

Оценка состояния приконтурного горного массива на сопряжении лавы с примыкающей выемочной выработкой

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-1-35-39>

При поддержании выработок в процессе эксплуатации проводятся работы по устранению последствий пучения пород почвы, возникающего при пластических деформациях с выдавливанием пород почвы в полость выработки под действием контурного горного давления.

Выявленные закономерности изменения напряженно-деформированного состояния углепородных массивов (смещений, напряжений, зон трещинообразования) в зависимости от основных горно-геологических и горно-технических факторов позволили установить оптимальные параметры крепления пород почвы и разработать технологические схемы крепления, позволяющие значительно уменьшить проявления пучения пород почвы горных выработок. Разработана и апробирована на шахтах Карагандинского угольного бассейна технология анкерного крепления приконтурных пород при проведении горных выработок на пологих и наклонных угольных пластах.

Ключевые слова: подземные горные выработки, напряжения, деформации, параметры крепления, геомеханические процессы, анкерная крепь, технологические схемы крепления, устойчивость породных обнажений, пучение почвы выработки, горно-технические факторы, углепородный массив, контур горной выработки, конвергенция.

Для цитирования: Оценка состояния приконтурного горного массива на сопряжении лавы с примыкающей выемочной выработкой / С.Б. Алиев, В.Ф. Демин, А.С. Кайназаров и др. // Уголь. 2023. № 1. С. 35-39. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-35-39.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Из опыта применения профилей большего типоразмера и увеличения плотности установки крепи следует, что даже при значительном увеличении металлоемкости крепления выработок и, соответственно, трудоемкости возведения рамной крепи общий эффект получается незначительным. Практика ее эксплуатации выявила ряд серьезных недостатков, которые приводят к значительным деформациям выработок: выполаживанию верхняков,

АЛИЕВ С.Б.

Академик НАН РК,
член Президиума АГН,
доктор техн. наук, профессор,
старший научный сотрудник ИПКОН РАН,
111020, г. Москва, Россия,
e-mail: alsamat@gmail.com

ДЕМИН В.Ф.

Иностраный член АГН,
доктор техн. наук,
профессор КарТУ им. А. Сагинова,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: vladfdemin@mail.ru

КАЙНАЗАРОВ А.С.

Канд. техн. наук,
заведующий кафедрой «Горное дело»
Экибастузского инженерно-технического
института имени академика К. Сатпаева,
141028, г. Экибастуз, Республика Казахстан,
e-mail: armanayun@mail.ru

МИЛЕТЕНКО Н.А.

Канд. техн. наук,
старший научный сотрудник
ИПКОН РАН,
111020, г. Москва, Россия,
e-mail: nmilet@mail.ru

выдавливанию в полость сечения боковых ножек, выходу из строя замковых соединений, незначительной реализации податливости крепи. При существенном повышении несущей способности крепи в жестком режиме работы не происходит значительного повышения несущей способности в податливом режиме, и конструктивная модернизация самой крепи и технологии ее установки не может обеспечить существенного повышения устойчивости выработок.

Одним из перспективных направлений технического прогресса в области крепления и поддержания горных выработок является реализация ресурсосберегающей технологии проведения подготовительных выработок с применением анкерного крепления, в том числе в сочетании с металлической арочной крепью с преимущественным использованием прямоугольной формы поперечного сечения.

Сложность использования технологии анкерного крепления и ее распространение при ведении горных работ определяются горно-геологическими условиями разработки угольных пластов [1, 2, 11].

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СХЕМ КРЕПЛЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ЛАВ С ВЫЕМОЧНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ

Анализ обследования состояния выработок шахт Карагандинского бассейна показал, что на стадии проходки примерно в 25–30% выработок происходят опасные деформации и потеря устойчивости породных обнажений. При эксплуатации повышенные деформации характерны для 40% выработок, расположенных вне зоны влияния очистных работ и 60% – при нахождении их в зоне влияния очистных работ. Основной причиной ухудшения состояния подготовительных выработок является снижение отношения прочности пород к геостатическому давлению с ростом глубины горных работ.

Потеря устойчивости породных обнажений приводит к снижению скорости проведения выработок на 40–45% и увеличению расхода крепежных материалов. Также 35–40% несчастных случаев при горно-подготовительных работах обусловлены потерей устойчивости породных обнажений и обрушением пород кровли и боков выработок.

Основной причиной ухудшения состояния подготовительных выработок является снижение отношения прочности пород к геостатическому давлению с ростом глубины горных работ. Дополнительным фактором вредного влияния является наличие целиков и краевых частей угольных пластов, расположенных над выработками. В зоны влияния повышенного горного давления (ПГД) попадают ежегодно 20–30% всех поддерживаемых выработок, их состояние оценивается от удовлетворительного до весьма плохого.

При обустройстве сопряжений выявлено, что зона нарушенных пород разбивается трещинами на блоки, параллельные поверхностям

обнажений, которые чаще всего имеют достаточно большие размеры, а разрыхление является результатом поворотов этих блоков и увеличения расстояний между ними. В некоторых случаях процесс смещения пород может приостанавливаться, однако такое состояние равновесия – неустойчивое. Любые, даже незначительные по амплитуде, воздействия вызывают дальнейшее разрушение приконтурных пород и ведут к возобновлению процесса их смещения.

Анкер как средство сжатия или стягивания поддерживаемых пород служит для предотвращения возникновения в них растягивающих напряжений. Для сильно трещиноватой кровли с одной или несколькими системами трещин анкеры увеличивают силу трения вдоль трещин и плоскостей ослабления, таким образом, исключая или уменьшая скольжение и/или разделение вдоль плоскостей ослабления. Эффект стягивания в основном зависит от силы натяжения анкеров анкерными гайками. Натяжение анкерных штанг вызывает напряжения в слоистой породе, которые являются сжимающими и по оси болта, и перпендикулярно к болту. Наложение зон сжатия вокруг болтов формирует в кровле выработки сплошную зону сжатия, в которой растягивающие напряжения уменьшаются или полностью исчезают, а прочность на сдвиг увеличивается.

На рис. 1 представлена схема контурного крепления кровельного массива над выработкой для создания устойчивого свода с использованием технологии анкерного моста.

Схемы крепления сопряжений лав с выемочными выработками представлены на рис. 2.

Крепление зоны разрыва между линейными секциями механизированной крепи и штреком с помощью сталеполимерных анкеров обеспечивает устойчивость породы в кровле и уменьшает материало- и трудозатраты при

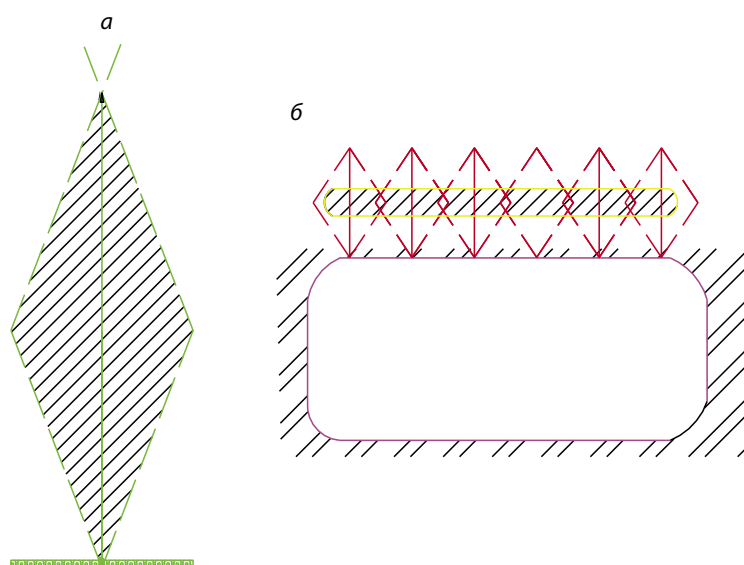


Рис. 1. Схема контурного крепления кровельного массива над выработкой свода с использованием технологии анкерного моста: а – контур закрепления анкером; б – контурная схема закрепления анкерным мостом



Рис. 2. Технологическая схема усиления крепления сопряжения лавы с конвейерным штреком с использованием канатных анкеров: а, б – соответственно стабильное и нестабильное (с вывалами) состояния сопряжений

перекреплении зоны разрыва. В 10–15 м впереди лавы устанавливаются две «нитки» прогона из СВП-22 (27) длиной 2,0-2,5 м с установкой под прогон стойки ГВКУ (СТ-20) с шагом один метр. Впереди лавы на расстоянии не менее 5 м под «нитки» прогона устанавливаются дополнительные стойки ГВКУ (СТ-20) с шагом 0,5 м, со стороны лавы до подхода комбайна производится демонтаж боковой сетки ММ на расстоянии 1 м впереди лавы [3, 4, 5].

Разработка технологических решений по поддержанию выработок позади лавы связана с предварительной установкой средств крепления впереди зоны опорного давления с последующим усилением горной крепи после прохода лавы с созданием обрезных конструкций усиливающей крепи на границе с выработанным пространством (см. рис. 2) [6, 7, 8].

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОДДЕРЖИВАЕМЫХ ВЫРАБОТОК

Мониторинг состояния выработок и смещений их контуров проведен выборочно на примере сопряжения кон-

вейерного штрека № 50к₁₀-1 с лавой на шахте «Саранская» Карагандинского угольного бассейна (рис. 3).

Для крепления выработки используют анкерную крепь с шагом 0,8 м. Количество анкеров на 1 м выработки: в кровле – 12, в боках – 6.

Из анализа смещений со стороны правого бока (см. рис. 3, а) следует, что интенсивная стадия деформирования приходится на первый месяц с момента установки наблюдательных реперов. В правом боку выработки интенсивные смещения пород приконтурного массива наблюдались в течение первого месяца. Наблюдался рост деформаций пород кровли и почвы на сопряжении конвейерного штрека № 50к₁₀-1 с лавой на шахте «Саранская» (рис. 3, б).

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Определены закономерности влияния напряжений на устойчивость выработок в зависимости от горно-технологических параметров разработки.

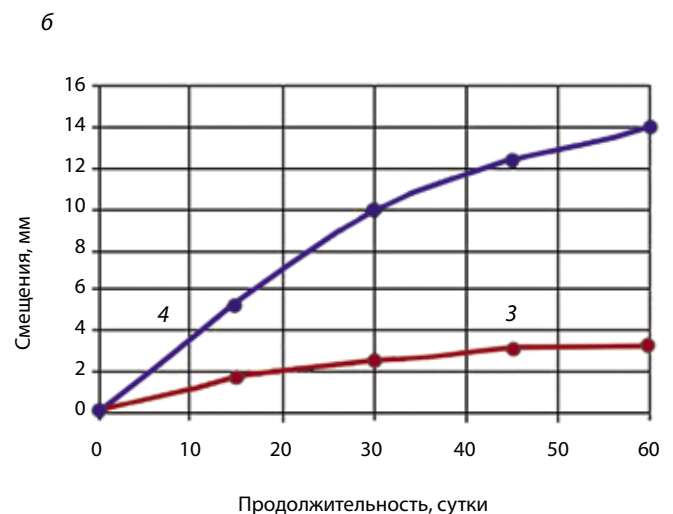
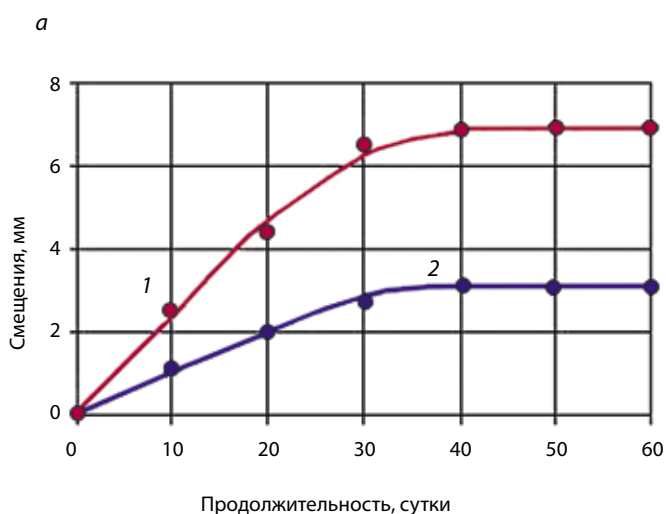


Рис. 3. Смещения пород правого (1) и левого (2) боков – а; деформации пород кровли (3) и почвы (4) сопряжения конвейерного штрека № 50к₁₀-1 с лавой на шахте «Саранская» Карагандинского угольного бассейна – б

Величина смещений (K , м) и интенсивность деформации (U , м/сут) контуров выработки в зависимости от расстояния до очистного забоя (L , м) [9, 10, 12]:

$$K(L) = -1,965 \cdot 10^{-3} \cdot L + 8,745 \cdot 10^{-3}, r = 0,937,$$

$$U(L) = -0,041 \cdot \sqrt[3]{L} + 0,251, r = 0,967, \quad (1)$$

где r – коэффициент корреляции.

Деформирование массива пород ΔR и опускания кровли ΔN_0 вокруг выработки в зоне влияния очистных работ в зависимости от срока их поддержания:

$$\Delta R(T) = 15,165A^{0,294}, r = 0,845,$$

$$\Delta N_0(T) = 16,34A^{0,291}, r = 0,858. \quad (2)$$

Величина деформаций пород (N , мм) в выемочных выработках от глубины ведения горных работ (h , м):

$$N(H) = 8,295h^{0,71}, r = 0,984. \quad (3)$$

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На базе анализа проявлений горного давления, обработки статистических экспериментальных данных при проведении выработок, оценки геологической документации, обобщения физико-механических свойств горных пород, горно-технических факторов, влияющих на формирование горного давления, сформированы эмпирические зависимости параметров горного давления для условий шахт.

Определены закономерности и параметры влияния напряжений на устойчивость выработок в зависимости от горно-технологических параметров разработки. Установлены эмпирические зависимости влияния напряжений на устойчивость выработок.

Проведенные исследования позволили определить степень влияния горно-технических условий разработки на смещения в приконтурных породах при различных видах крепи в выемочных выработках. Выявленные закономерности деформаций могут быть использованы в расчетах проявлений горного давления при проведении выработок на глубоких горизонтах при различных горно-технических условиях эксплуатации.

Список литературы

1. Кузьмин С.В., Сальвассер И.А. Факторы и классификационные признаки, определяющие пучение // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2014. № 3. С. 43-44.
2. Кузьмин С.В., Сальвассер И.А. Поиск перспективных способов борьбы с пучением пород почвы в горных выработках шахт ОАО «СУЭК-Кузбасс» // Маркшейдерский вестник: Гипроцветмет. 2014. № 3. С. 39-43.
3. Кузьмин С.В., Сальвассер И.А., Мешков С.А. Механизм развития пучения пород почвы и способы борьбы с ним // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. Отдельный выпуск. № 3. С. 120-126.
4. Бадтиев Б.П., Сальвассер И.А., Кузьмин С.В. Исследования на моделях из эквивалентных материалов эффективности способов борьбы с пучением путем изменения формы поперечного сечения выработок // Маркшейдерский вестник: Гипроцветмет. 2015. № 4. С. 51-55.
5. Brady B.H.G., Brown E.T. Rock Mechanics for underground mining // Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. 628 p.
6. Laubscher D.H., Jakubec J. The IRMR/MRMR Rock Mass Classification System for Jointed Rock Masses. SME. 2000. P. 475-481.
7. Hudson J.A., Harrison J.P. Engineering Rock Mechanics: an introduction to the principles and applications. London: Elsevier Science, 1997. 150 p.
8. Zay B., Bakhtubaev N. Selection of mine support structures and determination of their parameters in coal mines // The Kazakhstan Mining Book. 2008. № 1(37). P. 14-17.
9. Bobylev Y.G., Korshunov G.I. and others. Combined and anchor bolting installation in coal mines excavations. St. Petersburg: International Academy of Ecology, Man and Nature, 2009. 176 p.
10. Задавин Г.Д. Установление параметров анкерной крепи при проведении подготовительных выработок в условиях шахт Карагандинского бассейна: дис. канд. техн. наук. Караганда: КапГТУ, 2008. 130 с.
11. Расчет параметров анкерного крепления при проведении горных выработок в условиях угольных шахт / С.Б. Алиев, В.Ф. Демин., А.Н. Томилов и др. // Уголь. 2021. № 4. С.15-19. DOI:10.18796/0041-5790-2021-4-15-19.
12. Оценка эффективности применения технологических схем проведения горных выработок для повышения устойчивости их контуров / В.Ф. Демин, Т.В. Демина, А.С. Кайназаров и др. // Устойчивое развитие горных территорий. Sustainable Development of Mountain Territories. Науки о Земле. 2018. Т. 10. № 4 (38). С. 606-617.

Original Paper

UDC 622.281(574.32) © S.B. Aliev, V.F. Demin, A.S. Kainazarov, N.A. Miletenko, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 1, pp. 35-39
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-1-35-39>

Title

EVALUATION OF THE STATE OF THE NEAR-CONTOUR MOUNTAIN MASSIF IN JOINT LAVA WITH THE ADJACENT EXCUTTING DEVELOPMENT

Authors

Aliev S.B.¹, Demin V.F.², Kainazarov A.S.³, Miletenko N.A.¹

¹ Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences (IPKON RAS), Moscow, 111020, Russian Federation

² A. Saginov KarTU, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan

³ K. Satpaev Ekibastuz Engineering and Technical Institute, Ekibastuz, 141028, Republic of Kazakhstan

UNDERGROUND MINING

Authors information:

Aliev S.B., Academician of the National Academy of Sciences, Republic of Kazakhstan, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Senior researcher, e-mail: alsamat@gmail.com

Demin V.F., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: vladfdemin@mail.ru

Kainazarov A.S., PhD (Engineering), Head of the «Mining Department», e-mail: armanayn@mail.ru

Miletenko N.A., PhD (Engineering), Senior researcher, e-mail: nmilet@mail.ru

Abstract

While maintaining workings during operation, work is carried out to eliminate the effects of heaving of soil rocks that occur during plastic deformations with extrusion of soil rocks into the cavity

The revealed patterns of changes in the stress-strain state of coal-rock massifs (displacements, stresses, cracking zones), depending on the main mining-geological and mining-technical factors, made it possible to establish the optimal parameters for fixing soil rocks and developing technological schemes for fixing that can significantly reduce the manifestations of heaving of soil rocks in mine workings. Developed and tested in the mines of the Karaganda coal basin, the technology of anchor fastening of near-contour rocks during mining

Keywords

Underground mine workings, Stresses, Strains, Attachment parameters, Geomechanical processes, Rockbolt support, Process of support, stability of rock outcrops, Heaving of the soil of the mine, Mining engineering factors, Coalrock mass, Mine working boundary, Convergence.

References

1. Kuzmin S. & Salvasser I. Floor convergence factors and classification features. *KuzSTU Newspaper*, 2014, (3), pp. 43-44. (In Russ).
2. Kuzmin S. & Salvasser I. Research perspective promising ways to fight of mine excavations floor convergence on the SUEK-Kuzbass Mine. *Surveyor newspaper*, 2014, (3), pp. 39-43. (In Russ).
3. Kuzmin S., Salvasser I. & Meshkov I. Mechanism of floor convergence development of change ways. *Gornyi informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2014, (3), pp. 120-126. (In Russ).

4. Badiyev B. Equivalent modeling of the process of convergence of the floor of the mine floor when changing the shape of the excavation contour. *Surveyor newspaper*, 2015, (4), pp. 51-55. (In Russ).

5. Brady B.H.G. & Brown E.T. *Rock Mechanics for underground mining* // Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. 628 p.

6. Laubscher D.H. & Jakubec J. The IRMR/MRMR Rock mass classification system for jointed rock masses. *SME*. 2000. pp. 475-481.

7. Hudson J.A. & Harrison J.P. *Engineering Rock Mechanics: an introduction to the principles and applications*. London, Elsevier Science, 1997, 150 p.

8. Zay B. & Bakhtubaev N. Selection of mine support structures and determination of their parameters in coal mines. *The Kazakhstan Mining Book*, 2008, (1), pp. 14-17.

9. Bobylev Y.G. & Korshunov G.I. et al. Combined and anchor bolting installation in coal mines excavations. St. Petersburg, International Academy of Ecology, Man and Nature, 2009, 176 p.

10. Zadavin G. The rockbolt support parameters of during preparatory workings in the conditions of the Karaganda coal mines basin. Karaganda: KSTU, 2008. 130 p. (In Russ).

11. Aliev S.B., Demin V.F., Tomilov A.N. et al. Calculation of bolting parameters for coal mine development. *Ugol'*, 2021, (4), pp. 15-19. (In Russ). DOI:10.18796/0041-5790-2021-4-15-19. (In Russ).

12. Demin V.F., Demina T.V., Kainazarov A.S. & Kainazarova A.S. Evaluation of the effectiveness of the application of technological schemes for conducting mine workings to increase the stability of their contours. *Sustainable development of mountain areas. Sustainable Development of Mountain Territories. Earth Sciences*, 2018, Vol. 10, 4(38), pp. 606-617.

For citation

Aliev S.B., Demin V.F., Kainazarov A.S. & Miletenko N.A. Evaluation of the state of the near-contour mountain massif in joint lava with the adjacent excutting development. *Ugol'*, 2023, (1), pp. 35-39. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-35-39.

Paper info

Received November 11, 2022

Reviewed November 30, 2022

Accepted December 26, 2022

ЯКУТУГОЛЬ ставит на молодежь

АО ХК «Якутуголь» (входит в Группу «Мечел») продолжает активное сотрудничество с Южно-Якутским технологическим колледжем в рамках федерального проекта «Профессионалитет». Студенты предвыпускных и выпускных курсов познакомились с предприятием и заявили о себе.

Компания, наряду с другими горнодобывающими предприятиями, провела презентацию перед учащимися в рамках деловой игры. Формат предусматривал живой диалог, в ходе которого студенты колледжа смогли задать интересующие вопросы о трудоустройстве, карьерном росте и многом другом.

Во второй части игры участникам предстояло презентовать себя, оформить резюме, тем самым заинтересовав специалистов по подбору персонала компании, которые оценивали будущих кандидатов. По итогам встречи работники кадровой службы дали ребятам полезные рекомендации.

«Нам не только очень интересно принимать участие в таких проектах, но и чрезвычайно полезно. Подобный формат помогает компаниям представить себя, познакомиться с будущими кадрами, а студентам – определиться с выбором места работы, мотивирует их на



дальнейшее обучение и более глубокое познание профессии», – отметил **управляющий директор АО ХК «Якутуголь» Сергей Коломников**.

Пресс-служба АО ХК «Якутуголь»