

УДК 622.831

© М.П. Зборщик, А.В. Костенко, 2003

**М.П. Зборщик, А.В. Костенко****СОХРАНЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ  
ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК  
ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ЛАВ  
ПРИ ОТРАБОТКЕ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ**

Обеспечение высокой нагрузки на очистной забой является одним из главных направлений повышения технико-экономических показателей работы угольных шахт Донбасса. При отработке пологих пластов не менее 60% добываемого угля приходится на пласты мощностью 1,1-1,7 м. Таких шахтопластов в регионе не более 15-20%, но в ближайшие 2-3 десятилетия доля добываемого из них угля будет непрерывно возрастать. В условиях Донбасса разработка пластов сопряжена с большими трудностями. Это обусловлено сравнительно малой их мощностью, низкой прочностью и устойчивостью вмещающих пород, большой глубиной разработки, высокой газообильностью и опасностью пластов по внезапным выбросам угля и газа, наличием высокой температуры воздуха в горных выработках, склонностью углей к самовозгоранию, взрывчатостью угольной пыли, сложностью подземного горного хозяйства шахт и т.д.

В настоящее время имеются отечественные механизированные комплексы второго поколения КД80 и КД90, с помощью которых можно успешно достичь добычи угля из одной лавы до 5000 т/сут. и более. Новым комплексам нужен технологический простор в первую очередь в пределах отработываемых выемочных участков. Это значит, что система разработки должна быть конструктивно простой и надежной типа «лава-этаж» или «лава-ярус», когда пластовые подготовительные выработки непосредственно примыкают к очистному забою и обеспечивается безопасное проветривание горных работ выемочного участка. Со-

гласно опыту на газовых шахтах проветривание высоконагруженных лав осуществляется обычно путем направления двух свежих струй воздуха, поступающих по штрекам к каждому выходу из очистного забоя, т.е. используется принцип обособленного разбавления и удаления вредных по источникам поступления их в шахтную атмосферу.

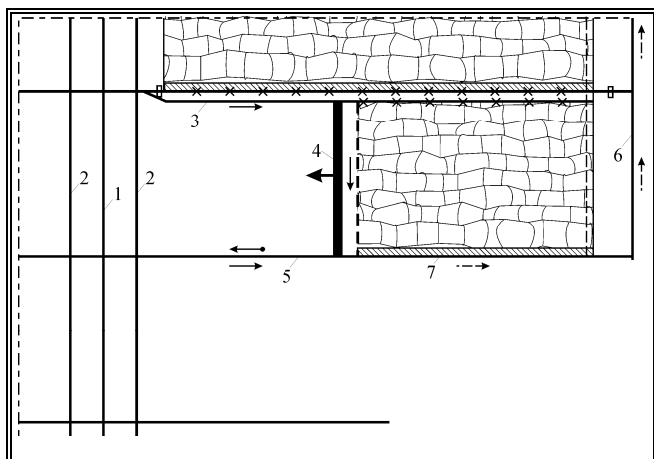
Хорошее состояние подготовительных выработок является залогом успешной работы высоконагруженных лав с минимально возможными издержками с точки зрения повышения безопасности работ, надежного функционирования вентиляции и транспортных средств и сокращения непроизводительных затрат труда на проходку и поддержание выработок. Прямой порядок отработки лав (сплошная система разработки) практически неприемлем для уровня добычи угля из очистного забоя 2000-3000 т/сут. и более, поскольку он связан с комплексом опасностей и трудностей одновременного выполнения работ по выемке угля и проходке выработок, с увеличением трудоемкости и стоимости поддержания выработок позади движущейся лавы, отсутствием эксплуатационной разведки условий разработки пласта в пределах крыла этажа или яруса и т.д. Обратный порядок отработки лав (столбовая система разработки) на пластах мощностью 1,1-1,7 м со слабыми вмещающими породами и повышенной газообильностью имеет неоспоримые и подтвержденные многолетней практикой преимущества в плане достижения высоких нагрузок и экономичности ведения горных работ. Следует отметить, что эффективная от-

работка высоконагруженных лав сопряжена со тщательным планированием всей подземной технологической цепи шахты (ее инфраструктуры) вплоть до выдачи на поверхность добытого угля.

По простиранию столб угля (лаву) подготавливают двумя штреками, пройденными узкими забоями по пласту с возведением в них металлических арочных податливых крепей из спецпрофиля. Конвейерный штрек располагается в массиве угля, а вентиляционный — в локальной зоне разгрузки вблизи ранее погашенного конвейерного штрека верхней отработанной лавы, т.е. он пройден впрысчку к ранее выработанному пространству. Рассмотрим наиболее целесообразные пути и способы сохранения устойчивости таких штреков при обратном порядке отработки высоконагруженных лав и прямом проветривании выемочных участков (рис. 1).

Только за счет большой скорости подвигания лавы, высокого качества проходческих работ, запаса площади поперечного сечения и податливости крепи по высоте можно обеспечить относительно удовлетворительное эксплуатационное состояние штрека впереди движущейся лавы. Сохранить вентиляционный штрек позади лавы для отвода исходящей струи воздуха и обеспечения прямооточного проветривания горных работ выемочного участка практически крайне неэкономично, а часто даже и невозможно. Следовательно, на вентиляционном горизонте какой-либо поиск путей сохранения устойчивости штрека позади лавы является бессмысленным. Лучше всего его погашать вслед за подвиганием лавы. Поддерживаемый впереди лавы присечной штрек рационально использовать для подачи в ее призабойное пространство свежей струи воздуха.

На газоносных пологих пластах действующими Правилами безопасности в угольных шахтах допускается нисходящее проветривание очистных выработок с углом наклона более  $10^{\circ}$ , если по конвейерному штреку осуществ-



**Рис. 1.** Столбовая система разработки «лава-этаж» или «лава-ярус» с прямоточным проветриванием горных выработок выемочного участка: 1 — конвейерный уклон; 2 — ходок; 3 — штрек для подачи свежей струи воздуха, пройденный впрысчку к выработанному пространству верхней лавы; 4 — высоконагруженная лава, обрабатываемая обратным ходом; 5 — конвейерный штрек для транспортировки угля и подачи подсвежающего воздуха для разбавления содержания метана в исходящей из очистного забоя струе воздуха; 6 — фланговая наклонная выработка для отвода исходящей из выемочного участка струи воздуха; 7 — охранный литая полоса шириной 1 м из быстротвердеющих материалов

ляется дополнительная подача свежего воздуха к выходу (окну) из очистного забоя (см. рис. 1). В призабойном пространстве высоконагруженной лавы скорость движения воздуха всегда будет более 1 м/с, а следовательно, исключается опасность опрокидывания воздушной струи даже большим количеством метана, истекающим из груди забоя и выделяющимся из отбитого угля. Необходимо отметить, что при подаче свежей струи воздуха к каждому выходу из лавы в равной мере допустима также обработка пологих пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа.

В технологический паспорт проходки конвейерного штрека следует включать все возможные меры и способы компенсации или смягчения ожидаемого вредного воздействия геомеханических и технологических факторов.

Форсированное подвигание лавы со скоростью 80-100 м/мес. и более является доминирующим фактором обеспечения хорошей устойчивости конвейерного штрека в зоне временного опорного давления впереди очистного забоя. При прочих равных условиях суть положительного влияния фактора большой скорости заключается в том, что по длине зоны эпюра распределения опорного давления не имеет ярко выраженной области приложения относительно более высоких до-

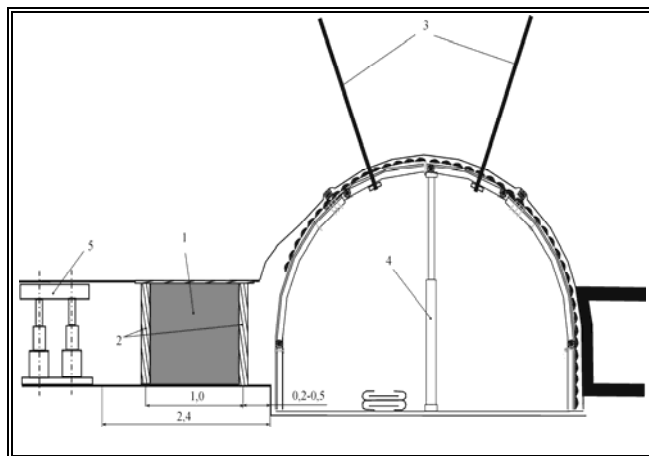
полнительных давлений (напряжений), т.е. эта область как бы рассеивается по длине зоны и в ней уменьшается уровень высоких давлений. Кроме того, каждый рассматриваемый участок штрека меньший период времени подвержен воздействию временного опорного давления.

Первостепенное и решающее значение для сохранения устойчивости конвейерного штрека позади лавы в зоне активных сдвижений вмещающих пород имеет выбор и возведение рациональной конструкции охранного сооружения со стороны выработанного пространства. Очень важно, чтобы оседания пород кровли с двух сторон штрека, включая и сопряжение его с лавой, были по возможности минимальными и примерно одинаковыми. Это значит, что возведенная охранный полоса по своей податливости должна приближаться к податливости краевой части массива угля, к которому непосредственно примыкает штрек со стороны падения пласта. Кроме того, по безопасным и технологическим условиям полоса должна возводиться с минимальным отставанием от очистного забоя и практически почти сразу же оказывать нарастающий опор оседающим породам кровли.

Когда со временем охранный полоса будет способна оказывать максимальное сопротивление оседающим породам кровли, она должна выполнять роль «режущей» крепи, способствующей разлому и обрушению зависающих породных консолей вдоль поддерживаемого штрека. При этом следует отметить, что головка лавного конвейера вынесена в штрек. По мере подвигания лавы для задвижки конвейера ножка рамной крепи штрека временно снимается, а верхняки ее удерживаются с помощью гидростоек и спаренных металлических балок.

Из известных охранных конструкций применительно к такому взаимодействию системы «охранное сооружение-оседающие породы кровли» наиболее приемлемы литые полосы из быстротвердеющих материалов типа «Текбленд» польского производства [1] или отечественной рецептуры [2]. Материал полосы шириной порядка 1 м аналогичный мелкозернистому бетону. Уже через 2 ч его прочность на одноосное сжатие достигает 4,5-5,0 МПа, а спустя 28 дней она равна 20 МПа. Литая полоса возводится механизированным спо-

**Рис. 2.** Основные решения сохранения устойчивости конвейерного штрека 2-й южной лавы шахты «Красноармейская-Западная» позади очистного забоя: 1 — жесткая литая полоса; 2 — деревянные стойки оконтуривающей органной крепи; 3 — анкеры; 4 — гидростойка крепи усиления; 5 — секция крепи очистного комплекса



собом с помощью негромоздкого и удобного оборудования, относительно легко переустанавливаемого при подвигании лавы. Согласно опыту на возведение 1 м полосы шириной 1 м и высотой 1,4-1,7 м затрачивается 25 мин. Расстояние от стойки рамной крепи штрека до боковой стенки литой полосы следует принимать не более 0,5 м. Позади лавы нет каких-либо препятствий для установки в штреке временной усиливающей крепи из гидростоек на участке влияния активного оседания подработанной толщи пород над выработанным пространством. Такая усиливающая крепь создает также механический отпор выдавливающимся породам почвы.

Прямоточная схема проветривания выемочного участка с относительно хорошим состоянием конвейерного штрека позади очистного забоя с точки зрения безопасного ведения горных работ имеет ряд существенных преимуществ. Поступающая в лаву свежая струя воздуха разбавляет метан, который выделяется только из груди забоя и отбитого угля в процесс отделения его от массива и транспортировки до штрека. Практически исключаются утечки свежего воздуха через выработанное пространство, поскольку обрушенные и уплотненные породы кровли пласта имеют очень высокое сопротивление, а литая полоса у штрека является хорошим изолятором (в ней нет каких-либо окон и зазоров). Если в подработанной толще пород имеются газоносные пласты — спутники или угольные пропластки, то можно обеспечить их эффективную дегазацию и избежать опасных скоплений метана у сопряжения лавы с конвейерным штреком. Поступающая по конвейерному штреку свежая струя воздуха, содержащая выделенный из транспортируемого угля метан, смывает воздухом угольную пыль и тепло электрооборудования, не направляется в лаву, а используется для снижения концентрации метана в струе воздуха, исходящей из очистного забоя. Обеспечивается полнота выемки угля и резко уменьшается или полностью исключается

вероятность самовозгорания угля в выработанном пространстве лавы в связи с быстрым ее подвиганием и прикрытием оставшегося на почве угля обрушенными породами. При большой скорости подвигания лавы улучшается устойчивость пород непосредственной кровли в ее призабойном пространстве. С учетом структуры, мощности и прочности пород непосредственной и основной кровли обрабатываемых шахтопластов в ряде условий фактор скорости существенно уменьшает или исключает обрушения (вывалы) пород кровли в рабочем пространстве. Необходимо отметить, что все вышеизложенное применительно к подготовке столбов по простиранию с обработкой их высоконагруженными лавами и прямоточным проветриванием выемочных участков (см. рис. 1) в равной мере приемлемо при погоризонтной схеме подготовки шахтного поля или блока с обработкой столбов лавами по падению или восстанию.

Имеющийся опыт охраны литой полосой 2-го южного конвейерного штрека позади 2-й южной лавы (длина ее 310 м) бремсбергового блока  $\square 5$  в условиях пласта  $d_4$  шахты «Красноармейская-Западная  $\square 1$ » является убедительным доказательством обеспечения высокой нагрузки на очистной забой при прямоточной схеме проветривания выемочного участка [3, 4]. Глубина заложения штрека 540 м, мощность пласта 1,5–1,8 м, угол его падения и вмещающих пород 3...5°. Природная метаносность пласта  $d_4$  17,0–29,6 м<sup>3</sup>/т.с.б.м., песчаников  $d_3Sd_4$  и  $d_4Sd_4^1$  1,8–5,9 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> породы. В непосредственной кровле залегает алевролит мощностью 2,2–5,95 м, основная кровля – песчаник (9,1..12,4 м), непосредственная почва представлена склонным к выдавливанию алевролитом 0,6–0,7 м, основная почва – песчаник 10,65–18,75 м.

Для возведения полосы шириной 1 м использовали польский состав «Текбленд», раствор которого с водой подавали шнековым насосом по резиновому трубопроводу в специальные полиэтиленовые мешки, выполняющие

роль опалубки (рис.2). Для придания полосе правильной формы мешки размещают между двумя рядами деревянных стоек (органки), подвешивая их к стойкам с помощью петель-держателей. В соответствии с суточным подвиганием лавы в смену возводили до 8 м литой полосы, не создавая каких-либо помех для выполнения других работ на выемочном участке.

**Выводы.** Обеспечение безопасной и большой добычи угля из очистного забоя традиционно является одним из главных направлений снижения издержек производства на шахтах Донбасса. В условиях больших глубин при отработке пологих пластов мощностью более 1 м необходимо применять конструктивно простые столбовые системы разработки «лава-этаж» или «лава-ярус», которые при бесцеликовой технологии и обратном порядке отработки лав дают «простор» для использования высокопроизводительных механизированных комплексов типа КД80 или КД90 и при прямоточном проветривании выемочных участков обеспечивают высокую нагрузку на очистной забой (от 2 до 5 тыс. т/сут. и более). При отработке лавы по простиранию пласта на уровне вентиляционного горизонта штрек, используемый повторно или пройденный впрысчку к выработанному пространству, целесообразно поддерживать позади лавы для отвода из очистного забоя исходящей струи воздуха и обеспечения прямоточного проветривания; такой штрек необходимо погашать вслед за подвиганием лавы. Исходящую из очистного забоя струю воздуха (ее движение направлено по падению пласта) лучше всего отводить по конвейерному штреку, поддерживая его позади лавы, обеспечивая подсушивание загрязненной струи и прямоточное проветривание выемочного участка. В настоящее время имеется достаточный комплекс разработанных способов, технологических решений и технических средств для сохранения при данной столбовой системе такой устойчивости поддерживаемых штреков, чтобы исключить в них

трудоемкие ремонтные работы, вносящие помехи в эффективную работу выемочного участка. В период подготовки столбов в технологический паспорт проведения штреков необходимо включить все возможные и приемлемые решения по формированию работоспособной и устойчивой их системы «крепь-окружающие породы» с учетом последующего восприятия ею вредного воздей-

ствия очистных работ. При этом высокое качество сооружения выработок, особенно комбинированной крепи (сочетания металлических податливых рам и анкерных комплексов) и включение ее в работу сразу же после возведения, в сложных условиях и при больших нагрузках на лаву приобретает первостепенное значение наряду с использованием дополнительных прогрессив-

ных технологических и технических мероприятий. Тщательное выполнение работ по сохранению устойчивости штреков и добычи угля в целом высококвалифицированным персоналом участка должно объективно стимулироваться высокой зарплатой в сочетании с различного рода моральными поощрениями.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тучин А.С., Скальски З. Минерально-цементные материалы фирмы «Фосрок-Поланд» в Украине //Уголь Украины. – 2001. - №9. –С.51-54.
2. Байсаров Л.В., Болбат В.А., Ильяшов М.А., Яйцов А.А. Оптимизация составов для изготовления околоштрековых литых полос //Известия Донецкого горного института. – 2002. - №1. –С.16-18.
3. Охрана штреков литыми полосами при разработке пологих пластов средней мощности /Л.В. Байсаров, А.И. Пархоменко, М.А. Ильяшов и др.// Уголь Украины. – 2001. - №9. – С.3-6.
4. Зборщик М.П., Ильяшов М.А., Костенко А.В. Охрана подготовительных выработок жесткими литыми полосами из быстротвердеющих материалов //Известия Донецкого горного института. – 2001. - №2. –С.31-34.

---

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Зборщик М.П., Костенко А.В.* – Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина.

Файл: ЗБОРЩИК  
Каталог: G:\По работе в универе\2003г\Папки  
2003\ГИАВ10~03  
Шаблон: C:\Users\Таня\AppData\Roaming\Microsoft\Шаблоны\  
Normal.dotm  
Заголовок: М  
Содержание:  
Автор: D26022002Т1136  
Ключевые слова:  
Заметки:  
Дата создания: 07.08.2003 10:06:00  
Число сохранений: 2  
Дата сохранения: 07.08.2003 10:06:00  
Сохранил: Гитис Л.Х.  
Полное время правки: 1 мин.  
Дата печати: 09.11.2008 17:22:00  
При последней печати  
страниц: 4  
слов: 2 435 (прибл.)  
знаков: 13 880 (прибл.)