

А.М. Кузьменко, д. т. н., проф.
(ГБУЗ «Национальный горный университет»),
А.А. Козлов, директор,
А.В. Хейло, зам. директора
(ООО «Краснолиманское»)

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРНОГО МАССИВА В ЗОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ПРИБЛИЖЕНИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Розглянуто зміни стану гірського масиву при розвитку очисних робіт біля конвеєрного ходка, розташованого у виїмковому полі, та деформації гірничих виробок і робочого простору лави

STRAIN-STRESS STATE OF ROCK MASSIF WITHIN THE ZONE OF DISPOSITION MINE WORKINGS DURING STOPE APPROACH

Changes of rock massif conditions during stoping near the conveyor passway located in the extracted field and deformation of mine workings and work space of a lava are considered.

1 Введение

На шахтах Донбасса использование имеющегося ресурса очистных механизированных комплексов сдерживается природными и техногенными образованиями структур вмещающих пород. Для эффективного их применения и интенсификации технологии очистной выемки требуется увеличение размеров выемочных полей, что неизбежно приводит, в отдельных случаях, к пересечению ранее пройденных подготовительных выработок или проведения новых секущих выработок (ходок) для проветривания и безопасности ведения горных работ.

2 Рассматриваемый вопрос

Наличие горных выработок на пути движения очистного забоя является одним из техногенных образований. Их переход очистными работами требует дополнительных затрат и создает трудности, но при этом не теряется работа по пласту и механизированный комплекс не подвергается демонтажно-монтажным работам. Это важно для сохранения работоспособности высокопроизводительного оборудования.

Техническую задачу по переходу очистными работами 2-й северной лавы флангового конвейерного ходка уклона №1 необходимо было решать на шахте ООО «Краснолиманская» при столбовой системе разработки по простиранию угольного пласта. Длина выемочного столба составляла 2700 м, длина лавы – 250 м. Лава оборудована очистным механизированным комплексом типа ДМ, в состав которого входил очистной комбайн УКД-200 и забойный конвейер СП-301М/90УЗ.

Конвейерный ходок предназначался для ведения аварийно-спасательных работ (АСР) и делил уклонную часть шахтного поля на части. Форма арочная, сечение 21,0 м². После осадки выработки сечение в свету сократилось до 17,8

м² при ширине ходка 5,25 м и высоте 3,67 м. В выемочном поле конвейерный ходок расположен диагонально к выработкам.

3 Постановка задачи

Исходными данными для расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) вмещающих пород принят стратиграфический разрез и физико-механические свойства угольных пластов m_4^2 и литологических разностей по данным разведочной скважины.

На глубине ведения горных работ 520 м пласт m_4^2 имеет мощность 0,99-1,26 м, залегает под углом падения до 10°. Вмещающие породы представлены толщей чередующихся слоев песчаника, алевролита и аргиллита, угольные пласты, прослои и известняки. Преобладающими породами в свите являются песчаники, которые составляют 51%.

На сопряжении откаточного штрека с конвейерным ходком кровля угольного пласта m_4^2 представлена известняком мощностью 1,5 м. Над ним залегает глинистый сланец мощностью 5 м и песчанистый сланец мощностью 6 м. В почве пласта залегают сланцы: глинистый мощностью 6 м, песчанистый - 5 м и глинистый - 5 м.

Откаточный штрек 2-й северной лавы имеет арочную форму и закреплен металлическим спецпрофилем СВП-27, шаг установки крепи 1,0 м.

Для решения поставленных задач использован метод математического моделирования, в основу которого положены теоретические разработки, изложенные в работах [1-3]. Геомеханическая модель учитывает особенности сдвижения горного массива с его послойным делением и участие каждого слоя в формировании нагрузок на крепь горных выработок. Учитывается послойный изгиб пород с расслоением и образованием полостей, подвижки отдельных фрагментов слоев относительно друг друга.

В расчетной схеме представлено сопряжении откаточного штрека с фланговым конвейерным ходком под углом 85° (Рис. 1).

Зависание массы пород кровли у границы массива зависит от пролетов сопрягающихся выработок и угла сопряжения.

Величина расчетного предельного пролета (l_m) и плотности пород (γ) определяется из выражения

$$l_m = \gamma a \cos(\theta \frac{a}{2b}) + b \cos(\theta \frac{b}{2a})$$

где a и b – соответственно ширина откаточного штрека и конвейерного ходка, м; θ – угол встречи откаточного штрека и конвейерного ходка, град;

$$\gamma = (1 + 0,6 \sin(\frac{\theta}{2})).$$

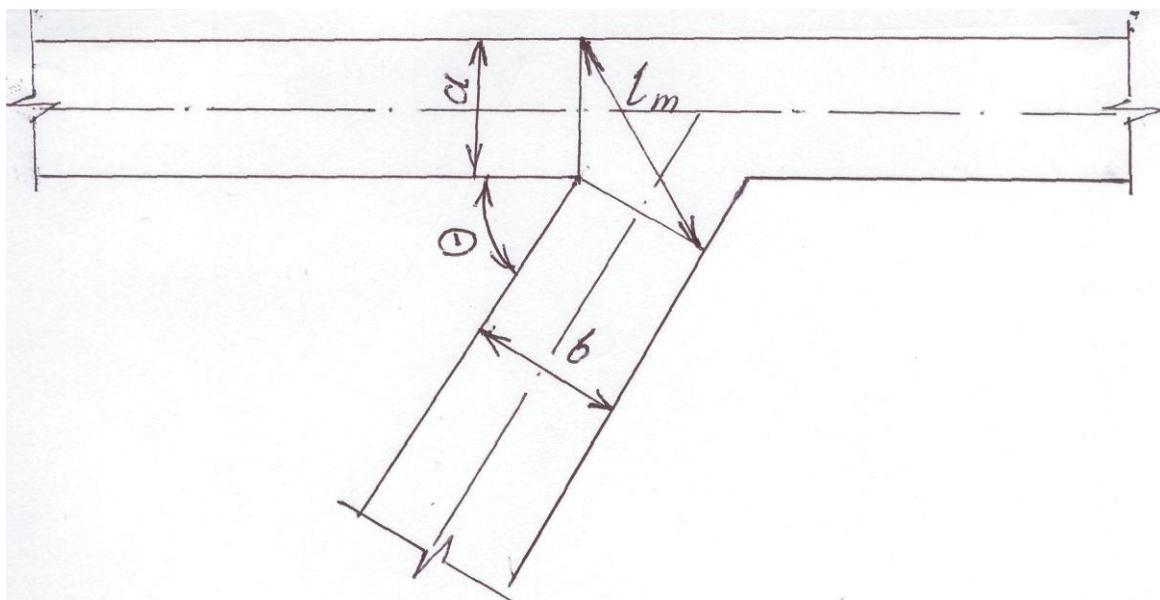


Рис.1 - Расчетная схема к определению предельного пролета на сопряжении откаточного штрека и конвейерного ходка

4 Результаты исследования

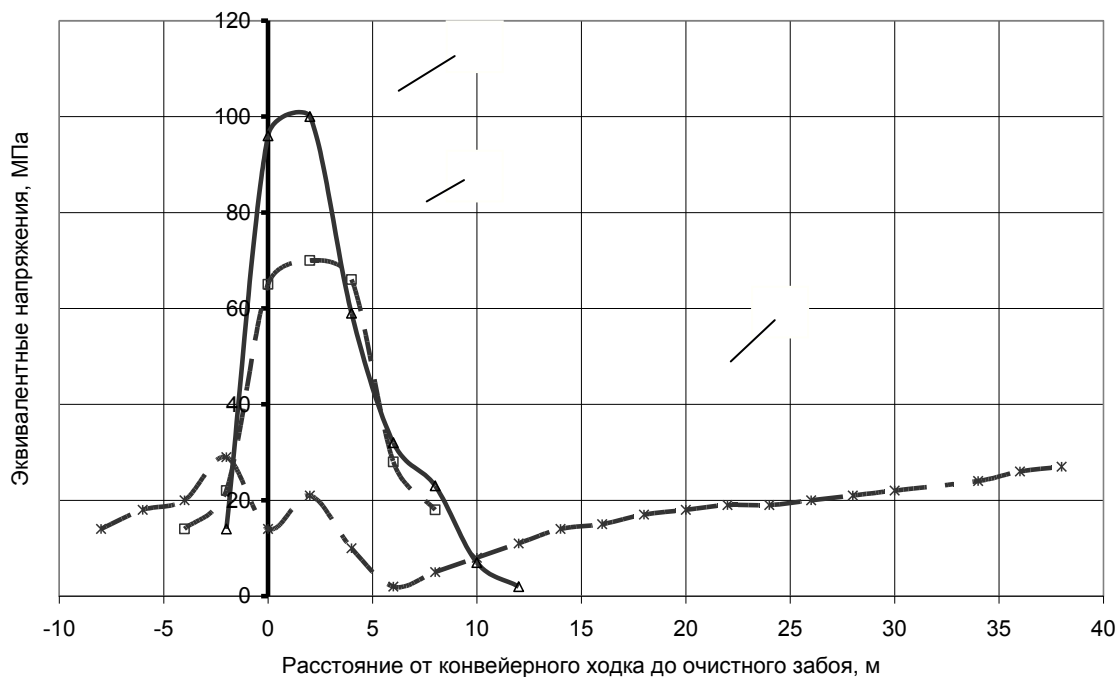
Поперечное сечение сопряжения ходка с откаточным штреком деформируется во времени независимо от приближения очистных работ. В расчетной схеме степень деформации ходка после проходки принята равной, происходящей за 200 суток.

Анализ результатов расчета показывает, что за этот период времени опускание кровли ходка над серединой сопряжения с откаточным штреком не превышает 120 мм. Зона опорного давления имеет ширину до 8 м, и максимальное значение нормальной нагрузки составляет около 34 МПа. Обе выработки находятся в нормальном эксплуатационном состоянии. Характер распределения эквивалентных напряжений по длине породных слоев и в средней части ходка приведен на рис. 2.

Из анализа этих графиков можно констатировать, что максимальные эквивалентные напряжения в основной кровле не превышают прочности породы на одноосное сжатие. В непосредственной кровле эквивалентные напряжения имеют максимальное значение вблизи плоскости забоя лавы, и есть высокая вероятность образования трещины.

При наличии угольного целика по падению, оставленного между камерой и очистным забоем, эквивалентные напряжения будут меньше. Для оставления целика в этом случае сбойку переходить под углом.

На сопряжении выработок почва представлена породами глинистого сланца мощностью 2,7 м, который расслаивается на пачки мощностью от 0,5 м до 0,9 м. Максимальная величина поднятия почвы достигает 350 мм над серединой выработки, а в верхней ее пачке возникают вертикальные трещины глубиной до 1899 мм.



1 - в основной кровле; 2 - в непосредственной кровле; 3 – над ходком.
 Рис.2 – Графики изменения эквивалентных напряжений в породных слоях кровли пласта и над ходком

При сокращении расстояния между очистным забоем и конвейерным ходком их опорные зоны накладываются друг на друга. Характер распределения нормальных нагрузок меняется на сопряжении выработок. Происходит наложение нормальных нагрузок от конвейерного ходка и очистного забоя. В зоне влияния опорного давления на сопряжении сбойки с откаточным штреком максимальные опускания кровли сбойки увеличились в 2 раза. Заметно увеличились поднятия почвы. На сопряжении выработок поднятия почвы достигают 410 мм, а глубина разрушения пород над серединой конвейерного ходка достигает практически 3 м (вертикальная трещина).

Из анализа полученных результатов математического моделирования следует, что при приближении линии очистного забоя к сопряжению откаточного штрека и конвейерного ходка опускание пород кровли увеличивается в 1,5 раза, а поднятие почвы выработки в 1,7 раза. Глубина развития трещины на середине выработки увеличивается от 1,26 до 2,0 раз.

При приближении очистного забоя к конвейерному ходу максимальные опускания непосредственной кровли достигнет 530 мм у границы выработанного пространства. При вынимаемой мощности пласта 1, 26 м минимальная высота комплекса должна быть не менее 770 мм. Если вблизи места передвижки комплекса со стороны падения будет находиться целик шириной 1,5-2,0 м, то опускание непосредственной кровли уменьшится с 400 мм до 320 мм, а у границы выработанного пространства уменьшится с 530 мм до 470 мм.

Следовательно, для безопасного ведения горных работ и уменьшения по-

садки комплекса «на жестко» переход конвейерного ходка следует осуществлять под углом к очистному забою.

Для предотвращения вывалообразования в зоне наложения динамической зоны опорного давления лавы и стационарного опорного давления конвейерного ходка необходимо заменить крепь флангового конвейерного ходка с арочной металлокрепью КМП-А3-18,3 на смешанную крепь, состоящую из металлического верхняка СВП-27 и деревянных стоек усиления \varnothing 180-200 мм. Дополнительно устанавливаются усиливающую полимерно-анкерную крепь, и усиливающие деревянные стойки.

В обе стороны от места перекрепления на расстоянии 5 м, под брус и на брус, устанавливаются не менее 2 стоек комлем вверх. Длина для каждой стойки определяется индивидуально в месте ее установки.

Выводы

В зоне влияния опорного давления на сопряжении сбойки с откаточным штреком максимальные опускания кровли сбойки увеличились в 2 раза.

Необходимо заблаговременно производить перекрепление горной выработки, которая находится на пути подвигания лавы, и делать ее форму удобной для вхождения очистного механизированного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савостьянов А.В., Клочков В.Г. Управление состоянием массива горных пород. - К. : УМК ВО, 1992. - 276 с.
2. Савостьянов А.В., Кузьменко А.М. К вопросу о теории сдвижения слоистого горного массива при подземной разработке угольных месторождений. //Материалы международной конференции «Форум горняков – 2006». –Д.: Национальный горный университет, 2006. – С. 112-117.
3. Кузьменко О.М., Савостьянов О.В., Рябічев В.Д. Вплив технологичних параметрів виймання вугілля на структурні зміни гірського масиву/ Сб. наук. праць II Міжнародної наук.-практ. конф. 05-12 жовтня 2008 р. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. – С.113-116.