

УДК.622.831

Солодянкин А.В., д.т.н., проф., Григорьев А.Е., к.т.н., доц.,
Халимендик А.В., к.т.н., доц., Машурка С.В., соискатель, каф. СГГМ
Государственный ВУЗ «НГУ», г. Днепрпетровск, Украина

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «ЮЖНОДОНБАССКАЯ №1»

По сложности геологического строения угольный район, где расположена шахта «Южнодонбасская №1», относится к многослойным месторождениям, а по сложности тектонического строения ко II группе – очень осложненной разрывными нарушениями, амплитуды которых колеблются в широких пределах – от 150 до 1 м и менее. Залегание пород пологоволнистые с углами падения их 4-8°.

Все угольные пласты относятся к тонким и очень тонким.

На шахте принят погоризонтный способ подготовки с системой разработки длинными столбами по восстанию. Отработка пластов происходит в нисходящем порядке. Шахтное поле делится на горизонты 355 м, 480 м, 286 м, 246 м. На гор. 355 м отрабатывается уклонное и бремсберговое поле, на гор. 480 м только уклонное.

Целью исследований, результаты которых приведены в статье, является обоснование направлений по обеспечению устойчивости подготовительных выработок для повторного их использования в условиях шахты «Южнодонбасская №1».

Для предварительного мониторинга были выбраны выработки подготовки и отработки 12-й западной лавы (рис. 1).

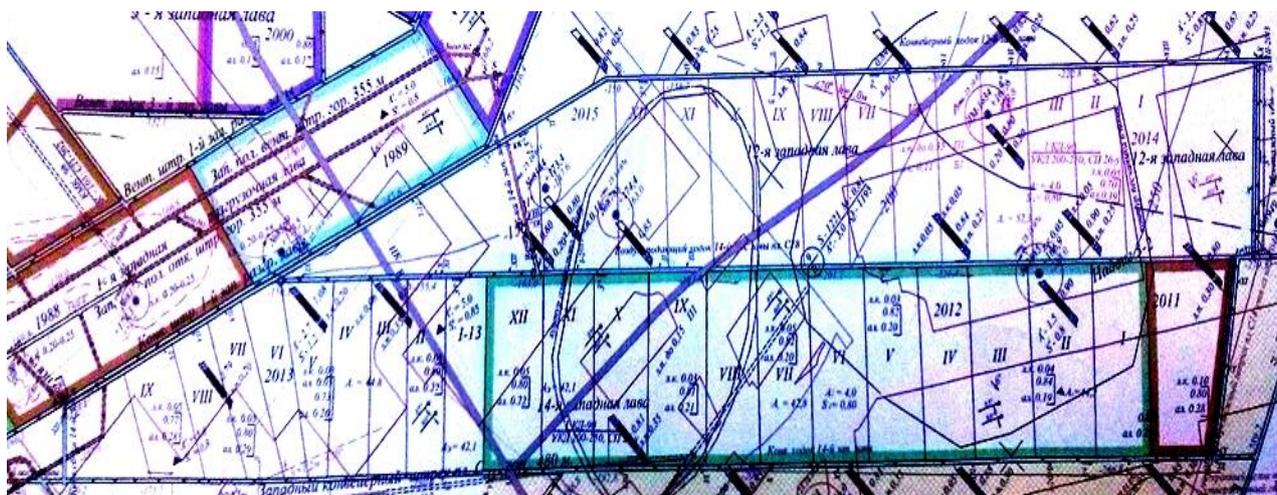


Рис. 1. Выкопировка с плана горных работ выемочного участка 12-й западной лавы пл. С₁₈ шахты «Южнодонбасская №1»

Выемочный участок 12-й западной лавы пл. C_{18} отрабатывается обратным ходом, длинным столбом по восстанию пласта. Длина лавы 230 м. Длина выемочного участка 1050 м. Вынимаемая мощность пласта – 1,09 м.

Основными подготовительными выработками, обеспечивающими отработку 12-й лавы, являются повторно используемый воздухоподающий ходок 14-й западной лавы пл. C_{18} , погашаемый по мере подвигания очистного забоя и конвейерный ходок 12-й западной лавы пл. C_{18} , который сохраняется для выдачи исходящей струи воздуха и отработки соседней лавы, ввод которой предусматривается не ранее чем через 2...4 года после отработки существующей.

По паспорту обе подготовительные выработки закреплены крепью КМП-А3/11,2 из СВП-27 со сплошной деревянной затяжкой.

Согласно паспортным данным для поддержания узла сопряжения лавы с конвейерным ходком 12 западной лавы пл. C_{18} , в нише, на расстоянии не более 4,9 м от линии очистного забоя, с завальной стороны конвейера, возводится полоса Текхард, шириной 1,1 м. От нее вглубь лавы устанавливается обрезающая крепь, состоящая из органного ряда с плотностью установки 4 стойки на 1 м.

В качестве усиливающей крепи по конвейерному ходу 12 западной лавы под верхняк каждой рамы арочной крепи, устанавливаются деревянные стойки диаметром 18...20 см, которые должны опережать забой лавы не менее 25 м.

Кроме того, мероприятиями по поддержанию подготовительных выработок предусмотрено, что по конвейерным ходкам 12-й и 14-й западной лавы пл. C_{18} ежедневно на расстоянии 25 м от окна лавы необходимо производить восстановление и обтяжку соединительных скоб на рамах крепи, а также установку деревянных распорок между рамами металлоарочной крепи.

В непосредственной почве пласта локальными участками залегает песчаник темно-серый, в верхней части «кучерявчик», мощностью до 0,7 м и крепостью 3-4. По основной трассе, песчаник замещен алевролитом с «ложной почвой» порядка 0,35 м, которая предрасположена к быстрому размоканию.

Кроме того, по трассе обследуемых выработок отмечено значительное количество мелкоамплитудных геологических нарушений преимущественно разрывного характера.

Мониторинг состояния выработок подготовки и отработки 12-й западной лавы, выполненный в январе 2014 года (*маршрут: конвейерный штрек 1-й западной разгрузочной лавы → конвейерный ходок 12-й западной лавы пл. C_{18} → линия забоя лавы → конвейерный ходок 12-й западной лавы пл. C_{18}*), позволил сделать следующие выводы.

В целом текущее состояние исследуемых выработок можно считать удовлетворительным, в т.ч. за счет своевременного выполнения ремонтно-восстановительных работ, а также реализации соответствующих мероприятий по усилению паспортной крепи выработки (рис. 2-4).

Состояние вмещающих пород, за исключением зон влияния геологических нарушений и зон с повышенным водопритоком, относительно

устойчивое – в породных обнажениях хорошо видны следы зубков от работы проходческого комбайна (в т.ч. и зоны ПГД); породы бортов и кровли минимально деформированы; количество заколов, трещин и расслоений незначительно; обжатие рам крепи равномерное, постепенное. Однако при наличии даже незначительного количества влаги происходит резкая потеря устойчивости массива, что при нарушении паспорта крепления в большинстве случаев приводит к разрушению даже усиленных ремонтными участками выработки.

Основной вид деформации пород – пучение почвы различной интенсивности, в первую очередь зависящей от наличия влаги и геологической нарушенности массива. По трассе воздухоподающего ходка 14-й западной лавы пл. C_{18} , погашаемого по мере подвигания очистного забоя лавы, вертикальная конвергенция за счет пучения, имеющего несимметричный характер, приводит к потере сечения выработки до неудовлетворительного состояния.

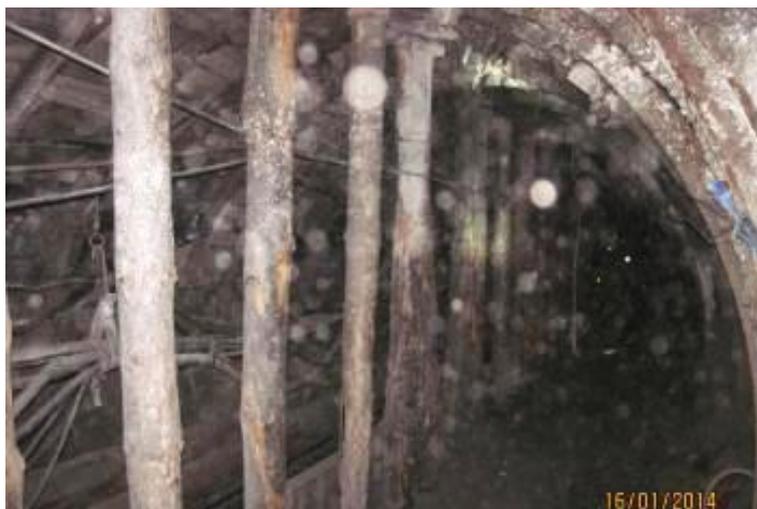


Рис. 2. Состояние конвейерного ходка после подрывки пород почвы до подхода забоя лавы



Рис. 3. Усиление крепи спаренными анкерными подхватами под верхняк



Рис. 4. Характерное состояние конвейерного ходка после отхода лавы

Фактическое состояние рамной крепи можно охарактеризовать как неудовлетворительное вследствие существенных отклонений от паспорта крепления. Так, например, на участках значительной протяженности отсутствуют расстрелы между рамами, что не обеспечивает жесткость рам в продольном направлении; зачастую отсутствуют замки и межрамная затяжка. Кроме того, не обеспечивается даже минимальный точечный контакт между рамами крепи и породным массивом. Крепь усиления, вышедшая из строя, не всегда своевременно заменяется. Когда такие участки начинают испытывать повышенное, преимущественно несимметричное горное давление, происходит локальная потеря устойчивости выработки с потерей ее сечения и разрушением элементов крепи.

К основным видам деформации рамной крепи можно отнести потерю симметрии крепи; разрыв замковых соединений; выкручивание и разрыв стоек крепи. На многих участках податливость рам не исчерпана. Однако есть участки, где в замках рам крепи наблюдаются разрывы профиля стоек, что, вероятно, объясняется некачественной установкой рамы (отсутствие второго хомута, межрамных стяжек и пр.).

Крепь выработки по всей длине усилена деревянными ремонтными с шагом установки 0,8 м (в местах пересечения зон ПГД – 0,5 м). После прохода лавы устанавливаются парные ремонтные с таким же шагом. Перед лавой с опережением не менее 50...60 м по мере возможности устанавливаются 2 спаренных анкера с подхватом под верхняк. Также в силу производственно-технологической необходимости до окна лавы постоянно ведутся локальные работы по подрывке пород почвы. После прохода лавы состояние ходка существенно не меняется.

На ПК53 выполняется перекрепление выработки. На момент промежуточного обследования (16.02.2014) на участке длиной 4 м сечение выработки расширено, планируется выполнение перекрепления на ПК 56-57. На ПК 62+4р по направлению к лаве выполняется подрывка почвы на 0,4 м под рельсовым путем (рис. 5). До подрывки высота выработки составляла 2,45 м.

После прохода лавы в узлах подхвата верхняка парными анкерами наблюдается изгиб планок без разрыва сплошности. Скорость движения лавы составляет 2,5-3 м/сут. По сведениям технологической отдела и геологической службы шахты проявления влияния лавы в ходке незначительны и проявляются на расстоянии 30-50 м.

По факту режим работы рамной крепи по всей трассе обследования не соответствует условиям ее эксплуатации. Минимальная высота ходка, замеренная на ПК49...60, составляет 1,9 м при проектной – 3,1 м.

На основании анализа горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации, результатов предварительного обследования выработок, данных маркшейдерской службы шахты, а также данных про объемы ремонтных работ, к основным осложняющим факторам, которые влияют на условия проведения и поддержания горных выработок, в первую очередь следует отнести:

1. Наличие слабых вмещающих пород склонных к обрушению и пучению, а также к резкой потере устойчивости даже при незначительном размокании.
2. Значительное количество непрогнозируемых мелкоамплитудных геологических нарушений в окрестности исследуемых выработок.
3. Относительно высокую степень концентрации горных работ.
4. Несоответствие применяемых в настоящее время средств обеспечения длительной устойчивости горных выработок условиям их эксплуатации.



Рис. 5. Подрывка пород почвы на участке дренажного штрека

Обеспечение устойчивости выработки для повторного использования представляет очень сложную в техническом плане задачу. Такая выработка в процессе эксплуатации последовательно испытывает различные по направлению и величине сочетания нагрузок. До подхода очистного забоя, выработка испытывает воздействие горного давления, величина которого определяется глубиной ее расположения, прочностью и структурой вмещающих пород. В настоящее время закономерности формирования горного давления в этих условиях достаточно хорошо изучены. Для обеспечения устойчивого, безремонтного поддержания горных выработок, не испытывающих влияние очистных работ необходимо, в первую очередь, обеспечить как можно более раннее вступление крепи в работу. При этом важным является отсутствие переборов и тщательное заполнение закрепного пространства. В условиях больших глубин при значительно возросших величинах горного давления, коренным образом изменились функциональные требования к самой крепи. Традиционная металлическая рамная крепь, применяемая почти повсеместно, выполняет подпорно-ограждающую функцию и не препятствует расслоениям вмещающих выработку пород. Поэтому для рассматриваемых подготовительных выработок эффективным средством обеспечения их устойчивости до влияния очистных работ будет являться

рамно-анкерная крепь, с установкой анкеров сразу после проведения выработки. Это позволит предупредить расслоение приконтурного массива и большие деформации пород и, в первую очередь, в зонах геологических нарушений.

При подходе очистного забоя на участок выработки начинает влиять опорное давление, под действием которого смещения породного контура увеличиваются, крепь испытывает повышенную нагрузку, что предопределяет необходимость введения средств усиления. В настоящее время хорошо себя зарекомендовали канатные анкеры, как средство предупреждения деформаций более глубоких участков массива, затронутых воздействием очистных работ. Установка анкеров глубокого заложения производится перед зоной влияния опорного давления и может совмещаться с установкой дополнительных средств усиления – деревянных, металлических или гидравлических стоек.

Обеспечение участка выработки за проходом лавы для повторного ее использования при бесцеликовой отработке угля предполагает применение искусственных опор – охранных конструкций. Эффективность их определяется целым рядом факторов, основными из которых являются прочность и скорость ее нарастания (для полос из твердеющих материалов), податливость, жесткость. Невысокая жесткость и высокая податливость некоторых охранных полос приводит к появлению несимметричной нагрузки, под влиянием которой крепь значительно деформируется, перестает работать в податливом режиме, а выработка в результате высокой вертикальной конвергенции перестает выполнять свои эксплуатационные функции.

Одним из факторов, который существенно осложняет поддержание выработки является пучение пород почвы. В условиях больших глубин разработки пучение не является каким-то локальным процессом, затрагивающим только породы почвы. Деформационные процессы охватывают весь приконтурный массив, а пучение, как показано в [1], является признаком большой глубины разработки, при которой масштаб смещений контура выработки и разрушений пород в ее окрестности существенно отличаются от условий с небольшой глубиной.

В результате пучения происходит повышенное деформирование угольного пласта у контура выработки, опускание и выдавливание его, уменьшение мощности (рис. 6). Подобный характер деформирования отмечается в работах и других авторов [3]. Это говорит о том, что при проектировании параметров охранных полос, в частности, их жесткости и податливости, необходимо учитывать и отмеченное явление. Более того, проведение подрывки в условиях больших глубин приводит к нарушению равновесного состояния пород почвы за счет уменьшения отпора на фронте разрушения, облегчению доступа воды к нижележащим пластам, нарушению равновесия пород в боках выработки [4]. Как отмечается в [5], скорость пучения после подрывок может возрастать в 6...9 раз и более по сравнению со средними скоростями, зафиксированными непосредственно перед подрывкой.

Таким образом, для обоснования эффективных параметров систем крепи с целью снижения степени деформирования приконтурного массива до подхода лавы и выбора рациональных характеристик жесткости охранных систем на сопряжении «лава-штрек», необходимо проведение комплекса натурных исследований по изучению геомеханических процессов, вызванных пучением пород почвы в сложных горно-геологических условиях шахты «Южнодонецкая №1».

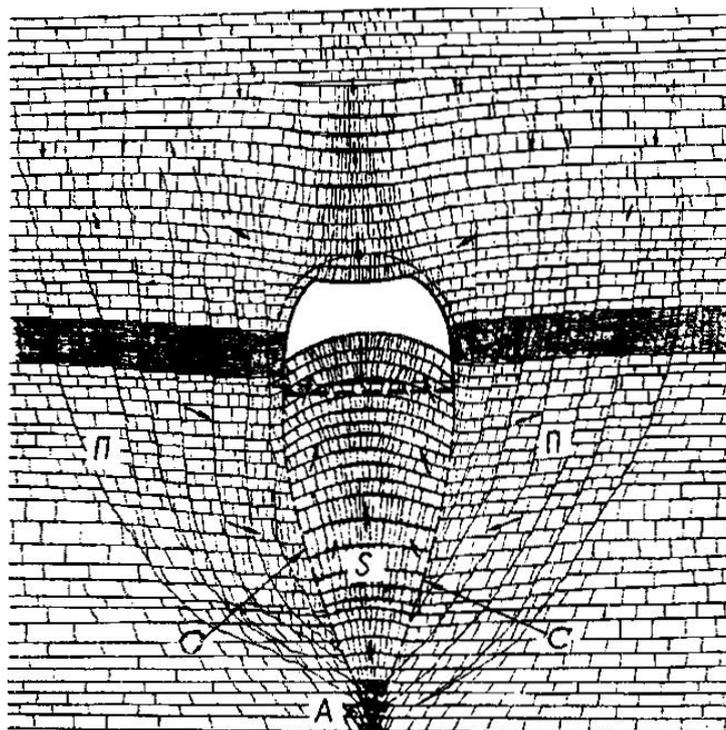


Рис. 6. Картина деформирования пород в приконтурной зоне выработки [2]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В., Мартовицкий А.В. Управление устойчивостью протяженных выработок глубоких шахт. Монография. – Днепропетровск: ЛизуновПрес, 2012. – 384 с.
2. Тупиков Б.Т., Компанец В.Ф. Устойчивость пластовых выработок в массиве на больших глубинах. – Уголь Украины. – 1998. – № 6. – С. 15-17.
3. Выгодин М.А., Евтушенко В.В. Пучение пород почвы в выработках на шахтах Западного Донбасса // Уголь Украины. – 1987. – №7. – С.12-13.
4. Литвинский Г.Г. Механизм пучения пород почвы подготовительных выработок / Г.Г. Литвинский // Уголь. – 1987. – № 2. – С.15-17.
5. Зубов В.П., Чернышков Л.Н., Лазченко К.Н. Влияние подрывок на пучение пород в подготовительных выработках // Уголь Украины. – 1985. – № 7. – С. 15-16.