

Э. РЕЙНСАЛУ, А. ТООМИК

**О ВОЗДЕЙСТВИИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ  
НА ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ**

При добыче горючих сланцев происходят существенные сдвиги в состоянии геологической среды. Давно известно возникновение новых типов почв и подстилающих их горных пород при открытом способе добычи. Явления, связанные с настолько же существенными, но более скрытыми изменениями строения массива горных пород в результате применения подземного способа добычи, стали объектом исследований в последнее время в связи с нарастанием их отрицательного влияния.

В результате комплексного воздействия горных работ на геологическую среду в большей или меньшей мере изменяются взаимосвязи ее составных частей, образуются новые формы строения горных пород, которые в данной статье названы техногенными структурами геологической среды. Основным экологическим последствием подземных горных работ, как и при открытом способе добычи полезных ископаемых, является изменение свойств массива горных пород, покрывающих залежь. При неглубоком залегании и низкой способности покрывающих пород к разрыхлению геологическая среда претерпевает изменения, достигающие земной поверхности. Действие горных работ при подземном способе добычи выражается, главным образом, в изменении инженерно-геологических и гидрогеологических характеристик породного массива, образовании нового микрорельефа, нарушении гидрологического режима, миграции компонентов геологической среды. Все явления взаимосвязаны, их интенсивность определена технологией добычи.

Характер воздействия подземных горных работ на геологическую среду во многом зависит от способа управления кровлей. По этому признаку все варианты подземной технологии добычи можно разделить на две категории: с временным поддержанием и с обрушением (посадкой) кровли. При технологии добычи с временным поддержанием кровли (основной вариант камерной системы разработки) во время проведения горных работ покрывающие породы держатся на целиках. В это время происходит постепенный дренаж водоносных горизонтов, наблюдается незначительное (на несколько сантиметров) опускание земной поверхности. При такой технологии по окончании горных работ в большинстве случаев (ок. 90% блоков) покрывающая толща зависает на неопределенное время. Поэтому все территории на шахтах «Виру», «Ахтме», «Таммику» и «Эстония», отработанные с применением камерной системы разработки, считаются квазиустойчивыми. На Эстонском месторождении такой территории ежегодно прибавляется около 3,6 км<sup>2</sup> (60% территории, отработанной шахтами за год).

При технологии добычи с обрушением кровли (камерная система разработки с принудительной посадкой кровли, ручные, механизированные и комбайновые лавы) опускание кровли и земной поверхности происходит во время ведения горных работ. Обычно величина опускания составляет 1—2 м. Обрушенная покрывающая толща и остатки пласта сланца теряют монолитность, в связи с чем резко изменяется их фильтрационная способность, и в первое время происходит интенсивный дренаж

Пути управления воздействием подземных горных работ на геологическую среду

Направление	Мероприятия (путь)	Предварительная оценка мероприятия в аспекте:		Что надо исследовать в первую очередь			
		технологическом	экологическом		социальном		
Сохранение земной поверхности	Отказ от ведения горных работ	Списание запасов сланца	Нет препятствий	Народное хозяйство теряет часть сланца, которую необходимо заменить сланцем из других участков бассейна или привозным топливом	По всей вероятности, нейтральная	Народнохозяйственное значение территорий, на которых может быть осуществлено данное мероприятие (заповедники, густонаселенные территории и т. д.)	
		Оставление больших целиков	То же	То же	Положительная, однако не известно на какой срок	То же	Народнохозяйственное значение потеря сланца, использования территорий и выработанного пространства
Опускание (стабилизация) земной поверхности с минимизацией	Сплошная посадка	Работа с полной закладкой или комбинированно: малые целики плюс закладка	Нет технологий и оборудования	Существенный рост производственных затрат при добыче	Не известна	Требуются дополнительные трудовые ресурсы	Народнохозяйственную целесообразность способа
		Бесцеликовая выемка сланца на всей территории	Нет технологий	Рост производственных затрат при добыче	На отработанных территориях изменятся гидрогеологические и инженерно-геологические условия	То же	Технологические возможности

защитой послед- ствий горных работ	Посадка в пределах панелей (25—500 га)	Бесцеликовая выемка в пределах панелей (принудительная посадка)	То же	То же	По всей вероятности, нейтральная	То же
	Посадка в пределах столба (10—25 га)	Выемка с обрушением или принудительной посадкой кровли	Технологии имеются (внедряются)	Для добычи — нейтральная	Экономия трудовых ресурсов при подземных работах	Влияние опускания земной поверхности на лес, сельскохозяйственных угодья, торфяники и т. д.
	То же, но с рекультивацией (осушением) земной поверхности	Нет технологий рекультивации, но нет и принципиальных трудностей ее со- здания	Рост производственных затрат до 20%	По всей вероятности, нейтральная	Требуются дополнительные трудовые ресурсы для рекультивации земель	Эффективность рекультивации (осушения) земель
Сохранение существующего положения горных работ («нулевой путь»)	Поддержание земной поверхности в течение горных работ	Оставление минимально необходимых целлюлозных, обеспечивающих безопасность горных работ	Эффективно для добывающей отрасли — неэффективно для остальных отраслей	Отрицательная	Нейтральная	Народнохозяйственный ущерб от осложнений при землепользовании отработанных территорий

поверхностных и подземных вод. Однако наблюдения свидетельствуют, что приток поверхностной воды в горные выработки постоянно убывает. Предполагается, что это происходит в результате заполнения техногенных трещин различными составляющими геологической среды, среди которых, по всей вероятности, главную роль играют глинистые и четвертичные отложения и метаботониты. Скорость смещения покрывающих пород убывает быстро, и через некоторое время можно считать поверхность земли стабильной. Такой территории ежегодно прибавляется около 2,5 км<sup>2</sup>.

Конкурирующие технологии добычи не только имеют разные экологические последствия, но и различаются по технико-экономическим характеристикам. Новые варианты технологии добычи с обрушением кровли более производительны и характеризуются меньшими потерями сланца. Эти два фактора составляют основу их народнохозяйственной эффективности. Однако для существующей системы хозяйственного управления горной промышленностью решающим фактором является то, что при добыче с обрушением кровли техногенная структура проявляется уже во время ведения горных работ, причем более резко. Это вынуждает принимать меры для восстановления ресурсов других отраслей немедленно, например предусматривать рекультивацию как неотложный элемент подземного способа добычи. Другими словами, надо делать дополнительные затраты.

В такой ситуации перед научными коллективами республики поставлена задача минимизации вредного влияния горных работ на окружающую, в том числе и на геологическую среду. Анализ горно-технологических ресурсов позволил разработать и представить в обзорном виде (таблица) основные пути управления образованием техногенных структур при подземном способе добычи сланца. Рассматривались два альтернативных направления, различающихся по признаку состояния земной поверхности. В таблицу включен и «нулевой путь» (стремление сохранить существующее положение) как базовый. Возможные решения рассматривались в четырех основных аспектах системного подхода.

Такая постановка вопроса подводит к классической задаче оптимизации, в которой один из аспектов рассматривается как целевая функция, а остальные — как ограничения. В качестве примера выдвинем на первый план экологический аспект, рассмотрим возможность минимизации вредного влияния горных работ на геологическую среду. В таком случае в виде главных ограничений выступают отсутствие соответствующей технологии и потери сланца, экономических — производственные затраты на добычу и восстановление поверхности земли, социальных — численность работающих. Получается, что если путь достижения поставленной цели, а именно применение технологии добычи, обеспечивающей минимальное отрицательное воздействие на экосистему, сопряжен с большими потерями сланца, дефицитом оборудования, высокими производственными затратами или необходимостью привлечения дополнительных трудовых ресурсов, то он может быть применен только в ограниченном масштабе.

Отсюда вытекает задача народнохозяйственной оценки техногенных структур с выявлением конкретного ущерба или экономии в других отраслях — потребителях геологической среды: в лесном, сельском и водном хозяйстве, в гражданском и промышленном строительстве. Такой подход позволяет обосновать применение различных способов управления образованием техногенных структур и дополнительных материальных и трудовых затрат, необходимых в горнодобывающей промышленности, для сокращения ущерба, наносимого геологической среде.

Как следует из приведенной таблицы, по всем путям есть открытые вопросы, поэтому комплексное решение — разработка оптимального плана использования геологических ресурсов Северо-Восточной Эстонии — не может быть достигнуто в ближайшее время. Это придает особое значение частным решениям, цель которых — своевременное регулиро-

вание конфликтных ситуаций. Одним из них может быть усиление контроля над ведением горных работ со стороны государственного горнотехнического надзора. По нашему представлению, должен существовать порядок оперативного (ежегодного) списания использованного горного отвода при условии соответствия его техногенной структуры технологической документации.

Повышение ответственности за качество создаваемых горной промышленностью техногенных структур необходимо с точки зрения их народнохозяйственного использования с учетом не только земной поверхности отработанных территорий, но всего видоизмененного массива горных пород. Например, независимо от применяемой технологии добычи отработанные сланцевые шахты превращаются в подземные резервуары воды. По нашим оценкам, объем воды в четырех закрытых шахтах центрального района Эстонского месторождения составляет 20—25 млн. м<sup>3</sup>. Если в течение ближайших пятнадцати лет в этом районе закроются шахты «Кохтла», «Сомпа» и «Таммику», объем подземной воды, находящейся на площади около 100 км<sup>2</sup> на глубине 20—50 м в техногенных структурах с весьма высокой фильтрационной способностью, удвоится. Для выявления интенсивности процессов развития современного карста и загрязнения водоносных горизонтов под действием вод старых горных выработок, а также для решения вопросов народнохозяйственного использования этих вод, необходимо организовать систематические наблюдения за состоянием техногенных структур в районе отработанных шахт.

Предварительная оценка проблемы техногенных структур с учетом всех затронутых аспектов позволит выявить возможные пути управления их образованием при подземном способе добычи сланца. По-видимому, сохранение земной поверхности на весьма длительный период ценой больших потерь сланца нерационально. В интересах народного хозяйства следует ликвидировать также квазиустойчивое состояние отработанных территорий, характерное для превалирующей в настоящее время технологии добычи. Основное внимание необходимо сосредоточить на новом направлении управления техногенной структурой геологической среды — на опускании земной поверхности, выискивая при этом технологические решения для эффективной рекультивации отработанных территорий.

*Представил Э. Кальвеез*

*Эстонский филиал Института  
горного дела им. А. А. Скочинского  
г. Кохтла-Ярве*

Поступила в редакцию  
29.07.1983

**ON REDUCING THE UNDERGROUND MINING IMPACT  
ON THE GEOLOGICAL STORAGE**

The geological storage in the Baltic basin changes significantly due to oil shale mining. Both underground and open-pit minings transform physical and hydrogeological properties of rocks, affect the terrain and deteriorates the natural movement of surface and underground waters. The degree of impact depends on mining methods, mainly on the way of roof control.

With the room-and-pillar method the soil subsides by a few centimetres only but most mining fields (about 90%) remain in such a state for an indefinite period. The territories turn quasi-stable. The roof caving method results in immediate soil subsidence by 1 to 2 metres but further changes are insignificant and in a short period after mining completion the surface may be treated as a stable one.

To solve the problem of reducing human impact on the geological storage several ways may be used. To find the best one may be considered as an optimization problem. The attention should be paid to a potential way of technogenic structure control, the subsidence (stabilization) of the surface with further resoiling of land.

*A. Skochinsky Mining Institute,  
Estonian branch  
Kohila-Järve*