

## НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОХРАНЫ ВЫЕМОЧНЫХ ШТРЕКОВ

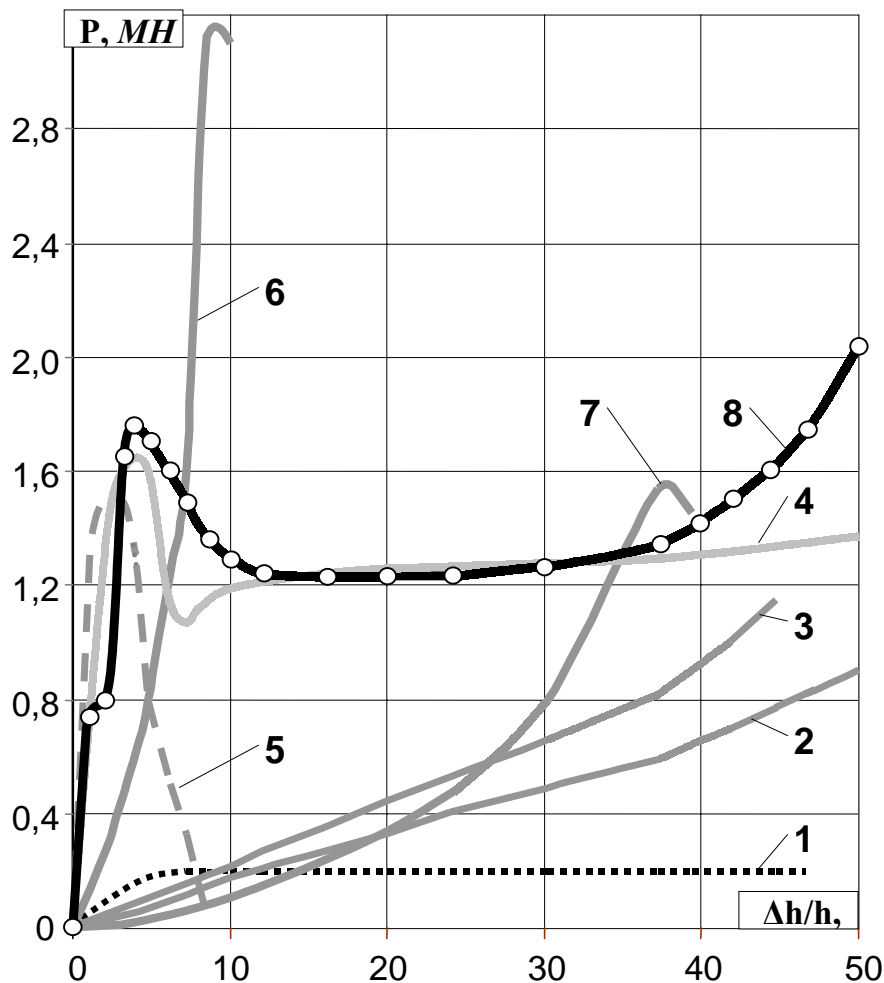
В.А. Канин, М.Г. Тиркель, В.Б. Божданский

Украинский государственный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики и маркшейдерского дела (УкрНИМИ)

*Представлено інформацію про практичне застосування нових кріпильних конструкцій з газобетону у якості ефективного кріплення для охорони виїмкових штретків. Приведені механічні характеристики кріплення в порівнянні з іншими різновидами кріпильних конструкцій.*

Одной из причин сокращения добычи угля на шахтах Украины стало значительное ухудшение снабжения отрасли крепежными материалами, обусловленное дефицитом рудничной стойки и удорожанием железобетонных конструкций. Выход из данного положения – использование новых технологий и прогрессивных материалов, в частности легкого ячеистого бетона, одной из разновидностей которого является газобетон. Этот материал обладает относительно высокой прочностью на сжатие при небольшой массе, хорошей тепло- и звукоизоляцией. Имея экологически чистый минеральный состав, он отличается высокой огнестойкостью и способствует локализации очагов возгорания, не выделяет токсичных газов и других вредных веществ, легко обрабатывается ручным инструментом, не подвергается коррозии и гниению.

Как крепежный материал, газобетон имеет лучшие механические характеристики по сравнению с деревянными кострами, кустами, железобетонными тумбами и другими разновидностями специальной шахтной крепи, как это показано на рис. 1. В отличие от крепежных конструкций из традиционных материалов, конструкции из газобетона характеризуются быстрым нарастанием и высоким, практически постоянным рабочим сопротивлением при величине податливости до 30 %. *А податливіє крєпє постійного спротивлення* по своим деформационным характеристикам в значительно большей степени, чем *крєпє нарастаючого спротивлення*, соответствуют характеру смещения боковых пород и лучше препятствуют их расслоению.



1 – деревянный костер (двухэлементный) из круглых стоек диаметром 10...12 см; 2 – накатной костер (шестиэлементный) из стоек  $d = 8...11$  см; 3 – костер из шпального бруса; 4 – кустокостер; 5 – куст из девяти стоек  $d = 12...14$  см; 6 – БЖБТ с прокладками из ДСП; 7 – БЖБТ с прокладками из шпального бруса; 8 – газобетонная тумба с линейными размерами  $1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0$  м.

**Рисунок 1** - Деформационно-нагрузочные характеристики различных видов специальной шахтной крепи:

В качестве элементов крепежных конструкций используются стандартные блоки из газобетона плотностью  $700 \text{ кг/м}^3$ , прочностью на одноосное сжатие в воздушно-сухом состоянии не менее  $5,0 \text{ МПа}$  и с углом внутреннего трения  $\rho = 50...60^\circ$ . Размер этих блоков составляет  $0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,2 \text{ м}$ , вес – не более  $26...27 \text{ кг}$ .

Газобетонные крепежные конструкции в зависимости от соотношения линейных размеров ( $b$  – ширина,  $l$  – длина,  $h$  – высота) подразделяются на: тумбы –  $\eta = b/l < 3$  (рис. 2,а); короткие полосы –  $\eta = b/l = 3...10$ ; сплошные полосы –  $\eta = b/l > 10$  (рис. 2,б); столбы –  $\eta = b/l \approx 1$  и  $\zeta = h/b > 1,5$ ; стенки –  $\eta = b/l > 1$  и  $\zeta = h/b > 1,5$ .



**Рисунок 2** - Крепежные конструкции из газобетонных блоков в виде: *а* - тумбы (сопряжение 15-й восточной лавы пласта I<sub>1</sub> с вентиляционным штреком на шахте «Красногвардейская» ПО «Макеевуголь»); и *б* - сплошной полосы (3-й западный конвейерный ходок пласта I<sub>1</sub> на шахте «Машинская» ПО «Луганскуголь»)

Габаритные размеры (значения параметров *b* и *l*) тумб и полос можно выбирать целенаправленно для любых горно-геологических и горнотехнических условий по расчетной методике, разработанной УкрНИМИ. В УкрНИМИ разработан также способ оценки расслоения пород кровли геофизическими методами, который с высокой точностью определяет мощность отслоившихся пород, что позволяет более качественно производить расчет крепи в конкретных условиях.

Опыт применения газобетонной крепи на двенадцати шахтах Донбасса показал высокую эффективность и перспективность ее использования в качестве средства охраны горных выработок. Совокуп-

ность объектов внедрения крепи образует обширную область горно-геологических и горнотехнических условий:

- *пологие и крутые пласты* с углами падения 2...8; 16...21 и 54...66°, мощностью 0,5...2,1 м;

- *боковые породы* – всех основных категорий по устойчивости и обрушаемости;

- *три технологические схемы выемки угля* – отбойными молотками, комбайнами, щитовыми агрегатами;

- *все основные типы выемочных выработок* – печи щитовых лав, откаточные и вентиляционные штреки с вариантами их проведения впереди очистных забоев и с отставанием от лавы, конвейерные выемочные выработки при столбовых системах разработки ;

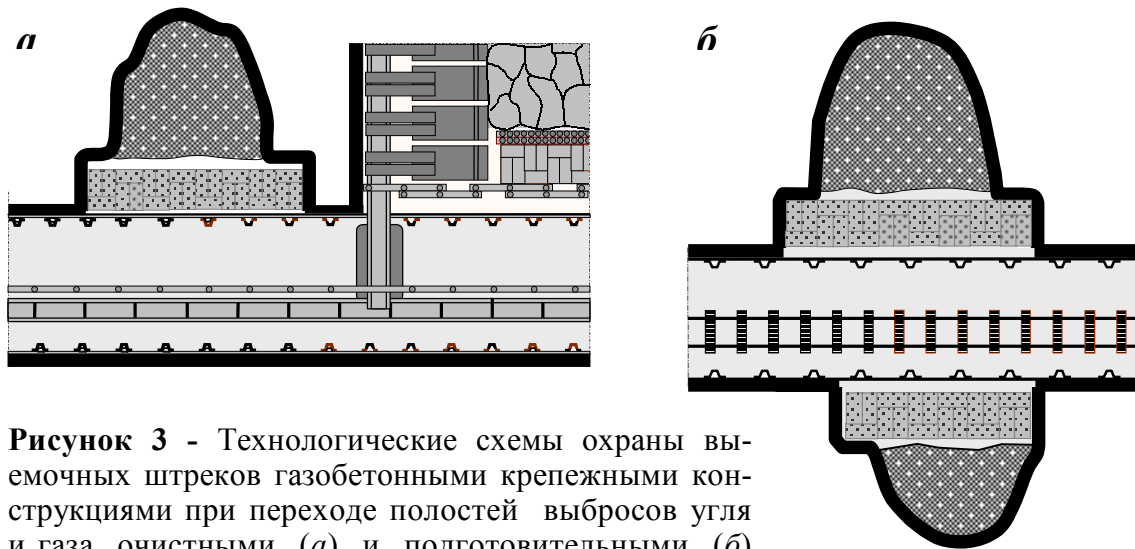
- *все модификации газобетонных крепежных конструкций* – отдельные тумбы, короткие и длинные полосы.

Протяженность выработок, охранявшихся газобетонными конструкциями, составила 1890 м. При этом, не только, по мнению авторов, но и по данным инструментальных наблюдений и отзывам производственников, состояние выработок ни в одном случае не было худшим, чем при использовании БЖБТ, и однозначно лучшим – при замене деревянных крепежных конструкций. Более низкая стоимость в сравнении с БЖБТ, наличие местной сырьевой базы и производственных мощностей по выпуску газобетона во всех угледобывающих районах и широкие технические возможности использования газобетонной крепи в шахтах позволяют рассматривать ее как одно из перспективных технологических направлений охраны выемочных штреков.

Данный вид крепи позволяет также удачно сочетать решения технологических вопросов с вопросами охраны труда. Обеспечивая качественное поддержание выемочных штреков в различных горно-геологических условиях, газобетонная крепь может эффективно решать и задачу повышения безопасности работ в окрестностях полостей выбросов угля и газа. Особенно актуальна эта задача в тех случаях, когда выбросы происходят при проходке подготовительных выработок и их полости с нарушенными вмещающими породами располагаются в зоне концевых участков лавы. Крепление полостей традиционными конструкциями (из лесоматериалов или БЖБТ) в значительной степени осложняет технологию их перехода очистными забоями, поскольку эти конструкции являются временными и подлежат разборке при подходе к ним выемочного комбайна или струга.

Газобетонную крепь можно не разбирать, так как газобетон характеризуется низкой крепостью (порядка 0,5...0,6 по шкале проф. Протодряконова) и отсутствием фрикционного искрения при

резании и ударах зубками и поэтому его можно разрушать исполнительными органами любых выемочных машин, применяя ту плотность крепления полости выброса, которая необходима для обеспечения безопасности ее перехода очистным забоем (рис. 3).



**Рисунок 3** - Технологические схемы охраны выемочных штреков газобетонными крепежными конструкциями при переходе полостей выбросов угля и газа очистными (а) и подготовительными (б) забоями

Еще одной специфической областью реализации преимуществ механических характеристик газобетонных крепежных конструкций является охрана пластовых выработок при разработке крутых и круто наклонных пластов с боковыми породами, склонными к сползанию.

В Центральном районе Донбасса сползания вмещающих пород происходят преимущественно в нижней части этажа над откаточным штреком и приурочены чаще всего к осадкам основной кровли [1]. Но, в принципе, все крутые и круто наклонные пласты являются потенциально опасными по сползанию пород. Сползающие слои пород на таких пластах могут иметь любую прочность и устойчивость при мощности до 2...4 м, если они содержат резко выраженные поверхности ослабленных механических контактов между слоями.

Все известные на сегодняшний день рекомендации по предотвращению сползаний вмещающих пород в выработанном пространстве [1-3] содержат в своей физико-механической основе необходимость обеспечения равенства силовых факторов, участвующих в данном процессе. С одной стороны в качестве такого фактора выступает нормальная составляющая сопротивления специальной шахтной крепи ( $P_c$ ). Для предотвращения сползания боковых пород это сопротивление должно в соответствии с положениями, изложенными в ра-

боте [2], уравновешивать составляющую веса отслоившихся пород непосредственной кровли или почвы ( $G$ ), а усилие прижатия отслоившихся слоев к основной кровле или сжатия этих слоев между собой должно быть таким, чтобы сила трения ( $F$ ) превышала усилие сдвига ( $S$ ), действующего в направлении падения угольного пласта.

Таким образом, в методическом плане решение данной задачи сводится к определению усилия, необходимого для прижатия сползающего породного слоя к материнскому горному массиву (устойчивому основанию). Однако практическая реализация этого решения осложняется тем, что для многих видов шахтной крепи нарастающего сопротивления величина реакции (несущая способность) существенно зависит от величины опускания пород кровли (относительной деформации крепи), которая в свою очередь определяется множеством случайных факторов. Это обстоятельство существенно затрудняет оценку реакции таких крепежных конструкций на стадии расчета их параметров. Очевидно, поэтому сползание породных слоев наблюдается практически при всех традиционно применяемых способах охраны горных выработок, включая деревянные костры, кусты, кустокостры, органические ряды и бутовые полосы.

Крепежные конструкции из газобетонных блоков во всем реальном диапазоне податливости, как мы уже отмечали выше, являются крепью постоянного сопротивления. Удельная несущая способность таких конструкций заранее известна, поскольку она полностью определяется деформационно-нагрузочными характеристиками материала. В этой связи расчет параметров охранной крепи, которая гарантированно сможет обеспечить усилие, необходимое для прижатия расслоившихся породных слоев к устойчивому основанию, не вызывает затруднений.

## Література

1. Альшев Н.А. Совершенствование способов охраны подготовительных выработок при разработке крутых и крутонаклонных угольных пластов с почвами, склонными к сползанию. // Автореферат дисс. ... канд. техн. наук. – С.-Петербург, 1993. – 16 с
2. Крутые и крутонаклонные пласты, управление горным давлением и крепление в очистных и подготовительных выработках на больших глубинах. Инструкция. Утв. 18.08.97 г. – Горловка: Горл. типография, 1997.– 241 с.
3. Инструкция по прогнозу и предотвращению опасных проявлений горного давления на крутых пластах украинского Донбасса. – Донецк: ДонУГИ, 1976. – 63.