

УДК 622.268.13: 622.268.7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОРОДНО-АНКЕРНЫХ И ОХРАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА СОПРЯЖЕНИИ ЛАВЫ С ВЫЕМОЧНЫМ ШТРЕКОМ

А. П. Круковский, С. А. Курнос, В. В. Круковская, Д. И. Аверкин, В. В. Задерий

Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины

ул. Симферопольская, 2а, г. Днепр, 49005, Украина. E-mail: igtm@ukr.net

Рассмотрены вопросы поддержания и охраны выемочных штреков при помощи комплексной рамно-анкерной крепи и охранных конструкций. Приведены результаты расчета напряженного состояния горных пород вокруг выемочного штрека с рамной и анкерно-рамной крепью, с охранными конструкциями, на сопряжении с лавой. Показано, что в большей части породно-анкерного перекрытия напряжения от воздействия лавы не превысили допустимые по прочности, применение охранных конструкций позволяет управлять опусканием породной консоли. Разработан метод определения рациональных параметров бетонной пакетированной полосы для новой технологии охраны выемочных штреков. Разработанный метод позволяет по относительной усадке пакетированной полосы определять нагрузку на нее в любой момент времени, в зависимости от расстояния до забоя лавы; устанавливать максимально допустимую скорость подвигания очистного забоя; корректировать параметры ограждающей органной крепи при заданной скорости подвигания лавы.

Ключевые слова: сопряжение «лава-штрек», анкерное крепление, охранные конструкции, бетонная пакетированная полоса.

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОРОДНО-АНКЕРНИХ ТА ОХОРОННИХ КОНСТРУКЦІЙ НА СПОЛУЧЕННІ ЛАВИ З ВІЙМКОВИМ ШТРЕКОМ

О. П. Круковский, С. А. Курнос, В. В. Круковська, Д. І. Аверкін, В. В. Задерій

Институт геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України

вул. Сімферопольська, 2а, м. Дніпро, 49005, Україна. E-mail: igtm@ukr.net

Розглянуто питання підтримки та охорони виїмкових штреків за допомогою комплексного рамно-анкерного кріплення і охоронних конструкцій. Наведено результати розрахунків напруженого стану гірських порід навколо виїмкового штреку з рамним та анкерно-рамним кріпленням, з охоронними конструкціями, на сполученні з лавою. Показано, що в більшій частині породно-анкерного перекриття напруження від дії лави не перевищують допустимі за міцністю, застосування охоронних конструкцій дозволяє управляти опусканням породної консолі. Розроблено метод визначення раціональних параметрів бетонної пакетованої полоси для нової технології охорони виїмкових штреків. Розроблений метод дозволяє за відносною усадкою пакетованої полоси визначити навантаження на неї в будь-який момент часу, в залежності від відстані до вибою лави; встановлювати максимально припустиму швидкість посування очистного вибою; коректувати параметри огорожувального органного кріплення при заданій швидкості посування лави.

Ключові слова: сполучення «лава-штрек», анкерне кріплення, охоронні конструкції, бетонна пакетована полоса.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Среди подготовительных выработок выемочные штреки находятся в наиболее сложных горнотехнических условиях. Наличие сопряжения с лавой способствует существенной интенсификации процессов деформирования крепи штреков и вмещающих их пород. Эффективное поддержание выемочных штреков достигается путем применения комплексной рамно-анкерной крепи [1]. При этом важное значение имеет технология охраны сопряжения. В условиях средне- и труднообрушаемых кровель угольного пласта, наиболее эффективными являются жесткие охранные конструкции, основу которых составляет бетон (литая полоса, бетонные блоки (БЖБТ) и т.д.) [2–3].

Основными недостатками полос, выкладываемых из различных бетонных блоков, являются их относительно низкая прочность (разрушение происходит на контакте соседних блоков), значительная податливость (за счет раздавливания деревянных прокладок), а также существенная трудоемкость и травмоопасность работ [4].

Недостатками применяемых в Украине технологий сооружения литых полос являются:

- использование дополнительного оборудования (бетономешалка и насос), загромождающего выемочный штрек;

- невозможность создания своевременного подпора пород подработанной кровли (технологический зазор составляет не менее 150 мм).

Зарубежные технологии имеют высокую производительность за счет частичной автоматизации процессов сооружения полос [5]. К их недостаткам относятся:

- технологический зазор не менее 150 мм;

- сброс большого количества воды в выработанное пространство, что при склонах к размоканию породах почвы интенсифицирует ее пучение;

- значительные капиталовложения в дорогостоящее оборудование и его обслуживание.

Нами разработана и запатентована (Способ охраны подготовительной выработки, Патент Украины № 92305) новая технология охраны сопряжений бетонной пакетированной полосой (ПП) [6]. Она предусматривает выкладку пакетов с сухой цементно-минеральной смесью на сопряжении штрека с лавой (с минимальным отставанием от ее забоя) и после-

дующее затворение смеси водой через игольчатый иньектор. Высокая эластичность пакетов позволяет выкладывать полосу вплотную к подработанной кровле, что исключает технологический зазор. Кроме того, расширение смеси на 3 % в процессе затвердения создает распор кровли-почвы. Так как затвердение смеси происходит в условиях конвергенции сопряжения, наиболее опасным для сохранности ПП является период времени, в течение которого бетон набирает основную часть своей прочности. Эффективность применения данной технологии зависит от грамотного выбора параметров самой бетонной полосы, а также схем анкерования сопряжения (кровли и почвы угольного пласта) и ограждающей крепи из лесоматериалов.

Цель работы – разработать метод определения рациональных параметров породно-анкерных и охранных конструкций для эффективного поддержания выемочных штреков на сопряжении с лавой.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Применение анкерного крепления выемочных штреков существенно снижает расслоение подработанных пород и замедляет процесс нагружения охранных конструкций [7–8], сохраняет вмещающие породы в природном, монолитном состоянии, что способствует уменьшению интенсивности водопри токов и размеров области фильтрации вокруг выработки при повышенной обводненности [9].

Для исследования влияния анкерной крепи на напряженно-деформированное состояние прикон турных пород на сопряжении «лава-штрек» использовался разработанный в ИГТМ НАНУ способ исследования состояния горного массива вокруг горной выработки с анкерной крепью (Патент Украины № 100666). Получены следующие результаты.

На рис. 1 представлено распределение значений параметров Q и P , характеризующих напряженное состояние углепородного массива на сопряжении «лава-штрек», закрепленном рамной крепью.

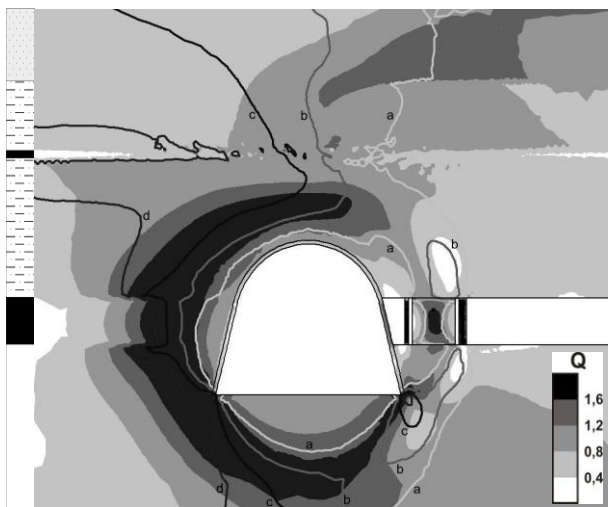


Рисунок 1 – Распределение значений параметров Q и P вокруг выемочного штрека с рамной крепью и охранными конструкциями:
а – $P = 0,1$; б – $P = 0,2$; в – $P = 0,4$; д – $P = 0,6$

$$Q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\gamma H}, \quad P = \frac{\sigma_3}{\gamma H},$$

где σ_1 , σ_3 – максимальная и минимальная компоненты тензора главных напряжений, МПа; γ – усредненный вес вышележащих горных пород, Н/м³; H – глубина разработки, м.

В горных породах в непосредственной близости от контура выработки минимальная компонента напряжений становится близкой к нулевому значению. Разрушение приконтурного массива в таких условиях происходит посредством разделения его на отдельные слабо взаимодействующие блоки и требует на свое развитие минимальных затрат энергии. Для выработки с рамной крепью усилия, прижимающие блоки друг к другу в своде выработки, незначительны, и сцепление между ними низкое, поэтому нарушенные горные породы в своде обрушения с отходом забоя под действием собственного веса приобретают возможность смещений в выработку. В результате таких смещений происходит разрыхление горных пород свода и снижение действующей здесь минимальной компоненты напряжений.

При отработке лавы справа правая породная стена, поддерживающая кровлю выработки, удалена, и горные породы в кровле с этой стороны выработки разгружены от действовавших напряжений. Изолинии параметра P в правой части рисунка охватывают выработанное пространство лавы, причем изолиния а, $P = 0,1$, очерчивающая зону полного разрушения в этом сечении, поднимается над лавой на высоту, превышающую четырехкратную мощность угольного пласта.

На рис. 2 показаны зоны неупругих деформаций на сопряжении «лава-штрек», закрепленном рамной крепью.

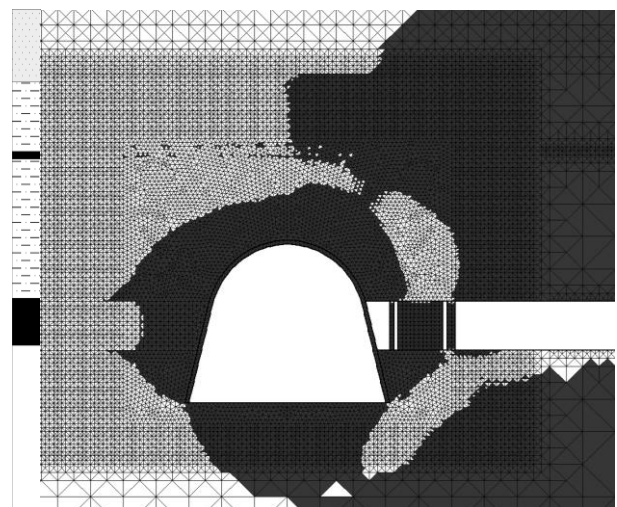


Рисунок 2 – Зона неупругих деформаций вокруг выемочного штрека с рамной крепью и охранными конструкциями

Напряженное состояние пород слева достигло максимума разнокомпонентности. Развитие разрушения горных пород в левом боку выработки будет ускорять процессы потери устойчивости штрека и обрушения пород кровли штрека и лавы. При этом область $0,8 < Q < 1,2$ распространилась далеко вправо и вверх над всем выработанным пространством, сформировав зону возможного обрушения разрушенной горной породы от середины кровли выработки вправо и вверх.

Таким образом, при использовании рамной крепи очистные работы в угольном пласте будут приводить к формированию зоны возможного обрушения разрушенной горной породы под действием собственного веса от середины кровли выработки вправо и вверх. Развитие разрушения горных пород в левом боку выработки будет ускорять процессы потери устойчивости штрека и обрушения пород кровли штрека и лавы.

Напряженное состояние углепородного массива на сопряжении «лава-штрек», закрепленном анкерной крепью, значительно улучшилось, рис. 3.

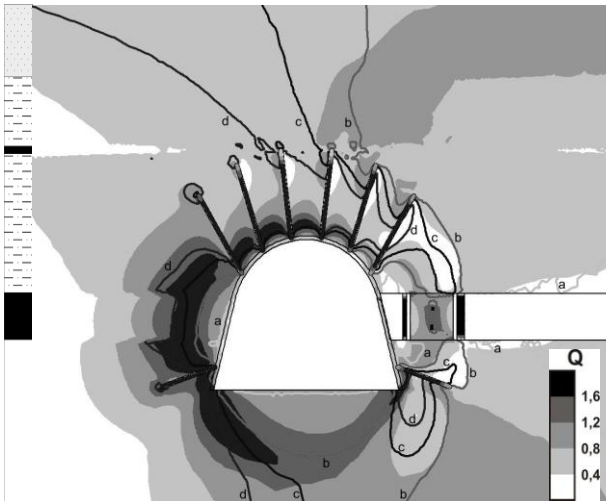


Рисунок 3 – Распределение значений параметров Q и P на сопряжении «лава-штрек», выемочный штрек закреплен анкерно-рамной крепью:
 а – $P = 0,1$; б – $P = 0,2$; в – $P = 0,4$; д – $P = 0,6$

Вытянутая вправо и вверх область $0,8 < Q < 1,2$ рассечена образованным анкерной крепью породным перекрытием на две части. Зависающая над выработанным пространством породная консоль сохраняет устойчивость еще на определенном отрезке за лавой. Установленные в кровле анкера формируют породно-анкерный блок, который сохраняет свою цельность и после прохода лавы. По сравнению с выработкой с рамной крепью, рис. 1, изолиния a ($P = 0,1$) охватывает уже значительно меньшую площадь благодаря сдерживающему влиянию левого бокового анкера.

На рис. 4 показаны зоны неупругих деформаций на сопряжении «лава-штрек», закрепленном рамно-анкерной крепью.

Область неупругих деформаций после прохода лавы в приконтурных породах выработки с анкерной крепью, рис. 4, значительно отличается от выработки с рамной крепью, рис. 2. При рамном креплении зона неупругих деформаций состоит из связанного участка, охватывающего весь левый борт выработки и ее кровлю. Применение анкеров разделяет этот участок на большое число мелких, не связанных между собой областей, площадь которых значительно меньше, чем в предыдущем случае.

Таким образом, в большей части породно-анкерного перекрытия напряжения от воздействия лавы не превысили допустимые по прочности. В этой связи процесс разрушения перекрытия не будет происходить, и после прохода лавы грузонесущее перекрытие выработки остается в работоспособном состоянии.

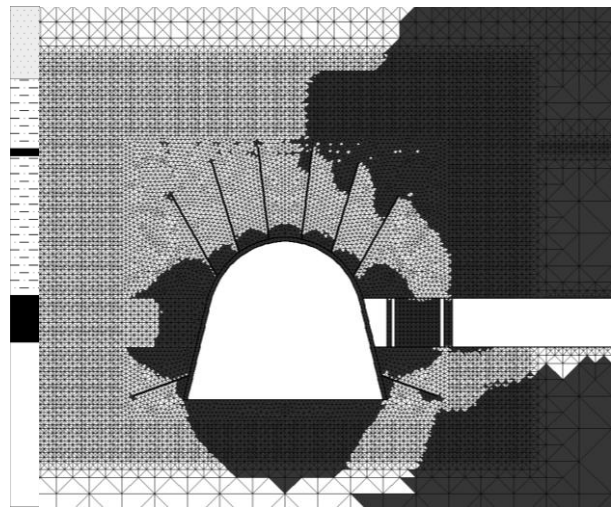


Рисунок 4 – Область неупругих деформаций на сопряжении «лава-штрек», выемочный штрек закреплен анкерно-рамной крепью

Параметры и схема расположения анкеров для выемочных штреков рассчитываются согласно СОУ 10.1.05411357.010:2014 (Система обеспечения надежного и безопасного функционирования горных выработок с анкерной крепью). Для того, чтобы охранная полоса работала как жесткая обрезная конструкция, заанкеренная область кровли не должна выходить за дальний (от контура штрека) край полосы.

На устойчивость почвы выработки оказывает влияние прочность слоя пород мощностью, равной ширине выработки. Согласно «Технологическому регламенту поддержания повторно используемых выемочных штреков комбинированными охранными системами» минимальное расстояние охранной полосы от контура штрека в проходке (ширина бермы) принимается равным высоте нижней подрывки (высоте бермы) при прочности пород на сжатие менее 40 МПа (П1-П2 по классификации ДонУГИ) и 0,6 высоты бермы при большей прочности пород (П3). С увеличением расстояния охранной полосы от контура штрека, возрастает нагрузка на арочную

крепь от консоли зависающих над сопряжением пород. Поэтому при разработке паспорта крепления, с целью снижения нагруженности рамной крепи, следует стремиться к минимизации ширины бермы. Анкерование бермы позволяет уменьшить ее ширину на 30-40 %, в зависимости от прочности пород почвы [10–11]. Опережение анкерования бермы относительно линии забоя лавы должно быть не менее 30 м.

Для дополнительного укрепления штрека в период влияния зоны опорного давления лавы, с опережением забоя не менее 30 м, по оси штрека под каждую раму устанавливаются деревянные ремонтники, которые демонтируются после прохода лавы, на расстоянии от нее не менее 70 м.

Ограждающая крепь представляет собой различные варианты сочетания органичных рядов с отдельными стойками и располагается по обеим сторонам бетонной пакетированной полосы, сооружаемой следом. Основной задачей данной крепи является предохранение бетона от запредельного деформирования в начальный период отхода лавы. В процессе подвигания фронта очистных работ происходит расслоение пород подработанной кровли угольного пласта, что обуславливает возрастание нагрузки на околострековую охранную конструкцию. При этом величина нагрузки зависит как от горно-геологических условий (прочности и обрушаемости пород кровли угольного пласта, глубины разработки и т.д.), так и от технологических факторов (прежде всего, скорости подвигания очистного забоя, паспорта крепления штрека и вынимаемой мощности угольного пласта).

Изменение с течением времени прочностных характеристик бетонной полосы (предела прочности на сжатие $R_{сж}$, остаточной прочности $R_{ост}$ и относительной усадки $\Delta h_{пол}$) при различных температу-

рах окружающей среды и вынимаемой мощности угольного пласта, определено нами в лабораторных условиях методом физического моделирования [12]. Влияние горно-геологических и горнотехнических факторов на формирование нагрузки на околострековую охранную конструкцию и ее деформирование в процессе ведения очистных работ было исследовано в шахтных условиях [6, 11]. На основе анализа и обобщения результатов комплексных исследований, построена номограмма для определения рациональных параметров охраны сопряжения лавы со штреком с использованием бетонной пакетированной полосы, рис. 5.

В квадранте «А» данной номограммы расположены графики изменения с течением времени расстояния от рассматриваемого сечения охранной полосы до очистного забоя при различных скоростях подвигания лавы. Технология сооружения ПП позволяет выдерживать отставание полосы от линии забоя лавы в пределах 3-4 м [6]. Поэтому, с учетом запаса прочности, отсчет расстояния от фронтальной части ПП до забоя лавы начинается с максимального значения, предусмотренного технологией, т.е. с 4 м (рис. 5, квадранты А и В):

$$l_{лав} = V_{лав} \cdot \tau + l_{остм}, \quad (1)$$

где $l_{лав}$ – расстояние от фронтальной части ПП до забоя лавы, м; $V_{лав}$ – скорость подвигания лавы, м/сут.; τ – время, прошедшее с момента затворения смеси водой в рассматриваемом сечении ПП, сут.; $l_{остм} = 4 \text{ м}$ – отставание фронта ПП от забоя лавы, м.

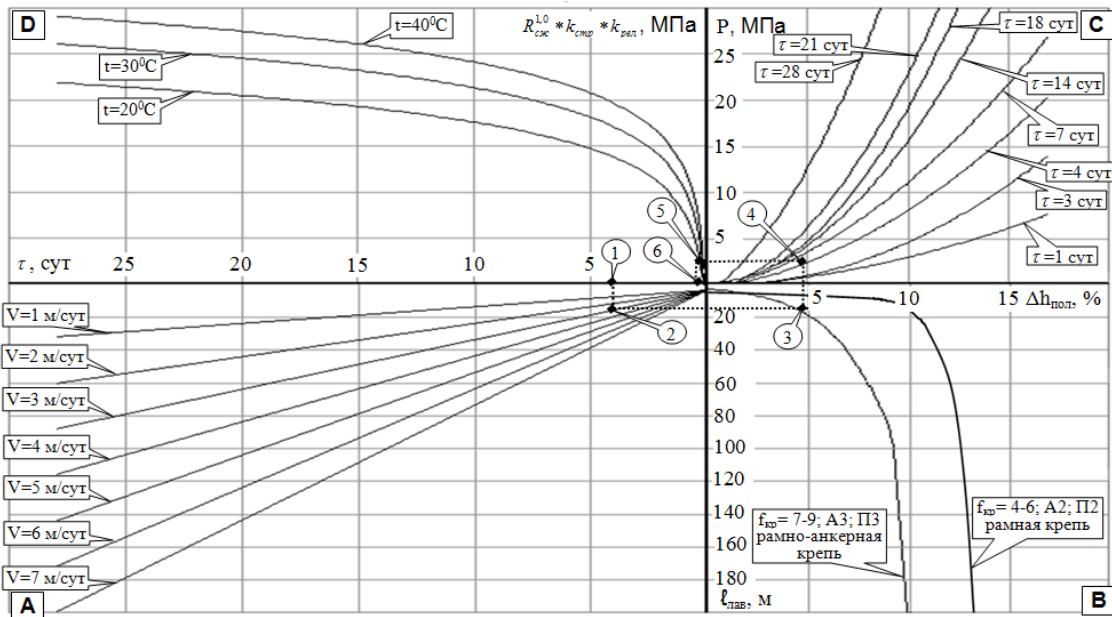


Рисунок 5 – Номограмма для определения параметров охраны сопряжения лавы со штреком

В квадранте «В» розміщені залежності відносної усадки ПП від розстання до забоя лави. Вони отримані в шахтних умовах шляхом вимірювання висоти охротної смуги по мірі віддалення лави. Характер даних залежностей визначається горно-геологічними умовами (прежде всего, категорією кровлі по обрушаємості, стійкістю ґрунту і температурою шахтної середовища), а також технологічними факторами (швидкістю підвигання лави, паспортом кріплення шпурів і параметрами околушпурового охротної споруди). Квадрант «В» містить 2 графіки. По мірі проведення досліджень в інших умовах, дані будуть поповнюватися.

В квадранте «С» поміщені залежності відносної усадки ПП висотою 1 м від діючої на неї навантаження на різних часових етапах затвердіння суміші (при міцнісних і деформісних параметрах цементно-мінеральної суміші, що відповідають вимогам «Технологічного регламенту підтримання повторно використовуваних виємочних шпурів комбінованими охротної системами»). Дані графіки отримані в лабораторних умовах методом фізичного моделювання з збереженням властивостей матеріалів.

Квадрант «Д» містить графіки набору міцності бетоном з теченням часу після затвердіння суміші водою, при різних температурах оточуючої середовища. Межа міцності на стиск встановлена за результатами випробування на пресі зразків бетону кубічної форми з відшліфованими поверхнями. З метою підвищення точності результатів, нами визначені безрозмірні коефіцієнти ослаблення бетонних смуг під впливом їх структури $k_{стр}$ і нерівностей рельєфу підготовлених і нароблених порід $k_{рел}$. Для пакетированої смуги $k_{стр} = 0,7$, що обумовлено неправильною геометричною формою пакетів з сумішшю, формують її структуру. При цьому нерівності навантажуваних поверхностей (порід кровлі і ґрунту) не мають впливу на межу міцності ПП – $k_{рел} = 1$.

В ІГТМ НАНУ встановлено, що при використанні для затвердіння суміші шахтних вод замість водопроточної води, міцність бетонів зменшується на 7–17 %, в залежності від хімічного складу води. Цей факт враховується коефіцієнтом впливу шахтних вод $k_{ш.в.} = 0,9$.

З збільшенням висоти пакетированої смуги інтенсифікується видавлювання її центральних шарів, в результаті чого межа міцності смуги на стиск зменшується по лінійній залежності [12]. Коефіцієнт ослаблення ПП визначається в відповідності з вираженням:

$$k_m = 1,22 - 0,22m_{вын}, \quad (2)$$

де k_m – безрозмірний коефіцієнт ослаблення ПП, що залежить від віднімаємої потужності вугільного пласта $m_{вын}$, м.

З урахування всіх коефіцієнтів ослаблення, межа міцності ПП визначається вираженням

$$R_{сж} = R_{сж}^{1,0} \cdot k_{стр} \cdot k_{рел} \cdot k_{ш.в.} \cdot k_m, \quad (3)$$

де $R_{сж}^{1,0}$ – межа міцності ПП на стиск при віднімаємої потужності вугільного пласта $m_{вын} = 1$ м.

Таким чином, послідовний перехід з квадранта А в квадрант D (проти годинникової стрілки, точки 1-6) дозволяє встановити максимально допустиму швидкість підвигання очистного забоя при параметрах охротної виробки, розрахованих в відповідності з СОУ 10.1.05411357.010:2014 (Система забезпечення надійного і безпечного функціонування горних виробок з анкерною кріпкою) і з «Технологічним регламентом підтримання повторно використовуваних виємочних шпурів комбінованими охротної системами» ІГТМ НАНУ.

Графіки в квадранте «В» відображають усадку пакетированої смуги з урахуванням опору огорожуючої кріпки з лісоматеріалів. Визначальною схемою розташування і щільності установки дерев'яних стоек приймаються в відповідності з «Технологічним регламентом підтримання повторно використовуваних виємочних шпурів комбінованими охротної системами». Замер в шахтних умовах усадки охротної смуги в якій-небудь часовий період її затвердіння і наступний розрахунок за номограмою (рис. 5) дозволяє коректувати параметри анкерної і огорожуючої органної кріпки при заданній швидкості підвигання лави.

ВИВІДИ. Розроблений метод визначення раціональних параметрів околушпурової охротної конструкції дозволяє:

- по відносній усадці пакетированої смуги визначати навантаження на неї в будь-який момент часу, в залежності від розстання до забоя лави;
- встановлювати максимально допустиму швидкість підвигання очистного забоя при параметрах охротної виробки, розрахованих в відповідності з Стандартом по анкерній кріпці і з «Технологічним регламентом...» ІГТМ НАНУ;
- коректувати параметри анкерної і огорожуючої органної кріпки при заданній швидкості підвигання лави.

ЛІТЕРАТУРА

1. Булат А.Ф., Виноградов В.В. Опорно-анкерне кріплення горних виробок вугільних шахт. – Дніпропетровськ, 2002. – 372 с.

2. Аверкин Д.И. Оценка влияния способов поддержания сопряжения лавы со штреком на характер деформирования подготовительной выработки // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2015. – Вып. 120. – С. 256–265.

3. Ning J.G., Wang J., Liu X.S., Qian K., Sun B. Soft-strong supporting mechanism of gob-side entry retaining in deep coal seams threatened by rockburst // International Journal of Mining Science and Technology. – 2014. – Vol. 24. – PP. 805–806.

4. Hua X.Z., Zhao S.H., Zhu H. Research on combined support technique of gob-side entry retaining // Rock and Soil Mechanics. – 2006. Vol. 27(12). – PP. 2225–2228.

5. Ma Z., Gong P., Fan J. Coupling mechanism of roof and supporting wall in gob-side entry retaining in fully-mechanized mining with gangue backfilling // Mining Science and Technology (China). – 2011. – Vol. 21. – PP. 829–833.

6. Опыт применения сборной охранно-изолирующей полосы из быстротвердеющей смеси «ТЕКНАРД» / С.А. Курносов, В.В. Задерий, А.А. Цикра [и др.] // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2013. – Вып. 112. – С. 267–280.

7. Круковский А.П. Изменение поля напряжений вокруг выработки с различными видами крепи при ее сохранении после прохода лавы // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2015. – № 121. – С. 39–47.

8. Геомеханическая оценка эффективности крепления и охраны участков выработок в условиях шахты «Партизанская» ГП «Антрацит» / Е.А. Сдвижкова, И.Н. Попович, И.В. Дудка [и др.] // Вісник Кременчуцького національного університету

імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ. – 2014. – Вип. 4/2014(87). – С. 129–133.

9. Виноградов Ю.А. Исследование водопритока в горную выработку в зависимости от способа ее крепления / Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Наукововиробничий збірник: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 1(15). – С. 89–95.

10. Круковский А.П. Исследование напряженно-го состояния горного массива вокруг выработки в зоне ее сопряжения с выработанным пространством лавы // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 91. – С. 239–244.

11. Влияние жесткости околострековых полос на конвергенцию контура выемочного штрека и состояние вмещающего массива / С.А. Курносов, А.А. Цикра, Д.И. Аверкин [и др.] // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2015. – Вып. 121. – С. 160–171.

12. Исследование влияния способов сооружения бетонных околострековых полос на их прочностные и деформационные параметры / С.А. Курносов, А.А. Цикра, Д.И. Аверкин [и др.] // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2015. – Вып. 122. – С. 128–139.

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS FOR THE ROCK-BOLTING AND PROTECTIVE STRUCTURES IN THE FACE END

A. Krukovskiy, S. Kurnosov, V. Krukovska, D. Averkin, V. Zaderiy

Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine
vul. Simferopolskaya, 2a, Dnepro, 49005, Ukraine. E-mail: igtm@ukr.net.

The paper covers issues of the gate road support and protection with the help of the integrated frame bolting and protective structures. **Purpose** – to develop a method of definition of rational parameters of rock-bolting and protective structures for the effective gate road support in the face end. **Methodology.** Study of the influence of roof bolting on the stress-strain state of the rock on the junction of «long face – gate road» was performed with the help of numerical simulation. Finite elements that simulate anchors and various security structures were added to the finite element mesh. **Results.** The rock stress state around the gate road was calculated for the cases with the frame and frame-bolting supports and with protective structures in the face end. The results showed that stress caused by the face effect did not exceed permissible strength in most part of the rock-bolting canopy, while application of protective structures made possible to control a rock-extension lowering. **Originality.** A new method was developed for determining the rational parameters for the concrete faggoted packs with new technology of the gate road protection. **Practical value.** This method can be used to effective gate road support. **Conclusions.** A new method allows: to determine, at any moment of time, a load on the faggoted pack by its relative shrinkage and depending on distance from the face; to set maximum speed limit for the longwall drivage; and to correct parameters of the shield-type cutting-off support at a predetermined speed of the longwall drivage. References 12, figures 5.

Key words: junction «longwall-gate road», anchoring, protective structures, concrete faggoted packs.

REFERENCES

1. Bulat, A.F., Vinogradov, V.V. (2002), *Oporno-ankernoe krepnenie gornyih vyirabotok ugolnyih shaht* [Bearing-bolt support of mine workings of coal mines], Dnipropetrovsk, Ukraine.
2. Averkin, D.I. (2015), "How methods of supporting the longwall and gallery ends impact on character of the preparatory roadway deformation", *Geotechnical Mechanics*, no. 120, pp. 256–265.
3. Ning, J.G., Wang, J., Liu, X.S., Qian, K., Sun, B. (2014), "Soft-strong supporting mechanism of gob-side entry retaining in deep coal seams threatened by rockburst", *International Journal of Mining Science and Technology*, vol. 24, pp. 805–806.
4. Hua, X.Z., Zhao, S.H., Zhu, H. (2006), "Research on combined support technique of gob-side entry retaining", *Rock and Soil Mechanics*, vol. 27, pp. 2225–2228.
5. Ma, Z., Gong, P., Fan, J. (2011), "Coupling mechanism of roof and supporting wall in gob-side entry retaining in fully-mechanized mining with gangue backfilling", *Mining Science and Technology (China)*, vol. 21, pp. 829–833.
6. Kurnosov, S.A., Zaderiy, V.V., Tsikra, A.A. et al (2013), "Experience in the application security team-insulating strip of fast-curing mixture «TEKHARD»", *Geotechnical Mechanics*, no. 112, pp. 267–280.
7. Krukovskiy, A.P. (2015), "Change of stress field around the mine working with different types of support which conserved after wall face driving", *Geotechnical Mechanics*, no. 121, pp. 39–47.
8. Sdvyzhkova, O., Popovich, I., Dudka, I., Kuziaieva, O. (2014), "Geomechanical estimating the efficiency of a roadway support and protection under conditions of «Partizanskaja» coal mine GP «Antransit»", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiyi National University*, vol. 4, no. 87, pp. 129–133.
9. Vinogradov, Y.A. (2015), "The study of water inflow in mines, depending on the method of fixing", *Suchasni resursoenerhozberihaiuchi tekhnologii himnychoho vyrobnytstva*, no. 1(15), pp. 89–95.
10. Krukovskiy, A.P. (2010), "Investigation of stress state of rock mass around workings in the zone of its conjunction with the longwall goaf", *Geotechnical Mechanics*, no. 91, pp. 239–244.
11. Kurnosov, S.A., Zaderiy, V.V., Pilyugin, V.I. et al (2015), "How the rib-side track rigidity impacts on the gate contour convergence and enclosing rock state", *Geotechnical Mechanics*, no. 121, pp. 160–171.
12. Kurnosov, S.A., Osenniy, V.Ya., Zaderiy, V.V., Tsikra, A.A., Averkin, D.I. (2015), "Research of interdependence between methods of concrete rib-side track building and the track strength and deformation parameters", *Geotechnical Mechanics*, no. 122, pp. 128–139

Стаття надійшла 30.08.2016.