

раза смещений в кровле, но не обеспечивает всех требований по устойчивости из-за недостатков технологического характера: бурение шпуров на большую глубину (до 10 м), обеспечение достаточной натяжки канатов, качество раствора и заполнения им шпуров.

Выполненные шахтные исследования показывают, что различные мероприятия по совершенствованию крепи типа усиления стойками-ремонтниками, анкерование канатами и т.п. могут решать отдельные частные элементы устойчивости выработок в локальных специфических условиях, но для ее комплексного решения необходимо создание новых крепей в направлении повышения их жесткости, уменьшения направлений податливости, возможности равномерного перераспределения нагрузок от горного давления. Как показали результаты наблюдений этому направлению и требованиям отвечает многосвязная шарнирноподатливая крепь, но необходимы более глубокие исследования ее устойчивости и несущей способности, обоснование параметров и разработка конструкции. Полученные данные могут использоваться при этом как исходные.

УДК 622.28:622.023.67

И.Е. Головчанский

ГЕОМЕХАНИКА ОХРАНЫ ВЫРАБОТОК ПОД ПЛЫВУНАМИ В ЗАПАДНОМ ДОНБАССЕ

Розглянуто проблеми геомеханіки охорони виробок під пливунами, поставлено задачу встановлення оптимальних умов для безпечного ведення гірничих робіт під пливунами та водними об'єктами та викладено методи її вирішення.

Табл. 1. Бібліогр.: 9 найм.

Западный Донбасс, в котором осуществляется отработка угольных пластов под пливунами, характеризуется следующими особенностями природного строения:

- два структурных этажа геологической толщи разделены пливунами на границе с угленосными породами карбона;
- угольные пласты сближены, имеют высокую крепость, значительное количество дизъюнктивных нарушений, а вмещающие породы пластичны и теряют прочность при обводнении.

Угольные пласты имеют угол падения от 0 до 5° со знакопеременным уклоном, характеризующим их волнистую форму залегания. Вмещающие породы представлены слабометаморфизованными аргиллитами, песчаниками и известняками. Прочность глинистых пород (аргиллитов и алевролитов) изменяется от 6 до 40 МПа [1].

Большинство пород, вмещающих угольные пласты, обладает явно выраженной или скрытой слоистостью, которая обусловлена чередованием слоев разной мощности, различающихся петрографическим составом. Макро- и микрослои-

стость горных пород является причиной анизотропии прочностных свойств и склонности к расслоению [1, 2].

Отложения карбона по всей площади в этом районе закрыты мощной толщей паткарбонových образований, мощность которых изменяется в пределах 50-80 м в южной части до 200-300 м и более в северной. Пески Бучакского яруса, часто залегающие непосредственно на отложениях карбона, образуют сплошной водоносный горизонт, наиболее осложняющий проведение выработок и выемку угля вблизи выходов пласта на поверхность карбона [2].

Мощность бучакских песков колеблется от 0 до 60 м, в среднем 20-25 м. По данным геологической разведки пески от среднезернистых до тонкозернистых с размерами частиц 0,10-0,05 мм составляет 48 % от общей массы. Естественная влажность песков 33 %, водоотдача примерно 20 %, водоносный горизонт имеет гидростатический напор 15-60 м, что обуславливает его пльвунные свойства. Бучакский водоносный горизонт имеет тесную гидравлическую связь со всем комплексом мезокайнозойских и карбонových отложений [3, 4].

Водосодержащими в каменноугольной продуктивной толще являются угольные пласты, песчаники и известняки. Установлено [3], что водообильность этих горизонтов невысокая, но активный гидравлический контакт с бучакскими песками способствует формированию значительных (более 1000 м³/ч) водопритоков в горные выработки шахты.

Высокое содержание глинистых частиц во вмещающих породах характеризует их склонность к размоканию.

Исследования показывают, что более 90 % испытанных проб аргиллитов и алевролитов в воде полностью теряют прочность и разрушаются, причем большинство по форме разрушения относятся к V типу [2].

При таком уникальном сочетании неблагоприятных горно-геологических факторов в мировой и отечественной практике не существует аналогов угледобычи. Более 790 млн. тонн или 53 % балансовых запасов месторождения находятся в угольных пластах, имеющих выход под пльвуны.

При проектировании шахт Западного Донбасса границы ведения очистных работ под пльвуном были приняты из расчета безопасной глубины, равной 40-кратной мощности пласта. Большие потери угля получаются за счет оставления целиков по падению и обусловлены весьма пологим залеганием и изменчивостью формы угольных пластов в данном районе. Согласно проектам по 9 шахтам ГХК "Павлоградуголь" в целиках под пльвунами законсервировано более 130 млн. тонн угля. Чтобы избежать таких потерь поставлена задача установить оптимальные условия безопасного ведения горных работ под пльвунами и водными объектами, для чего применен люминисцентный метод определения распространения сообщающихся трещин в подрабатываемой толще пород.

Сущность метода заключается в том, что водные объекты имитируются специальными скважинами, пробуренными с земной поверхности над подрабатываемым пластом. По результатам экспериментов, проведенным на четырех шахтах, установлено, что верхняя граница распространения сообщающихся

трещин в подработанной толще пород проходит на высоте, равной 16-кратной вынимаемой мощности. Анализируя и учитывая все факторы, за нормативную величину безопасного ведения очистных работ под плывунами принято считать $H_6 = 20$ т, но не менее 25 м [5].

В соответствии с этим на всех шахтах Западного Донбасса построены новые границы безопасного ведения очистных работ под плывунами (20 т вместо 40 т) по каждому угольному пласту. При весьма пологом залегании ($0-5^\circ$) оказалось возможным ввести в разработку по каждому пласту дополнительную полосу запасов (160-700 м) между старыми и новыми границами безопасного ведения работ под плывунами. Это позволило вовлечь в разработку запасы, которые были ранее законсервированы под плывунами.

Вместе с тем возникли трудности с проведением и поддержанием подготовительных выработок у границы под плывуном. При разработке сближенных пластов из-за несовпадения границ безопасного ведения работ под плывунами требуется по каждому из них проведение и поддержание подготовительных выработок в неблагоприятной зоне. Так как весьма пологие угольные пласты имеют выход под плывуны и являются проводниками воды в горные выработки, то возникает проблема охраны последних от обводнения. Сущность ее состоит в том, что обводнение горных выработок приводит к размоканию и без того слабых пород, вследствие чего несущая способность их резко снижается, крепь погружается в почву и выработка теряет устойчивость. Волнистое залегание угольных пластов не позволяет произвести планировку выемочных штреков таким образом, чтобы обеспечить эффективный дренаж воды. Она скапливается в штреках и поступает в очистные выработки. Даже при незначительных притоках ($3-5 \text{ м}^3/\text{час}$) быстро размокают породы почвы, призабойная крепь мехкомплексов вдавливаются в них. Пришлось отказываться от принятой проектом отработки пластов по падению и перейти на их отработку по восстанию. При этом вода стала дренироваться в выработанное пространство, что способствовало повышению устойчивости выработок и улучшению условий выемки.

Однако эта мера не позволила полностью исключить скопление воды в выработках. Потребовалось пройти по пласту специальные выработки у границы работ под плывуном для контурного дренажа (дренажные штреки). Эффективность использования таких штреков существенно зависит от места их заложения по отношению к плывунам.

Согласно нормативным документам [6] безопасная глубина ведения горных работ под плывунами не регламентируется отдельно для очистных и подготовительных выработок. Опыт и более детальное изучение вопроса подтверждают, что принимаемая безопасная глубина заложения подготовительных выработок под плывуном недостаточно обоснована, так как принцип ее установления противоречит закономерностям деформации подработанной толщи пород. Кроме того, заложение дренажных и магистральных штреков на данной глубине в Западном Донбассе исключает возможность отработки запасов угля до границы безопасного ведения очистных работ и приводит к существенным потерям угля весьма пологих угольных пластов.

В этих условиях важное значение приобретает выбор рациональных мест заложения выработок в горном массиве, способов и параметров их охраны, при котором должен быть предотвращен прорыв пльвуна в горные выработки. Это обстоятельство накладывает жесткие требования на выбор оптимальных параметров заложения выработок под пльвуном.

Волнистая форма угольных пластов потребовала вероятностного подхода к заложению трассы подготовительных выработок под пльвунами.

Исходным материалом для оценки изменчивости формы и достоверности гипсометрии пластов послужили профили пластов по выработкам шахт, построенные по результатам инструментального определения отметок почвы пластов через каждые 20 м. С фактическими профилями пластов совмещены профили, полученные по данным геологической разведки (по гипсометрическим планам). Достоверность гипсометрии оценивалась по отклонениям отметок почвы пласта, полученных разведкой, от фактических отметок. Интегральная функция нормального распределения имеет значение $F(0,95) = 1,64$; при центре распределения, близком к нулю, величина понижения оказалась равной $1,64 \sigma = 2,18$ м.

По эмпирическому распределению интерполированием наклонных частей в интервале от -2,6 до 1,5 м с вероятностью 0,95 встречаются понижения 1,9 м, т.е. оба распределения дают весьма близкие результаты, позволяющие сделать вывод о том, что с вероятностью 0,95 предельная величина понижений в пласте равна 2,0 м [2].

Представление о разрушении пород в кровле подготовительных выработок, закладываемых под пльвуном, получено на основании аналитических расчетов напряженно-деформированного состояния пород с учетом их запредельного поведения и реологических свойств. Разработан приближенный способ учета в известных аналитических решениях прочностной анизотропии в боках и кровле и формы выработки, отличающиеся от круговой. Размер зоны разрушения пород в кровле выработки может быть определен из выражения:

$$r_{\text{кр}}^{\text{кр}} = \left(\frac{0,0357 \gamma H - 0,017 \sigma_{\text{сж}}''}{0,02 + 0,014 \sigma_{\text{сж}}''} \right)^{3,6}$$

где $\sigma_{\text{сж}}''$ - предел прочности пород параллельно слоистости;

γH - геостатическое давление.

Проведенные исследования изменчивости форм угольных пластов, свойств горных пород, закономерностей вывалообразования пород, размеров зоны неупругих деформаций позволяют определить безопасные расстояния заложения подготовительных выработок, в том числе дренажных штреков, под пльвуном. Указанное расстояние составляет сумму величин: технической ошибки определения отметки почвы пласта и поверхности карбона по разведочным скважинам, величины депрессии гипсометрии пластов между скважинами, размеры

зоны разрушения пород в кровле поддерживаемых или погашенных выработок, а также мощности слоя ненарушенных пород.

Суммируя результаты можно сделать выводы, что при их полном использовании достигается двукратное уменьшение нормативной мощности защитного слоя пород и размеров целиков под плывунами из бучакских песков [7, 8, 9].

Внедрение разработок в Западном Донбассе иллюстрирует табл. 1.

Пласт C_8 на шахте "Терновская" с уникальной для Западного Донбасса геологической мощностью 1,4 - 1,8 м залегает непосредственно под плывуном был отнесен по проекту к резервным. После его подработки пластами C_6 , C_5 , C_4 этот пласт был вскрыт и отрабатывается в настоящее время. Уже отработано более 20 выемочных столбов и добыто более 3,2 млн. тонн запасов угля. Снижение кратности подработки на некоторых участках достигает 15 выемочных мощностей пласта без каких либо отрицательных эффектов.

На шахте "Благodatная" пласт C_9 не был принят к разработке из-за близости к плывунам. Вначале его подработали пластами C_8 и C_7 . Пласт C_9 был вскрыт и отработан на площади 2,1 км² (20 выемочных столбов) с добычей 2,8 млн. тонн запасов угля.

Общая протяженность подготовительных выработок, пройденных на шахтах Западного Донбасса, у границы под плывунами с предварительным расчетом их устойчивости по гидрогеомеханическим факторам составила более 33 км. Это дало возможность подготовить и добыть 17 млн. тонн угля. [2].

Таблица 1 – Результаты внедрения разработок в Западном Донбассе

Шахта	Отработанный пласт	Подработанный пласт	Номера выемочных столбов (лав)	Уменьшение мощности водозащитных пород	Количество отработанных запасов угля, тыс. тонн.
Терновская	C_8	C_4, C_5, C_6	830, 832, 834, 836, 840, 844	от 20m* до 15m	1074,0
Благodatная	C_9	C_7, C_8	902, 904, 905, 908, 909, 910, 912, 914	от 40m до 20m	1158,2
Благodatная	C_9	C_8	901, 908, 907	от 40m до 20m	467,8
Благodatная	C_9	C_7	916, 918, 920, 922, 926, 928, 936	от 40m до 20m	791,3
Благodatная	C_9	-	930, 932, 934	от 40m до 20m	419,5

m* - выемочная мощность угольного пласта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усаченко Б.М. Свойства пород и устойчивость горных выработок. - Киев: Наук. думка, 1979. - 135с.

2. Головчанский И.Е. Геомеханическое обоснование параметров заложения подготовительных выработок под плавучим в условиях шахт Западного Донбасса: Автореф. Дис. ... канд. техн. наук. - Днепропетровск: ДГУ, 1990. - 17 с.

3. Безазяп А.В., Садовенко И.А. Особенности водопроявлений в очистных выработках шахт. - Безопасность труда в промышленности. 1980, №3. - С. 25 - 26.

4. Головчанский И.Е. Определение безопасной глубины проведения выработок под плавучим в Западном Донбассе // Уголь Украины. - 1984. - № 6. - С. 36-37.

5. Указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных выработок в Западном Донбассе / Минуглепром СССР, - М., 1968.

6. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных выработок в Донецком угольном бассейне / Минуглепром СССР. - М., 1972.

7. Василецко Г.Т., Головчанский И.Е. Проектирование трасс выработок у границы безопасного ведения горных работ под плавучим в Западном Донбассе / Ведение горных работ под водными объектами и плавучими в Донецком бассейне. - М.: ЦНИЭИУголь, 1974. - С. 21 - 26.

8. Лисица И.Г., Василецко Г.Т., Головчанский И.Е. Новые данные о высоте распространения водопроводящих трещин в подрабатываемой толще пород и опыт проведения подготовительных выработок под плавучими в Западном Донбассе / Совершенствование технологии и повышение эффективности месторождения Западного Донбасса. - Днепропетровск: ДГУ, 1973. - С. 50-51.

9. Садовенко И.А. Научные основы управления геофильтрационным состоянием породного массива вокруг выработок: автореф. дис. доктора техн. наук. - Днепропетровск: ДГУ, 1992. - 35с.

УДК 622.26

Ю.А. Шептуцов

«УЗКИЕ» МЕСТА В НАРАЩИВАНИИ ТЕМПОВ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫРАБОТОК

Розглянуто основні стримуючі фактори ("вузькі місця") підвищення темпів проведення гірничих виробок, уникнення яких дозволить шахті ім. Н.І.Сташкова підняти темпи проведення виробок до 13-14 км на рік

На шахте им. Н.И. Сташкова с 1982 года, т.е. с момента сдачи её в эксплуатацию, проведение подготовительных выработок осуществляется проходческими комбайнами 1ГПКС и 4ПН-2 или 4ПН-2М, погрузка отбитой горной массы при помощи перегружателя производится на штрековый ленточный конвейер и далее, на погрузочном пункте, в вагонетки ВГ-3.3.

Шахтой ежегодно проходится 11-12 км вскрывающих и подготавливающих выработок, но этого не достаточно для восполнения фронта очистных работ, так как отработка пластов ведется одинарными лавами.

Основными сдерживающими факторами наращивания проходки выработок являются:

- выход из строя комбайнов;
- сверхнормативный износ электровозного парка, батарей ТЖН-350 и вагонного парка;
- недостаточная обеспеченность крепёжными материалами.