

А. А. ТООМИК, Ю. К. САМЛАН, Э. Г. КАЛЬЮВЕЭ

СОКРАЩЕНИЕ НАРУШЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

С внедрением на сланцевых шахтах Прибалтийского бассейна систем разработок с обрушением кровли возросла потребность в мерах, направленных на сокращение нарушений земной поверхности. Эта проблема важна и для обширной территории, под которой находятся подземные пустоты (выработанное пространство) после горных работ, где подработанная толща покрывающих пород пока поддерживается целиками. Местами целики не выдерживают нагрузки и из-за самопроизвольных обрушений, которые трудно прогнозировать, там образуются прогибы поверхности. Нарушение подработанной толщи пород и земной поверхности можно уменьшать за счет изменений в технологических схемах в ходе горных работ (подземные мероприятия) или за счет улучшения состояния деформированных земель после проведения горных работ (наземные мероприятия).

При подземном способе добычи горючих сланцев возможны два вида подземных мероприятий: одни обеспечивают длительное поддержание массива покрывающих пород, другие — полную посадку всей занятой горными работами площади (включая ликвидацию различных целиков). В обоих случаях должно быть достигнуто длительное стабильное состояние массива горных пород и земной поверхности. Выбор конкретных мероприятий зависит от способов выемки сланца и управления горным давлением, то есть они являются по существу технологическими.

Оба вида подземных мероприятий можно, в свою очередь, подразделить. Так, неограниченно длительное поддержание массива покрывающих горных пород может быть осуществлено или за счет увеличения площади целиков для поддержания кровли, или путем полной закладки выработанного пространства. При этом обычно исключается необходимость восстановительных работ на поверхности, так как первоначальный рельеф земной поверхности сохраняется или меняется незначительно. Полная посадка покрывающих пород на всей площади горных работ может быть достигнута или в результате ликвидации всех оставленных целиков (кроме охранных при главных и панельных штреках) принудительными методами, или при помощи самообрушения. Она происходит не мгновенно, а в течение определенного срока, пока не будет достигнута полная стабилизация обрушенного массива. Мероприятия, предлагаемые вместе с перечнем технологических схем, представлены в таблице.

При неограниченно длительном поддержании покрывающих пород на целиках неизбежно значительное увеличение потерь горючего сланца в недрах, поэтому целесообразность проведения этого мероприятия в целях охраны геологической среды необходимо оценивать с точки зрения его экономических последствий. Длительное поддержание безусловно необходимо при подработке охраняемых территорий,

Возможные мероприятия по сокращению влияния подземных горных работ на земную поверхность

Система разработки	Подземные мероприятия	Ориентировочные затраты, тыс. руб./га	Наземные мероприятия	Ориентировочные затраты, тыс. руб./га
Камерная система с поддержанием кровли на целиках	Поддержание выработок на неограниченно длительное время	10,6—11,1	Осушение самопроизвольно обрушившихся участков Рекультивация самопроизвольно обрушившихся участков	0,5—2,7 14,8—16,8
Камерная система с принудительной посадкой кровли	Ослабление целиков сборного и бортового штреков буровзрывными работами	0,5—1,0	Осушение планомерно обрушенных участков: сельскохозяйственное лесное Рекультивация планомерно обрушенных участков	1,5—2,0 1,3 2,8
Комбинированная система «камера-лава»	Поддержание выработок на неограниченно длительное время Ослабление междукамерных целиков буровзрывными работами	6,4—7,5 6,1	То же	1,5—2,0 1,3 2,8
Сдвоенные лавы с полным обрушением кровли и буровзрывной выемкой	Ослабление целиков сборного и бортового штреков буровзрывными работами То же, с буровзрывными работами и дименсированием	2,6 1,1—1,9	То же	1,5—2,0 1,3 2,8
Одинарные лавы с полным обрушением кровли и комбайновой выемкой	Ослабление целика у бортового штрека буровзрывными работами То же, с дименсированием целика Закладка выработанного пространства	4,1 0,3—0,6 91—150	То же	1,5—2,0 1,3 2,8

а в других случаях оно используется тогда, когда оправдано технически и экономически. При определении размеров увеличенных целиков учитывается то, что часть пород непосредственной кровли обрушается и высота целиков соответственно увеличивается. Кроме того, размеры междукамерных целиков и целиков для охраны выемочных штреков принимаются равными, так как срок действия у всех целиков одинаков.

Поддержание массива покрывающих пород за счет полной закладки выработанного пространства для условий сланцевых шахт технически возможно, однако эффективность этого мероприятия, по-видимому, невысока. Гидравлическая закладка нежелательна, хотя оседание закладочного массива при этом способе минимально. При сухой закладке (пневматический способ) сжимаемость закладочного массива обеспечивает оседание кровли, составляющее до 40% от вынимаемой мощности, а степень заполнения выработанного пространства также не очень высока [1, 2]. Оседание земной поверхности после пневматической закладки в условиях сланцевых шахт при вынимаемой мощности пласта 2,6—2,8 м с учетом вышеприведенных характеристик закладочного массива может составить 0,3—0,7 м, что может превысить допустимые величины.

В случае использования технологических схем с полным обрушением кровли после очистной выемки и посадки кровли в пределах выемочного столба, как правило, сохраняются охранные целики выемочных штреков и междустолбовые целики. Для выравнивания земной поверхности эти оставшиеся целики необходимо ослабить до такой степени, чтобы они были разрушены покрывающими породами, что вызвало бы оседание над ними массива этих пород. В результате в пределах всей панели образуется относительно ровный рельеф поверхности с незначительной разницей высот, обусловленной горными работами. Поэтому данное мероприятие следует применять при подготовке лесных угодий и сельхозугодий.

В техническом плане целик целесообразно ослаблять разрушая его часть буровзрывными работами. Как правило, из соображений безопасности материал, образующийся при разрушении целиков, не извлекают.

Для выравнивания земной поверхности после полной посадки кровли пригодно и самообрушение целиков — если после посадки сохраняются только междустолбовые ленточные целики. В таком случае формируют междустолбовые целики меньших размеров (меньшей ширины). Причем размеры эти таковы, что до прохода фронта очистных работ и посадки кровли эти целики свободно выдерживают нагрузку покрывающих пород, однако после посадки кровли объем покрывающих пород, поддерживаемый целиком, увеличивается настолько, что примерно через год нагрузка на целик уже превышает его несущую способность и вызывает разрушение целика. За счет уменьшения размеров целика можно получать определенное количество дополнительной добычи.

Если после проведения горных работ показатели остаточной деформированности земной поверхности (оседание, наклон) остаются в пределах величин, допустимых для данного участка, из наземных мероприятий требуется только осушение переувлажненных участков. В случае же самопроизвольных обрушений и образования обводненных мульд оседания, при их случайном и редком расположении на шахтном поле в качестве «первой помощи» растительности этого участка можно применять водоспуск в выработанное пространство через скважины. При систематической посадке пород кровли на небольших площадях можно организовать традиционный горизонтальный дренаж или скомбинировать его с вертикальным водоспуском.

Когда показатели остаточной деформированности земной поверхности превышают допустимые для данного участка значения, требуется восстановить ровный рельеф. Возможна закладка привозным материалом (отдельные мульды оседаний) или разравнивание четвертичных отложений (на более обширных деформированных участках).

Итак, технически возможны следующие наземные мероприятия: — осушение отдельных обрушенных участков путем спуска воды в горные выработки; — осушение планомерно обрушенных участков; — рекультивация отдельных обрушенных участков земной поверхности; — рекультивация планомерно обрушенных участков земной поверхности.

В результате самопроизвольного обрушения подработанной толщи пород на земной поверхности образуются мульды оседания различных размеров площадью от 1 до 6 и более гектаров. На увлажненных участках в них скапливается вода. Такие мульды, как правило, замкнутые, и отвод из них воды канавами в гидрографическую сеть сложен и трудоемок. Более целесообразно поэтому рассматривать возможность спуска воды через скважину в шахтную сеть водоотлива. Этим способом можно оперативно дренировать отдельные участки в период отработки данного участка шахтного поля. Если при этом геометрические изменения рельефа не превышают допустимых для данного вида землепользования величин, значит, такая мера достаточна для обеспечения нормальных условий землепользования. В противном случае дополнительно требуются земляные работы для восстановления рельефа.

Кроме того, в условиях Прибалтийского бассейна спуск воды в горные выработки может оказаться необходимым при подработке камерами и камерами-лавами площадей, покрытых лесными угодьями. Он может быть эффективен и при системах разработки с обрушением кровли, когда они применяются не систематически, а на отдельных участках шахтного поля.

При планомерной посадке отработанных столбов образуется большая площадь оседания, соответствующая размерам панели и разграниченная широкими гребнями над панельными целиками и более узкими гребнями внутри зоны обрушения над межстолбовыми целиками. Обширная площадь и известный заранее характер развития зоны обрушения позволяют заблаговременно планировать отвод скапливающейся в мульдах воды водоотводными канавами в существующую гидрографическую сеть или комбинировать его с вертикальным водоотпуском через скважины в шахтный водоотлив. С учетом более длительного срока службы системы следует рассматривать возможность создания горизонтальной системы дренажа.

По конечному эффекту такое мероприятие аналогично водоспуску. Преимуществом его следует считать то, что проведение части работ по осушению возможно до обрушения, поскольку известны прогнозные параметры оседания. Это позволяет избежать неожиданного скопления воды в образовавшихся мульдах. Планомерную посадку отработанных столбов можно проводить одновременно с ослаблением междустолбовых целиков, сокращая таким образом и деформированность рельефа. В условиях Прибалтийского бассейна она применима при подработке лесных угодий и некоторых сельхозугодий. Прогнозные затраты по этому варианту определены на основе экспертной оценки сотрудниками института «Этмелиопроект».

Из-за случайного характера образования зон стихийных обрушений

и их разбросанности на шахтном поле рекультивировать такие участки возможно только путем заполнения мульд оседания породой, привозимой из отвалов обогатительных фабрик. Необходимость в такой рекультивации может возникнуть при подработке камерами и камерами-лавами площадей, занятых сельхозугодиями, а также при разработке с обрушением кровли в отдельных столбах, расположенных на шахтном поле далеко друг от друга.

Большие деформированные площади могут образоваться в результате ведения горных работ камерной системой разработки с принудительной посадкой кровли, а также при разработке с одинарными или двоярными лавами с полным обрушением кровли. Необходимость «сглаживания» рельефа возникает в случае, когда параметры деформированности превышают допустимые величины, или при подработке сельхозугодий.

Принципиальная схема рекультивации деформированного рельефа, образовавшегося в результате планомерной посадки, под сельхозугодия может быть следующей. Первым делом толща плодородного слоя снимается скреперами и складывается неподалеку. Затем на деформированном участке планируется толща четвертичных отложений, и наконец на спланированный участок наносится плодородный слой. В зависимости от ожидаемой степени деформированности рельефа плодородный слой можно снимать как до, так и после посадки массива пород на рассматриваемом участке.

Чтобы обосновать выбор мероприятия по сокращению нарушений геологической среды, кроме технической целесообразности, необходимо оценивать затраты на их проведение. Для всех рассматриваемых мероприятий они определены — при возможности на народнохозяйственном уровне или же на уровне, условно близком к нему (таблица). Например, если прямые затраты определены на уровне участка, то умножением на коэффициент 2,0 они переводятся на приблизительно общешахтный уровень затрат, чем достигается условное приближение к народнохозяйственному уровню.

Ущерб народному хозяйству от увеличения потерь сланца вследствие длительного поддержания кровли оценен с использованием данных о замкнутых затратах на условное топливо в Северо-Западном и Прибалтийском экономических районах [3].

Оценка затрат на возведение 1 м³ закладочного массива (включая стоимость закладочного материала с подготовкой и транспортировкой к месту закладки) в условиях сланцевых шахт весьма сложна. Поэтому из литературных источников были взяты соответствующие оценки для угольных шахт и с учетом их разновременности, а также удорожания за истекшее время материалов, оборудования и роста других затрат были приведены в соответствие с современным уровнем.

Для случая ослабления целиков буровзрывными работами подсчитывались прямые затраты по участку, которые переводились на общешахтный уровень затрат описанным выше способом. При оценке затрат на самообрушение целиков дополнительная добыча, полученная за счет уменьшения целиков, была учтена как материал, полученный в результате уменьшения потерь.

Для наземных мероприятий экономическая оценка определена как сумма всех прямых затрат на выполнение данного мероприятия. Ожидаемые затраты на осушение деформированных площадей при планомерной посадке определены на основе экспертной оценки, выполненной в институте «Эстмелиопроект».

Во всех случаях экономическая оценка затрат на выполнение всех перечисленных мероприятий является приближенной и нуждается в обязательном уточнении после запланированной экспериментальной

проверки их в шахтных условиях. Сравнение предварительных оценок затрат на отдельные мероприятия (см. таблицу) позволяет исключить из дальнейшего рассмотрения такой явно дорогостоящий вариант, как закладка выработанного пространства. Нецелесообразна и посадка кровли в камерах-лавах с ослаблением целиков, при которой затраты сопоставимы с затратами при усиленных целиках. Из наземных мероприятий дорогостоящим на единицу площади следует считать рекультивацию (закладку) стихийно образованных мульд оседаний, однако небольшой общий объем таких мульд пока позволяет рекомендовать ее в качестве «первой помощи».

Выбор мероприятия зависит не только от условий и параметров горных работ, но и от характера и ценности обрабатываемой территории. Например, камерную систему, с точки зрения охраны среды, можно совершенствовать двумя способами: из расчета усиления целиков на неограниченно длительный срок службы или с применением принудительной посадки кровли с разрушением околоштрековых целиков. В последнем случае качество земной поверхности ухудшается, однако в некоторых случаях это допустимо. Следовательно, необходимо районирование территории Прибалтийского бассейна с точки зрения допустимости деформирования земной поверхности под территориями различного назначения, после чего можно будет определять конкретную область применения мероприятий, требующих в данных условиях минимальных затрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Б. М. Закладочные работы в угольных шахтах. М., 1959.
2. Ключко В. П., Макаревич Ю. С., Бужин Н. К. Опыт пневмозакладочных работ на шахтах Донбасса. М., 1975.
3. Макаров А. А., Вигдорчик А. Г. Топливо-энергетический комплекс. М., 1979.

Представил Э. Г. Кальювез

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

Поступила в редакцию
04. 06. 1985

A. A. TOOMIK, Ü. K. SAMLAN, E. G. KALJUVEE

REDUCING OF LAND DETERIORATION BY UNDERGROUND MINING

The paper considers possibilities of reducing land deterioration caused by underground mining of oil shale in the Baltic basin. Changing the parameters of underground mining and/or adding some new operations it is possible to minimize surface damage. Surface holding by greater pillars during the infinite period leads to greater losses in resources, stoping-and-filling, to higher costs of mining. If the caving method is used, the elimination of entries between the extracted areas in the panel requires destruction of tall entry-supporting pillars. On the surface above the mined-out space it is possible to apply dewatering and recultivation of the deformed areas.

The cost of each measure has been estimated to select the most expedient one for particular mining conditions.

A. Skochinsky Mining Research Institute
Estonian Branch
Kohhtla-Järve