

Исследование геомеханических условий проведения и поддержания присечных горных выработок

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-2-31-33>

Совершенствование и внедрение прогрессивной технологии и средств крепления горных выработок с обоснованием их оптимальных параметров на основе учета напряженно-деформированного состояния вмещающих пород позволяют снизить материальные и трудовые затраты при их эксплуатации. При отработке угольных пластов в периоды ведения очистных работ в зонах опорного (повышенного) горного давления при поддержании присечных выработок впереди лав резко возрастают интенсивность напряжений и деформаций и продолжительность простоев длинных очистных забоев. Связанные с этим потери добычи достигают 20–25% и более, повышаются зольность угля и опасность труда горнорабочих. Исследования закономерностей и особенностей деформирования породного массива вокруг контура поддерживаемой присечной горной выработки на вентиляционном горизонте при выемке обрабатываемого столба ниже ранее отработанного с установлением надежных параметров крепления являются важными.

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

Для цитирования: Исследование геомеханических условий проведения и поддержания присечных горных выработок / Г.Д. Танекеева, Е.А. Абеуов, Д.Р. Махмудов и др. // Уголь. 2023. № 2. С. 31–33. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-2-31-33.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучению особенностей и закономерностей деформирования массива, вмещающего выработки с рамными конструкциями крепи, посвящены работы многих отечественных и зарубежных исследователей [1, 2, 3], такого же рода работы с анкерным креплением недостаточно изучены. Однако намечаемый рост перспектив применения анкерных систем для крепления выработок различного назначения на шахтах как одного из приоритетных направлений интенсификации производства с проведением таких научно-прикладных исследований является актуальным для угольной отрасли [1, 2].

ТАНЕКЕЕВА Г.Д.

Докторант КарТУ им. Абылкаса Сагинова,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: tanekeeva77@mail.ru

АБЕУОВ Е.А.

Канд. техн. наук,
доцент КарТУ им. Абылкаса Сагинова,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: ercebula69@mail.ru

МАХМУДОВ Д.Р.

Доктор PhD,
доцент ТГТУ им. И. Каримова,
100095, г. Ташкент, Республика Узбекистан,
e-mail: dmahmudpov@yandex.ru

МУСИН Р.А.

Доктор PhD,
и.о. доцента КарТУ им. Абылкаса Сагинова,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: R.A.Mussin@mail.ru

БАЛАБАС А.Ю.

Докторант специальности Горное дело
КарТУ им. Абылкаса Сагинова,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: 19chinatown@mail.ru

Вокруг горной выработки, закрепленной анкерной крепью, образуются зона неупругих деформаций и зона разрушения. Породы, вмещающие горную выработку, закрепленную анкерной крепью, как и вокруг выработок, закрепленных традиционными конструкциями крепи, испытывают деформации растяжения и сжатия [3, 4, 5].

Сразу после проведения выработки, еще до момента установки анкеров, происходит перераспределение напряжений во вмещающем ее массиве. Поскольку возникающие при этом напряжения превышают прочность вмещающих пород, то образуется фронт разрушения, направ-



Проявления горного давления в присечных выработках: а – деформации в виде прогибов кровли горной выработки, закрепленной одноуровневой анкерной крепью; б – куполообразование в кровле выработки при комбинированной крепи выработки



Manifestations of rock pressure in the mining entries: а – deformations in the form of roof sagging in the excavations supported by single-level roof bolts; б – roof doming in the excavations with combined support

ленный от контура выработки вглубь массива. После установки анкерной крепи эти процессы некоторое время не прекращаются. Последующее после этого перераспределение в массиве напряжений и затухание уже начавшихся на контуре выработки и прилегающей части массива процессов разрушения, происходящих из-за наличия в породах ослаблений, связаны в первую очередь с технологическими причинами (качеством производства работ по проведению и креплению выработки).

ПРОЯВЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ В ПРИСЕЧНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Выработки проводятся вприсечку в следующих вариантах: с сохранением части сечения ранее пройденной выработки вышележащего выемочного отработанного столба; встык с погашенной конвейерной выработкой; с оставлением угольного целика, соизмеримого с вынимаемой мощностью отрабатываемого угольного пласта (размером в среднем около двух метров).

При этом в поддерживаемой выработке возникает ряд проявлений горного давления, приводящих ее в неудовлетворительное состояние (см. рисунок).

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК, ПРОВОДИМЫХ ВПРИСЕЧКУ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ

При проведении выработок вприсечку к выработанному пространству их размещение производится в зоне разгрузки, формируемой при отработке предыдущего столба, путем деформирования и частичного разрушения угольного пласта и пород вследствие концентрации напряжений, создаваемых как динамической, так и статической составляющими опорного давления [6, 7, 8, 9]. Присечная выработка за срок своего существования дважды попадает в зону динамической составляющей опорного давления – в зоне подготовительного забоя и впереди очистного забоя.

При проведении выработок вприсечку размер зоны разрушенных пород непосредственно у забоя выработки в два и более раза больше, чем размер зоны разрушенных пород в кровле выработок, проводимых в массиве пород.

Уменьшение смещений кровли при проведении выработок вприсечку к выработанному пространству объясняется не только релаксацией напряжений в разрушенном массиве пород, но и сжатием ранее разрушенных пород при взаимодействии их с породами кровли.

Многообразие горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации выработок и связанного с ними механизма взаимодействия пород и крепи обусловило появление целого ряда различных геомеханических моделей состояния массива пород вокруг горных выработок. При этом наиболее перспективным в настоящее время является математическое моделирование.

К основным задачам исследований относятся: определение закономерностей проявления горного давления и прогнозирование

смещений приконтурного массива пород горных выработок. Поскольку виды проявлений горного давления в подготовительных выработках определяются соотношением величин действующих напряжений и деформационных характеристик окружающего массива пород, мероприятия по управлению горным давлением могут быть направлены на: снижение действующих напряжений в массиве; повышение деформационной способности и прочностных характеристик приконтурной части массива [10].

В процессе производственного наблюдения за устойчивостью выработок Карагандинского угольного бассейна установлены функциональные зависимости деформаций контуров выработки во времени (логарифмические): пучение почвы – $y_{\text{см}}^{\text{к}} = 0,09 \ln(x) + 0,14$; смещения кровли – $y_{\text{см}}^{\text{к}} = 0,042 \ln(x) + 0,11$; смещения боков – $y_{\text{см}}^{\text{к}} = 0,034 \ln(x) + 0,12$, для всех функций коэффициент корреляции $R = 0,99$.

ВЫВОДЫ

Выполнены исследования геомеханических условий поддержания присечных горных выработок с оценкой технологических принципов применения средств крепления горных выработок.

Проведенные исследования позволяют с достаточной достоверностью прогнозировать смещение контуров присечных подготовительных выработок при геомеханических процессах в зонах с повышенным горным давлением.

Список литературы

1. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В., Мартовицкий А.В. Управление устойчивостью протяженных выработок глубоких шахт: монография. Днепропетровск: ЛізуновПрес, 2012. 384 с.
2. Экспериментальные исследования устойчивости повторно используемых выемочных выработок на пологих пластах Донбасса: монография / В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович и др. Днепропетровск: ЛізуновПрес, 2012. 426 с.
3. Аналитико-экспериментальные исследования повышения устойчивости выемочных выработок и расчет параметров крепежной системы: монография / В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович и др. Днепропетровск: ЛізуновПрес, 2013. 178 с.

4. Kovalevs'ka I., Vivcharenko O., Snigur V. Specifics of percarbonic rock mass displacement in longwalls end areas and extraction workings / Materials of VII International scientific-practical conference "School Underground Mining" / "Mining of Mineral Deposits". Netherlands: CRC Press/Balkema, 2013. P. 29-33.
5. Кириченко В.Я. Металлорамные штрековые крепи нового технического уровня / Материалы IV междунар. науч.-практ. конф. «Школа подземной разработки». Днепропетровск: ЛізуновПрес, 2010. С. 241-266.
6. Напряженно-деформированное состояние приконтурного углепородного массива / В.Ф. Демин, Д.С. Шонтаев, А.Д. Шонтаев и др. // Уголь. 2020. № 5. С. 63-67. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-5-63-67.
7. Эффективность использования геомеханической системы «горный массив – анкерное крепление» для повышения устойчивости горных выработок / В.Ф. Демин, В.В. Яворский, Р.А. Мусин и др. // Уголь. 2014. № 2. С. 18-21. URL: <http://www.ugolino.ru/Free/022014pdf> (дата обращения: 15.01.2023).
8. Смещения контуров подготовительных выработок при геомеханических процессах / В.Ф. Демин, С.Б. Алиев, А.Д. Маусымбаева и др. // Уголь. 2013. № 4. С. 69-72. URL: <http://www.ugolino.ru/Free/042013pdf> (дата обращения: 15.01.2023).
9. 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. 2018. Т. 10. № 4. С. 606-616.
10. Исследование влияния тектонических нарушений залегания угольного пласта на параметры крепления горных выработок с анкерной крепью / В.Ф. Демин, Э.Р. Халикова, Т.В. Демина и др. // Вестник Национального государственного технического университета, Днепропетровск, Украина. 2019. № 5. С. 16-21.

UNDERGROUND MINING

Original Paper

UDC 622.281(574.32) © G.D. Tanekeyeva, E.A. Abeuov, D.R. Makhmudov, R.A. Musin, A.Yu. Balabas, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 2, pp. 31-33
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-2-31-33>

Title

STUDY OF THE GEOMECHANICAL CONDITIONS FOR CARRYING OUT AND MAINTAINING SURFACE MINE WORKINGS

Authors

Tanekeyeva G.D.¹, Abeuov E.A.¹, Makhmudov D.R.², Musin R.A.¹, Balabas A.Yu.¹

¹ Abylkas Saginov Karaganda technical university, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan

² I. Karimov Tashkent state technical university, Tashkent 100095, Republic of Uzbekistan

Authors information

Tanekeyeva G.D., PhD Doctoral student, e-mail: tanekeyeva77@mail.ru

Abeuov E.A., PhD (Engineering), Associate Professor, e-mail: ercebultan69@mail.ru

Makhmudov D.R., Doctor PhD, Associate Professor, e-mail: dmahmudpov@yandex.ru

Mussin R.A., PhD, Acting Associate Professor, e-mail: R.A.Mussin@mail.ru

Balabas A.Yu., PhD Doctoral student in "Mining", e-mail: 19chinatown@mail.ru

Abstract

The improvement and introduction of advanced technology and means of fixing mine workings with justification of their optimal parameters based on the consideration of the stress-strain state of the host rocks will reduce material and labor costs during their operation. When working off coal seams during the periods of cleaning operations in the zones of reference (increased) rock pressure while maintaining the cut-off workings ahead of the lavas, the intensity of stresses and deformations and the duration of downtime of long cleaning faces sharply increases. The associated production losses reach 20-25% or more, the ash content of coal and the danger of miners' labor increases. Studies of the patterns and features of deformation of the rock mass, around the contour of the supported prishechny mine workings on the ventilation horizon when excavating the worked column below the previously worked one with the establishment of reliable fastening parameters, are important.

Keywords

Underground mine workings, Stresses, Deformations, Fastening parameters, Geomechanical processes, Anchorage, Technological schemes of fastening, Stability of rock outcrops, Heaving of the soil of the workings, Mining factors, Carboniferous massif, Contour of mining, Convergence.

References

1. Shashenko A.N., Solodyankin A.V. & Martovitsky A.V. Stability management of extended workings of deep mines. Dnepropetrovsk, Lizunov Press Publ., 2012, 384 p.
2. Bondarenko V.I., Kovalevskaya I.A., Simanovich G.A., Koval A.I. & Fomichev V.V. Experimental studies of the stability of repeatedly used excavation workings on the shallow layers of Donbass. Dnepropetrovsk, Lizunov Press Publ., 2012, 426 p.
3. Bondarenko V.I., Kovalevskaya I.A., Simanovich G.A., Svistun R.N. & Snigur V.G. Analytical and experimental studies of increasing the stability of excavation workings and calculation of the parameters of the fastening system. Dnepropetrovsk, Lizunov Press Publ., 2013, 178 p.

4. Kovalevs'ka I., Vivcharenko O. & Snigur V. Specifics of percarbonic rock mass displacement in longwalls end areas and extraction workings. Materials of VII International scientific-practical conference "School Underground Mining" / "Mining of Mineral Deposits". Netherlands, CRC Press/Balkema, 2013, pp. 29-33.

5. Kirichenko V.Ya. Metal-frame drift supports of a new technical level. Materials of the IV International scientific and practical conference "School of Underground Mining". Dnepropetrovsk, Lizunov Press Publ., 2010, pp. 241-266.

6. Demin V.F., Shontayev D.S., Balgabekov T.K., Shontayev A.D. & Kongkybayeva A.N. Stressed-deformed state of the boundary-carbon array. *Ugol'*, 2020, No. 5, pp. 63-67. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-5-63-67.

7. Demin V.F., Yavorsky V.V., Musin R.A., Demin V.V. & Demina T.V. Efficiency of using the geomechanical system "Rock mass-anchoring" to improve the stability of mine workings. *Ugol'*, 2014, (2), pp. 18-21. Available at: <http://www.ugolino.ru/Free/022014pdf> (accessed 15.01.2023). (In Russ.).

8. Demin V.F., Aliev S.B., Mausymbaeva A.D., Demina T.V. & R.K. Kamarov. Displacement of the contours of development workings during geomechanical processes. *Ugol'*, 2013, (4), pp. 69-72. Available at: <http://www.ugolino.ru/Free/042013pdf> (accessed 15.01.2023). (In Russ.).

9. 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 improve the stability of their contours. *Sustainable development of mountain territories*, 2018, Vol. 10, (4), pp. 606-616.

10. Demin V.F., Khalikova E.R., Demina T.V. & Zhurov V.V. Study of the influence of tectonic disturbances in the occurrence of a coal seam on the parameters of fastening mine workings with anchor bolting. *Scientific Herald of the NSU (Dnepropetrovsk, Ukraine)*, 2019, (5), pp. 16-22.

For citation

Tanekeyeva G.D., Abeuov E.A. Makhmudov D.R., Musin R.A. & Balabas A.Yu. Study of the geomechanical conditions for carrying out and maintaining surface mine workings. *Ugol'*, 2023, (2), pp. 31-33. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-2-31-33.

Paper info

Received December 1, 2022
 Reviewed December 10, 2022
 Accepted January 26, 2023