

УДК 622.268.2:622.031.02



А. Ф. БОРЗЫХ,
доктор техн. наук
(Донбасский ГТУ)



К. Е. СКРЫПНИК,
инж.
(ОП «Шахтоуправление
«Червонопартизанское» ООО
«ДТЭК Свердловантрацит»)



Е. В. ПОСОХОВ,
инж.
(ОП «Шахтоуправление
«Ровеньковское»
ООО «ДТЭК Ровенькиантрацит»)

С увеличением глубины (более 1000 м) разрабатываемых угольных пластов в шахтах Украинского Донбасса прослеживается общая тенденция снижения устойчивости выемочных выработок. Как показывает анализ современных достижений по рассматриваемому актуальному во-

Совмещенная опорно-податливая связь крепи с ограждением – резерв повышения устойчивости выработок

Разработаны технологические схемы охраны и поддержания выемочных выработок с применением совмещенных опорно-податливых узлов связи между крепью и ограждением, обеспечивающих в комбинации с другими несущими элементами перераспределение на них нагрузки, что способствует повышению устойчивости выработок, подверженных влиянию очистных работ.

Ключевые слова: выемочная выработка, крепь, ограждение, несущая способность, податливость, разгрузка, устойчивость.

Контактная информация: vova_sid@mail.ru

просу, в настоящее время предлагается использовать металлические рамные крепи из специального взаимозаменяемого профиля (СВП) ограниченной податливости и сопротивления [1] с замковыми соединениями различной конструкции [2], а также стойки усиления и анкера [3–5]. При увеличении сопротивления крепи только на начальной стадии проявлений деформационных процессов обнажаемого массива возможно частично замедлить смещения пород вокруг выработки, но существенно повлиять на потенциально заложенное природой формирование нагрузок на опорные элементы представляется невозможным [1, 6].

Среди существующих способов и средств обеспечения устойчивого состояния выемочных выработок для их повторного использования, включая и отраслевые требования стандартов [7, 8], нет рекомендаций по использованию вместе с другими грузонесущими элементами повышения продолжительности сохранения выработки одного из резервных средств – силового податливого узла связи между рамной крепью и ограждением, способствующего созданию условий их совместного сопротивления при самопроизвольной скорости конвергенции кровли и почвы.

Однако при апробации в натуральных условиях использование совмещенной силовой связи между крепью и ограждением показало положительные результаты, заключающиеся в продолжительном сохранении присечного вентиляционного штрека при опоре стоек рамной крепи типа КМП-А3 на верхние металлические лежни из СВП деревянных костров, расположенных в разгрузочной берме [9].

Цель статьи – обоснование технологических схем повышения устойчивости выемочных выработок за счет применения опорно-податливой системы совместного адаптивного режима взаимодействия

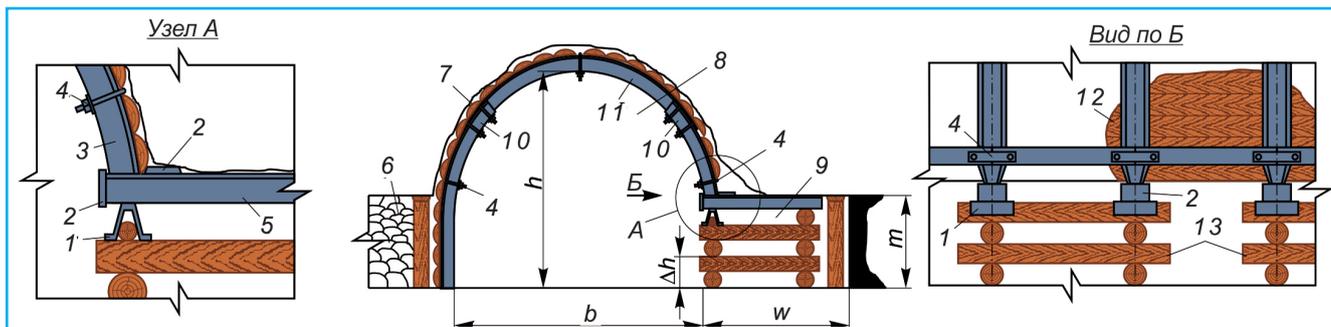


Рис. 1. Технологическая схема охраны и поддержания проводимого вприсечку за лавой штрека с применением жесткой силовой связи между стойками рамной крепи и кострами, расположенными в разгрузочной берме: 1 – опорный отрезок из СВП; 2 – приваренные ограничители; 3 – стойка опорная металлическая; 4 – межрамные стяжки; 5 – металлический лежень из СВП; 6 – породная полоса; 7 – межрамное перекрытие (затяжка деревянная); 8 – поддерживаемая выработка высотой h и шириной b ; 9 – берма шириной w при мощности пласта m ; 10 – узлы податливости между стойкой и верхняком 11; 12 – деревянная затяжка; 13 – лежни деревянного костра.

крепи и ограждения с боковыми породами, обеспечивающей интенсивность их смещения.

Исходя из общепринятой концепции сдвижения и дезинтеграции подрабатываемого породугольного массива, базирующейся на результатах многочисленных натурных наблюдений и установленных общих закономерностях проявлений горного давления в выемочных выработках, нагрузочные свойства кровель первоначально зависят от высоты и степени их разрушения вокруг выработки, впоследствии – степени уплотнения кусковатоблочной породной среды в интервале между естественными опорами. При этом основная внешняя нагрузка приходится на краевую часть угольного массива и зону предельно уплотненных в выработанном пространстве разрушенных и обрушенных пород [10]. Нагрузка, воспринимаемая крепью и ограждением, образуется от веса пород в пределах свода их естественного равновесия. Как показывает практика, эта часть пород, потерявших свои первоначальные структурно-прочностные свойства, составляет остаточную нагрузку на крепь, при извлечении которой последние самопроизвольно обрушаются [11].

С учетом незначительной доли восприятия увеличивающейся нагрузки на опорные элементы выемочной выработки при активных смещениях обнажаемого контура, альтернативой их снижения может стать применение опорно-податливой системы, совмещающей во времени работу крепи и ограждения с использованием разгрузочных полостей.

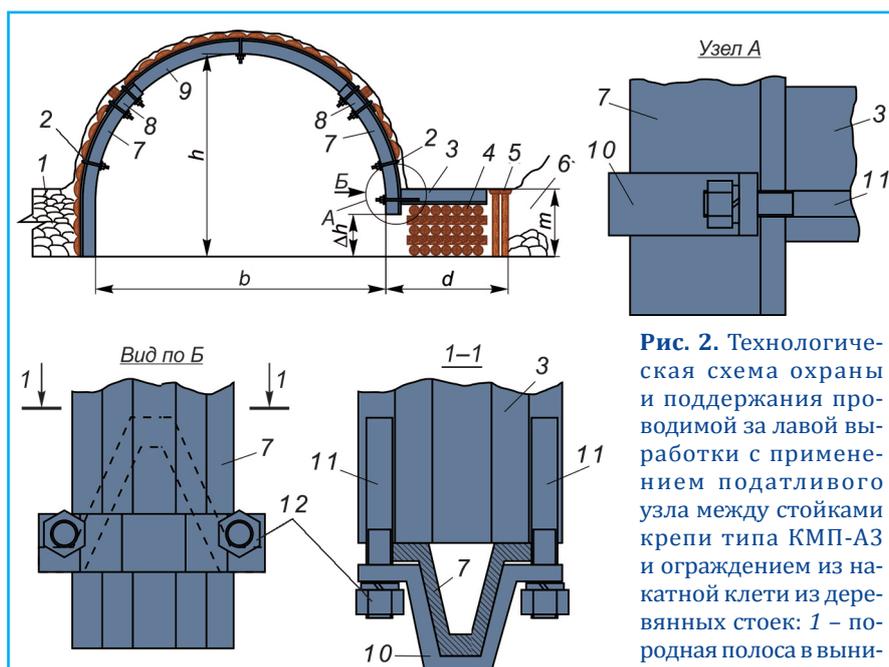


Рис. 2. Технологическая схема охраны и поддержания проводимой за лавой выработки с применением податливого узла между стойками крепи типа КМП-А3 и ограждением из накатной клетки из деревянных стоек: 1 – породная полоса в выемочном пространстве; 2 – межрамные стяжки; 3 – лежень из СВП; 4 – накатной костер в полосе шириной d ; 5 – органка на границе с выработанным пространством; 6 – выработанное пространство; 7 – стойки рамной крепи типа КМП-А3 в штреке высотой h и шириной b ; 8 – замковые соединения; 9 – верхняк; 10 – фигурная планка; 11 – приваренные к лежню стяжные болты; 12 – гайка с шайбой.

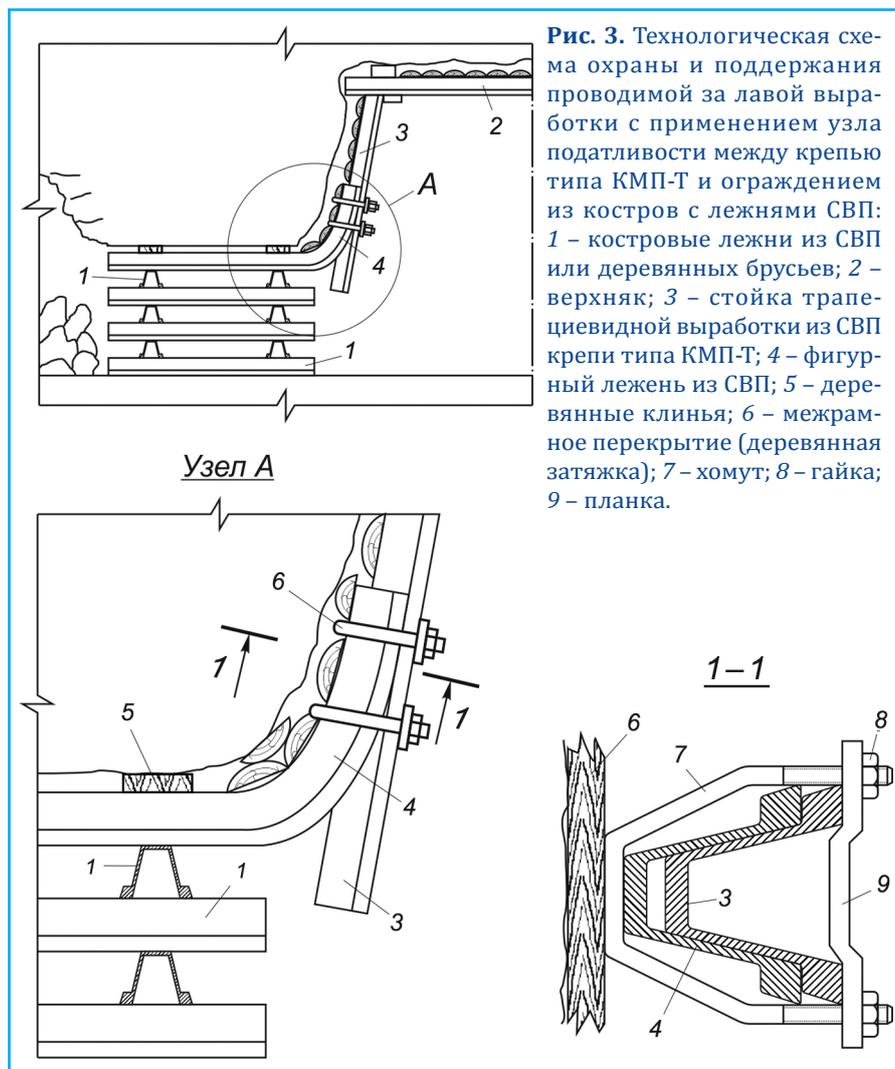


Рис. 3. Технологическая схема охраны и поддержания проводимой за лавой выработки с применением узла податливости между крепью типа КМП-Т и ограждением из костров с лежнями СВП: 1 – костровые лежни из СВП или деревянных брусьев; 2 – верхняк; 3 – стойка трапецевидной выработки из СВП крепи типа КМП-Т; 4 – фигурный лежень из СВП; 5 – деревянные клинья; 6 – межрамное перекрытие (деревянная затяжка); 7 – хомут; 8 – гайка; 9 – планка.

Если нужно создать на отдельных участках выработки жесткое ограждение с податливой крепью, рекомендуется использовать в кострах фигурные несущие лежни, соединенные со стойками узлом податливости и опирающиеся на костры из прямолинейных отрезков СВП или их чередования с деревянными, не исключая костры из брусьев, уложенных вплотную (рис. 3) [13]. Отметим, что опорную стойку для регулирования зазора Δh между ней и почвой можно располагать на фигурном лежне в любом слое костра.

На рис. 4 представлен один из возможных вариантов комбинированного способа охраны и поддержания выемочной выработки с применением разгрузки пород вокруг нее и опорно-податливой системы совместной работы крепи и ограждения.

Режим податливости и сопротивления опорного комплекса (см. рис. 4) можно регулировать сочетанием его составляющих, в том числе первоначально оставляемым зазором Δh , шириной полосы ограждения r и высотой подсечки кровли q со стороны выработанного пространства. При исчерпании зазора Δh на стадии активных смещений контура выемочной выработки за счет взаимодействия основания стойки с почвой возникает дополнительное сопротивление крепи. Разгрузочную берму с учетом исходных условий целесообразно формировать после прохода лавы на завершающей стадии процесса активного сдвижения массива.

Выводы. Анализ существующих способов и средств поддержания выемочных выработок показывает, что совмещенную опорно-податливую связь крепи и ограждения при комбинированном их взаимодействии со смещающимися породами на практике не используют. Однако основная предпосылка достижения позитивного эффекта более продолжительного сохранения выработки в удовлетворительном эксплуатационном состоянии – узлы

Реализация технологических схем с использованием силовой связи между крепью и ограждением выдвигает необходимость решения конструктивных задач разработки узлов податливости между ними, по характеристикам, соответствующим режиму нагружения в конкретных условиях сохранения выработки на заданный период эксплуатации.

При высокой нагрузке на крепь и ее ожидаемой ограниченной податливости в пределах стандартной целесообразно применять узлы с жесткой силовой связью (рис. 1) [9].

В случае высокой податливости крепи и необходимости повышения сопротивления ограждения применяют другую технологическую схему (рис. 2) [12].

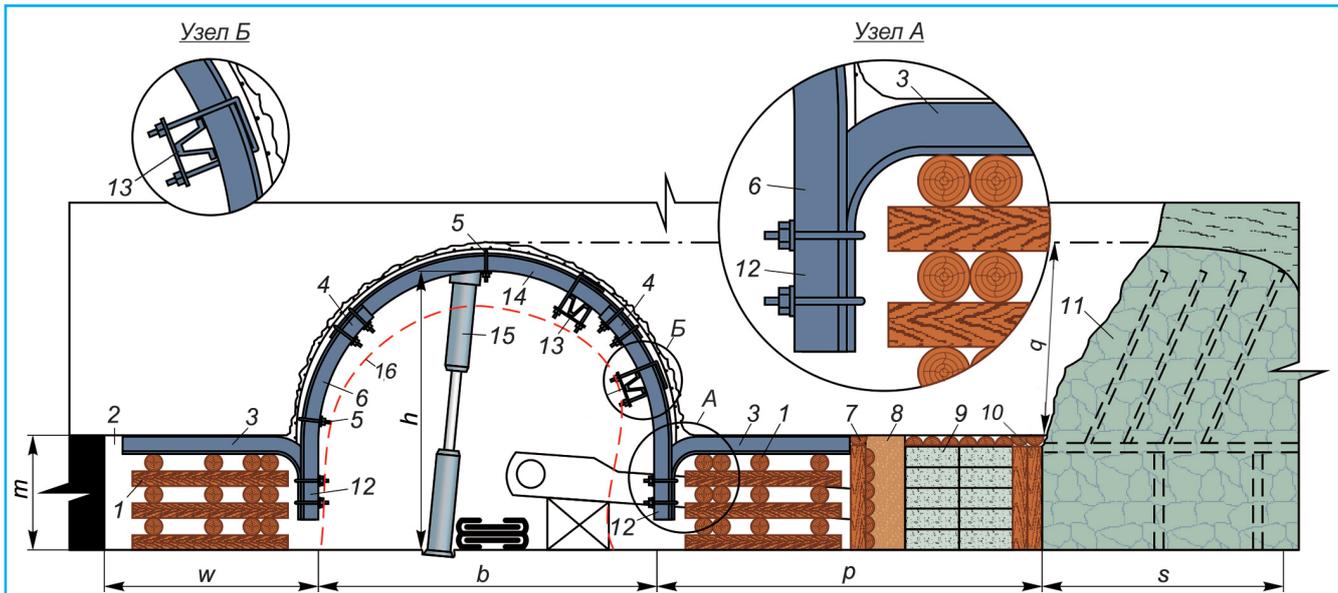


Рис. 4. Один из вариантов комбинированного способа охраны и поддержания выемочной выработки с использованием разгрузки пород вокруг нее и опорно-податливой системы совместной работы крепи и ограждения: 1 – деревянные опорные костры; 2 – разгрузочная берма в пласте мощностью m и шириной w ; 3 – фигурный лежень из СВП; 4 – узлы податливости верхняка; 5 – межрамные стяжки; 6 – стойки крепи типа КМП-АЗ выработки высотой h и шириной b ; 7 – опалубка; 8 – непрерывное ограждение из минерально-цементной самотвердеющей пены; 9 – БЖБТ с деревянными прокладками; 10 – органка в пределах составляющих комбинированного ограждения суммарной шириной p ; 11 – бутовзрывная полоса шириной s и высотой q ; 12 – узлы податливости между опорной стойкой и фигурным лежнем; 13 – прогоны из СВП; 14 – верхняк; 15 – стойка усиления; 16 – контур вероятного смещения арочной крепи.

ее податливости. Для различных условий разработки некоторые конструкции узлов податливости между крепью и ограждением, которые рекомендуется использовать для апробации в различных условиях глубоких шахт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курченко Э. П. Крепление пластовых подготовительных выработок глубоких шахт / Э. П. Курченко, Б. Т. Тупиков, А. А. Сытник [и др.] // Уголь Украины. – 2007. – № 4. – С. 10–17.
2. Курченко Э. П. Характеристики работоспособности замковых соединений на стойке усиления крепи / Э. П. Курченко, В. Н. Бузинник, Б. Т. Тупиков [и др.] // Уголь Украины. – 2010. – № 2. – С. 7–12.
3. Бондаренко В. И. Повышение устойчивости выемочных выработок в слоистом массиве слабых пород / В. И. Бондаренко, И. А. Ковалевская, А. В. Вивчаренко [и др.] // Уголь Украины. – 2014. – № 2. – С. 8–11.
4. Столяров О. П. Канатные анкеры как крепи усиления на сопряжениях лава – штрек / О. П. Столяров, И. И. Сторчак // Уголь Украины. – 2014. – № 4. – С. 36–38.
5. Дмитров Г. Н. Совершенствование паспорта поддержания подготовительной выработки / Г. Н. Дмитров, Ю. М. Халимендик, А. С. Барышников // Уголь Украины. – 2014. – № 4. – С. 3–6.
6. Курченко Э. П. Концепция обоснования плотности крепления подготовительных выработок в глубоких шахтах / Э. П. Курченко, В. М. Андриенко, Б. Т. Тупиков [и др.] // Уголь Украины. – 2003. – № 7. – С. 14–17.
7. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони: СОУ 10.1.00185790.011:2007. – К.: Мінвуглепром України, 2007. – 113 с.
8. Кінцеві ділянки та сполучення лав з підготовчими виробками. Технологічні схеми: СОУ-П-10.1.00185790.013:2009. – К.: Мінвуглепром України, 2009. – 55 с.
9. Борзых А. Ф. Влияние разгрузочной бермы на устойчивость присечных выработок / А. Ф. Борзых, А. В. Тоцкий, В. И. Радченко // Уголь Украины. – 2000. – № 6. – С. 14–16.
10. Борзых А. Ф. Технология адаптивного взаимодействия опор с боковыми породами при поддержании выемочных выработок / А. Ф. Борзых // Уголь. – 1989. – № 11. – С. 3–9.
11. Борзых А. Ф. Содержание, ремонт и ликвидация угольных шахт. Монография / А. Ф. Борзых, Ю. Е. Зюков, С. Н. Княжев. – Алчевск: ДонГТУ, 2004. – 614 с.
12. Пат. 54764, Україна МПК (2009), E 21 D 11/14 (2006.01). Кріплення підготовчої виробки / А. П. Борзих, Є. В. Посохов; заявник та патентовласник Донбаський державний технічний університет. – № U201005406; заявл. 05.05.10; опубл. 25.11.10, Бюл. № 22.
13. Пат. 71762, Україна МПК E 21 D 11/14 (2006.01). Кріплення підготовчої виробки / А. П. Борзих; заявник та патентовласник Донбаський державний технічний університет. – № U201200426; заявл. 16.01.12; опубл. 25.07.12, Бюл. № 14.