

УДК 622.272

В.В. Мельник, Р.А. Сушев

ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С ВЫПУСКОМ ПОДКРОВЕЛЬНОЙ ТОЛЩИ

Семинар № 16

Подземная разработка мощных пологих угольных пластов осуществляется во многих странах – Китай, Россия, Казахстан, Польша, Румыния и др. Добыча угля из мощных пластов подземным способом оценивается в 300-350 млн т, что составляет 12-14% уровня годовой мировой добычи.

На шахтах Российской Федерации из мощных пологих пластов добывается около 19 млн. т угля в год, что составляет около 15% всей добычи подземным способом, Наибольшая доля приходится на добычу в Кузнецком (12,5 млн т), Печорском (2,6 млн т) и Челябинском (1,4 млн т) бассейнах.

Мощные пологие пласты характеризуются высокой газоносностью, пожароопасностью, наличием в кровле трудноуправляемых пород и склонностью отдельных пластов к проявлениям газодинамических явлений.

Разработкой различных технологических схем отработки мощных пологих пластов занимаются ведущие коллективы отрасли ННЦ-ГП ИГД им. А.А. Скочинского, КузНИУИ, МГТУ, ВНИИгидроуголь и др.

Одним из перспективных направлений в технологии отработки мощных пологих угольных пластов является технологические схемы с выпуском подкровельной толщи угля.

Широкомасштабное применение указанных технологических схем

сдерживается неуправляемостью процесса выпуска, значительными потерями угля, высокой степенью пылеобразования и газовыделения.

В связи с этим научная задача разработки технологических схем отработки мощных пологих пластов угля шахт Кузбасса с предварительной подготовкой угольного массива для управляемого процесса выпуска подкровельной толщи является весьма актуальной.

В мировой и отечественной практике разработки угольных месторождений мощные угольные пласты всегда привлекали внимание горняков высокой производительностью пласта, низким удельным объемом проведения подготовительных выработок, возможностью управления качеством горной массы за счет селективной выемки угольных пачек и отсутствия присечки боковых пород. Указанные преимущества мощных пластов по сравнению с тонкими пластами и средней мощности широко используются в горной практике, например, объем подземной добычи из мощных пологих и наклонных пластов достигает в Кузбассе 27%, в Карагандинском бассейне 47%.

Однако, кроме положительных признаков мощные пласты характеризуются и негативными факторами:

- большая высота очистного забоя и подготовительных выработок,

что приводит к отжиму угля, повышенной опасности работ, увеличению массы забойного оборудования и крепи;

- высокие потери угля (до 50%) из-за оставления предохранительных угольных пачек между слоями, в подкровельной толще и у почвы пласта;

- высокая пожароопасность угольной массы в выработанном пространстве и большие затраты на профилактику и ликвидацию пожаров;

- динамический характер блочного обрушения пород основной кровли при недостаточном заполнении выработанного пространства обрушенными породами непосредственной кровли.

- Указанные негативные факторы приводят к повышению аварийности в очистных и подготовительных забоях и ухудшению их технико-экономических показателей. Анализ результатов работы длинных комплексно-механизированных забоев (КМЗ) в России и за рубежом показал, что максимальная нагрузка на КМЗ достигается при отработке угольных пластов или слоев мощностью 2,8-3,5 м. При увеличении вынимаемой мощности до 4,5-4,9 м средняя суточная нагрузка на КМЗ снижается в 1,2-1,6 раза.

Одной из причин недостаточной эффективности отработки угольных пластов и слоев мощностью более 3,5 м является низкая адаптивность существующих технологий и технических средств к горно-геологическим условиям залегания мощных пластов.

В настоящее время в отечественной и зарубежной практике наметились следующие основные направления развития и применения на шахтах технологии и техники разработки мощных угольных пластов длинными комплексно-механизированными забоями:

- отработка пласта мощностью до 6-7 м одним слоем высотой 2,8-4,2 м с оставлением подкровельной толщи или угольной пачки у почвы пласта (рис. 1, а);

- отработка КМЗ пласта наклонными слоями в нисходящем порядке с оставлением предохранительных межслоевых угольных пачек мощностью до 3 м (рис. 1, б);

- отработка пласта наклонными слоями в восходящем порядке с плавным опусканием подрабатываемой подкровельной толщи и пород кровли и выемкой угля КМЗ (рис. 1, в);

- выемка наклонного подсечного слоя высотой до 3 м у почвы пласта КМЗ и выпуск разрыхленного угля подкровельной толщи на завальный конвейер (рис. 1, г).

В результате анализа приведенных вариантов технологий отработки мощных пологих пластов длинными КМЗ было установлено следующее.

Отработка пласта одним слоем (рис. 1, а) является наиболее эффективной, так как в пределах между кровлей и почвой пласта можно изменять вынимаемую мощность в зависимости от конкретной ситуации. В частности, при неустойчивых породах кровли и почвы оставляют угольные пачки, наличие локальных пережимов пласта в пределах выемочного столба не приводит к длительным остановкам КМЗ. В ИГД им. Скочинского дано обоснование максимальной вынимаемой мощности пласта 6 м.

В диапазоне вынимаемой мощности пласта 2,8-4,2 м достигнуты наилучшие показатели в мировой и отечественной практике. Ограничение оптимальной вынимаемой мощности приводит к увеличению потерь угля до 50% и, как следствие, возникновению эндогенных пожаров.

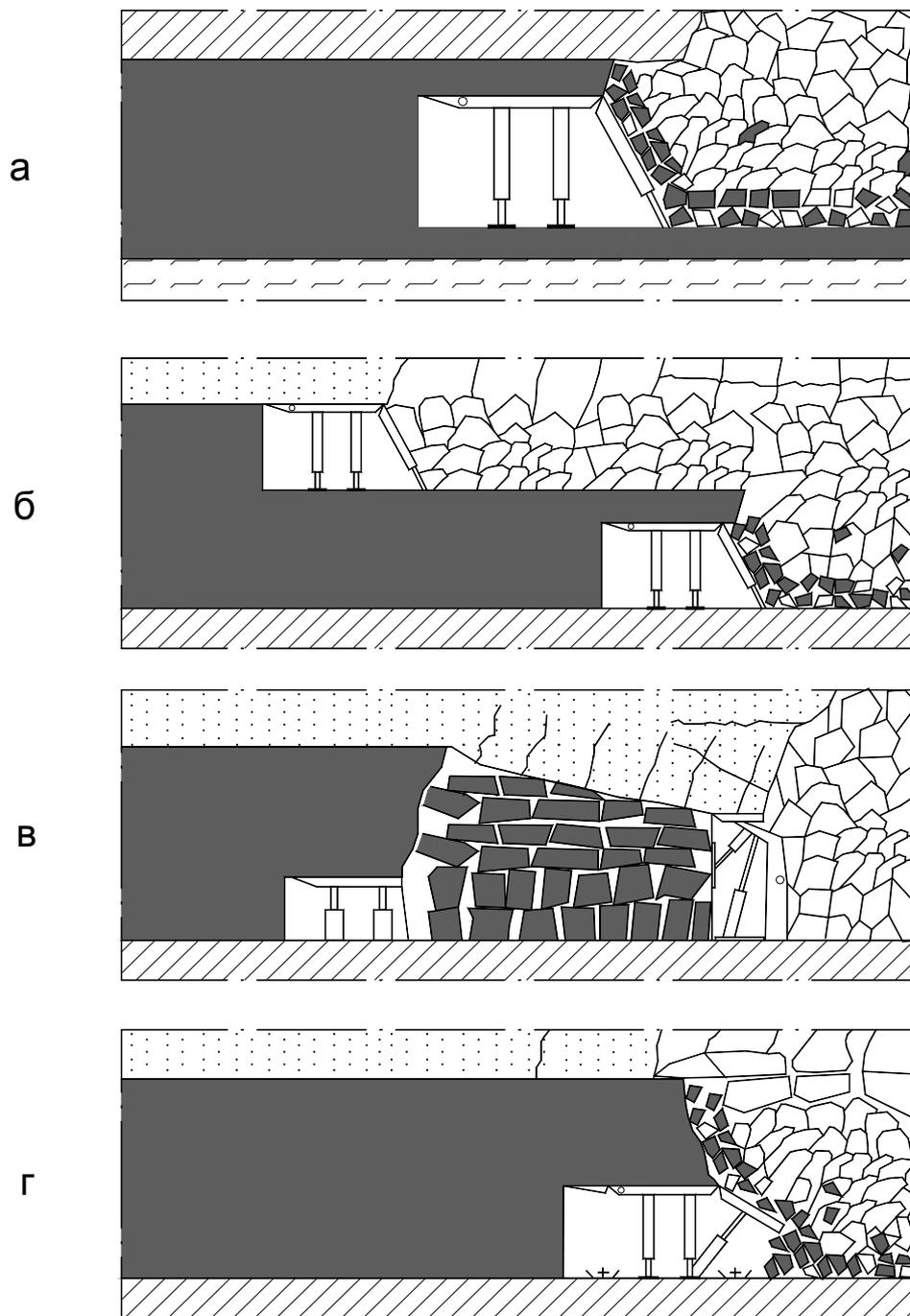


Рис. 1. Схемы отработки мощных пологих пластов КМЗ: а – однослойная отработка; б – наклонными слоями в нисходящем порядке; в – наклонными слоями в восходящем порядке; г - подсечным слоем с управляемым выпуском подкровельной толщи

Например, при отработке пласта Сычевского-1 в условиях шахты «Польсаевская» в Кузбассе для обеспечения устойчивости секций крепи у почвы пласта оставляется угольная пачка мощностью 1 м, в условиях ИК «Соколовская» в Кузбассе пласты 52, 68 отрабатываются с оставлением у кровли пласта угольной пачки толщиной до 1,8 м.

Существенным ограничением области применения технологии одно-разовой выемки с вынимаемой мощностью более 4,2 м являются большая масса и габариты оборудования, что приводит к сложным схемам его транспортирования, монтажа и демонтажа, так как сечения вскрывающих и подготавливающих выработок на действующих шахтах России не везде соответствуют условиям безопасности транспорта нового оборудования.

В качестве альтернативного варианта технологии отработки на полную мощность до 7 м пологих и наклонных пластов в зонах геологических нарушений успешно применяется гидравлический способ (рис. 2). Сущность технологической схемы состоит в подготовке яруса с помощью вентиляционного и аккумулялирующего штреков, разделении яруса на блоки, проведении выемочных печей и выемке угля из выемочных полос шириной 6-12 м с помощью высоконапорной гидравлической струи. По результатам промышленной эксплуатации получены следующие технико-экономические показатели: среднесуточная нагрузка по участку 600-1400 т; производительность труда рабочего по участку 14-27 т/выход; эксплуатационные потери 27-35%.

В последние годы на шахтах Южного Кузбасса проведены шахтные исследования камерно-столбовой системы разработки при отработке пла-

ста IV-V мощностью 9,6 м камерами с послойной углубкой почвы камер на полную мощность пласта или с выемкой верхнего слоя /31-33/. В целом получены удовлетворительные результаты: добыча составила 597-1104 т/сутки, производительность труда рабочих по участку -13-46 т/выход.

Отработка угольных пластов мощностью более 6 м осуществляется наклонными слоями, как правило, в нисходящем порядке (рис. 1, б). Вынимаемая мощность слоев составляет 2,5-4,2 м.

В качестве очистного оборудования применяются механизированные комплексы, предназначенные для отработки пластов средней мощности КМ-142, КМ-144, КМ-145, КМ-130, «Пиома» и др.). Нагрузка на очистной забой в отечественной и зарубежной практике составляет 18-200 тыс. т в месяц и существенно зависит от горно-геологических условий.

При отработке верхнего слоя осложняющими факторами являются:

- труднообрушающаяся кровля, периодические осадки которой способствуют формированию отжима, заколов и вывалов впереди очистного забоя, что приводит к потере продольной и поперечной устойчивости секций механизированной крепи и повышенной опасности горных работ;
- высокая газообильность выработок выемочного участка верхнего слоя вследствие выделения метана из мощного пласта и незаполненного обрушенными породами газового коллектора в выработанном пространстве;
- недостаточная адаптация механизированных комплексов, предназначенных для отработки пластов средней мощности, к параметрам очистного забоя верхнего слоя: интенсивный отжим угля из-за низкой эффективности противоотжимных

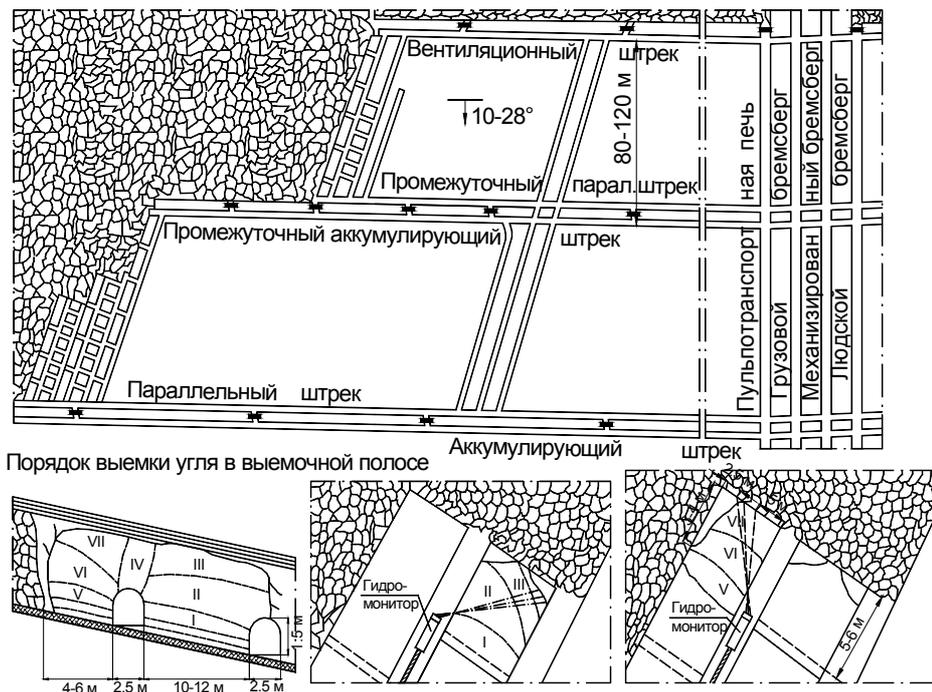


Рис. 2. Технологическая схема отработки мощного пласта гидравлическим способом

устройств приводит к формированию крупных кусков угля и породы;

- вдавливание оснований секций крепи в почву при слабых углях нижнего слоя;
- повышенное горное давление в подготовительных и выемочных выработках верхнего слоя вследствие: обрушения угольных пачек в кровле выработок, пучения угля нижнего слоя в выработки верхнего слоя, низкая эффективность анкерного крепления угольной пачки в кровле выработок и др.

Указанные причины приводят к снижению в среднем на 15-20% нагрузки на КМЗ верхнего слоя по сравнению с нагрузкой при одноразовой выемке.

При отработке нижних слоев негативное влияние указанных факторов проявляется в меньшей степени. Однако, при этом происходят периоди-

ческие прорывы обрушенных пород верхнего слоя в призабойное пространство нижнего КМЗ, что приводит к возникновению аварийных ситуаций.

Для предотвращения прорывов пород в горной практике применяются искусственные перекрытия и ограждения или оставляются между слоями предохранительные угольные пачки мощностью до 3 м. В 60-70 годы прошлого столетия наибольшее распространение в горной практике получило гибкое металлическое перекрытие при отработке мощных пологих и крутых пластов. Однако, из-за низкой производительности и высокой трудоемкости процессов монтажа гибкого перекрытия эта технология широко не применяется. При переходе на рыночные условия и несовершенной системы платы за недра оказалось экономически оправданным

отрабатывать мощные пласты с оставлением межслоевой предохранительной пачки угля.

Необходимость получения быстрого эффекта от вложенных инвестиций привело к нарушению схем и способов безопасной подготовки и обработки выемочных участков мощных пластов в части профилактики эндогенных пожаров, например, шахты «Томская», им. Ленина в Кузбассе и др. Основными причинами самовозгорания угля в выработанном пространстве являются: оставление предохранительных межслоевых угольных пачек и угольных целиков, формирование крупных блоков труднообрушающейся кровли, большие утечки воздуха в обрушенных породах блочного типа и окислительные процессы. Устранение аварийных ситуаций, вызванных эндогенными пожарами, приводит к деконцентрации горных работ из-за изоляции на 1-3 года готовых к выемке запасов выемочных участков.

Технология обработки мощного пласта наклонными слоями в восходящем порядке (рис. 1, в) находится в стадии экспериментальных работ. В горной практике известны единичные случаи подработки верхних слоев, однако, удовлетворительные результаты не достигнуты. Например, в условиях шахты «Усинская» в Кузбассе после выемки угля в нижнем слое пласта IV-V произошло хаотичное блочное обрушение угля подработанной подкровельной толщи и пород кровли. Промышленные испытания были прекращены. Для применения этой технологии необходимо провести дополнительные исследования по обоснованию геомеханических и технологических параметров, обеспечивающих плавное опускание подрабатываемых подкровельной угольной толщи и пород кровли.

В качестве одного из перспективных направлений подземной разработки мощных пологих пластов в горной науке и практике изучается и распространяется технология обработки длинными столбами по простиранию одним слоем у почвы пласта и выпуском угля подработанной подкровельной толщи в призабойное пространство КМЗ (рис. 1, г). Эффективность применения технологии с управляемым выпуском угля обеспечивается снижением затрат на подготовку запасов угля к выемке и высокой нагрузкой на очистной забой.

Научные исследования технологии обработки мощных пластов одним слоем с управляемым выпуском разрыхленного угля подработанной у подкровельной толщи интенсивно проводятся в КНР, Югославии, Германии, Чехии, России.

Базой для развития технологии разработки мощных пластов с выпуском угля подкровельной толщи послужил отечественный опыт применения крепи оградительного типа КТУ. Сущность комбинированной системы разработки с гибким перекрытием и комплексом КТУ состоит в разделении пласта на верхний монтажный слой высотой 1,6-2,0 м, который отрабатывается длинными столбами по падению пласта с монтажом на почве слоя гибкого перекрытия, и подсечной нижней слой у почвы пласта. В нижнем слое выемка угля осуществлялась по падению пласта под защитой крепи КТУ. Межслоевая толща разрушалась буровзрывным способом и уголь через специальные люки выпускался на конвейер. Добыча угля в очистном забое составляла, согласно, 11-13 тыс. т в месяц, производительность труда рабочего очистного забоя 14,5-20,3 т/выход.

Дальнейшее развитие технологии обработки мощных пластов с выпуском

ком подкровельной толщи осуществлялось путем: адаптации современных типов крепей к технологии выпуска разрыхленного угля и поиска и внедрения эффективных и безопасных способов и средств разрушения угля в подкровельной толще.

В рамках решения первой задачи проведена модернизация существующих типов крепей М81, ОКП-70, М-130 и др. На их базе созданы комплексы 2ОКПВ-70К, МКЮ.4В-17/30 отечественного и ZFS китайского производства и др.

Решение второй задачи – управляемое разрушение и выпуск разрыхленного угля подрабатываемой подкровельной толщи продолжается и пока нет эффективных решений, эффективность которых подтверждается практикой отработки мощных пластов.

Поэтому целесообразно детально рассмотреть разработанные способы и средства разрушения и выпуска разрыхленного угля подкровельной толщи в призабойное пространство подсечного слоя мощного пласта.

В процессе научных исследований и шахтного эксперимента за последние 30-40 лет было предложено несколько вариантов разрушения и выпуска угля подкровельной толщи. Однако, положительные результаты получены в единичных случаях. Основными причинами неудовлетворительного разрыхления и выпуска угля подкровельной толщи являются формирование в подкровельной толще крупных угольных блоков и прорывы разрушенных пород кровли в призабойное пространство.

Формы и размеры кусков угля в подкровельной толще оказывают основное влияние на эффективность его выпуска. Применение дополнительных устройств и способов, например, вибраторов, БВР и др. для дополнительного дробления кусков

угля крупностью более размеров выпускных отверстий способствовало увеличению простоев очистного забоя до 35% и повышению уровня травматизма работающих. Количественные зависимости размеров кусков угля от основных горно-геологических и горнотехнических параметров не установлены. По результатам шахтных экспериментов выявлены факторы, влияющие на характер разрушения угля в подкровельной толще: шаг обрушения и длина консоли зависания пород непосредственной и основной кровли, глубина разработки, мощность подкровельной толщи, прочность и трещиноватость угля, форма и размеры верхнего перекрытия и заднего ограждения секций механизированной крепи и др. Следовательно, для обоснования оптимальных параметров и создания системы управляемого разрушения угля в подкровельной толще необходимо проведение глубоких масштабных исследований для установления количественных зависимостей крупности угольных кусков от основных горно-геологических и горно-технических факторов.

Для прогноза прорывов пород кровли в очистной забой подсечного слоя используются, как правило, закономерности выпуска сыпучих материалов. При этом не в полной мере учитываются динамические проявления горного давления при блочном обрушении труднообрушающейся кровли, возможность частичного выпуска угля или прорыва пород кровли впереди секций механизированной крепи и другие факторы. В этой связи необходимо провести исследования процессов взаимодействия элементов системы «кровля – межслоевая толща – подсечной слой».

В горной литературе описаны различные альтернативные варианты разрушения угля в подкровельной толще.

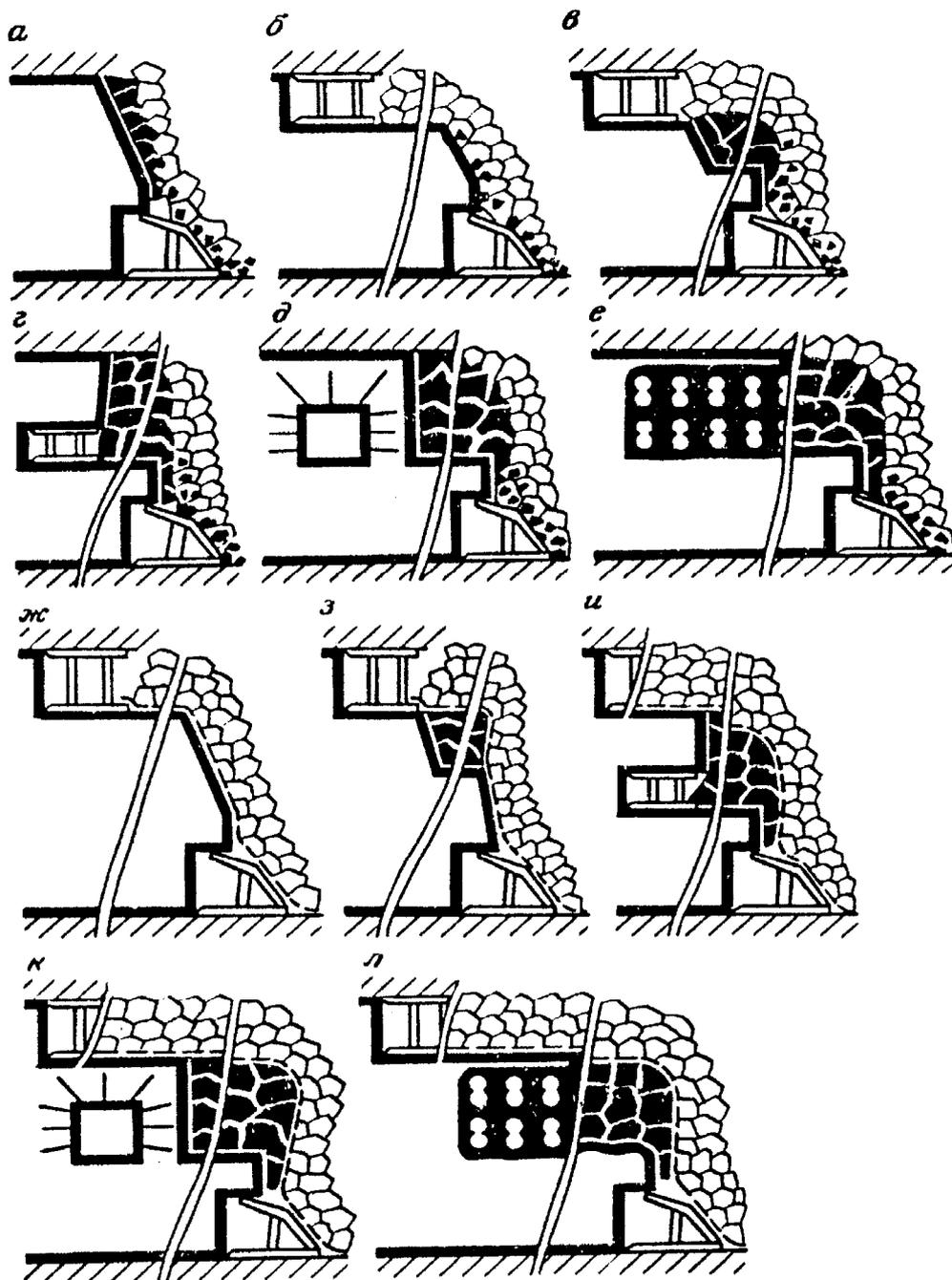


Рис. 3. Схемы разрушения угля в подкровельной толще с использованием энергии горного давления и взрыва

Например, по результатам исследований ВНИМИ рациональными являются способы разрушения, основанные на использовании энергии взрыва и горного давления (рис. 3).

Процесс разрушения угля в подрабатываемой подсечным слоем подкровельной толще является неуправляемым и зависит от совокупного влияния нескольких случайных факторов: горного давления, начального расхода гидростоек механизированной крепи, интенсивности и трещиноватости угольного пласта и пород кровли. На основе опытных данных установлено, что удовлетворительное разрушение угля в подрабатываемой подкровельной толще возможно только после предварительного ослабления угольного массива. Ослабление угольной толщи можно осуществлять принудительным обрушением с помощью БВР (рис. 3, в, и), нагнетанием жидкости в пласт или бурением скважин большого диаметра (рис. 3, е, л) с последующим разрушением межскважинных целиков под влиянием горного давления. Так как при отработке газоносных пожароопасных пластов при взрывании повышается опасность появления открытого огня и, как следствие, взрыва метана, то возможность применения БВР как способа разрыхления угля на границе с обрушенным пространством следует полностью исключить.

Использование скважин большого диаметра заслуживает внимания (рис. 3, е, л), однако для определения параметров схемы расположения скважин требуется установить зависимости этих параметров от основных горно-геологических условий.

В качестве перспективного и безопасного направления развития способов разрушения угля подкровельной толщи следует выделить ее предварительную подработку (рис. 3, г, и). Од-

нако и для этих случаев отсутствуют научно обоснованные рекомендации.

Однако, этот способ и конструкция крепи не проверены на практике и требуется проведение лабораторных и шахтных экспериментов и оценка эффективности разработанных рекомендаций в реальных условиях.

Общим недостатком всех проанализированных способов и средств является их недостаточная адаптивность к динамическим проявлениям горного давления при блочном обрушении труднообрушающейся кровли. Согласно исследованиям протяженность зоны опорного давления на участках пластов с труднообрушаемой кровлей увеличивается в 1,2-1,5 раза. Максимум опорного горного давления в момент разрушения пород кровли, представленной песчаниками с пределом прочности на сжатие более 100 МПа, превышает в 10-12 раз горное давление в нетронутом углепородном массиве. Влияние основных горно-геологических и горнотехнических факторов на параметры горного давления оценивается, как правило, по эмпирическим формулам, например:

$$L = a_1 \left(\sqrt{G_{сж}} x h_1 + a_2 \right); \quad (1)$$

$$L = \frac{a_3 h_1 \sqrt{f(a_4 x H + a_5)}}{H(a_6 h_1 + a_7)(a_8 m + a_9)}; \quad (2)$$

$$l = a_{10} \left(\sqrt{\delta_{сж}} h_2 + a_{11} \right), \quad (3)$$

где L, l – шаги обрушения основной и непосредственной кровли соответственно, м; $\delta_{сж}$ – предел прочности пород кровли на сжатие, МПа; f – коэффициент крепости пород кровли; h_1, h_2 – мощность пород основной и непосредственной кровли соответственно, м; m – вынимаемая мощность пласта, м; H – глубина разработки, м; $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{11}$ – эмпирические коэффициенты.

Результаты опытной эксплуатации технологии плавного опускания подкровельной толщи на податливых междукамерных угольных целиках

Наименование показателей	Показатели	
	базовый вариант	после плавного опускания
Добыча, т/сут	700	1050
Производительность труда рабочего по участку, т/чел.в смену	33,5	41,8
Эксплуатационные потери, %	34,5	27,5

Из формул (1–3) видно, что шаг обрушения пород кровли увеличивается с ростом прочности и мощности пород кровли и уменьшается при снижении вынимаемой мощности пласта. Если первые два аргумента являются природными и не могут быть изменены без проведения специальных мероприятий, то вынимаемая мощность пласта может варьироваться в широких пределах. В частности, при $m \rightarrow 0$ в формуле (2) шаг обрушения основной кровли увеличивается и, при определенном сочетании параметров, можно управлять кровлей плавным опусканием.

Идея отработки мощного пласта тонкими слоями с применением струговых установок и плавным опусканием пород кровли активно развивалась в ИГД им. А.А. Скочинского, МГГУ, во ВНИИГидроугле и других научных организациях. В частности, в институте ВНИИГидроуголь» разработана техно-логическая схема слоевой отработки камерами с оставлением междукамерных целиков у почвы пласта. С увеличением площади выработанного пространства нагрузка на угольные целики возрастает и в последних уголь переходит в запредельное состояние, целики раздавливаются под влиянием горного давления и разрыхленный уголь заполняет вынутые полости (камеры). При этом подработанная подкровельная толща частично разрушается, а кровля пласта плавно опускается.

Опытная эксплуатация технологии плавного опускания и разупрочнения подкровельной толщи проведена в условиях шахты «Инская» на пласте Байкаимском (рис. 4). Пласт Байкаимский мощностью 5,3 м на глубине 350-400 м отрабатывался в базовом варианте короткими забоями с выемкой угля высоконапорной гидроотбойкой. При этом наблюдались динамические проявления горного давления в виде внезапных разрушений угля на поверхности выработок, стреляний, вывалов пород из кровли.

Для профилактики указанных негативных явлений и снижения прочности угля, с целью повышения производительности гидроотбойки по нижнему слою, у почвы пласта были проведены камеры шириной 2,0-2,5 м. Ширина целиков между камерами принята равной 3,5-4,0 м. После деформирования подработанной подкровельной толщи на податливых целиках проведена гидравлическая выемка угля. За период опытной эксплуатации добыто 25 тыс. т угля и получены удовлетворительные результаты (таблица).

Как следует из таблицы основные технико-экономические показатели улучшились в 1,2-1,5 раза. Кроме того, за счет снижения прочности угля произошло увеличение производительности гидроотбойки в 1,2-1,8 раза и сокращение энергоемкости разрушения угля в 1,2-1,5 раза.

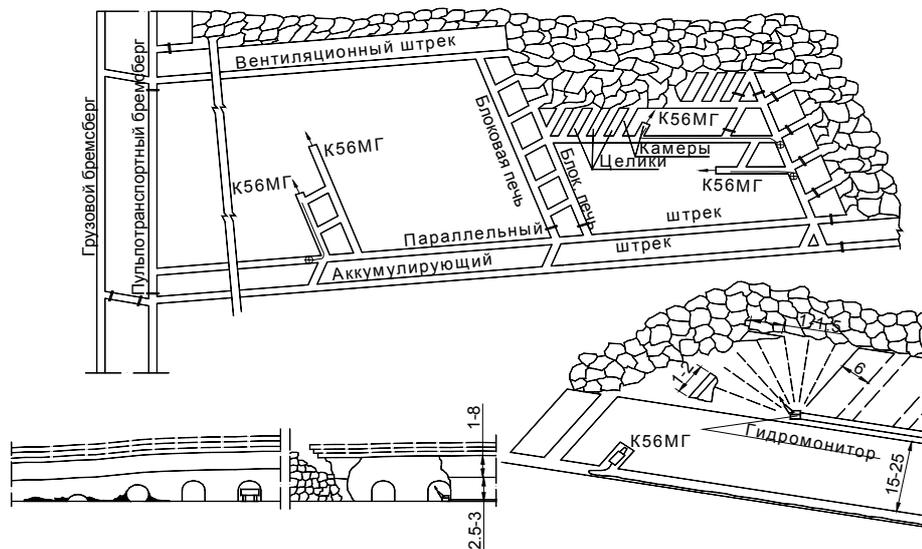


Рис. 4. Технологическая схема отработки предварительно разгруженных угольных пластов

Согласно анализу опыта отработки мощных пологих пластов и перспективных проектных и научных разработок все технологические процессы технологических схем выемки мощных пологих и наклонных угольных пластов с выпуском подкровельной толщи можно разделить на три группы (рис. 5):

выемка, транспорт горной массы и управление горным давлением в нижнем подсечном слое;

разрыхление угля в подкровельной толще и управление кровлей с опусканием на податливом основании;

выпуск разрыхленного угля, разрушение крупных кусков угля и породы, транспорт горной массы.

Технологические процессы в подсечном слое идентичны при выемке угля на пластах средней мощности в части выемки угля и транспорта горной массы. Однако, процессы управления кровлей существенно усложняются из-за наличия в кровле очистного забоя дезинтегрированной под-

кровельной толщи. При чрезмерной дезинтеграции с крупностью кусков угля меньше ширины захвата выемочного агрегата в комплексно-механизированном забое (КМЗ) возможны прорывы разрыхленного угля в призабойное пространство подсечного слоя впереди механизированной крепи. Это приводит к потере устойчивости секций механизированной крепи и возникновению аварийных ситуаций. Согласно схеме деформирования угля в подкровельной толще и пород кровли, сконструированной по результатам шахтных наблюдений при выемке нижних слоев мощных пластов с оставлением межслоевой пачки, следует ожидать, при разрушении подкровельной толщи скважинными зарядами ВВ, периодические вывалы угля в призабойное пространство подсечного слоя и отжим угля с поверхности забоя.

Следовательно, возникает задача разработки технологических решений, обеспечивающих устойчивость

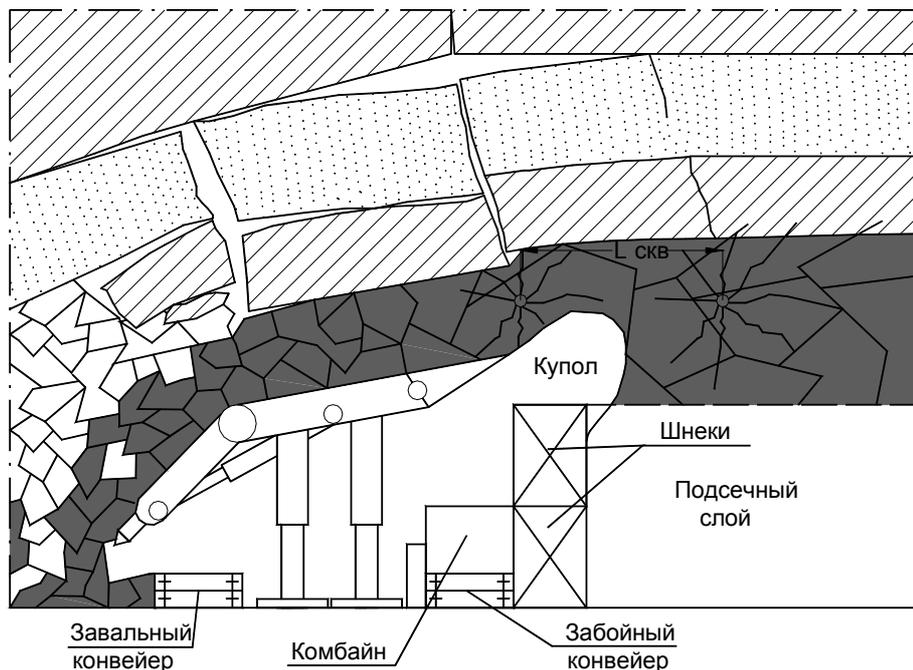


Рис. 5. Схема формирования аварийного состояния очистного забоя при опережающих вывалах дезинтегрированной подкровельной толщи

поверхности забоя и подкровельной толщи. В этой связи в настоящей работе предлагаются следующие технологические и технические решения:

применение способов и средств предварительной дезинтеграции подкровельной толщи, обеспечивающих сохранение прочности угля в подсечном слое и в подкровельной толще на 1-2 м выше подсечного слоя (по опыту отработки нижних слоев мощных пластов с оставлением межслоевой пачки);

упрочнение угольного массива подсечного слоя и подкровельной толщи вблизи очистного забоя (по опыту отработки угольных пластов в зонах геологических нарушений с упрочнением);

адаптация технологии и техники к условиям выемки угля в подсечном слое, обеспечивающих минимальные

обнажения дезинтегрированной подкровельной толщи;

разрушение угля подкровельной толщи над верхним перекрытием непосредственно перед выпуском угля через отверстия в перекрытии или задних ограждениях секций механизированной крепи.

Каждое из перечисленных технологических и технических решений имеет достоинства и недостатки.

Например, сохранение устойчивости подкровельной толщи на 1-2 м выше подсечного слоя приводит к формированию над перекрытием секций механизированной крепи и в зоне выпуска крупных угольных блоков, для разрушения которых требуется применение дополнительных устройств или способов, при отсутствии которых потери угля в подкровельной толще достигают 70%, что

является причиной эндогенных пожаров. Даже при удовлетворительном разрыхлении угля в верхней части подкровельной толщи выпуск его будет сдерживаться блоками угля в нижней части подкровельной толщи.

Упрочнение угля в зоне очистного забоя подсечного слоя предварительно дезинтегрированной подкровельной толщи приводит к росту непроизводительных затрат энергии, снижению темпов подвигания очистного забоя подсечного слоя при упрочнении угля из призабойного пространства, а также снижению объема угля при выпуске за счет перекрытия выпускных отверстий сформировавшимися угольными блоками.

Адаптация существующих технологий и техники к условиям выемки угольных пластов при минимальных обнажениях незакрепленной дезинтегрированной подкровельной толщи возможна за счет применения конструкций крепей, обеспечивающих перекрытие поверхности угольного забоя и дезинтегрированной подкровельной толщи или изменение технологии выемки угля за счет сокращения ширины вынимаемой полосы. Возможность применения обоих вариантов ограничена: в первом случае из-за отсутствия механизированных крепей с надежными ограждающими устройствами, во втором случае из-за снижения нагрузки на КМЗ.

Перспективным направлением развития технологии отработки мощных пластов с выпуском подкровельной толщи является создание технологии

разрушения угля подкровельной толщи над перекрытием секций механизированной крепи или в зоне выпуска горной массы. Один из вариантов такой технологии применялся при выпуске подкровельной толщи и межслоевой угольной пачки под крепь КТУ.

Таким образом, по результатам краткого анализа технологических и технических решений, обеспечивающих устойчивость поверхности забоя и незакрепленных обнажений дезинтегрированной подкровельной толщи в подсечном слое, можно выделить следующие прогрессивные способы, средства и технологические процессы для последующего синтеза альтернативных вариантов технологических схем эффективной разработки мощных пластов с выпуском подкровельной толщи:

способы, средства и технология принудительного разрушения угля подкровельной толщи над перекрытием секций механизированной крепи или в зоне выпуска горной массы;

разрушение угля в подкровельной толще за счет использования энергии горного давления и создания разрушающих напряжений в угольном массиве впереди очистного забоя подсечного слоя с формированием в верхней части подкровельной толщи полностью разрушенного угля, в нижней частично.

Следовательно, технология отработки мощных пологих угольных пластов с выпуском подкровельной толщи является весьма перспективным направлением, направленным на повышение эффективности и безопасности подземной угледобычи. ■■

Коротко об авторах

Мельник В.В. – доктор технических наук, профессор,
Сушев Р.А. – аспирант,
Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 16 симпозиума «Неделя горняка-2009».