

5. Skobenko, A.V., Kobzar, D.I., Khalimendik, A.V., Khalimendik, A.V. (2014) “K voprosu obespecheniya dlitelnoy ustoychivosti kapitalnykh vyirabotok OP "Shahta "Rossiya" GP "Selidovugol, Forum glrnikIv - 2014: materIali mIzhnar. konf., 1-4 zhovt. 2014 r.” [The issue of ensuring long-term stability of capital workings of "mine" Russia "SE" Selidovugol]. Materials Intern. Conf. "Miners Forum 2014" (October 1-4). Dnipropetrovsk, Vol. 2, pp. 212–219.

6. Zdvizhkova, E.A., Kravchenko, K.V., Khalimendik, A.V., Khalimendik, E.N., Yanzhul, A.S., (2011) “Analiz proyavleniy gornogo davleniya pri provedenii protyazhennykh vyirabo-tok v rayone melkoamplitudnykh geologicheskikh narusheniy na primere uklo-na bloka #10 ShU «Pokrovskoe»” [Analysis of rock pressure manifestations during extensive excavations in the area of small-amplitude geological faults on the example of bias unit №10 SHU "Pokrovskoye] *Naukovi pratsi UKRNDMI National Academy of Sciences of Ukraine*. Vol. 9 (Bull. no. 1). – Donetsk, UkrNDMI NAS of Ukraine,. –525 p.

7. Shashenko, A.N., Tulub, S.B., Zdvizhkova, E.A. (2002) ‘*Nekotorye zadachi statisticheskoy geomehani. – K.: UnIver. vid-vo “Pulsa-ri”* [Some problems of statistical geomechanics] Kiev, 304 p.

8. Naydysh, A.M., Bratishko, A.S., Chuykov, G.L. (1963) “O vliyanii glubinyi razrabotki na stoimost podderzhaniya shtrekov v polo-gih ugolnykh plastah Donbassa // *Ugol.*’ [The effect of depth on the development of the cost of coal heading in shallow coal seams Donbass, Coal], vol. 7, pp. 20–23.

9. Grigoriev, O.E., Tereshchuk, R.M., Shashenko, A.N. (2014) “Obgruntuvannya ekonomIchnoYi efektyvnostI vikoristannya ramno-ankernogo krIplennya pldzemnih glrnychih virobok. MaterIali mIzhnar. konf. “Forum glrnikIv-2014 ” [Justification economic efficiency of arch and roof bolting underground mining] Materials Intern. Conf. "Miners Forum 2014" (October 1-4). - Dnipropetrovsk LLC "LizunovPres" - Vol. 2. – pp.187–191.

10. Grigoriev, O., Tereschuk, R., Tokar, L. (2015) “Assessment of efficiency AMS-A (anchor – meshwork – shotcrete) support structure in terms of coal mines”. Theoretical and practical solutions of mineral resources mining. – Netherlands: CRC Press, Balkema, pp. 85–89.

Стаття надійшла 26.11.2015.

УДК 622.833

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫРАБОТОК В СЛОЖНЫХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

А. В. Солодянкин, С. В. Машурка, И. В. Дудка

ГВУЗ «Национальный горный университет»

просп. Карла Маркса, 19, г. Днепропетровск, 49005, Украина.

E-mail: alex.solodyankin@mail.ru

Изучено закономерности деформирования массива пород и обоснование способов обеспечения устойчивости выработок в сложных условиях ШУ «Юж-нодонбасское №1». Исследования включали визуальное обследование состояния выработок и инструментальные измерения смещений породного контура. Выявлены характерные виды деформаций крепи и объемы ремонтных работ. Установ-

лены факторы, которые определяют состояние выработок. Получены зависимости смещений породного контура от времени. Показано влияние подрывки пород почвы на развитие геомеханических процессов в выработке. Предложены эффективные средства обеспечения эксплуатационного состояния выработки, что позволит использовать выработку повторно.

Ключевые слова: протяженная выработка, шахтные исследования, лава, пучение пород, поддержание выработок

ДО ПИТАННЯ ПРО ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБОК В СКЛАДНИХ ГЕОМЕХАНІЧНИХ УМОВАХ

О. В. Солодянкин, С. В. Машурка, І. В. Дудка

ДВНЗ «Національний гірничий університет»

просп. Карла Маркса, 19, м. Дніпропетровськ, 49005, Україна.

E-mail: alex.solodyankin@mail.ru

Досліджено закономірності деформування масиву порід і обґрунтування способів забезпечення стійкості виробок в складних умовах ШУ «Південнодонбаське №1». Дослідження включали візуальне обстеження стану підготовчих виробок та інструментальні вимірювання зміщень породного контуру. Виявлені характерні види деформацій кріплення і обсяги ремонтних робіт. Встановлені основні фактори, які впливають на ступінь складності експлуатації виробок. Отримані залежності зміщень породного контуру від часу. Показаний вплив підривання порід подошви на інтенсифікацію геомеханічних процесів у виробці. Запропоновані найбільш ефективні засоби забезпечення експлуатаційного стану виробки, що дозволить використовувати виробку повторно.

Ключові слова: протяжна виробка, шахтні дослідження, лава, здимання порід, підтримка виробок

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. При поддержании подготовительных выработок шахт в основном (92–98 %) применяется арочная податливая крепь из спецпрофилей СВП-27 и СВП-33 с различным сечением и плотностью установки, масса которой на одном метре выработки достигает 600...1000 кг (1–2 рамы на метр).

Постепенный переход шахт на большие сечения выемочных выработок (13–18 м²) приводит к дальнейшему повышению расхода металла. Так, увеличение площади сечения выработок с арочной металлической крепью от 7,1 до 12,7 м² ведет к росту расхода металла в 2 раза [1]. На поддержание выработок ежегодно расходуется более 100 тыс. т стального проката, а затраты на проведение и крепление 1 м выработки с применением арочной крепи составляют от 3 до 6 тыс. грн.

В особо тяжелом состоянии находятся пластовые выработки. Потери площади их поперечного сечения достигают 60...70 %. Это приводит к тому, что 30% выработок ежегодно ремонтируется и перекрепляется. Доля затрат на проведение, крепление и поддержание выработок в Донбассе достигает от 25 % [2] до 45 % себестоимости угля [3]. В тоже время из-за невыполнения планов проходки выработок объёмы воспроизводства линий очистных забоев существенно отстают от плановых, а на поддержании и ремонте выработок задействовано до 60% человек от общей численности горнорабочих очистного забоя.

Многолетний опыт эксплуатации выемочных штреков при отработке тонких пологих пластов показал необходимость восходящего (прямоточного) проветривания на шахтах с высокой газообильностью. Для обеспечения этого условия один из выемочных штреков необходимо поддерживать вслед за проходом лавы.

Следует также отметить, что в мировой практике наиболее распространенной и прогрессивной является столбовая система разработки, объемы применения которой во многих угледобывающих странах достигают 100 %. На шахтах Украины на протяжении последних десяти лет объем применения столбовой системы разработки составляет 52...55 % от общего количества очистных забоев [4].

Реализация преимуществ столбовой системы разработки возможна только при больших объемах первоначальных капитальных затрат. В этом плане повторное использование выработок позволит существенно сократить затраты на подготовку новых добычных участков, снизит себестоимость угля. Актуальным является этот вопрос для Шахтоуправления «Южнодонецкое №1», ведущего добычу угля в сложных геомеханических условиях. В настоящее время на шахте работают три очистных забоя. Способ подготовки – погоризонтный с системой разработки длинными столбами по восстанию. Объем проведения подготовительных выработок составляет 8 км в год.

Условия залегания месторождения являются сложными. Все угольные пласты по мощности относятся к тонким и очень тонким. Вмещающие породы склонны к обрушению, пучению и к потере устойчивости даже при незначительном размокании. Применяемые в настоящее время средства крепления и поддержания выработок не обеспечивают их эксплуатационного состояния.

Цель данной работы – обоснование технологии сооружения выработок выемочного участка, целесообразной по геомеханическому и экономическому фактору для повторного использования в условиях ШУ «Южнодонецкое №1».

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. В качестве объекта исследований выбраны выработки подготовки и отработки 12-й западной лавы (рис. 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 12-й западной лавы пл. C_{18} , являются повторно используемый воздухоподающий ходок 14-й западной лавы, погашаемый за очистным забоем и конвейерный ходок 12-й лавы, который сохраняется для выдачи исходящей струи воздуха и отработки соседней лавы, ввод которой предусматривается через 2...4 года после отработки существующей.

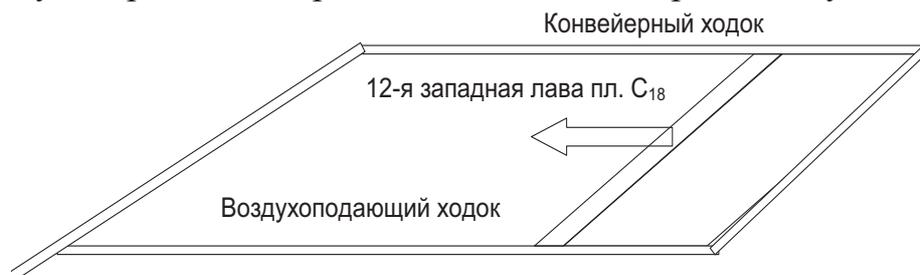


Рисунок 1 – Выкопировка с плана горных работ выемочного участка 12-й западной лавы пл. C_{18}

По паспорту обе подготовительные выработки закреплены крепью КМП-А3/11,2 из СВП-27 со сплошной деревянной затяжкой, шаг установки – 0,8 м.

Для поддержания сопряжения лавы с конвейерным ходком 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 обрезная крепь – органый ряд с плотностью установки 4 стойки на 1 м.

В качестве усиливающей крепи по конвейерному ходку под верхняк каждой арки, устанавливаются деревянные стойки диаметром 18...20 см, которые должны опережать забой лавы не менее чем на 25 м.

После прохода лавы устанавливаются парные ремонтны с таким же шагом. Перед лавой с опережением на 50...60 м по мере возможности устанавливаются 2 спаренных анкера с подхватом под верхняк.

В непосредственной почве пласта локальными участками залегает песчаник, в верхней части «кучерявичик», мощностью до 0,7 м и крепостью 3...4.

Визуальное обследование подготовительных выработок показало, что в целом их текущее состояние можно считать удовлетворительным, главным образом за счет своевременного выполнения ремонтно-восстановительных работ, а также реализации соответствующих мероприятий по усилению паспортной крепи [5].

Состояние вмещающих пород, за исключением зон влияния геологических нарушений, относительно устойчивое; породы бортов и кровли минимально деформированы; количество заколов, трещин и расслоений незначительно; обжатие рам крепи равномерное. Однако при наличии даже незначительного количества влаги происходит резкая потеря устойчивости массива, что часто приводит к разрушению даже усиленных ремонтными участками выработки.

Основной вид деформации пород – пучение почвы различной интенсивности. По трассе воздухоподающего ходка 14-й западной лавы, погашаемого по мере продвижения очистного забоя лавы, вертикальная конвергенция за счет пучения, приводит к потере сечения выработки до неудовлетворительного состояния.

Фактическое состояние рамной крепи можно охарактеризовать как неудовлетворительное вследствие существенных отклонений от паспорта крепления. Основными видами деформации рамной крепи являются: потеря симметрии крепи; разрыв замков; выкручивание и разрыв стоек крепи. На многих участках податливость рам не исчерпана.

Также в силу технологической необходимости до окна лавы постоянно ведутся локальные работы по подрывке пород почвы на 0,4...0,8 м. На ряде пикетов выполняются работы по перекреплению выработки.

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.

Следует отметить, что наличие пучения пород позволяет отнести условия эксплуатации выработки к категории «больших глубин», и является основным фактором, определяющим состояние выработки на весь срок ее службы. Как известно, в условиях больших глубин разработки пучение не является каким-то локальным процессом, затрагивающим только породы почвы. Деформационные процессы охватывают весь приконтурный массив, а масштаб смещений контура выработки и разрушений пород в несколько раз больше [6].

Шахтні дослідження, виконані в конвейерному ходці 12-ї західної лави, показали, що подривка порід почви викликає інтенсифікацію процесу деформування порід приконтурного масива. Оцінка впливу подривки на швидкість деформаційних процесів виконувалась на контурних замірних станціях, одна група яких устравалась сразу при проведенні виробтки, друга група – після проведення робіт по подривці почви на висоту 0,6...0,8 м.

Як на першому (після проведення), так і на другому (після подривки) участку характерною особливістю деформаційних процесів є наявність двох етапів, що відрізняються інтенсивністю деформацій (рис. 2).

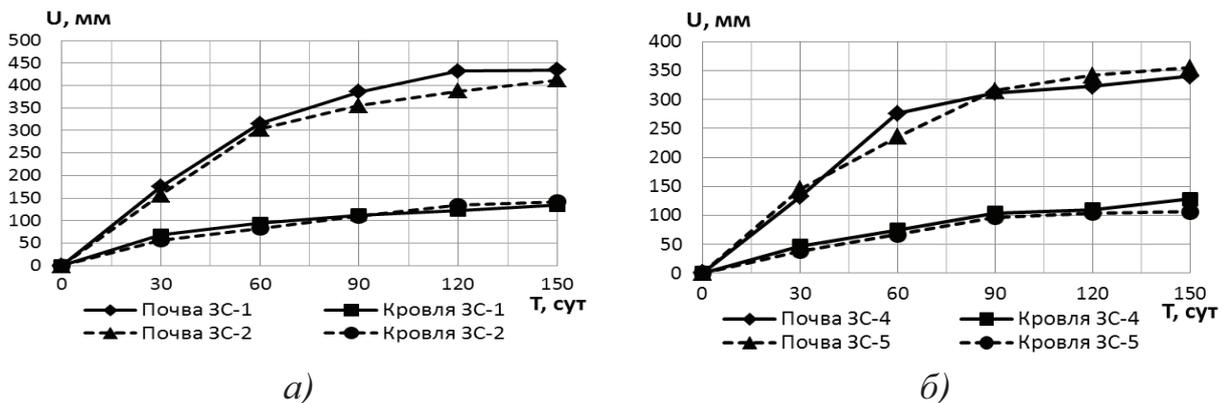


Рисунок 2 – Результати вимірювань зміщень почви і кровлі в конвейерному ходці 12-ї західної лави пл. C_{18} : а – на замірних станціях 3С-1 і 3С-2 при проведенні виробтки; б – на замірних станціях 3С-4 і 3С-5 після проведення подривки порід почви

При проведенні виробтки перший етап – інтенсивних зміщень складає 60...90 сут, при швидкості зміщень почви 5,0...6,0 мм/сут в початку і 2,0...2,5 мм/сут в кінці цього етапу. На другому етапі інтенсивність деформацій знижується, швидкість зміщень почви складає 0,5...1,0 мм/сут. Швидкості зміщень кровлі в 2,5...3 рази менше швидкості зміщень почви.

Незважаючи на суттєве зниження інтенсивності зміщень контура виробтки, їх величина, особливо з боку почви, досягає 0,6...1,0 м і більше, при загальній вертикальній конвергенції 1,0...1,5 м, що і викликає необхідність виконання подривки для збільшення корисної площі сечення виробтки.

Після подривки, інтенсивність зміщень порід почви і кровлі різко збільшується. Швидкість зміщення почви зростає в 4...8 раз, однак тривалість періоду інтенсивних деформацій зменшується. Етап інтенсивних зміщень складає 50...60 сут при швидкості зміщень почви від 4,5 мм/сут в початку до 1,0...1,5 мм/сут в кінці цього періоду. На другому етапі інтенсивність деформацій знижується, швидкість зміщень почви складає 0,5...0,75 мм/сут.

Подривка також провокує підвищення зміщень порід кровлі, величина якої менше, ніж після проведення виробтки. Тем не менше, загальні зміщення за період спостережень складають 100...130 мм.

Ще одна група замірних станцій була встановлена на участку конвейерного ходка 12-ї західної лави перед проходом лави, на відстані, коли вплив очистних робіт в розглянутому сеченні ще відсутствовало (60...70 м). Фіксувались зміщення почви виробтки і вертикальна конвергенція (рис. 3).

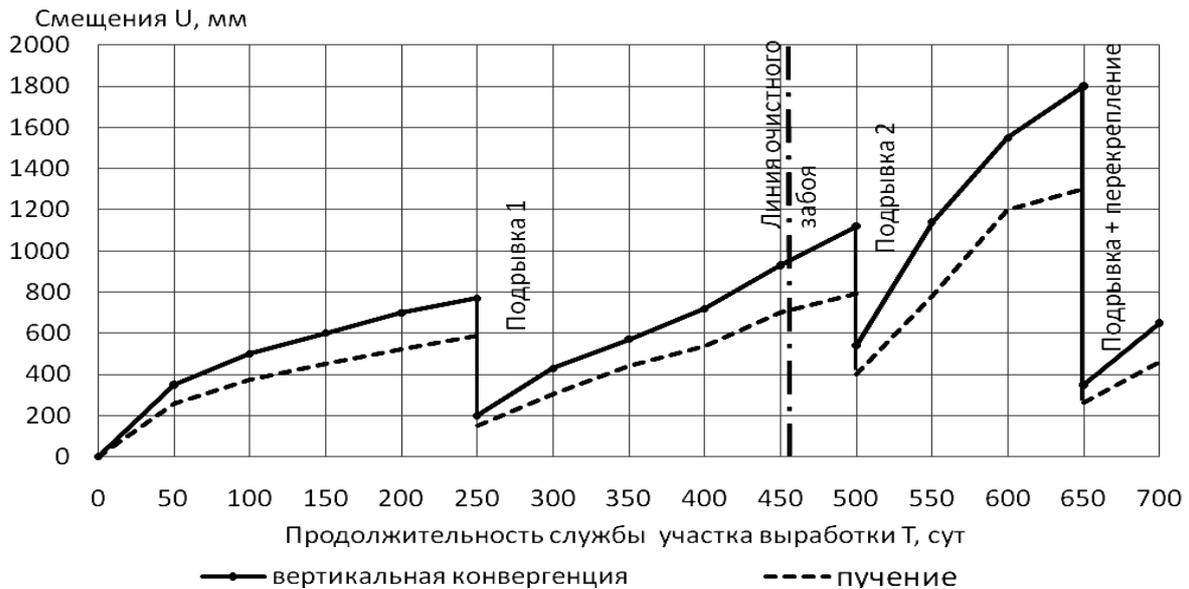


Рисунок 3 – Результати інструментальних вимірювань в конвейерному ходке в зоні впливу движущого забоя лави

Результати виконаних замірів свідчать, що вплив движущого забоя лави став помітним на відстані 35...40 м до його площини. При цьому найбільш інтенсивні деформації відбувалися на відстані від 15 м до підходу груді забоя і на протязі 10 м після його проходження. Після цього інтенсивність зміщень кілька знизилася.

Найбільші зміщення зафіксовані з боку породи виробтки. На відстані 157 м за лавою вони склали 700 мм за період спостережень тільки в зоні впливу очистних робіт. Зміщення кровлі за цей же період склали 270...320 мм. Внаслідок значущих зміщень породи, для ефективного провітрювання виемочного участка і збільшення поперечного сечення конвейерного ходка на відстані 6...70 м від лінії очистного забоя виробляється подрывка породи породи на висоту 0,4...0,5 м.

На відстані 220...250 м позади вікна лави вироблялося перекреплення виробтки з подрывкою породи породи на висоту 0,5...0,6 м. Подрывка породи і перекреплення виробтки виробляється вручну, з погрузкою горної маси на ленточний конвейер 1Л-80.

Розглянута технологія збереження виробтки для повторного використання є надзвичайно трудомісткою, затратною і необґрунтованою як з позицій сумарних затрат на підтримку виробтки, так і з точки зору геомеханіки деформаційного процесу, протікаючого в околицях виробтки.

Економічна складова спорудження і підтримки виробток в складних умовах детально розглянута в [7]. Оскільки визначення фактичних затрат на ремонтні роботи є досить складною задачею, тому для їх оцінки було виконано розрахунок усередненої сметної вартості для умов шахт ПАО «ДТЭК Павлоград-уголь» з використанням пакета програм «Строительные Технологии – СМЭТА» © «Computer Logic Group».

При расчете рассмотрены различные объемы работ при возможной величине подрывки в диапазоне 0,3...1,0 м. Для работ по перекреплению учитывалось повторное использование рам арочной трехзвенной податливой крепи, а также 70 % затяжки. Объемы работ по расширению выработки приняты равными 20 % от площади ее сечения в проходке.

В результате выполненных расчетов установлено, что только стоимость подрывки 1 п.м. выработки сечением в свету $S_{св} = 11,7 \text{ м}^2$ составит от 1,155 до 3,325 тыс. грн, что сравнимо со стоимостью ее проведения и крепления. Для ШУ «Южнодонбасское №1» при проведении двух подрывок и перекрепления с подрывкой величина эксплуатационных затрат будет превышать сумму капитальных.

С геомеханической точки зрения, рассмотренная технология имеет следующие негативные последствия.

В условиях больших глубин при значительном горном давлении, традиционная металлическая рамная крепь, применяемая почти повсеместно, практически не препятствует расслоениям вмещающих выработку пород. Этому способствует практически полное отсутствие забутовки и, соответственно, плотного контакта между крепью и породным контуром.

Большие деформации приконтурного массива приводят к недопустимым смещениям кровли и почвы, вызывая необходимость подрывки и перекрепления выработки. Подрывка почвы, помимо привлечения дополнительных материальных и трудовых затрат, увеличивает объем породы, выдаваемый на поверхность, нарушает работу добычных участков и внутришахтного транспорта.

Периодическая подрывка почвы с целью сохранения выработки была оправдана на малых глубинах разработки. В условиях больших глубин подрывка приводит к нарушению равновесного состояния пород почвы и боков, интенсифицирует их смещения, облегчает доступ воды к нижележащим пластам. При этом зона деформированных пород вокруг выработки еще больше возрастает, увеличивает нагрузку на крепь, вызывая деформацию и разрушение ее элементов.

Часто в процессе подрывки частично обнажаются стойки крепи, вызывая потерю опоры на почву, что равносильно раскреплению выработки, уменьшению отпора крепи в кровле и боках и провоцированию вывалов. Практика поддержания выработок в сложных условиях показывает, что уже после 2...3 подрывок, как правило, выработку необходимо полностью перекреплять.

Влияние очистных работ еще больше осложняет ситуацию. Как известно, нарушенные породы приконтурной зоны весьма чувствительны к любым дополнительным воздействиям, в т.ч. от влияния очистных работ, что немедленно проявляется в виде интенсификации смещений контура. Размеры зоны разрушенных пород в зоне влияния очистных работ при повторном использовании выработки достигают 15 м и более, коэффициенты разрыхления отдельных слоев пород – 1,2, а метрового слоя у контура – 1,3.

В [8] критерием целесообразности повторного использования выработок предлагаются предельные смещения контура, которые обеспечивают остаточное сечение штрека, достаточные для дальнейшей безопасной эксплуатации после первого прохода лавы. Расчетная схема к определению величины предельных смещений контура выработок приведена на рис. 4, а.

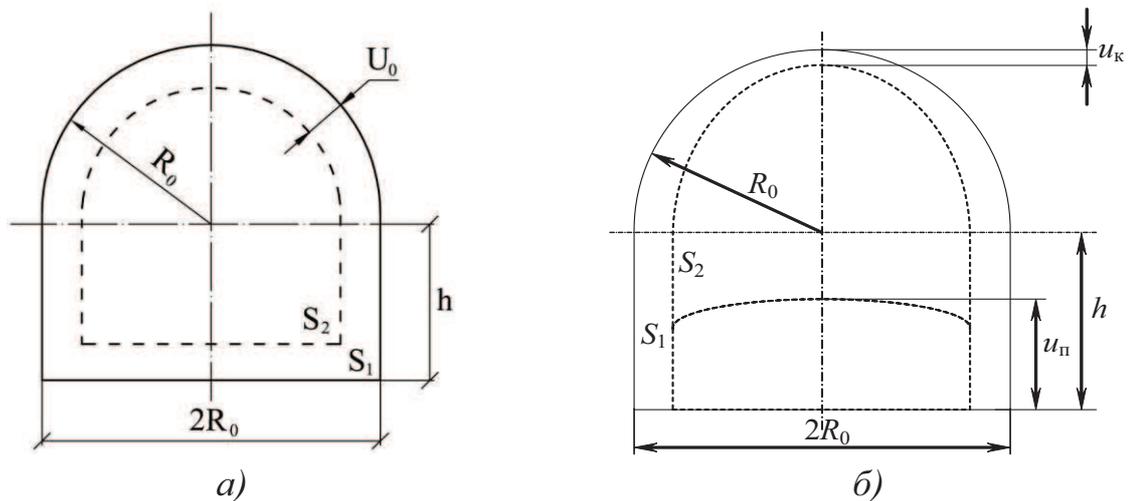


Рисунок 4 – К определению предельного значения потери поперечного сечения подготовительной выработки

При таком подходе к оценке целесообразности повторного использования, с учетом сохранения сечения выработки в пределах 60...70 % от начального, смещения контура U_0 должны составлять не более 0,4 м.

Для условий ШУ «Южнодонбасское №1» может быть принят аналогичный подход к определению целесообразности повторного использования с учетом специфики развития деформационных процессов в выработке.

Суммарная вертикальная конвергенция выработки от времени ее эксплуатации может быть определена по формуле [9]:

$$U_{\Sigma} = 27k_n d(a \ln(T) - b)\theta^{(0,9-c)} \quad (1)$$

где T – время эксплуатации участка выработки, с момента его проведения, сут.; a и b – коэффициенты, зависящие от показателя условий разработки θ , $\theta = R_c k_c / \gamma H$, R_c – прочность породного образца на одноосное сжатие, k_c – коэффициент структурного ослабления, γ – объемный вес пород, H – глубина разработки; c и d – переменные, зависящие от коэффициента бокового распора λ ; k_n – коэффициент, учитывающий направление выработки по отношению к простиранию пород и угол наклона пластов.

Как показали инструментальные исследования, смещения породного контура происходят неравномерно с преобладанием смещений со стороны незакрепленной почвы. Величина смещений в кровле u_k и почве $u_{\text{п}}$ соотносится так: $u_k : u_{\text{п}} = 0,25 : 0,75$. При этом в зоне влияния очистных работ – за 30 м до подхода очистного забоя и на протяжении 25...40 м за линией очистного забоя величина смещений примерно в два раза выше, чем вне зоны влияния очистных работ за одинаковый интервал времени.

В [10] было показано, что конвергенция вблизи второй лавы или за ней зависит только от одного параметра – конвергенции после прохода первой лавы. Исходя из этого следует, что на величину конвергенции можно воздействовать мероприятиями по креплению только непосредственно в забое при проходе выработки и во время прохода первой лавы.

Исходя из этого, с целью снижения затрат на проведение и поддержание работ в условиях ШУ «Южнодонбасское №1» необходимо предупредить

Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. Випуск 2/2015(16).

формирование в приконтурном массиве больших зон деформированных пород, вызывающих многократные подрывки почвы и перекрепление выработки. Для этого на этапе проведения выработки и в зоне влияния первой лавы требуется применение комплекса мероприятий и технических средств, препятствующих деформированию массива пород и смещениям контура и допускающих не более одной подрывки почвы – после прохода первой лавы за зоной активных смещений.

Принимая во внимание достаточно сложные условия отработки на данном горизонте ($\theta = 0,44$), продолжительность подготовки выемочного столба $T_{п}$, время работы первой $T_{1л}$ и второй $T_{2л}$ лав, при существующем паспорте крепления выработки и технологии ведения работ, смещения пород почвы перед второй лавой составят $u_{п} = 1,95$ м, а кровли $u_{к} = 0,65$ м, что не позволяет использовать выработку повторно без выполнения дорогостоящих и трудоемких работ.

Эффективными способами обеспечения устойчивости выработки являются следующие. Вне зоны влияния очистных работ – применение рамно-анкерной крепи, с установкой анкеров сразу после проведения выработки, что позволит предупредить расслоение приконтурного массива и большие деформации пород.

В зоне влияния первой лавы – применение канатных анкеров, как средства предупреждения деформаций более глубоких участков массива, затронутых воздействием очистных работ и дополнительные средства усиления – деревянные, металлические или гидравлические стойки.

На сопряжении с первой лавой и после ее прохода – применение искусственных опор – охранных конструкций, имеющих соответствующую податливость и жесткость, что позволит устранить несимметричную нагрузку на крепь и снизит деформации и разрушение массива пород после выемки угольного пласта.

ВЫВОДЫ. Комплекс шахтных исследований, выполненный в условиях ШУ «Южнодонбасское №1» позволил установить основные факторы, которые определяют степень сложности эксплуатации выработок. Показано, что подрывка пород почвы интенсифицирует деформационные процессы в приконтурном массиве пород и вызывает необходимость перекрепления.

С целью снижения затрат на проведение и поддержание выработок в сложных условиях необходимо предупредить формирование в приконтурном массиве больших зон деформированных пород, вызывающих многократные подрывки почвы и перекрепление выработки. Для этого на этапе проведения выработки и в зоне влияния первой лавы требуется применение комплекса мероприятий и технических средств, максимально препятствующих деформированию массива пород и смещениям породного контура и допускающих не более одной подрывки пород почвы – после прохода первой лавы за зоной активных смещений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Элементы геомеханики углепородного массива при высоких скоростях подвигания лав / С.И. Скипочка, Б.М. Усаченко, В.Ю. Куклин. – Днепропетровск: ЧП «Лири ЛТД», 2006. – 248 с.

2. Влияние усиленной анкерной крепи и охранной бутовой полосы на устойчивость пластовой выработки / В.Ф. Овчинников, В.А. Дротик, А.М. Иваненко // Уголь Украины. – 2006. – № 5. – С. 17–18.

3. Тулуб С.Б. Состояние и перспективы развития угольной промышленности Украины. – К.: УкрНИИпроект, 2007. – 246 с.
4. Анализ работы очистных забоев / А.И. Ильин, И.В. Косарев, Г.В. Андреев, В.А. Овчаренко // Уголь Украины. – 2010. – № 11. – С. 3–7.
5. Обеспечение устойчивости участковых выработок для повторного использования в условиях ГП «Шахтоуправление «Южнодонбасское №1» / А.В. Солодянкин, С.В. Машурка, И.В. Дудка, О.А. Кузьева // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Кременчук, 2015. – № 1 (15). – С. 96–105.
6. Majcherczyk T., Szaszenko A., Sdwizkowa E. Podstawy Geomechaniki. – Krakow: AGH Uczelniane wydawnictwa naukowo-dydaktyczne. – 2006. – 293 p.
7. Мартовицкий А.В. Обоснование комплекса эффективных мероприятий по повышению устойчивости выработок шахт ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» // Науковий вісник НГУ. – 2012. – № 3. – С. 45–53.
8. Попович І.М. Обґрунтування параметрів способу забезпечення стійкості підготовчих виробок, що використовуються повторно в умовах глибоких вугільних шахт. Автореф. дис...к.т.н. – Дніпропетровськ: НГУ. – 2015. – 20 с.
9. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В. Шахтные исследования смещений контура выработки // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 9. – С. 46–50.
10. Нига Й. Развитие конвергенции в выемочных штреках с арочной и анкерной крепью // Глюкауф. – 1997. – № 9. – С. 5–8.

ON THE EFFICIENCY REUSE WORKING IN DIFFICULT GEOMECHANICAL CONDITIONS

O. Solodyankin, S. Mashurka, I. Dudka

State Higher Education Institution «National Mining University»

prosp. K. Marks, 19, Dnipropetrovs'k, 49005, Ukraine.

E-mail: alex.solodyankin@mail.ru

Purpose. To study physics of rock mass deformation and study ways to ensure the sustainability of developments in the difficult conditions of SE "Yuzhnodonbasskaya Mine №1». **Methodology.** Methodical basis of the carried out complex researches is as follows: a visual inspection of the state of development workings, instrumental measurements of the rock contour displacements, an analysis and generalization of positive experience of maintenance of workings in difficult conditions. **Results.** Specific types of support deformations were revealed, and volumes of repair works were determined. Basic factors were formulated which determined a complexity degree of the workings use. Dependence between the rock contour displacements and timeline was obtained. **Originality.** Influence of the rock bottom lifting on intensification of the geomechanical processes in the workings was found. This technology is not appropriate reuse development of geotechnical and economic factors has been proven. **Practical value.** Technological measures for the decision of problem of providing of long-term stability of extended workings in the difficult conditions of SE "Yuzhnodonbasskaya Mine № 1" are determined. The most effective facilities are proposed for supporting operational condition of the workings under the effect of mining operations and for their further reuse.

Keywords: extended working, in-mine researches, longwall, rock floor heaving, working support.

REFERENCES

1. Skypochka, S.I., Usachenko, B.M. and Kuklin, V.U. (2006), *Elementy heomehanyky uhleporodnoho massyva pry vysokyyh skorostyah podvyhanyya lav* [Elements of geomechanics rock mass at high advance rates of longwall], Lyra LTD, Dnepropetrovsk, Ukraine.
2. Ovchinnikov, V.F., Drotik, V.A., Ivanenko, A.M. (2006), “The effect of enhancing the protective of roof bolting and rubble stripes on the stability of reservoir development”, *Coal of Ukraine*, no. 5, pp. 17–18.
3. Tulub, S.B. (2007), *Sostoyanie i perspektivy ugolnoy promyshlennosti Ukrainy* [State and prospects of development of Ukrainian coal industry], UkrNIIproekt, Kiev, Ukraine.
4. Ilyin, A.I., Kosarev, I.V., Andreev, G.V. and Ovcharenko, V.A. (2010), “Analysis of the longwall faces”, *Coal of Ukraine*, no. 11, pp. 3–7.
5. Solodyankin, O.V., Mashurka, S.V., Dudka, I.V., Kuziaieva O.A. (2015), “Provision stability local workings for reusing under the State Enterprise "Coal Company «Yuzhnodonbasskaya №1»””, *Up-to-date resource- and energy- saving technologies in mining industry, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi national University*, vol. 1, pp. 96–105.
6. Majcherczyk, T., Szaszenko, A. and Sdwizkowa E. (2006), *Podstawy Geomechaniki* [Foundations geomechanics], AGH Uczelniane wydawnictwa naukowo-dydaktyczne, Krakow, Poland.
7. IGTM NAN Ukraine, Dnepropetrovsk, Ukraine, vol. 123, pp. 87–98.
8. Martovitskiy, A.V. (2012), “Justification of a set of effective measures to improve the stability of the mine workings of Private Stock Company DTEK "Pavlogradugol””, *Naukovy visnyk NGU*, no. 3, pp. 13–15.
9. Popovych, I.M. (2015), “Substantiation of method parameters to ensure the stability of reusable development excavations of deep coal mines”. Thesis abstract for Cand. Sc. (Engineering.), 05.15.04, – State Higher Educational Institution “NMU”. Dnepropetrovsk, Ukraine.
10. Shashenko, A.N., Solodyankyn, A.V. (2008), “Mine development studies displacement contour”, *Naukovy visnyk NGU*, no. 9, pp. 46–50.
11. Niga, J. (1997), “Development convergence excavation drifts with arch and roof bolt support”, *Glukauf*, no. 9, pp. 5–8.

Стаття надійшла 12.12.2015.