объем породы в шахте недостаточен для полной закладки лавы, ее размещают в породные полосы у выемочных штреков. Если объем породы превышает объем выработанного пространства одной лавы, то ее размещают в выработанном пространстве нескольких лав. Для всех способов закладки содержание горючих материалов не должно превышать 20 % объема. Если порода содержит более 20 % горючих компонентов или примесей углей, склонных к самовозгоранию, то возможность использования их в качестве закладочного материала устанавливают соответствующие службы.

Для осуществления закладки шахта должна иметь породно-закладочный комплекс, который включает в себя дробильно-подготовительный пункт (ДПП), располагаемый на поверхности или в шахте; общешахтные или участковые коммуникации для спуска породы или готового закладочного материала, передачи его с горизонта на горизонт; систему бункеров для хранения необходимого количества закладочного материала; транспортные средства для его доставки.

В зависимости от расположения наиболее важных источников поступления породы и принятого места размещения ДПП применяют две схемы движения потока породы: шахта — поверхность — шахта и шахта — шахта. Недостаток первой схе-

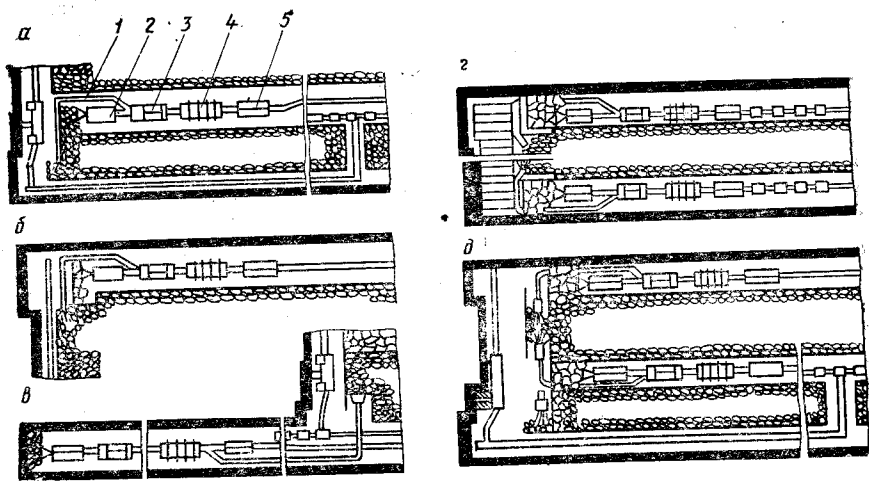


Рис. 5.3. Технологические схемы оставления породы с применением комплекса «Титан-1»:

1 — заилочный трубопровод; 2 — погрузочная машина; 3 — дробильно-закладочная машина «Титан-1»; 4 — воздуходувочная машина ВП-70; 5 — передвижной распределительный пункт

мы — транспортировка на большое расстояние закладочного материала для его подготовки к использованию.

Прогрессивным техническим решением, не имеющим указанного недостатка, является переход на технологические схемы с замкнутым циклом по переработке, доставке и использованию породы в пределах выемочного участка.

Пневмозакладку породы комплексом «Титан» (рис. 5.3), применяют для закладки породы, получаемой от подрывки боковых пород при проведении выработок. Комплекс работает по следующим технологическим схемам:

проведение откаточного штрека вслед за лавой с двусторонней породной полосой (рис. 5.3, а);

проведение вентиляционного штрека за лавой с односторонней породной полосой (рис. 5.3, б);

проведение откаточного штрека с опережением очистного забоя и возведением породной полосы в нижней части лавы (рис. 5.3, в);

проведение спаренных подготовительных выработок широким забоем с оставлением породы в шахте с использованием комплекса КСВ-1 (рис. 5.3, д);

работа лавы с полной закладкой материалом от подрывки двух подготовительных выработок, проводимых вслед за лавой (рис. 5.3, д).

При применении комплекса «Титан-1» достигается полная механизация работ по погрузке, доставке и закладке породы.

Комплекс может применяться в подготовительных выработках, проводимых с уклоном до $\pm 5^\circ$ площадью сечения 7 м^2 и более в пластах мощностью $0,5—1,5 \text{ м}$ с углом наклона до 25° по падению и до 6° по восстанию при верхней, нижней и комбинированной подрывках пород с коэффициентом крепости по шкале проф. М. М. Протодяконова до ≤ 10 .

Производительность комплекса зависит от крепости пород и колеблется от 20 до $60 \text{ м}^3/\text{ч}$. Применение комплекса «Титан-1» позволяет увеличить плотность породной полосы с $0,35—0,4$ до $0,74—0,77$ плотности породы в массиве.

Основным показателем целесообразности применения комплекса «Титан-1» является обеспечение необходимой скорости проведения выработок, которая должна превышать скорость продвижения очистного забоя.

Наиболее экономически целесообразно применение комплекса «Титан-1» по сравнению с применением скреперной установки при проведении выработок площадью поперечного сечения более 9 м^2 в свету вслед за лавами по пластам мощностью менее 1 м с месячной скоростью более 65 м . С увеличением площади поперечного сечения выработок и скорости их проведения и с уменьшением мощности пласта эффективность от применения комплекса растет.

Широкое распространение для закладки породы получили технологические схемы с использованием скреперных установок. Они надежны в работе, универсальны, имеют простую конструкцию, низкую стоимость, могут работать в сложных горно-геологических условиях. Применение скреперного погрузчика в комплексе с ленточным конвейером повышает их производительность благодаря сокращению простоев.

Скреперные установки ЗУ-1М используют для закладки породы от подрывки при проведении вентиляционных штреков. Производительность их колеблется от $2,1$ до $2,6 \text{ м}^3/\text{ч}$. Применение лебедек ЛС-50-2П или ЛС-1002П позволяет использовать скрепер увеличенной вместимости до $0,8 \text{ м}^3$.

В настоящее время на шахтах отрасли при проведении 1000 горных выработок закладка породы в выработанное пространство осуществляется скреперными установками. С увеличением мощности скреперных лебедек количество установок останется на прежнем уровне, а объем закладываемой породы возрастет с $0,6$ до 10 млн. т в год. Наиболее целесообразная область применения скреперных установок для закладки породы определяется поперечным сечением выработок до 9 м^2 на пластах мощностью от $0,5$ до $1,5 \text{ м}$ с углами падения до 25° .

Из общего количества выработок, проводимых с помощью скреперных установок, 72% проводят с подрывкой пород кровли, что наиболее удобно для применения скреперных установок, 12% — с подрывкой почвы и 16% — смешанной, $77,5\%$ — с расположением полос вниз по падению, что наиболее благо-

приятно для скреперных установок, с расположением породной полосы вверх по восстанию и по обе стороны выработки — соответственно 14,2 и 83 % [2].

В настоящее время возникла необходимость вовлечения в разработку тонких пластов мощностью до 0,7 м. Из-за отсутствия очистных комплексов данного типоразмера применяют механизированные комплексы, которые работают только с присечкой боковых пород, что приводит к снижению качества добываемого угля, увеличению объемов складирования отходов обогащения на поверхности Земли. Выходом из такого положения (до создания соответствующих технических средств добычи угля из тонких палстов) является применение технологии раздельной выемки угля и породы (с оставлением последней в шахте) на базе существующего оборудования.

Технология раздельной выемки включает в себя следующие основные процессы: выемку угля комбайном и погрузку его на конвейер при движении по направлению вентиляционной струи; присечку породы и погрузку ее на конвейер при движении в противоположном направлении; дробление и закладку всего объема присекаемой породы в выработанном пространстве очистного забоя. Таким образом, в состав выемочно-го участка должно включаться очистное (узкозахватный комбайн, скребковый конвейер, средства пылеподавления, механизированная крепь) и закладочное (грохот, дробилка, скребковый перегружатель, бункер, закладочная машина, магистральный трубопровод, передвижной трубопровод с ограждением) оборудование.

Технология раздельной выемки угля и присекаемых пород повышает качество добываемого угля, обеспечивает более полную обработку тонких пластов и эффективное пылеподавление в очистном забое.

5.6. УТИЛИЗАЦИЯ ШАХТНЫХ ОТХОДОВ

При всевозрастающих в современных условиях необходимости создания экологически чистых производств и максимального использования природных ресурсов вопрос утилизации отходов добычи и переработки угля и сланца приобретает особую остроту.

Утилизация углеотходов. Промышленное применение углеотходов в отрасли началось в 1921—1932 гг. Впервые в эти годы из взятых горелых пород шахтных терриконов с добавлением в них небольшого количества извести и портландцемента были получены бетоны, которые использовали для изготовления стенового камня. Позднее дробленые горелые породы стали применять при производстве каменных и отделочных ра-

Установлено, что после дробления и классификации горелой породы получается щебень и горелопородный песок различных фракций с достаточно высокими физико-механическими свойствами. Так, фракция щебня 5—20 мм соответствует марка 200—300 по прочности, а фракция 20—40 мм — марке 200—600. Данный материал выдерживает 15—50 циклов попеременного замораживания и оттаивания, воздухоустойчив. По механической прочности горелые породы могут использоваться в качестве щебня при производстве бетонов марок до 300 включительно.

Наличие в вещественном составе перегоревших пород активных разновидностей оксидов железа (1,15—10,3 %), алюминия (8,15—16,1 %) и кремния (51,5—83 %), возникающих вследствие нарушения молекулярных связей глинистых минералов при обезвоживании и диспергации частиц в процессе самообжига, обуславливает высокую гидравлическую активность. Добавка к цементу 30—40 % тонкомолотой горелой породы значительно повышает стойкость цементного камня против воздействия агрессивных сред. Заводом крупнопанельного домостроения «Главзападуралстроя» (г. Пермь) подтверждена техническая возможность и экономическая целесообразность использования в производстве керамзитобетона горелопородного песка взамен кварцевого. Разработаны составы керамзитобетонной смеси с песком из горелой породы. Получен керамзитобетон марок М50 и М75 с объемной массой 1000—1200 кг/м³, при этом расход цемента снижается на 15—30 %. Технические характеристики полученного бетона (теплопроводность, паропроницаемость, влагоемкость и др.) полностью соответствуют предъявляемым требованиям и обеспечивают изготовление наружных стеновых панелей с важными теплофизическими свойствами.

На Пермском заводе силикатных панелей выпускают цветные бетонные фасадные и тротуарные плиты. В составе бетона в качестве заполнителя и пигмента используют горелую породу, а в качестве вяжущего — белый портландцемент марки М400. Отформированные изделия подвергают тепловой обработке в обычном режиме. Качественные характеристики изделий соответствуют требованиям стандартов на бетонные фасадные и тротуарные плиты. Фактурный слой изделий имеет розовую окраску, дефекты отсутствуют. В настоящее время в Перми строят жилые дома с фасадной плиткой из горелых пород для облицовки.

Освоение в отрасли производства строительных материалов и изделий из углеотходов показало, что применение шахтных горелых пород в виде активной минеральной добавки или песчано-щебеночной смеси не требует технологических изменений и снижает расход цемента на 15—30 % без ухудшения физико-технических характеристик.

В последние годы вскрышные (вмещающие) породы и отходы обогащения угля находят все большее применение в каче-

стве основного сырья и топливно-минеральных добавок в производстве кирпича. Реализация использования углеотходов осуществляется специальными заводами, цехами или отдельными установками, которые входят в состав угольных предприятий или подчиненных специализированных организаций.

Наиболее длительный опыт такого использования углеотходов имеется в ПО «Интауголь», где около 40 лет действует завод по выпуску кирпича из свежедобытой шахтной (вмещающей) породы производительностью 15 млн т в год. Технология изготовления кирпича принципиально не отличается от традиционной, где сырьем служит глина. Породы из шахты после вылеживания на территории завода подают в приемный бункер, затем — в щековую дробилку и бегуны. Раздробленный и измельченный материал поступает в глиномешалку, где влажность шахты доводится до 21,5 %, а затем на формование в ленточный пресс. Выходящий из пресса брус разрезается полуавтоматом. Кирпич-сырец укладывают в вагонетки и подают в камерные сушилки. Изделия сушат теплом отходящих дымовых газов, образующихся при самообжиге кирпича в напольных кольцевых печах в результате выгорания топлива из углесодержащей породы. Выделяющегося при этом тепла достаточно для обжига кирпича и сушки сырца. Температура обжига 950—980 °С, цикл обжига — 85 ч. Выпускаемый кирпич имеет марки 75—150, все показатели которого, в том числе морозостойкость, соответствует ГОСТам. Получаемый из шахтной породы кирпич легче глиняного и обладает лучшими теплоизоляционными свойствами.

Использование шахтных пород при производстве кирпича осуществляется в объединениях «Ростовстройматериалы», «Волынскстройматериалы», «Львовстройматериалы», ЦОФ «Абашевская» и др.

Выпускается как строительный кирпич, так и керамический кирпич (ПО «Экибастузуголь»). В целом объем использования отходов обогащения как топливно-минеральных добавок в шихту кирпичных заводов страны пока незначителен и составляет 0,6—0,7 млн т в год. Потребность же в них, по расчетам Южгипрострома, в настоящее время составляет 6 млн т. Широкое внедрение данного направления использования углеотходов сдерживается отсутствием у предприятий отделений по измельчению породы, а также затруднениями с транспортированием сырья к потребителю.

К новым направлениям применения углеотходов следует отнести их использование в качестве сырьевого или топливного компонента в производстве цемента. В результате полупромышленных испытаний установлено, что при производстве цемента углеотходы могут составлять 5—8 % объема шахты. Это позволяет значительно улучшить экономические показатели, не снижая качества цемента.

Практическое применение углеотходов в качестве грунтового материала известно давно. В настоящее время их широко используют при возведении дамб шламоотстойников и плотин прудо-осветлителей, отсыпке строительных площадок, вертикальной планировке поверхности, строительстве автодорог.

Для отсыпки дамб и плотин обычно используют углеотходы, которые характеризуются низкими коэффициентами фильтрации ($K_f \leq 10^{-5}$ м/сут) и высокой плотностью (1,8—1,9 г/см³). Такая степень водопроницаемости и плотности углеотходов достигается соответствующим уплотнением. Технология укладки углеотходов в тело дамбы или плотины не отличается от традиционной.

В последние годы выявилась возможность использования вскрышных пород разрезов при создании искусственных фильтрующих массивов для очистки карьерных вод, сбрасываемых в естественные водоемы, от механических примесей. Фильтрующий массив из вскрышных пород является простейшим гидротехническим сооружением, которое позволяет в процессе фильтрации задерживать содержащиеся в карьерных водах взвешенные вещества. Породы, уложенные в тело искусственного фильтрующего массива, не должны содержать растворимые вещества и вредные примеси, отрицательно влияющие на качество протекающей через них сточной воды. При соблюдении определенных технологических условий (направление и длина пути фильтрации, размеры зоны высачивания и др.) достигается весьма высокая (до 99 %) степень осветления карьерных вод. Это позволяет в ряде случаев отказаться от строительства дорогостоящих водоочистных сооружений и снизить эксплуатационные расходы на очистку карьерных вод от механических примесей.

Горелые породы используют также для строительства автодорог с асфальтобетонным покрытием при соблюдении следующих требований: плотность в куске должна быть не менее 2 г/см³, водопоглощение — не более 5 %, содержание пылевидных частиц — до 3 %.

Опыт показывает, что участки дорог, построенные по технологии, предотвращающей доступ влаги к горелой породе извне, хорошо сохраняются на протяжении длительного времени.

В отечественной и зарубежной практике уже длительное время проявляется определенный интерес к применению углесодержащих отходов добычи и переработки бурых и каменных углей в качестве нетрадиционных видов органико-минеральных удобрений (углеудобрений). Это обусловлено довольно высоким содержанием в углеотходах органического вещества (20—25 % и выше), наличием в них необходимых растениям микроэлементов (бор, цинк, никель, молибден, марганец, медь, кобальт) и серы, а также большим поглощением, что способствует в целом повышению плодородия обрабатываемых почв и улучшению их

механической структуры. Установлено, что по своему вещественному составу и агрохимическим свойствам углеотходы большинства предприятий отрасли представляют собой смесь аргиллитов и алевролитов, обогащенных органическими веществами. Его содержание составляет 14,1—44,7 %; рН водной вытяжки свежедобытых пород равняется 4,5—8,3, содержание общего азота 100—1603, фосфора 0,6—91,9 и калия 2,6—24,7 мг на 100 г породы. Измельченные углеотходы не слеживаются и не требуют особых условий при транспортировании, погрузке и хранении, что создает благоприятные предпосылки для широко-масштабного их применения в целях повышения почвенного плодородия земель. Применение углеудобрений положительно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур, обеспечивая при этом довольно стабильные прибавки (20—40 %). Выявлено также заметное улучшение качества получаемой сельскохозяйственной продукции: повышение содержания белка в зерне, снижение содержания нитратов, увеличение содержания сахаров.

Утилизация шахтных вод. Сточные шахтные воды нарушают динамику подземных водоносных горизонтов, истощая их, а при недостаточной очистке являются опасным источником загрязнения водных ресурсов поверхностных водотоков и водоемов. После соответствующей подготовки они могут быть использованы для технического и питьевого водоснабжения, орошения сельскохозяйственных культур, создания водоемов в зонах отдыха и в рыбном хозяйстве. В то же время сточные шахтные воды как попутный продукт угледобычи относят к ценному виду полезных ископаемых.

Сточные шахтные воды могут быть использованы для собственных нужд отрасли, на нужды смежных производств, в сельском хозяйстве.

На собственные нужды расходуется всего 15—20 % по отношению к общему притоку. При этом 70 % общего потребления воды приходится на долю комплексного обеспыливания в подземных условиях, административно-бытовых комбинатов, котельных, компрессорных и холодильных установок. Очищенные шахтные воды могут применяться в подземных условиях для профилактического заиливания и гидрозакладки выработанного пространства, гидродобычи и гидротранспорта горной массы. Вода, используемая для данных целей, должна удовлетворять санитарным правилам по содержанию шахтной и сланцевой промышленности.

В отрасли постоянно ведутся работы по расширению области использования шахтных вод для нужд народного хозяйства. При оценке качества воды, используемой для орошения, учитывают состав почвы, степень дренированности, глубину залегания грунтовых вод, рельеф местности, климатические условия и др.

Воду с минерализацией до 2 г/л и жесткостью 7 мг-экв/л используют для технических нужд после механической и бактериологической очистки, с жесткостью 8—14 мг-экв/л — после очистки и катионирования, а после обработки известью — также для бытовых нужд.

Более 20 % шахтных вод отличается повышенной минерализацией, что делает их экономически невыгодными для использования в технических целях. Такие воды следует отводить через скважины в геологические структуры, залегающие ниже угольных пластов и не являющиеся зонами питания водоносных горизонтов. Для общей эффективности в скважинах создают искусственные зоны повышенной фильтрации.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается проблема истощения минеральных ресурсов?
2. Что включается в понятие — малоотходная технология?
3. Назовите основные виды отходов угольной промышленности.
4. Какие пути снижения отходов угледобычи?
5. Охарактеризуйте основные направления рационального использования и охраны недр.
6. Назовите основные направления по переработке и использованию промышленных отходов.
7. Как используют в народном хозяйстве отходы угольной промышленности?

6. ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

6.1. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА

В угольной промышленности, одной из самых капиталоемких добывающих и перерабатывающих отраслей, особенно усиливается ее отрицательное влияние на природу.

Степень нарушения и деградации окружающей природной среды зависит от развития техники, технологии и организации работ, действующего экономического механизма взаимоотношений природы и общества; существующей системы юридических ограничений и правовой защиты; уровня культуры. Только оптимальное сочетание этих факторов обеспечит гармонию взаимодействия человека и природы, а отсутствие любого из них приводит к диссонансу взаимоотношений, расстройству всей системы природопользования.

В экономическом механизме взаимоотношений центральное место занимают объективно обоснованные оценки (и цены) взаиморасчетов между тремя неравнозначными партнерами:

государством как владельцем ресурсов и собственником природных богатств;

предприятием как пользователем-арендатором, распоряжающимся и присваивающим природные ресурсы, сырье, элементы окружающей среды;

трудящимися как производителями и потребителями продукции, одновременно остро нуждающимися в чистых и ненарушенных элементах природной среды (в воздухе, воде, почве, растительном и животном мире и др.) [19].

Очевидно, что и государство, и предприятие, и трудящиеся должны быть равноправными перед законом партнерами, защищены в правовом отношении, а между ними должны быть четкие экономические взаимосвязи и взаиморасчеты, регулируемые юридически действующими подзаконными актами. Рассмотрим пары в этой «триаде». Предприятие — трудящиеся регулируют свои отношения через цену (продажу) труда, определяемую заработной платой. Предприятие — государство строят свои экономические отношения через цену (куплю — продажу) готовой продукции (угля) и стоимость материалов, энергии, оборудования, услуг и др. Государство — трудящийся взаимодействуют в основном при определенной заработной плате через различные цены на товары и услуги. Данные экономические связи в силу закона пропорциональности должны быть сбалансированными с учетом необходимой нормы накоплений в масштабе государства.

Итак, цена — действенный инструмент воздействия на экономические отношения в «триаде».

Чаще интересы «триады» не совпадают: трудящийся стремится при минимуме затрат труда получить максимальную зарплату; производство заинтересовано при меньших затратах живого труда получить максимум продукции при минимальной ее себестоимости продать по более высокой цене; государство — получить дешевую и одновременно качественную продукцию от предприятий и продать по максимальной оптовой цене. В разрешении этого диалектического противоречия экономического взаимодействия сбалансированных цен в «триаде» лежит объективный уровень цены любого товара. Согласно закону стоимости, роль цены в «триаде» следующая:

поддержание регулируемого равновесия в экономике взаимоотношений или сбалансированность взаиморасчетов;

правильное измерение затрат живого и овеществленного труда и результатов, создаваемых этим трудом;

повышение социально-экономической эффективности системы в целом и всех ее основных элементов.

Необходимы научно обоснованные оценки и цены как социально-экономические рычаги и стимулы для рационального природопользования в производстве. В основе этих оценок и цен должно лежать понятие «ренты» — земельной, горной, водной,

воздушной и лесной. В понятиях и способе исчисления абсолютной, относительной и дифференциальной ренты и есть методология и методика объективного и комплексного подхода к экономике природопользования.

Экономическая эффективность добычи и переработки угля зависит не только от его потребительских качеств, но и от издержек производства, к которым относятся социальный и экономический ущерб, возникающий вследствие загрязнения окружающей природной среды, а также затраты на ее воспроизводство и на восстановление средств производства, зданий, пострадавших от загрязнения.

Оценка экономического ущерба от загрязнения окружающей среды — сложная проблема. Во многих случаях она носит ориентировочный характер, отражающий лишь порядок ущерба. Для правильной организации современного производства, т. е. производства, эффективного одновременно с двух позиций — экономической и экологической, необходимо в каждом конкретном случае рассчитывать полный (с учетом экологического фактора) наносимый или возможный ущерб и только тогда принимать технические решения.

6.2. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Эффективность осуществления природоохранных мероприятий оценивают в следующих случаях: при проектировании и выборе вариантов строительства объектов, сооружений и установок для охраны окружающей среды и определении очередности их строительства, экономическом обосновании основных этапов достижения нормативного качества окружающей среды; оценке фактической результативности осуществляемых мероприятий; оценке результатов средозащитной деятельности предприятия, объединений, министерств и ведомств; экономическом стимулировании повышения эффективности осуществляемых мероприятий.

Экономическая эффективность капитальных вложений и эксплуатационных расходов определяется по Временной методике определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству предприятиями угольной промышленности в результате загрязнения окружающей среды.

При разработке планов проведения мероприятий по охране окружающей среды расчеты общей эффективности затрат на данные мероприятия сравниваются с разработанными нормативами, а также с показателями затрат на передовых (аналогичных) предприятиях отрасли, обеспечивающих достижение планируемых конечных результатов охраны окружающей среды. Поскольку полный эффект наступает через определенный про-

межутков времени, отставание затрат принимается в 3—5 лет, а расчетный срок — 15—25 лет.

Планируемые и проектируемые показатели экологической эффективности капитальных вложений должны быть не менее отраслевого нормативного коэффициента ($E_n \geq 0,15$).

Экономическую эффективность осуществляемых средозащитных мероприятий определяют путем установления общей и сравнительной экономической эффективности средозащитных затрат и чистого экономического эффекта средозащитных мероприятий.

Общую экономическую эффективность средозащитных затрат устанавливают путем отнесения полного экономического эффекта средозащитных мероприятий к необходимым для их осуществления средозащитным затратам. Полный экономический эффект средозащитных затрат определяют как разность показателей чистой продукции или прибыли в материальном производстве, затрат в непромышленной сфере, расходов из государственного бюджета и личных средств населения при сложившемся состоянии окружающей среды и проектируемом состоянии.

Чистый экономический эффект средозащитных мероприятий определяют путем сопоставления средозащитных затрат с затратами, которые предотвращаются благодаря ликвидации или уменьшению загрязнения окружающей среды, а также с ценностью дополнительно получаемой продукции при многоцелевых средозащитных мероприятиях. Затраты, возникающие в народном хозяйстве в результате загрязнения окружающей среды, представляют собой экономический ущерб, причиняемый этим загрязнением.

Показатель чистого экономического эффекта является критерием выбора вариантов средозащитных мероприятий в тех случаях, когда расчет сравнительной экономической эффективности неприменим из-за несопоставимости сравниваемых вариантов по своему воздействию на окружающую среду и по параметрам объектов, на которые распространяется действие средозащитных мероприятий.

Средозащитные мероприятия состоят из капитальных вложений и эксплуатационных расходов.

К капитальным вложениям относят единовременные затраты на создание новых и реконструкцию существующих основных фондов, сокращающих (предотвращающих) отрицательное воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду; модификацию технологии производства, осуществляемую исключительно с целью снижения его неблагоприятного воздействия на окружающую среду.

К эксплуатационным расходам средозащитного назначения относят текущие и дополнительные затраты, связанные с обслуживанием и эксплуатацией основных производственных фон-

дов, совершенствованием производственной технологии с целью снижения неблагоприятного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду, а также затраты на оплату услуг, связанных с охраной окружающей среды.

6.2.1. Оценка экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей природной среды

Загрязнение окружающей среды в результате хозяйственной деятельности предприятий угольной промышленности приводит к возникновению двух видов затрат:

на предупреждение воздействия загрязненной среды на различные объекты (когда такое предупреждение технически возможно);

вызываемых воздействием загрязненной среды на объекты.

Сумму затрат этих двух типов называют экологическим ущербом, причиняемым народному хозяйству загрязнением окружающей среды.

Расчеты по определению экономического ущерба от загрязнения окружающей среды проводят при планировании и проектировании средозащитных мероприятий во всех условиях, когда определяется чистый экономический эффект этих мероприятий.

Затраты на предупреждение воздействия загрязнений среды на объекты при загрязнении водоемов определяются величиной расходов, необходимых для предупреждения использования загрязненной воды на технологические и коммунально-бытовые нужды. К числу таких расходов относятся затраты на разбавление сточных вод, на применение более сложных, нежели при отсутствии загрязнений, способов очистки воды при водоподготовке, на перенос водозабора или перемещение водопотребителей к более чистым водным источникам, на организацию использования новых чистых источников.

При атмосферном загрязнении аналогичные затраты возникают при применении систем очистки воздуха, поступающего в жилые и производственные помещения, при подаче воздуха для технологических нужд, создании санитарно-защитных зон и выносе источников загрязнения за пределы города.

К затратам на предупреждение воздействия загрязненной среды относят также затраты на сбор, удаление и захоронение отходов производства и потребления, включая и потери от отчуждения земель на организацию мест хранения отходов.

Во всех случаях при определении ожидаемого экономического ущерба от загрязнения окружающей среды на основе вариантов расчетов устанавливают минимально необходимую величину затрат на предупреждение воздействия загрязненной среды.

Затраты, вызываемые воздействием загрязненной среды на объекты, определяют как сумму затрат на медицинское обслуживание и содержание населения, заболевшего вследствие загрязнения окружающей среды; компенсацию потерь чистой продукции из-за снижения производительности труда, а также невыходов трудящихся на работу вследствие воздействия загрязнений окружающей среды на население; дополнительные услуги коммунально-бытового хозяйства в загрязненной среде; компенсацию количественных и качественных потерь продукции из-за снижения продуктивности земельных, лесных и водных ресурсов в загрязненной среде; компенсацию потерь промышленной продукции из-за воздействия загрязнений на основные фонды.

Экономический ущерб от загрязнения среды является комплексной величиной и определяется как сумма ущербов, наносимых отдельным объектом в пределах загрязненной зоны.

Основные трудности определения экономического ущерба, наносимого горным предприятием окружающей среде, связаны со сбором информации о состоянии окружающей среды и ее изменении под воздействием загрязнений.

В настоящее время величину экономического ущерба от выброса загрязнений в атмосферу и их сброса в водоемы рекомендуется определять:

для конкретных источников загрязнений, отдельных предприятий или группы предприятий;

по укрупненным методам согласно Временной методике... [5]; для бассейна (месторождения), отрасли в целом — по показателям удельного экономического ущерба, приведенным в отраслевой методике [4].

Однако приведенные в этих нормативных материалах величины экономического ущерба от различных загрязнителей необходимо корректировать из-за постоянного роста цен.

Расчет величины экономического ущерба от выброса загрязнений (тыс. руб.) по удельным показателям подсчитывают по формуле

$$I = \sum_{i=1}^n I_i m_i,$$

где $i=1, \dots, n$ — виды вредных веществ (примесей), выбрасываемых отраслевыми предприятиями; I_i — удельный экономический ущерб, причиняемый выбросом (сбросом) 1 т вредных веществ (примесей), принимается по табл. 1 или 2 [4]; m_i — общая масса годового выброса вредных веществ i -го вида, т/год.

6.2.2. Чистый экономический эффект средозащитных мероприятий

Определение чистого экономического эффекта средозащитных мероприятий R основывается на сопоставлении затрат на их осуществление Z с достигаемым благодаря этим мероприятиям экономическим результатом P

$$R = P - Z.$$

Экономический результат средозащитных мероприятий выражается величиной предотвращаемого благодаря этим мероприятиям годового экономического ущерба Π — для одноцелевых средозащитных мероприятий или суммой величин предотвращаемого годового экономического ущерба и годового прироста дохода (дополнительного) от улучшения производственных результатов деятельности предприятия или группы предприятий (ΔD) — для многоцелевых средозащитных мероприятий, т. е.

$$P = \Pi + \Delta D. \quad (6.1)$$

Величина предотвращенного экономического ущерба от загрязнения среды равна разности между расчетными показателями ущерба, который имел место до осуществления рассматриваемого мероприятия I_1 , и остаточного ущерба после проведения этого мероприятия I_2 :

$$\Pi = I_1 - I_2. \quad (6.2)$$

Затраты на осуществление средозащитного мероприятия при определении экономического эффекта от этого мероприятия Z исчисляются в форме совокупных эксплуатационных расходов и капитальных вложений, приведенных к годовой размерности с учетом фактора времени (см. формулы 6.3—6.5).

6.2.3. Определение общей экономической эффективности мероприятий по охране окружающей среды

Экономическую эффективность средозащитных затрат устанавливают путем соизмерения экономических результатов и вызвавших их затрат. Показатель общей экономической эффективности всех средозащитных затрат — это отношение годового объема полного экономического результата к приведенным затратам, вызвавшим этот результат,

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij}}{Z} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij}}{C_{\Pi} + E_{\Pi} K}.$$

где \mathcal{E}_{ij} — полный экономический эффект i -го вида от предотвращения потерь на j -м объекте, руб; C_{Π} — годовые эксплуатационные расходы на обслуживание и содержание основных фондов

средозащитного назначения, руб; K_n — капитальные вложения в строительство этих фондов; E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений средозащитного назначения ($E_n = 0,15$).

Экономическую эффективность капитальных вложений в средозащитные мероприятия определяют путем отнесения годового объема полного экономического эффекта за вычетом эксплуатационных расходов на содержание и обслуживание средозащитных объектов к капитальным вложениям, обеспечивающим этот результат,

$$\Theta = \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Theta_{ij}) - C_n}{K_n}$$

Показатель общей эффективности капитальных вложений сравнивают с нормативами и фактически достигнутыми показателями на передовых предприятиях данной отрасли.

Полный экономический эффект от осуществления средозащитных мероприятий определяют как общий эффект, исчисляемый по народному хозяйству в целом, отраслям и подотраслям промышленности, сельского хозяйства, транспорта и строительства, а также отраслям непроеизводственной сферы, в виде прироста национального дохода, ценности природных ресурсов или чистой продукции; как хозрасчетный эффект, исчисляемый по отдельным предприятиям и объединениям, районам, территориально-производственным комплексам в виде прироста прибыли или снижения себестоимости, а по мере перехода на исчисления нормативно чистой продукции — прироста величины последней.

Полный экономический эффект от проведения комплекса средозащитных мероприятий, согласно формулам (6.1) и (6.2),

$$P = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Theta_{ij} = I_1 - I_2 + \Delta D.$$

В этом случае показатель общей (абсолютной) экономической эффективности средозащитных затрат

$$\Theta_3 = \frac{I_1 - I_2 + \Delta D}{C_n + E_n \cdot K_n}$$

При этом показатель общей экономической эффективности капитальных вложений в средозащитные мероприятия

$$\Theta = \frac{I_1 - I_2 + \Delta D - C_n}{K_n}$$

При разработке программ по охране окружающей среды, проектировании средозащитных объектов и комплексов возникает необходимость выбора наиболее эффективных вариантов

технических решений, обеспечивающих заданный уровень качества окружающей среды.

Показателем экономической эффективности сравниваемых вариантов в этом случае является минимум совокупных эксплуатационных расходов и капитальных вложений, приведенных к годовой размерности с учетом фактора времени.

При сравнении краткосрочных мероприятий или долгосрочных мероприятий с примерно равными значениями годовых эксплуатационных расходов и одинаковыми размерами капитальных вложений по годам расчетного периода из их числа выбирают вариант, характеризующий минимальной величиной приведенных затрат, определяемых по формуле

$$Z = C_n + E_n K_n \rightarrow \min. \quad (6.3)$$

В случае сравнения мероприятий, обеспечивающих выход на заданный уровень качества окружающей среды, приведенные затраты могут также определяться по формуле

$$Z = K_n + T_n C_n, \quad (6.4)$$

где T_n — нормативный срок окупаемости капитальных вложений.

При проведении мероприятий, реализация которых или достижение эффекта от них требует длительных сроков (восстановление лесных насаждений, рекультивация нарушенных земель, восстановление рыбных популяций и др.), а эксплуатационные расходы и капитальные вложения изменяются во времени, полные затраты, приведенные к началу расчетного периода, определяются по формуле

$$Z = \sum_{t=t_0}^T \frac{K_t + C_t}{(1 + E_{nn})^{t-t_0}}, \quad (6.5)$$

где K_t — капитальные вложения в мероприятия (на строительство средозащитного объекта) в t -м году; C_t — расходы на эксплуатацию средозащитного объекта в t -м году; E_{nn} — нормативный коэффициент одновременных затрат, значения которого принимаются равными: 0,08 — для обычных затрат; 0,1 — для затрат на новую технику; t_0 — базовый момент времени, к которому приводятся затраты t -го года; t_0, T — соответственно год начала строительства и год завершения эксплуатации сооружений.

Условием проведения расчетов сравнительной экономической эффективности затрат на средозащитные мероприятия является выбор их вариантов в пределах одной и той же территории, где достигается одинаковое (нормативное) качество окружающей среды.

1. От чего зависит экономическая эффективность добычи и переработки угля?
2. Для чего необходима экономическая оценка природоохранных мероприятий?
3. Что входит в капитальные вложения природоохранных мероприятий?
4. Какие виды затрат входят в экономический ущерб, причиняемый народному хозяйству загрязнением окружающей среды?
5. Как определяется полный экономический эффект средозащитных мероприятий?

1. *Адлем С. Т., Марн Т. В., Плесис Р. Д.* Обработка богатых сульфидами рудничных вод гидроксидом бария и выделение ценных сопутствующих материалов.— В тр. 4 Межд. конгр. по шахтн. водам.— Портшах, Австрия, 1991.— с. 85—95.
2. *Архипов Н. А., Ельчанинов Е. А., Горбачев Д. Т.* Добыча угля и рациональное природопользование.— М.: Недра, 1987.
3. *Вернадский В. И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения.— М., Наука, 1987.
4. *Временная методика* определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству предприятиями угольной промышленности в результате загрязнения окружающей среды.— Пермь: ВНИИОСуголь, 1986.
5. *Временная типовая методика* определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды / Госплан СССР, Госстрой СССР, Президиум АН СССР.— М., 1983.
6. *Временное методическое руководство* по разработке плана и мероприятий по охране воздушного бассейна на предприятиях угольной промышленности.— ВНИИОСуголь.— М.: ИГД им. А. А. Скочинского, 1979.
7. *Горная энциклопедия* / Гл. ред. Е. А. Козловский; Ред. кол.: М. И. Агошков, Н. К. Байбаков, А. С. Болдырев и др.— М.: Сов. энциклопедия. Т. 1. 1984.
8. *Горная энциклопедия* / Гл. ред. Е. А. Козловский; Ред. кол.: М. И. Агошков, Н. К. Байбаков, А. С. Болдырев и др.— М.: Сов. энциклопедия. Т. 2. 1985.
9. *Горная энциклопедия* / Гл. ред. Е. А. Козловский; Ред. кол.: М. И. Агошков, Н. К. Байбаков, А. С. Болдырев и др.— М.: Сов. энциклопедия. Т. 4. 1989.
10. *Ельчанинов Е. А., Горбачев Д. Т., Беляев Е. В.* Развитие малоотходной технологии при подземной добыче угля: Обзор.— М.: ЦНИЭИуголь, 1985.
11. *Зуев В. М., Сафонов Л. А., Солопанов А. Т.* Создание экологически безопасной системы защиты горных работ от подземных вод.— Разведка и охрана недр, 1990, № 12.— с. 39—42.
12. *Камзист Ж. С., Коротких И. В., Фролов А. Ф.* Основы гидрогеологии и инженерной геологии: Учебник для техникумов.— М.: Недра, 1988.
13. *Колоколов О. В., Хоменко Н. П.* Охрана окружающей среды при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.— К.: Донецк: Вища школа. Головное издательство. 1986.
14. *Комплексное использование* твердых отходов угольного производства / А. Б. Красавин, В. С. Сандаков, Ю. А. Данилов и др.— М.: ЦНИЭИуголь, 1987.
15. *Красавин А. П.* Защита окружающей среды в угольной промышленности.— М.: Недра, 1991.
16. *Красавин А. П.* Охрана окружающей среды на предприятиях Минуглепрома СССР.— ВНИИОСуголь.— М.: ЦНИЭИуголь, 1991.— 67 с.
17. *Ливчак И. Ф., Воронов Ю. В.* Охрана окружающей среды: Учебн. пособие.— М.: Стройиздат, 1988.
18. *Методика* расчета экономической эффективности перехода на малоотходную и безотходную технологию действующих и реконструируемых производств.— Пермь: ВНИИОСуголь, 1981.
19. *Николин В. И., Матлак Е. С.* Охрана окружающей среды в горной промышленности. К.— Донецк: Вища школа, 1987.

20. Патокин Л. К. Экономическая эффективность комплексного использования природных ресурсов и отходов в угольной промышленности: Обзор / ЦНИИЭИуголь.— М.: 1988.	
21. Певзнер М. Е., Костовецкий В. П. Экология горного производства. М., Недра, 1990.	
22. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах.— М.: Недра, 1986.	
23. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. М., Недра, 1981.	
24. Справочник по горнорудному делу / Под ред. В. А. Гребенюка, Я. С. Пыжьянова, И. Е. Ерофеева.— М., Недра, 1983.— 816 с.	
25. Тампонаж обводненных горных пород: Справочное пособие / Э. Я. Кипко, Ю. А. Полозов, О. Ю. Лушников и др.— М.: Недра, 1989.	
26. Требования к технологическим процессам добычи, обогащения угля (сланца) и шахтного строительства, обеспечивающие мало- и безотходное производство.— Пермь: ВНИИОСуголь, 1987.	
27. Умнов А. Е. Охрана природы и недр в горной промышленности: Учебник для техникумов.— М.: Недра, 1987.— 127 с.	

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Правовые и организационные принципы охраны окружающей среды	5
1.1. Понятие «Охрана окружающей среды» и его значение	5
1.2. Правовая основа охраны окружающей среды	7
1.2.1. Основные принципы охраны окружающей среды	7
1.2.2. Ответственность за нарушение природоохранного законодательства	12
1.3. Основные положения нормативных документов по охране окружающей среды	13
1.4. Международная деятельность по охране окружающей среды	18
Контрольные вопросы	21
2. Охрана воздушной среды	21
2.1. Загрязнение воздушной среды и его последствия	21
2.1.1. Загрязнение воздушной среды	21
2.1.2. Последствия загрязнения атмосферного воздуха	27
2.2. Загрязнение атмосферного воздуха при строительстве и эксплуатации шахт	30
2.2.1. Источники загрязнения	30
2.2.2. Загрязнение атмосферы при подземных работах	31
2.2.3. Загрязнение воздушной среды на поверхности угольных шахт и разрезов	33
2.3. Методы определения качественных изменений атмосферного воздуха и контрольно-измерительная аппаратура	36
2.3.1. Эмпирические методы определения количества вредных веществ в атмосфере	40
2.3.2. Методы измерения концентраций вредных веществ в атмосфере и применяемая аппаратура	41
2.4. Мероприятия, снижающие или устраняющие локальные загрязнения воздушной среды	44
2.4.1. Общие положения	44
2.4.2. Технические решения и оборудование, снижающие вредные выбросы в атмосферу	47
2.4.3. Профилактика и тушение горящих породных отвалов	52
2.5. Шумовое загрязнение окружающей среды	54
2.6. Пример реализации мероприятий по снижению загрязнения воздушной среды	58
Контрольные вопросы	61
3. Охрана водной среды	61
3.1. Водные ресурсы Земли и их использование	62
3.2. Загрязнение водного бассейна шахтными водами	64
3.3. Нормирование качества воды	64
3.4. Притоки шахтных вод и их состав	67
3.5. Причины и источники загрязнения шахтных вод	70
3.6. Очистка шахтных и сточных вод	73
3.6.1. Очистка шахтных вод	74
3.6.2. Очистка сточных вод обогатительных фабрик	77
3.7. Охрана водной среды методами тампонажа	78
3.7.1. Пример охраны подземных вод от истощения	79
3.7.2. Охрана рек от загрязнения минерализованными водами карьерного водоотлива	80
3.7.3. Охрана водоемов от кислых шахтных вод	84
3.7.4. Пример охраны термальных лечебных вод от истощения	87
3.7.5. Пример охраны термальных лечебных вод от поступления в них холодных подземных вод	89

3.7.6. Примеры охраны поверхностных водоемов от истощения	93
3.7.7. Примеры охраны грунтовых и поверхностных вод от загрязнения отходами обогащительного производства	94
Контрольные вопросы	95
4. Охрана земной поверхности	96
4.1. Структура и качество земельных ресурсов	96
4.2. Нарушение земной поверхности при строительстве и эксплуатации горных предприятий	98
4.3. Охрана сооружений и природных объектов при подработке	100
4.4. Рекультивация нарушенных земель и ее виды	105
4.4.1. Горнотехническая рекультивация	106
4.4.2. Биологическая рекультивация	109
4.4.3. Рекультивация земель при подземном способе разработки	110
4.5. Охрана земной поверхности методами тампонажа	111
4.5.1. Пример тампонажа обводненных карстовых пустот на калийном руднике	112
4.5.2. Пример тампонажа карстовых пустот под жилыми зданиями	114
4.5.3. Пример тампонажа старых горных выработок под жилыми зданиями	117
4.5.4. Тампонаж старых горных выработок под сооружаемыми выработками метрополитена	119
4.5.5. Пример охраны Земли от деформации над проводимыми выработками метрополитена	120
4.5.6. Охрана земель от деформации на подрабатываемых территориях	123
4.5.7. Пример предотвращения деформации земель под жилым зданием	124
4.5.8. Пример стабилизации массива горных пород для предотвращения овражной эрозии	125
4.5.9. Пример стабилизации зон провалов поверхности над наклонными стволами	126
Контрольные вопросы	127
5. Рациональное использование минеральных ресурсов и охрана недр при добыче и переработке полезных ископаемых	128
5.1. Общие положения по охране и рациональному использованию полезных ископаемых	128
5.2. Отходы угольной промышленности при подземной добыче угля	132
5.3. Пути снижения количества отходов и их вредного воздействия на окружающую среду	135
5.4. Основные направления развития технических решений по переработке и использованию промышленных отходов	142
5.5. Технические решения по использованию породы в шахтных условиях	148
5.6. Утилизация шахтных отходов	152
Контрольные вопросы	157
6. Экономика природопользования в горном производстве	157
6.1. Экономический механизм взаимоотношений природы и общества	157
6.2. Оценка экономической эффективности осуществления природоохранительных мероприятий	159
6.2.1. Оценка экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей природной среды	161
6.2.2. Чистый экономический эффект средозащитных мероприятий	163
6.2.3. Определение общей экономической эффективности мероприятий по охране окружающей среды	163
Контрольные вопросы	166
Список литературы	167

Спичак Ю. Н., Ткачев В. А., Кипко А. Э.
Спи72 Охрана окружающей среды и рациональное использование месторождений полезных ископаемых: Учеб. для техникумов.— М.: Недра, 1993.— 170 с.: ил.
 ISBN 5-247-03139-3

Рассмотрены принципы организации управления природопользованием. Приведены нормативные документы, обеспечивающие правовую основу охраны природы. Дана классификация вредных воздействий горных работ на окружающую среду. Изложены мероприятия по снижению загрязнений воздуха, очистке шахтных вод, охране сооружений и природных объектов при их подработке. Особое внимание уделено рекультивации нарушенных земель, малоотходной технологии добычи угля.

Для учащихся горных техникумов.

C **2502040000—136** 92—93
 043(01)—93

ББК 33.25

ISBN 5-247-03139-3

© Ю. Н. Спичак, В. А. Ткачев,
 А. Э. Кипко, 1993

ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ!

Издательство «Недра» готовит в 1994 году
новые книги

ИЛЬИН А. И., БУДКОВ В. П., НИКОЛАШИН Ю. М. Геомеханические процессы на рудных карьерах. 13 л., 20 р.

Предложены способы обеспечения устойчивости уступов и бортов карьеров и откосов отвалов на предприятиях горнорудной промышленности. Приведены сведения об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях месторождений железорудных, марганцевых и хромитовых руд, флюсовых и огнеупорных материалов. Описаны противодеформационные мероприятия с оценкой их технической и экономической эффективности. Даны рекомендации по прогнозу и предупреждению опасных деформаций откосов на карьерах.

Для инженерно-технических работников горнорудной промышленности.

План 1994 г., № 65

ОВЧИННИКОВ М. Н. Техника и технология проведения восстающих. 14 л., 21 р.

Рассмотрены средства механизации и технология проведения восстающих. Приведены сведения об организации проходческих работ, позволяющей наиболее эффективно использовать горное оборудование. Дан анализ показателей проходки восстающих различными средствами механизации, описаны их особенности и область применения для различных горно-геологических условий. Наибольшее внимание уделено механизированному способу проходки с применением буровых установок и отбойкой глубокими скважинами.

Для инженерно-технических работников горнодобывающей промышленности.

План 1994 г., № 58

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Спичак Юрий Николаевич
Ткачев Валерий Александрович
Кипко Александр Эрнестович

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Заведующий редакцией *Е. И. Кит*
Редактор издательства *Л. И. Елагин*
Технические редакторы *Л. Н. Фомина, С. Г. Веселкина*
Корректор *Л. М. Федорова*
ИБ 9502

Лицензия ЛР № 0415 от 24 декабря 1992 г.
Сдано в набор 03.03.93. Подписано в печать 13.09.93.
Формат 60×90^{1/16}. Гарнитура Литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 11,0. Уч.-изд. л. 11,37. Тираж 1000 экз.
Заказ 430/4132—1.

Издательство «Недра»
125047 Москва, Тверская застава, 3
Московская типография № 8 РППО «Росбланкиздат»
107078 Москва, Каланчевский туп., д. 3/5

ТОМАКОВ П. И., КОВАЛЕНКО В. С., МИХАЙЛОВ А. М. Экология и охрана природы на открытых горных работах: Учебник для вузов. 22 л., 33 р.

Изложены основы взаимодействия природы и человека, принципы и понятия охраны природы. Описан характер воздействия горной промышленности на окружающую среду. Приведены основные положения по охране воздушной среды, охране и рациональному использованию недр, земельных и водных ресурсов при открытых горных работах. Рассмотрена организация природоохранной работы и контроля на горном производстве.

Для студентов горных вузов и факультетов, обучающихся по специальности «Открытые горные работы».

План 1994 г., № 48

КОМБИНИРОВАННЫЕ способы и устройства для разрушения горных пород/И. А. Кузьмич, Ю. Н. Захаров, Г. И. Кузнецов, В. Г. Мерзляков. 18 л., 27 р.

Дан анализ результатов исследований отечественных и зарубежных авторов в области разрушения пород комбинированными способами (механический, гидромеханический, термомеханический, электромеханический и импульсный). Изложены физические основы этих способов. Освещены проблемы разработки и создания новых видов горного оборудования, приведены результаты его внедрения в различных областях горнодобывающей промышленности. Рассмотрены основные направления совершенствования комбинированных способов разрушения горных пород.

Для научных работников горной промышленности.

План 1994 г., № 44

БЫЧ Я. А., ЗОЛОТЫХ С. С., ШВАНКИН М. В. Разработка мощных пологих пластов, подверженных горным ударам. 13 л., 20 р.

Описаны условия и особенности проявления горных ударов при отработке пластов как на полную мощность, так и слоями. Приведены результаты аналитических расчетов и шахтных наблюдений за проявлениями горного давления. Особое внимание уделено технологическим схемам отработки мощных удароопасных пластов с учетом их пожароопасности. Обоснован выбор локальных мер предотвращения горных ударов: бурение разгрузочных скважин, камуфлетное взрывание.

Для инженерно-технических работников угольной промышленности.

План 1994 г., № 56

ПЕТУХОВ И. М., СМИРНОВ В. А., БАТУГИНА И. М. Динамические процессы в горном массиве. 20 л., 30 р.

Описаны физические процессы в очагах динамических явлений. Рассмотрены природа, механизм их возникновения, приведена классификация этих явлений. Даны оценка и прогноз динамического состояния массива горных пород на основе геодинамического районирования и измерения геофизических полей. Рассмотрены основные принципы и средства управления толчкообразным деформированием массива горных пород.

Для научных работников, работающих в области прогноза и предотвращения динамических явлений.

План 1994 г., № 54

ЧЕРНЯК И. Л., ЯРУНИН С. А. Управление состоянием массива горных пород. Учебник для вузов. 25 л., 38 р.

Рассмотрены геомеханические, геодинамические, газодинамические, термодинамические и гидравлические процессы в массивах горных пород при разработке пластовых месторождений. Описаны свойства угленосных массивов, способы и средства управления состоянием массива горных пород до начала и при ведении горных работ. Особое внимание уделено предотвращению внезапных выбросов угля и газа при вскрытии выбросоопасных пластов.

Для студентов горных вузов и факультетов.

План 1994 г., № 59

ВЛОХ Н. П. Управление горным давлением на подземных рудниках. 14 л., 21 р.

Рассмотрен характер проявления горного давления при различных системах разработки: камерной, поэтажном и этажном обрушении, с закладкой выработанного пространства. Дана методика определения напряжения в массиве скальных пород. Изложены методы изучения перераспределения напряжений вокруг выработок различной формы поперечного сечения. Приведены мероприятия по уменьшению вредного влияния горного давления при разработке рудных месторождений подземным способом.

Для инженерно-технических работников предприятий, проектных институтов горнорудной промышленности.

План 1994 г., № 57

Интересующие Вас книги можно заказать в местных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу, и в магазинах — опорных пунктах издательства, адреса которых приведены в аннотированном плане выпуска литературы. Для тех, кто живет далеко от крупных городов, работают отделы «Книга — почтой» центральных магазинов:

№ 115 — 117334, Москва, Ленинский пр., 40, Дом научно-технической книги;

№ 17 — 199178, Санкт-Петербург, В. О., Средний пр., 61.

Издательство «Недра»