

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

**ГЕОТЕХНОЛОГІЇ І ОХОРОНА ПРАЦІ
У ГІРНИЧІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
регіональної науково-практичної конференції

16 вересня 2009 р.

Красноармійськ — 2008

УДК 622 (06)

Геотехнології і охорона праці у гірничій промисловості: Зб. матеріалів регіональної наук.-практ. конф., Красноармійський індустріальний інститут ДонНТУ, 16 вересня 2009 р. – Донецьк: ООО «Цифровая типография», 2009. – 310 с.

У збірнику представлені праці учасників регіональної науково-практичної конференції «Геотехнології і охорона праці у гірничій промисловості», яку щороку у травні проводить кафедра геотехнологій і охорони праці Красноармійського індустріального інституту. Основні напрямки роботи конференції — технологія розробки родовищ корисних копалин, екологія і охорона праці у гірничій промисловості, механізація і автоматизація гірничих робіт, організація гірничого виробництва, проблеми підготовки гірничих інженерів. Матеріали відображають стан розвитку досліджень, наукового та освітнього потенціалу Красноармійського вуглепромислового регіону.

Матеріали збірника доступні на сайті конференції:
<http://www.kgeotech.narod.ru>

Комп'ютерна верстка: Бачурін Л. Л.

© Красноармійськ, КП ДонНТУ, 2009

- зоны вертикальных деформаций в подработанном массиве горных пород представляет собой сложные геометрические тела, приближающиеся по форме к эллипсоидам вращения;
- при увеличении наклона пласта в верхней краевой части выработанного пространства образуется зона растяжений, а в нижней краевой части – зона сжатий пород;
- при выборе места расположения выработок в подработанной области горных пород необходимо учитывать форму и расположение зон вертикальных деформаций.

УДК 622.268.6

СОЛОВЬЕВ Г.И., КАСЬЯНЕНКО А.Л., ШУЛЯК Я.О. (ДОННТУ), ЛЯШОК Я.А., КУЦЕРУБОВ В.М., БРАТАШ Е.А., ЮСИПУК Ю.А. (КИИ ДОННТУ)

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

Рассмотрены новые способы обеспечения устойчивости подготовительных выработок глубоких шахт Донбасса в зоне влияния очистных работ

Одной из главных задач совершенствования подземной угледобычи в условиях глубоких шахт остается создание эффективных способов и средств обеспечения устойчивости выемочных выработок, которые обслуживают комплексно-механизированные очистные забои, работающие с высокой нагрузкой [1-10].

Опыт ведения горных работ на таких глубоких шахтах, как им. А.А. Скочинского, «Октябрьская», им. М.И. Калинина, им. А.Г. Стаханова, «Прогресс», «Шахтерская-Глубокая» и др. показывает, что суммарная трудоемкость работ по ремонту и перекреплению выемочных выработок составляет около 70% общих трудозатрат на их проведение.

В настоящее время на многих глубоких шахтах Донбасса продолжается применение высокозатратных и неэффективных способов охраны и поддержания подготовительных выработок **полосами из деревянных клетей из круглого леса** или шпального бруса в сочетании с чураковыми изоляционными стенками шириной 0,8-1,2 м. Размер клетей в плоскости пласта принимается 1,5 или 2 м, а расстояние между ними по простиранию - 2,4 м. При мощности пласта менее 2 м возводится 1 ряд клетей (рис. 1). Вплотную к крепи выработки возводится чураковая стенка из стоек длиной равной половине мощности пласта, но не менее 0,6 м, затем ряд бутоклетей, а со стороны выработанного пространства – один реже два ряда обрезной органной крепи.

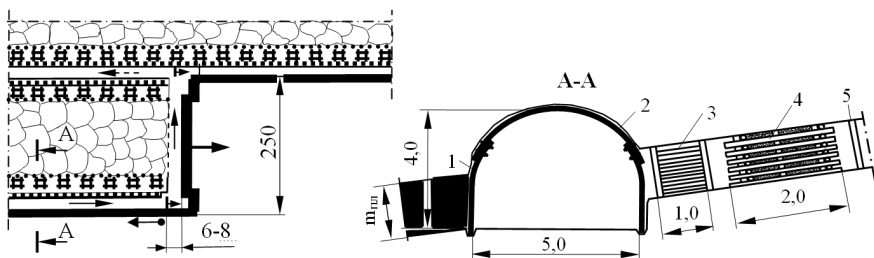


Рис. 1 Охрана выработок деревянными клетями и чураковой стенкой: 1 – ножка арочной крепи; 2 – верхняк арки; 3 – чураковая стенка; 4 – деревянная бутоктель; 5 – обрезающая органная крепь

Опыт эксплуатации и инструментальные наблюдения за проявлениями горного давления при данном способе охраны показывают, что вертикальные смещения боковых пород в подготовительных выработках составляют 1,8-4,2 м (при смещениях почвы до 60-75%) [2, 8].

Горизонтальные смещения достигают 1,2-2,8 м, причем боковые смещения со стороны лавы (особенно в транспортных выработках) сопряжены с выдавливанием в полость выработки ножки арочной крепи, а со стороны массива происходит выдавливание пород кровли по их напластованию с образованием породных складок. Все это приводит к необходимости проведения многократных подрывок пород почвы и перекреплению значительных участков поддерживаемых выработок.

Охрана выработок бутовыми полосами наиболее эффективна при использовании специального оборудования для ее возведения (закладочные комплексы «Титан» или барабанные закладочные машины ДЗМ), которое обеспечивает высокую плотность закладки – порядка 0,7-0,75 и способствуют созданию плотных широких породных опор по бровкам поддерживаемых выработок [2, 5, 9,10]. Схема способа охраны бутовыми полосами представлена на рис. 2.

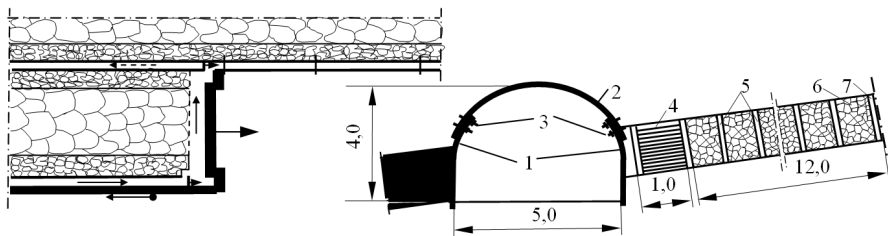


Рис. 2 Охрана выработок бутовой полосой: 1 – ножки крепи; 2 – верхняк арочной крепи; 3 – замки крепи; 4 – чураковая стенка с укладкой стоек на глине; 5 – стойки деревянной крепи; 6 – бутовая полоса из породы от проведения конвейерного штрека; 7 – обрезающая органная крепь

Ширина бутовых полос обусловлена выходом породы от проведения штреков и определяется расчетом.

Однако на практике из-за нехватки оборудования и сложности организации работ в основном применяется ручной или механический способ возведения бутовых полос скреперными закладочными устройствами ЗУ-1 или ЗУ-2, которые не обеспечивают эффективного поддержания выработок из-за значительного проседания подработанного массива, которое составляет по данным ДонУГИ до (0,6-0,8) м_{пл.}

На шахте «Шахтерская-Глубокая» имеется опыт эффективного применения бутовых полос для охраны вентиляционного штрека 2-й восточной лавы восточного блока пласта h₈. Бутовая полоса шириной 12 м возводилась закладочным комплексом «Титан» из породы от проведения вентиляционного штрека, проводимого на расстоянии 6-8 м вслед за лавой. Проведение выработки осуществлялось проходческим комбайном ГПКС с нижней подрывкой пород почвы. Порода от проведения выработки с помощью скребкового конвейера-перегрузателя транспортировалась в дробилку закладочного комплекса, откуда сжатым воздухом по трубам диаметром 0,15 м подавалась к месту закладки. Для обеспечения эффективного выполнения закладочных работ на 8-ми крайних секциях механизированного комплекса КД-80 были установлены обратные консоли. Бутовая полоса снизу по падению пласта ограничивалась двухрядной органной крепью. На выходе дробленой породы из закладочного трубопровода она орошалась струей воды, что снижало пылеобразование и обеспечивало более плотную упаковку влажных породных отдельностей в бутовой полосе.

Смещения боковых пород в вентиляционном штреке за весь период его эксплуатации не превысили технологической податливости трёхзвенной арочной крепи КМП-А3-11,2 .

Охрана выемочных выработок литыми полосами применяется при разработке пологих пластов средней мощности. Этот способ охраны выработок весьма широко применяется в условиях глубоких шахт Германии, Англии, Польши [8-10]. Шахта «Красноармейская – Западная» №1 одной из первых в Донбассе применяет для охраны выемочных выработок литые полосы из твердеющих составов. Это позволило очистным забоям при высокой суточной скорости подвигания лав (6-10 м/сут) обеспечить повторное использование транспортных выработок в качестве вентиляционных и применить комбинированное прямоточное проветривание с подсыжением исходящей из лавы струи воздуха.

При отработке 2-й южной лавы бремсбергового поля №5 длина выемочного столба по простиранию составила 1370 м. Лава длиной 310 м была оборудована механизированной крепью ЗМКД-90Т, забойным конвейером СЗК и комбайном 2РКУ-13. Приводные станции вынесены на штреки. Площадь поперечного сечения конвейерного штрека 13,7 м²; вентиляционного – 12,1 м², крепление – трёхзвенные металлические арки. Шаг посадки песчаника основной кровли 15–20 м, алевролита непосредственной кровли 1–4 м. По 2-му юж-

ному вентиляционному штреку подавалась свежая струя воздуха ($1800\text{ м}^3/\text{мин}$), которая двигалась по лаве в нисходящем порядке. По 2-му южному конвейерному штреку также подавалась свежая струя воздуха ($1000\text{ м}^3/\text{мин}$) для разбавления метана на исходящей вентиляционной струе участка. Песчаники основной кровли и почвы пласта обводнены. До начала очистных работ приток воды был $8\text{-}10\text{ м}^3/\text{ч}$.

В январе – марте 2001 г. среднесуточная нагрузка на лаву составила 2823 т., а среднемесячное подвигание – 120 м.

Возведение литой полосы у конвейерного штрека осуществлялось в следующем порядке. В подготовительный период рабочие очистного участка ежемесячно крепили ниши после передвижки нижней приводной станции и устанавливали ряд органной деревянной крепи по простиранию и восстанию пласта. В пределах этих рядов в последующем размещалась гибкая опалубка в виде полиэтиленового мешка (рис. 4).

В штреке впереди очистного забоя бурились парные анкер-скважины и верхняки крепи с помощью хомутов и анкеров длиной по 2,5 м «подшивались» к породам кровли, что позволяло демонтировать и восстанавливать боковые ножки металлических арок во время передвижки привода лавного конвейера.

Подхватывающие анкера устанавливались таким образом, чтобы длина участка штанги, закреплённого в ненарушенных породах кровли составляла не менее 0,5 м, что обеспечивало передачу нагрузки на анкер, а не на соединительную пластину – самое слабое место системы.

Сочетание анкерной крепи с усиливающей крепью сопряжения, состоящей из гидравлических стоек СУГ-17, устанавливаемых под деревянный брус на расстоянии 60 м от очистного забоя, повысило устойчивость боковых пород на сопряжении лавы со штреком и позволило обеспечить достаточную безопасность работ в том случае, если ножки арочной крепи демонтировались заранее на участке равном сменному подвиганию лавы. Для восприятия этих нагрузок прочность анкера на растяжение составляла не менее 250 кН.

Возведение литой полосы производилось в первую и третью смены рабочими специализированного участка по поддержанию горных выработок. Технология выполнения включала подвеску петель гибкой опалубки к стойкам органной крепи и вплотную к породам кровли, пакетную засыпку (по 25кг) минерально-связывающего вещества в специальную установку, перемешивание этого вещества с определённой порцией воды, подачу с помощью агрегата «Моно-830» и гибкого шланга раствора в полиэтиленовую емкость. После заполнения последней гибкий шланг промывался водой с целью устранения из него быстротвердеющего материала. Отставание литой полосы от забоя лавы не превышало 4-6м. Литая полоса возводилась с помощью не громоздкого и удобного оборудования, относительно легко передвигаемого при подвигании лавы. По конвейерному штреку пакеты минерально-связывающего вещества доставлялись монорельсовой дорогой ДМКУ.

Для устройства охранной литой полосы шириной 1 м использовалась порошкообразная цементно-строительная смесь и вода. При смешивании воды со

связующей смесью соотношение компонентов составляло 1,1:1. Связующий раствор транспортировался без участия сжатого воздуха. В месте ведения работ практически отсутствовало пылеобразование. Связующий материал литой полосы быстро затвердевал и уже через 2 часа его прочность на одноосное сжатие достигала 4-4,5 МПа, спустя 1-3 дня – 11-16 МПа. При такой технологии скорость подвигания лавы достигала 8 м/сут.

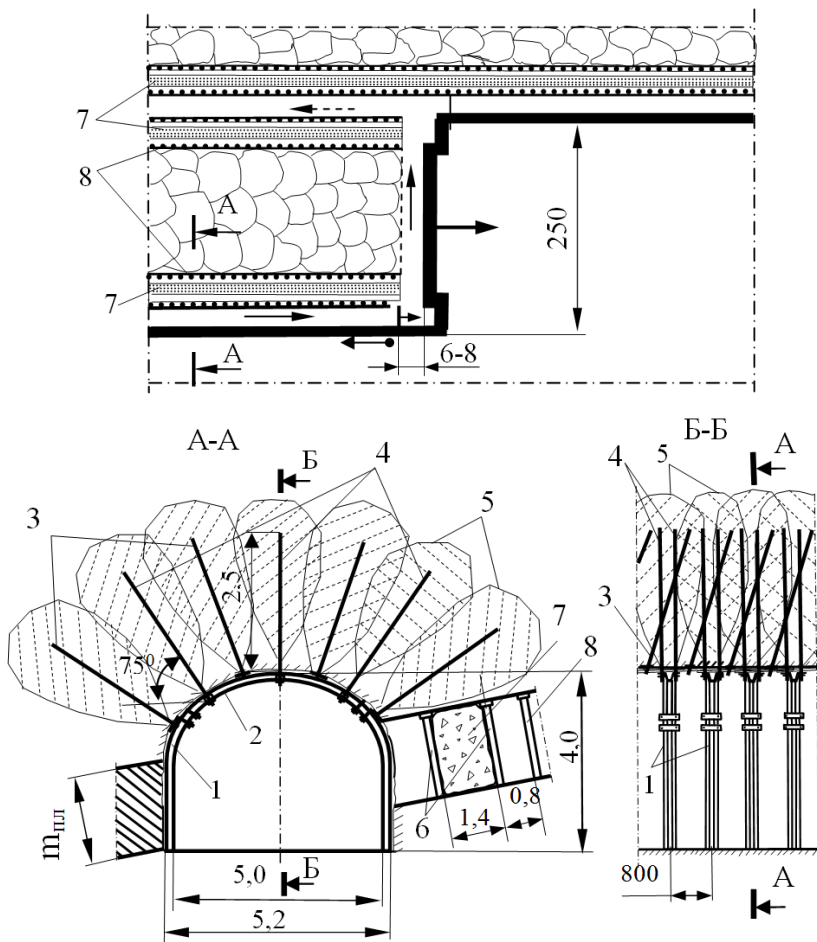


Рис. 4 Охрана штреков литой полосой и сталеполимерными анкерами: 1 – ножка арочной крепи; 2 – верхняя часть крепи; 3 – радиально-наклонные сталеполимерные анкера; 4 – спаренные анкера-подхваты; 5 – зона распространения пенно-полиуретановой смолы; 6 – двухрядная органка-опалубка; 7 – литая полоса; 8 – обрезная органка

В результате внедрения способа охраны конвейерного штрека жесткой литой полосой доказана возможность применения прямоточной схемы проветривания выемочных участков на пласте мощностью 1,6-2м. Достигнуто суточное увеличение нагрузки на лаву более чем на 500 т. За счёт изменения схемы проветривания повышен уровень безопасности работы горнорабочих. Обеспечена лучшая сохранность и работоспособность дегазационных скважин, в отсасываемой смеси которых концентрация метана возросла от 40 до 60%. После отхода лавы от разрезной печи на 500 м средняя потеря проектной площади поперечного сечения штрека не превысила 35%.

Подтверждена возможность повторного использования конвейерного штрека в качестве вентиляционного при подрывке в нём выдавленных пород почвы на 0,8-1,0 м. При этом, суммарные затраты на поддержание 1 м повторно используемого конвейерного штрека на 1000 грн. меньше, чем проведение нового вентиляционного штрека вприсечку к выработанному пространству ранее отработанной лавы. Возможная производительность труда 3-х горнорабочих по возведению литой полосы объёмом 1,9м³ на 1м подвигания лавы достигала 8 м в смену, что не является сдерживающим фактором при высокой интенсивности ведения очистных работ.

Полосы из породных полублоков являются альтернативным вариантом для полос из железобетонных блоков и литых полос. Одним из основных недостатков железобетонных блоков является высокий вес одного блока БЖБТ – 45-60 кг, что создает значительные трудности при их доставке в лаву и возведении полос в условиях стесненного призабойного пространства. К недостаткам литых полос следует отнести недостаточную начальную жесткость полосы на участке интенсивных смещений пород непосредственной и основной кровли, что сопровождается значительными вертикальными смещениями кровли.

Полосы из породных полублоков возводят по бровкам выемочных выработок вслед за лавой шириной обычно 2–3 м с деревянными прокладками по кровле для обеспечения незначительной податливости полосы и плавного набора ею несущей способности (при смятии древесины), что исключает раздавливание верхних и боковых полублоков до момента набора полосой достаточной жесткости. Технологическая схема способа охраны представлена на рис. 5.

На шахте «Щегловская-Глубокая» шахтоуправления «Донбасс» породные полублоки изготавливаются на поверхности размером 0,3х0,15х0,09 м. На один полублок общим весом 10 кг приходится 1,9 кг цемента (марки ПЦ-500А), 0,25 кг граншлака, и 7,25 кг шахтной породы из террикона.

Полосу из породных полублоков устанавливают на расстоянии 0,6-0,8 м от охраняемой выработки, пространство между полосой и крепью выработки плотно заполняют породой от подрывки почвы в штреке. Полосу из полублоков по бокам оконтуривают двумя рядами органки. Полублоки плотно выкладываются рядами по мощности пласта и в верхней части над ними располагаются деревянные прокладки из шахтной затяжки толщиной 0,03-0,04 м, объём которых в объёме полосы составляет до 2 %.

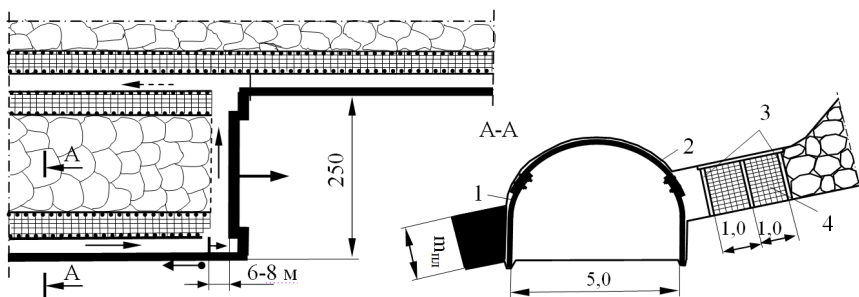


Рис. 5 Охрана штрека породными полублоками: 1 – ножка арочной крепи; 2 – верхняк арки; 3 – органная крепь; 4 – породные полублоки

Полоса из полублоков выкладывается в первую и третью смену двумя горнорабочими. Всего за сутки в двух полосах шириной по 2 м укладывается 2020 полублоков.

Опыт применения полос из полублоков показывает, что вертикальные и горизонтальные смещения боковых пород в выработках на сопряжении с лавой снижаются соответственно в 2,2-2,8 и 1,6-1,8 раза по сравнению с бутовыми полосами.

По данным разных авторов [3,5-7] можно представить совмещенную диаграмму изменения скорости набора несущей способности искусственных опорных конструкций, возводимых вслед за лавой по бровкам выемочных выработок (рис. 6), из которой видно, что применение породных полублоков позволяет обеспечить эффективное поддержание выработок на наиболее ответственном участке – в зоне интенсивного обрушения пород непосредственной и основной кровли в выработанном пространстве лавы.

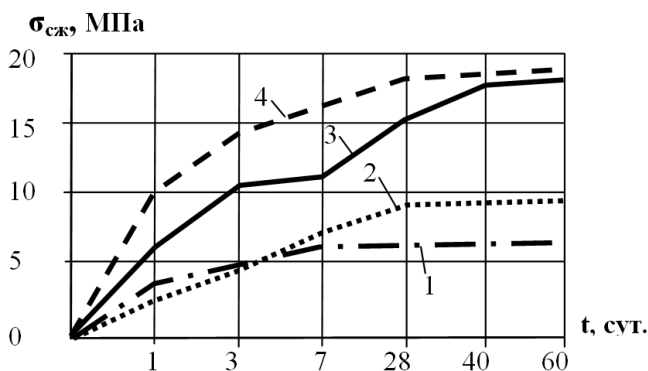


Рис. 6 Диаграмма изменения предела прочности на сжатие: 1 – бутоклетей; 2 – бутовой полосы; 3 – литой полосы; 4 – полосы из полублоков

Полоса из породных полублоков значительно быстрее набирает несущую способность (через 1 сутки – 10 МПа, а через четверо суток – 15 МПа), что в полтора раза больше чем при литой полосе, которая в это время (в период наибольших смещений боковых пород) находится на этапе кристаллизации материала и набора своих прочностных свойств. По сравнению с клетями и бутовой полосой несущая способность полосы из полублоков выше в 2,5 – 3 раза, что позволяет обеспечить минимальные смещения пород кровли и боков выработки в зоне влияния очистных работ.

Таким образом, исходя из опыта применения способов охраны подготовительных выработок на шахтах Донбасса, можно сделать следующие выводы. Охрана выработок целиками угля в условиях глубоких шахт не перспективна и в последнее время применяется всё реже. Вызвано это тем, что при средней глубине ведения горных работ в Донбассе 850 м необходимо оставлять целики достаточно больших размеров, что не целесообразно и экономически не выгодно. Данный способ охраны широко применялся на глубинах разработки до 300 м.

При сплошной системе разработке, которая в последние годы используется в условиях глубоких шахт из-за наличия неустойчивых боковых пород, высокой газоносности и выбросоопасности разрабатываемых угольных пластов широко применяется способ охраны штреков бутовыми полосами в сочетании с искусственными сооружениями (деревянные костры, тумбы БЖБТ и т.д.). Важным достоинством здесь является простота и дешевизна возведения искусственного сооружения. Кроме того, порода от проведения выемочных выработок вслед за лавой используется для возведения бутовых полос и не выдается на поверхность. Однако невысокая жесткость бутовых полос и значительные смещения боковых пород на сопряжении выемочных выработок с очистным забоем заставляют отказываться от их применения и переходить к использованию жестких полос из полублоков (опыт работы шахтоуправления «Донбасс»).

При комбинированной системе разработки с прямоточной схемой проветривания выемочного участка наиболее перспективным является охрана штреков жесткими литыми полосами (опыт работы шахты «Красноармейская-Западная» №1). Объясняется это тем, что на сопряжении лавы со штреком жесткие полосы обеспечивают минимальное оседание пород кровли со стороны выработанного пространства и охранная полоса по своей податливости приближается к податливости краевой части массива угля. Охранная полоса практически сразу оказывает нарастающий отпор интенсивно оседающим породам кровли и выполняет роль «режущей» крепи, способствующей разлому и обрушению зависающих породных консолей вдоль поддерживаемой выработки.

Возведение литых полос вдоль штрека способствует также уменьшению утечек воздуха через выработанное пространство. Главным недостатком данного способа остаётся его дороговизна и сложность обслуживания оборудования, применяющегося для возведения литых полос, что сдерживает его широкое применение.

Литература

1. Борисов А.А. Механика горных пород и массивов. М.: Недра, 1980. – 360 с.
2. Худин.Ю.Л., Устинов М.И., Брайцев А.В., Ардашев К.А., Бажин Н.П. и др. Бесцеликовая отработка пластов. М.Недра, 1983. – 280 с.
3. Черняк И.Л., Бурчаков Ю.И. Управление горным давлением в подготовительных выработках глубоких шахт. М.: Недра, - 1984. 304 с.
4. Каретников В.Н., Клейменов В.В., Нуждихин А.Г. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок. Справочник – М.: Недра, 1989. – 571 с.
5. Черняк И.Л., Ярунин С.А. Управление состоянием массива горных пород. М.: Недра, 1995. – 395с.
6. Литвинский Г.Г., Гайко Г.И., Кулдыркаев М.И. Стальные рамные крепи горных выработок. – К.: Техніка, 1999. – 216 с.
7. Усаченко Б.М., Чередниченко В.П., Головчанский И.Е. Геомеханика охраны выработок в слабометаморфизованных породах. К.: Наукова думка, 1990 – 144 с.
8. Заславский И.Ю., Компанец В.Ф., Файвищенко А.Г., Клещенко В.М. Повышение устойчивости подготовительных выработок угольных шахт. М.: Недра, 1991. – 235 с.
9. Chudek M. Geomechanika z podstawami ochrony środowiska górniczego i powierzchni terenu. Wyd. Pol. Śl., Gliwice, 2002.
10. Якоби О. Практика управления горным давлением. М.: Недра, 1987. – 566 с.

УДК 622.831.3

СОЛОВЬЕВ Г.И., НЕГРЕЙ С.Г., МОКРИЕНКО В.Н., КАСЬЯНЕНКО А.Л.
(ДОННТУ), ЛЯШОК Я.А., БАЧУРИН Л.Л., БЕЛОГУБ О.Ю. (КИИ ДОННТУ)

О СПОСОБАХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫДАВЛИВАНИЯ ПОРОД ПОЧВЫ ВЫЕМОЧНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

Рассмотрены новые способы обеспечения устойчивости пород почвы выемочных выработок глубоких шахт в зоне влияния очистных работ

При поддержании подготовительных выработок глубоких шахт Донбасса в зоне влияния очистных работ основной формой проявления горного давления являются смещения боковых пород на контуре выработок. В результате этих смещений происходит деформация и разрушение элементов крепи и пучение пород почвы, что негативно сказывается на состоянии выработок и делает невозможным их безремонтное поддержание. Причем большая доля ремонтов (до 60-80%) связана с ликвидацией последствий процесса пучения пород почвы [1-4].

Пучение почвы выработки представляет собой сложный процесс, обусловленный целым рядом взаимосвязанных факторов, которые предопределя-