

## ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО БАЗИСА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Стровский В. Е., Валиев В. Н.

В статье обосновывается необходимость экологизации технического базиса горных предприятий в современных условиях перехода к устойчивому развитию. Рассматриваются пути совершенствования технического базиса и этапность технико-технологических изменений в историческом аспекте. Предлагаются конкретные меры по совершенствованию технико-технологического развития горного производства и их результат в части повышения экологичности.

*Ключевые слова:* экологизация; технический базис; совершенствование; экологичность.

Задача технико-технологического перевооружения существенным образом дополняется в свете требований, обусловленных переходом к устойчивому развитию. Смысл этих требований сводится к необходимости соответствия новых технико-технологических решений не только задаче кратного улучшения технико-технологических показателей, но и задачам ресурсосбережения и охраны качества окружающей среды. Непосредственно ресурсосбережение обеспечивается за счет увеличения полноты выемки полезных ископаемых из недр, качественной их переработки и комплексного использования, добычи попутных полезных ископаемых и использования отходов производства. Это, в свою очередь, предполагает комплексное снижение отрицательного воздействия на окружающую среду в силу уменьшения интенсивности отработки объектов недропользования.

С течением времени представление о взаимодействии человека и техники с природой постоянно менялись. На разных этапах их суть подчас была крайне противоречива [1]:

- природа всемогуща, человек ей должен подчиняться;
- человек, вооруженный техникой, сильнее природы, он может властвовать над ней;
- техника и природа – антагонисты, гармония между ними невозможна;
- техника и природа могут действовать согласованно и развиваться гармонично.

В настоящее время необходимость гармоничного согласованного развития природы

и общества общепризнана, и качественное преобразование технической основы производства, отвечающее условиям соблюдения экологического равновесия, не требует доказательств. По сути дела перед обществом встала задача экологизации техники, оптимального согласования ее с природными процессами. Решающее значение совершенствования техники и технологии обусловлено тем, что именно они определяют характер воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду, от уровня их развития зависит результативность производства, ускорение темпов роста индустриального производства, вовлечение в хозяйственный оборот новых источников сырья, возможность удовлетворения возрастающих потребностей участников производственного процесса и, соответственно, нарушение экологического баланса. Сознательно изменяя материальную базу удовлетворения своих разнообразных потребностей, общество тем самым приводит к все более широкому и основательному вовлечению природной среды в производственный процесс. Научно-техническая революция сняла технические ограничения в использовании природных ресурсов, обеспечив тем самым безграничные возможности развития производства. Однако подчинение производства только интересам предпринимателей оказалось чревато серьезными последствиями для общества. Возникла опасность экологического кризиса.

Возникновение описанной ситуации обусловлено несовершенством действующей

техники и технологий, отличающихся большой ресурсоемкостью, высокой вероятностью негативных экологических последствий, значительной отходо- и ущербоемкостью. Это означает, что при дальнейшем наращивании производства проблема выбросов, сбросов загрязняющих веществ, размещения отходов приобретает всё большую остроту.

Совершенствование технико-технологического базиса всегда осуществляется двумя путями: *эволюционным*, когда улучшаются

эксплуатационные характеристики действующих образцов, и *революционным*, ведущим к разработке принципиально новых технологических решений и не имеющих аналогов технических средств. Эти же пути совершенствования рассматриваются по отношению к техническому базису производства при решении задачи экологизации [2, 3, 4]. Анализ показывает, что на практике имеют место следующие виды технических преобразований (рис. 1).

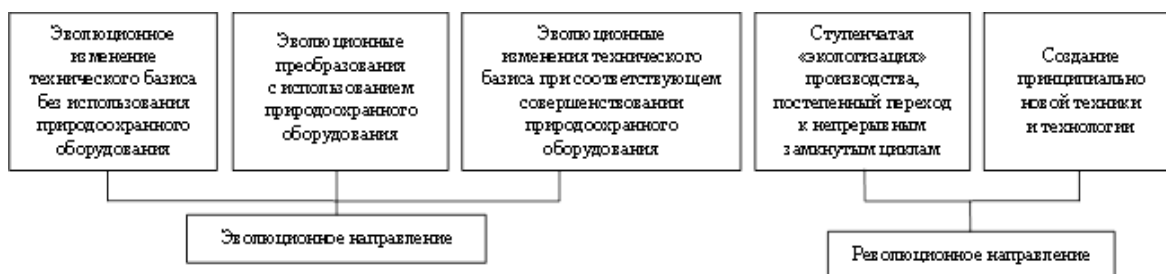


Рис. 1. Пути совершенствования технического базиса производства

Последняя ступень революционных преобразований в данном случае предполагает создание экологически чистых технологий, ориентированных на предотвращение образования отходов в местах их возникновения. Основной технологический принцип – сокращение в источнике и повторное использование отходов на месте (в том же технологическом процессе или в другом, но внутри предприятия). В идеале чистые технологии не

должны предусматривать очистных сооружений или мест образования отходов. Основная задача чистых технологий – сокращение загрязнения окружающей среды и образования отходов посредством системы мер, которые не ухудшают окружающую среду и являются экономически выгодными [5–6]. В динамике этапность технико-технологических изменений может быть представлена в следующем виде (рис. 2).

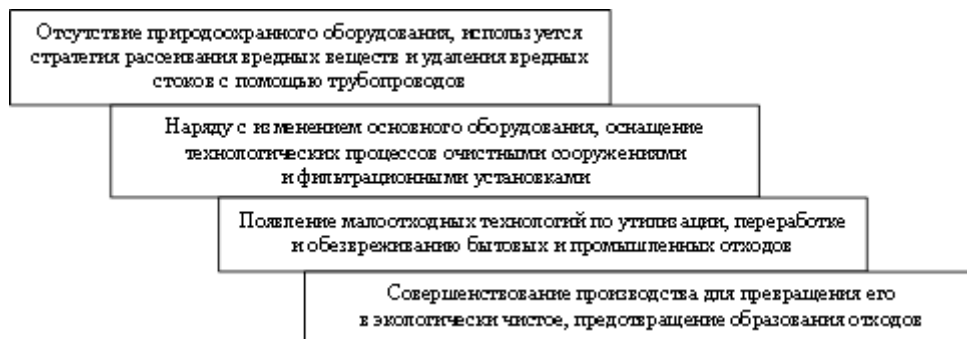


Рис. 2. Этапность технико-технологических изменений

Естественно, что переход на экологичные технику и технологию представляет собой наиболее рациональный путь решения эколого-экономических проблем:

- сокращаются выбросы, сбросы загряз-

- няющих веществ, уменьшается количество отходов;
- сокращается ресурсоемкость производства;
- снижается экологический риск для здо-

ровья персонала и населения близлежащих поселений;

- улучшаются условия труда на рабочем месте, повышается уровень безопасности труда;

- повышаются привлекательность труда и требования повышения квалификационного уровня работников, несомненные выгоды появляются и в сфере экономики;

- сокращаются затраты на природные ресурсы, используемые в производственном процессе;

- сокращаются затраты на приобретение и содержание природоохранного оборудования;

- создаются условия для усиленного расширения производства на основе использования вторичных ресурсов;

- сокращается величина налогов и платежей за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей среды и, соответственно, величина возможных штрафов;

- увеличиваются цены на продукцию в связи с повышением ее экологичности;

- увеличиваются конечные экономические показатели – прибыль, рентабельность.

Имеет место и еще один положительный момент, связанный с формированием имиджа предприятия как защитника окружающей среды, что в свою очередь создает благоприятное общественное мнение, способствует сокращению жалоб населения и улучшению отношений с местной администрацией и контролирующими органами.

Приоритетность мер по предотвращению отходов согласно [6] выглядит следующим образом:

- устранение источника загрязнения;
- сокращение загрязнений у источника;
- вторичная переработка;
- разделение и концентрация потоков отходов;

- передача отходов;

- получение энергии и материалов из отходов;

- снижение отходов;

- транспортировка отходов на свалки.

В целом в производственном процессе

горнодобывающего предприятия выделяется несколько этапов, определяющих целевые задачи по совершенствованию техники и технологии. К их числу относятся:

- добыча полезного ископаемого, предполагающая отрыв массы, содержащей полезные компоненты, от горного массива;

- проведение работ, обеспечивающих доступ к месту выемки полезного ископаемого (горно-подготовительные работы);

- транспортировка добытой рудной массы к месту ее сбора и переработки, включая подъем на поверхность при подземном способе разработки месторождения;

- складирование отходов вмещающих и вскрышных пород, забалансовых руд;

- переработка (обогащение, обезвоживание и т. д.), производство из добытой массы продукции, отвечающей установленным требованиям ее потребителя.

Вопросы по технико-технологическому совершенствованию в отношении первого этапа сводятся к обеспечению экономически обоснованного повышения уровня извлечения полезного ископаемого (снижение потерь, уменьшение разубоживания) при соблюдении правил безопасности, связанных с поддержанием пространства. Актуальными остаются вопросы уменьшения охранных целиков, использования технологий, позволяющих «погашать целики», применения бесцеликовой схемы отработки запасов с закладкой выработанного пространства. Важным направлением технического перевооружения служит снижение разубоживания, например, за счет использования пневмозакладочного комплекса, реализующего идею раздельного транспортирования двух независимых потоков «руды» и «породы» при отработке маломощных пластов. Что касается средств механизации, то перспективы технического перевооружения связаны с переходом к электроприводу, а также использованию вибромеханизмов в системах разработки с обрушением.

Вторая группа вопросов касается проведения горно-подготовительных выработок с ориентацией на оптимальную скорость, целесообразную с точки зрения эффектив-

ности работы горного предприятия в целом, что становится возможным при использовании метода перебора вариантов проходческих комплексов. Оптимальные темпы подготовки запасов горизонтов или отдельных эксплуатационных блоков обеспечиваются в этом случае проходческими комплексами, среди оптимизационных критериев выбора которых присутствует экономический ущерб, обусловленный воздействием последних на окружающую среду. Снижению воздействия способствует также выбор систем подготовки с меньшим объемом горнопроходческих работ: технологические схемы прямого выпуска руды и плоского днища блока, использование новых видов крепления и др.

Третья группа вопросов относится к этапу транспортировки. Влияние научно-технического прогресса при их решении определяет сокращение объема транспортируемой массы. Этому не в малой степени способствует снижение разубоживания. Применение циклично-поточных технологий на карьерах позволяет исключать из технологических процессов автомобильный транспорт и снизить энергоемкость производства, а электрификация рудничного пневмоколесного транспорта полностью исключает загрязнение руднично-

го воздуха токсичными выхлопными газами. Улучшение экологической обстановки возможно и за счет замены автотранспорта на рельсовый в условиях глубоких карьеров.

Вопросы складирования вмещающих и вскрышных пород имеют прямое отношение землеемкости горного производства. В числе решаемых проблем:

- применение технологий с внутренним отвалообразованием;
- обработка карьерного поля в две очереди;
- применение поэтапно-углубочной технологии с послышной перевалкой вскрыши в контуре карьера;
- совмещение рекультивационных работ со вскрышными и др.

Для процесса первичной переработки сырья в плане экологии важным аспектом является повышение степени извлечения основного компонента и обеспечение комплексности использования сырья.

В целом анализ материалов по технико-технологическому совершенствованию горного производства с позиции ресурсосбережения и сохранения качества окружающей среды позволяет выделить направления деятельности, отраженные в табл. 1.

Таблица 1

**Основные направления совершенствования  
технико-технологического развития горного производства**

Направления	Результат
Совершенствование методов разведки месторождений полезных ископаемых	Повышение достоверности прогноза, подсчета запасов полезных ископаемых, снижение потерь, повышение извлечения полезных компонентов в связи с выбором соответствующих технологий
Совершенствование технологий добычных и проходческих работ, выбор оптимальных комплексов механизации на открытых горных работах:	Снижение потерь полезного ископаемого, снижение уровня загрязнения атмосферы
циклично-поточные технологии; переход с автотранспорта на рельсовый, использование новых конструкций скважинных зарядов; расширение применения простейших ВВ, использованием экологических чистых технологий малоопасных массовых взрывов	Уменьшение землеемкости производства
совмещение схем отвалообразования и рекультивации	Уменьшение землеемкости производства
использование схем внутреннего отвалообразования на подземных горных работах:	Снижение потерь полезного ископаемого, снижение уровня загрязнения
использование самоходной техники и бесцеликовых схем отработки запасов	Снижение разубоживания и потерь полезного ископаемого

Направления	Результат
использование вибрационно-пневматического закладочного комплекса при разработке маломощных рудных тел	Снижение уровня загрязнения атмосферы
переход на электропривод утилизация дренажных и рудничных вод	Рациональное использование водных ресурсов
увеличение размера камер за счет объединения двух камер в одну ( $h = 120-150$ м)	Снижение потерь полезного ископаемого
выемка маломощных рудных тел сплошным забоем с применением механизированной пневмогидравлической крепи в сочетании с агрегатными буровыми установками	Снижение разубоживания и потерь полезного ископаемого

Особое место в использовании прогрессивных технологий занимают геотехнологии, предусматривающие перевод твердого полез-

ного ископаемого в пределах продуктивной толщи в подвижное состояние (табл. 2).

В настоящее время на открытых горных

Таблица 2

#### Геотехнологические методы подземной добычи полезных ископаемых

Метод воздействия	Типы месторождений полезных ископаемых
Растворение	Месторождения каменных солей
Микробиологическое выщелачивание	Месторождения меди, урана и др. техногенные месторождения
Выплавка	Месторождения серы
Газификация	Месторождения угля, битумов, вязких нефтей

работах практически реализуются следующие решения: открытая разработка основной части месторождения с выщелачиванием через скважины полезных компонентов из глубокозалегающих маломощных или бедных его частей; подземная разработка угольных пластов с подземной газификацией угольных пластов малой мощности и низкого качества либо шахтных целиков; подземная разработка основной части месторождения с доработкой маломощных, забалансовых частей и целиков с помощью химического и химико-бактериального выщелачивания; многообразные комбинированные разработки месторождения одновременно открытыми и подземными способами, включая открыто-подземный способ разработки, обеспечивающий переход от открытых к подземным горным работам [7, 8].

В результате исследований, проведенных во Всероссийском научно-исследовательском институте галургии, созданы технологии подземного расплавления каменных и калийных солей. Опыт работы рассолопромыслов в

Башкирии, Белоруссии и т. д. показал их эффективность. С помощью микробиологического выщелачивания извлекаются металлы из забалансовых руд и охранных целиков, а также из отвалов добывающих и обогащательных производств. Несомненное распространение получает подземная газификация углей и горючих сланцев; продолжают исследования по использованию упругих колебаний в технологии извлечения различных металлов. Считается, что работы по выщелачиванию отходов обогащательных фабрик и отвалов забалансовых руд с успехом могут быть перенесены в выработанное пространство, что существенно снизит загрязнение атмосферы близлежащих земель, поверхностных и грунтовых вод кислотами и металлами.

По оценкам экспертов применение геотехнологических методов при добыче окислительных сульфидных руд, например, обеспечивает снижение затрат на 1 т меди в 3–4 раза по сравнению с классической схемой, в т. ч. и за счет существенного снижения потерь.

Однако, как следует из отечественной

практики, вопрос экологизации техники остается пока не решенным. В большинстве случаев сегодня используется устаревший тип технологий «конца трубы», предполагающих использование природоохранной техники. Борьба же с загрязнением путем строительства очистных сооружений лишь оттягивает решение проблемы, т. к. смены основной технологии при этом не происходит.

В то же время в экономике развитых стран картина меняется. Так, в 1970 г. химические предприятия промышленно развитых стран удвоили выпуск продукции при сокращении потребления электроэнергии на единицу продукции более чем на половину [9]. Химическая промышленность Западной Германии снизила количество атмосферных выбросов тяжелых металлов на 60–90 % за 1970–87 гг., при этом выпуск товаров увеличился на 50 %.

В 1979 г. на производство продукции компании Ciba-Geigy использовалось только 30 % материалов, остальное количество уходило в отходы. Через 10 лет выход продукции увеличился на 62 %. Компания Nippon Steel в 1987 г. снизила выбросы соединений оксидов серы и пыли, соответственно, на 75 и 90 % по сравнению с 1970 г. и т. д. Сочетание жестких экологических стандартов, возрастающие требования потребителей и более острая конкуренция заставляют предпринимателей принимать на вооружение концепцию предупреждения отходов [10].

Естественно, что принятие мер по предотвращению отрицательного воздействия на окружающую среду на ранних стадиях разработки технологических процессов более целесообразно, чем ликвидация вредных экологических последствий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мухина Л. И., Толстухин О. Н. Природа и НТР. М.: Недра, 1985. 111 с.
2. Бертокс П., Рауд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнения / пер. с англ. М.: Мир, 1980. 673 с.
3. Охрана и рациональное использование окружающей среды / Г. Д. Харламович [и др.]. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 1993. 184 с.
4. Природосберегающие направления в экономике: проблемы теории и практики / Л. Б. Парфенов [и др.]. Препринт. Свердловск: ИЭ Уро АН СССР, 1987. 53 с.
5. Российско-Норвежская программа «Чистое производство». М., 1999. 135 с.
6. Экологически чистое производство: подходы, оценка, рекомендации / М. Н. Игнатъева [и др.]. Екатеринбург, 2000. 394 с.
7. Трубецкой К. Н., Шапарь А. Г. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии при открытой разработке месторождений. М.: Недра, 1993. 272 с.
8. Чернегов Ю. А., Аверченков А. А., Гумилевский А. С. Научно-технический прогресс и эффективность минерально-сырьевого комплекса. М.: Недра, 1990. 221 с.
9. Organization for Economic Co-operation and Development / The State of the Environment. Paris, 1991.
10. Валиев В. Н., Игнатъева М. Н. Ресурсный аспект экологической деятельности // Изв. вузов. Горный журнал. 2012. № 7. С. 8–12.

Поступила в редакцию 20 октября 2014 г.

**Стровский Владимир Евгеньевич** – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и менеджмента. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

**Валиев Вусал Ниязович** – аспирант кафедры экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.