УДК 622.271.3

С.И.ФОМИН, *д-р техн. наук, профессор, fominsi@mail.ru*
А.А.ФАУЛЬ, *аспирант, alixandelli@mail.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

S.I.FOMIN, *Dr. in eng. sc., professor, fominsi@mail.ru*
A.A.FAUL, *post-graduate student, alixandelli@mail.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ГОРНО-ДОБЫВАЮЩИЕ РЕГИОНЫ

Нарушение земель – это процесс, происходящий при добыче полезных ископаемых, выполнении геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ и приводящий к нарушению почвенного покрова, гидрологического режима местности, образованию техногенного рельефа и другим качественным изменениям состояния земель. К нарушенным землям относят земли, утратившие в связи с их нарушением первоначальную хозяйственную ценность и являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду. Рекультивация земель – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества.

***Ключевые слова*:** рекультивация, карьер, месторождение, нарушенные земли, окружающая среда, экология.

THE ECOLOGICAL NEGATIVE INFLUENCE REDUCTION WAYS ON MINING REGIONS

Coal mining can result in a number of adverse effects on the environment. Open cast coal mines leaves areas of land that are no longer usable and leaves a scarred landscape with no scenic value. Rehabilitation can mitigate some of these concerns. Mine tailing dumps produce acid mine drainage which can seep into waterways and aquifers with consequences on ecological and human health. Subsidence of land surfaces due to collapse of mine tunnels can also occur. During the mining operation methane, a potent greenhouse gas and a constituent of fire damp, can be released. Wherever it occurs in the world, surface mining of coal completely eliminates existing vegetation, destroys the genetic soil profile, displaces or destroys wildlife and habitat, degrades air quality, alters current land uses, and to some extent permanently changes the general topography of the area mined.

***Key words*:** reclamation, polluted soils, environment, open cast, damage, rehabilitation, postmining land, overburden.

По мере отработки основных разведанных месторождений нефти и газа, запасы которых в десятки раз меньше запасов угля, структура потребления энергоресурсов будет изменяться в сторону увеличения потребления угольного топлива. Это потребует перевода части электростанций и котельных, работающих на природном газе и мазуте, на угольное топливо. Для их реконструкции понадобятся большие капитальные вложения. В ближайшие годы рост тарифов естественных монополий будет привязан к индексу инфляции. Это скажется на инвестиционной составляющей энергопроизводящих предприятий, что так же диктует необходимость совершенствования техно-

логий в использовании топлива. Интенсивное использование газа в отечественной энергетике привело к нарушению сложившегося топливно-энергетического баланса, существенному снижению развития технологий эффективного использования и потребления таких ресурсов, как уголь, торф, биомасса и др.

Основные проблемы, сдерживающие использование угля, сложились из-за политики формирования цен на топливные ресурсы, удержания высоких железнодорожных тарифов на его перевозку и повышенных затрат на приготовление и экологическую безопасность угля как топлива. В мировой практике соотношение цен на уголь, газ и мазут в пересчете на теплотворную способность топлива в среднем 1:1,2:1,3, а в России – 1:0,65:2,4. Повышение роли угля в топливно-энергетическом балансе потребует широкого внедрения экологически чистых угольных технологий по всей производственной цепи, базирующихся на следующих принципах:

• освоение месторождений с наиболее экологичными углями (с небольшим содержанием золы, серы и т.п.) и соответственно прекращение добычи чрезмерно высокозольных и высокосернистых углей;

• добыча угля с помощью экологически приемлемых технологий с использованием комплексов КСМ (фрезерные комбайны) для добычи угля и удаления вскрыши на разрезах, позволяющих полностью исключить взрывные работы и одновременно повысить производительность труда и на 30 % снизить себестоимость угля;

• применение технологий глубокого обогащения и термохимической переработки углей (отдельные из них позволяют снизить содержание серы в углях более чем на 30 %, а содержание золы на 65 %;

• экологичное транспортирование к крупным потребителям (например, углепроводным транспортом);

• сжигание на ТЭС с помощью наиболее экологичных и энергетически эффективных технологий (водоугольное топливо, комбинированный цикл, циркулирующий кипящий слой под давлением и в нормальных атмосферных условиях и т.п.).

При реализации таких технологических решений существенное расширение использования угля не будет сопровождаться ухудшением экологической обстановки.

Анализ экологической ситуации в угледобывающих регионах позволяет сделать выводы об основных проблемах охраны окружающей среды:

1. Несоблюдение стандартов, нормативов качества окружающей среды.

2. Внедрение безотходных и малоотходных технологий и производств, вовлечение отходов производства и потребления в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья, обезвреживание и захоронение неутилизируемых промышленных и бытовых отходов.

3. Рекультивация нарушенных земель, возвращение их в хозяйственный оборот. Современные темпы рекультивации нарушенных земель не способствуют восстановлению ландшафтов и экологических систем территорий.

4. Возмещения экономического ущерба от выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещения отходов, т.е. своевременной и в полном объеме платы за загрязнение окружающей среды.

5. Осуществление природоохранных мероприятий предприятий. Природоохранные мероприятия на предприятиях в большинстве случаев носят косметический характер и к существенному снижению нагрузки на окружающую природную среду не приводят.

Основные мероприятия, способствующие улучшению экологической ситуации, следующие:

• расширение работ по рекультивации породных отвалов угледобывающих предприятий, переработке и утилизации отходов угледобычи и углеобогащения, размещение вскрышных пород на внутренних отвалах угледобывающих предприятий;

• внедрение относительно чистых, безотходных технологий добычи и переработки минерального сырья;

• организация экологического мониторинга за закрывающимися угольными предприятиями и выработка комплекса мероприятий по предотвращению дополнитель-

ного экологического ущерба в связи с проводимыми мероприятиями по реструктуризации угольной промышленности;

• восстановление мощностей природоохранных сооружений, локальных очистных систем предприятий, законсервированных или не реконструируемых в последние годы.

В 2010 г. переработка золошлаковых отходов доведена до 40 млн т, что позволило сэкономить до 15 млн т цемента и до 20 млн т природных инертных материалов. При этом сокращены вредные выбросы в атмосферу на 15 %, достигнуто улучшение экологической обстановки, внедрено использование дешевых строительных материалов и конструкций на основе золошлаковых отходов, включая строительство автодорог и объектов строительства за счет ввода в эксплуатацию специальных установок по переработке золошлаковых отходов.

Добыча 1 млн т угля в среднем сопровождается сбросом в открытые водоемы 3,2 млн $м^3$ загрязненных сточных вод, выдачей на дневную поверхность и размещением на ней 1,48 млн $м^3$ вскрышных и вмещающих пород, нарушением 10,2 га земельных угодий, выбросом в атмосферу 2,93 тыс т вредных веществ (см. таблицу).

В настоящее время практически все скальные и полускальные горные породы на карьерах разрабатываются одноковшовыми экскаваторами с предварительной буровзрывной подготовкой массива к выемке. Буровзрывной способ подготовки горной массы наряду с известными достоинствами имеет серьезные недостатки: повышенная опасность, значительные затраты (30-60 % в себестоимости 1 $м^3$ горной массы), дополнительные простои оборудования (до 10-15 %), увеличение потерь и разубоживание полезного ископаемого, высокая дробимость дорогостоящих минералов, сейсмическое воздействие взрывов на окружающую среду, ухудшение экологической обстановки в горно-добывающих районах. Взрывные работы являются наиболее мощным источником пылевых выбросов, интенсивность которых зависит от внешних факторов (климат, влаговыпадение – орошение, обводненность и т.д.), а также от крепости пород. При массовых взрывах объемы пылевого облака достигают $(0,5\text{-}10)10^3$ $м^3$, а перенос пыли ветром возможен на десятки километров от источника. Суммарные массы атмосферных выбросов пыли от источников в карьере могут достигать тысяч тонн в год, а удельные валовые выбросы до 0,1-0,15 % объема добываемой горной массы.

Переход на безвзрывную технологию разработки возможен на основе использования карьерных экскаваторов с ковшом активного действия, оснащенных мощными пневмомолотами, разрушающими породу в процессе черпания. Применение новых экскаваторов при разработке горных пород прочностью до 60-70 МПа позволило при выемке исключить процессы бурения, взрывания и крупного дробления. Результаты проведенных испытаний экспериментальных образцов ковшей активного действия показали, что наиболее перспективными для применения нового оборудования являются угольные месторождения Кузбасса (60-70 % от общего объема горных пород), алмазов Якутии, строительных материалов. Использование на угольных разрезах экскаваторов с ковшом активного действия также позволит снизить потери угля при отработке пластов. Например, при безвзрывной выемке пластов с углом падения 45° и более можно

Совокупное техногенное воздействие угольных предприятий РФ на окружающую среду

Показатель	Год				
	1990	1995	2000	2005	2010
Объем сточных вод, сброшенных в поверхностные водоемы, млн $м^3$	1245,8	1096,7	1103,0	1179,0	1343,5
В том числе загрязненных, млн $м^3$	724,0	844,6	520,2	300,0	147,0
Доля загрязненных сточных вод, % к общему объему	58,1	74,3	47,1	25,6	10,9
Количество промышленных выбросов в атмосферу, тыс.т:					
отходящих вредных веществ	1629,4	1282,6	1408,0	1415,0	2478,6
выбрасываемых вредных веществ	410,6	738,6	689,4	650,0	578,6
Доля выбрасываемых веществ, % к массе отходящих	25,2	57,6	49,0	45,9	23,4

дополнительно извлечь 12-37 % угля. Кроме того, применение на карьерах безвзрывной технологии позволит существенно уменьшить вредное влияние горных работ на окружающую среду, не снижая их масштабов, что особенно важно в сложившейся в большинстве горно-добывающих районов экстремальной экологической обстановке. Так, на карьерах Центрального Кузбасса выброс в атмосферу твердых частиц, по сравнению с традиционной технологией, сократится на 60-65 %, двуокиси углерода и оксидов азота – на 65-70 %.

Существуют различные схемы бестранспортной системы разработки с непосредственной перевалкой пород во внутренние отвалы, создающие благоприятные условия проведения работ по рекультивации разрезов одновременно с разработкой карьерных полей.

При разработке обширных угольных месторождений карьерными полями происходит интенсивное изъятие земель под горные отводы. Сокращение площадей нарушений земель горными работами и их быстрейший возврат в народнохозяйственное использование достигается при оптимальном режиме нарушения и рекультивации земель. Для минимизации ущерба от отчуждения земель под горные разработки необходимо создание технологии и календарного плана ведения горных работ, при которых нарушение земель осуществляется поэтапно с перенесением сроков нарушения на более поздние периоды, а восстановление техногенных ландшафтов – в процессе отработки угольного месторождения.

Практика работы угольных разрезов показывает, что рекультивация нарушенных земель в большинстве случаев не следует за отставанием. Это объясняется нерациональной технологией ведения горных работ, неоптимальными решениями, закладываемыми в проект горно-технической рекультивации и календарный план отработки угольных месторождений. При разработке горизонтальных и слабонаклонных угольных месторождений в первоначальный период разработки проводятся капитальные и разрезные траншеи. Вскрышные породы, удаляемые при проведении траншей, размещаются во внешние отвалы, расположенные вдоль борта. Во внешние отвалы укладывается и часть вскрыши, удаляемой до создания выработанного пространства, обеспечивающего размещение вскрыши в выработанное пространство без подваливания добычного уступа. Рекультивация земель до начала размещения всего объема вскрыши в выработанное пространство не производится. Продолжительность этого периода зависит от объемов работ и темпов их выполнения и составляет 2-4 года, а при больших объемах разрезной траншеи и большой мощности вскрыши и более. По мере размещения вскрышных пород в выработанное пространство, при примерно постоянной скорости подвигания фронта горных работ, можно начинать рекультивацию внешних и внутренних отвалов после завершения процессов осадки. Нарушение горными работами земель и рекультивация внутренних отвалов по окончании строительного периода происходят относительно равномерно.

Период начала рекультивации, как правило, отстает на 1-2 года от периода затухания горных работ. Площадь восстановленных внутренних и внешних отвалов может достигать 80-85 % площади нарушений. Таким образом, при разработке горизонтальных и слабонаклонных угольных месторождений, при бестранспортных системах разработки с непосредственной перевалкой пород в выработанное пространство, создаются благоприятные условия для планомерного изъятия земель под карьерные поля и их последующей равномерной горно-технической рекультивации для использования в народном хозяйстве в период эксплуатации разреза. Создание рационального режима изъятия и рекультивации земель возможно путем сокращения площадей внешних отвалов в строительный период и площадей, занимаемых выработанным пространством в период затухания горных работ, а также уменьшением промежутка времени между окончанием отработки разреза и рекультивацией.

Кроме ландшафтных, наибольшее распространение имеют экологические нару-

шения, вызывающие нарушение условий жизнеобитания земель, падение их биологической продуктивности и резкое снижение общей комфортности среды, что вызывает угнетающее действие не только на флору и фауну, но и на людей. Таковы загрязнения прилегающих к разрезам почв, воздушного и водного бассейнов, изменения гидрогеологических условий района разработки.

Потребность в отводе земель под горные выработки существует до момента достижения верхними бровками рабочих бортов карьера своего конечного контура. При внешнем отвалообразовании ежегодная потребность в отводе земель в основном зависит от объемов вскрышных пород, параметров и схем развития отвала. Минимальные темпы нарушения земель достигаются при одновременной отсыпке всех отвальных ярусов, а максимальные – в периоды отсыпки первого яруса.

Выводы

К технологии открытой разработки угольных месторождений, наряду с экономичностью и безопасностью, должны предъявляться следующие требования:

• при строительстве и эксплуатации разреза режим нарушения и восстановления земель должен быть наиболее благоприятным, т.е. продолжительность периода между нарушением и восстановлением земель должна быть минимальной, а основная часть нарушений (особенно плодородных участков) должна переноситься на более поздний период разработки;

• добыча должна быть наименее землеемкой, т.е. расход земельных ресурсов на единицу добытого угля должен быть минимальным;

• формирование выработанного пространства и отвалов пустых пород должны отвечать требованиям проекта рекультивации согласно принятому направлению дальнейшего использования нарушенных земель.

Реализовать эти требования можно следующими путями:

• применять систему разработки с внутренним отвалообразованием не только при разработке горизонтальных и пологих залежей, но и при разработке наклонных и крутых залежей в соответствующих условиях;

• реализовывать технологии отработки, при которых отработанные участки или отдельные карьерные поля заполняются вскрышными породами с соседних участков или разрезов. Технологические решения должны быть направлены на оставление после отработки месторождений минимального выработанного пространства, не использованного для внутреннего отвалообразования;

• применять селективную технологию выемки плодородных и потенциально плодородных пород и их складирования в верхнюю часть отвала вскрышных пород;

• формировать оптимальный для дальнейшего использования рельеф поверхности отвалов;

• создавать условия для быстрейшего и эффективного возврата земель в народнохозяйственное использование. Формировать отвалы на больших площадях таким образом, чтобы они в минимальные сроки достигли конечной высоты с дальнейшим одновременным развитием всех отвальных ярусов.