

Malybaev N.S., Associate Professor of Department of Process Equipment, Mechanical Engineering and Standardization, e-mail: malybaevnurlansakenovich@mail.ru
Sirgetayeva G.E., Doctor PhD, Senior Lecturer of the Department of Transport Engineering and Technology, e-mail: gulzhan_karakeev@mail.ru
Talerchik M.P., PhD (Engineering), Senior Lecturer of the Department of Geodesy and Cartography, e-mail: mar-apu@mail.ru
Shontaev A.D., Doctor of Philosophy PhD, Associate Professor of the Department of Chemistry, Chemical Technology and Ecology, e-mail: Shon_oskar@mail.ru

Abstract

The article provides an assessment of the rock stability around the stope with different vein occurrence which affects the stress-and-strain state of the rock mass.

Keywords

Stability, Clearing space, Stress-strain state (SSS), Rock, Angle of occurrence.

References

1. Izakson V.Yu. & Grigoryev V.M. Numerical method for solving two- and three-dimensional elastic problems. *Collection of scientific papers of Kuzbass Polytechnic Institute. Enhancement of mining excavation technology*, 1976, (83), pp. 28-37. (In Russ.).
2. Zhdankin N.A. Some aspects of rock mass control around the mine workings / Abstracts of the Formation Pressure in Stopes and Development Entries Conference, Novosibirsk, 1989, pp. 42-47. (In Russ.).

3. Shontayev D.S., Sudarikov A.E. & Baizbaev M.B. Assessment of the stress-and-strain state of the rock mass in the stoping area. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Mining and Processing Industry and Science: reality and prospects for cooperation". Rudny, 2005, pp. 134-140. (In Russ.).
4. Shontayev D.S. & Shontayev A.D. Analysis of the deformation state of the rock mass / Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Topical issues of mining and metallurgical complex of Kazakhstan". Karaganda, 2007, pp. 232-235. (In Russ.).
5. Shontayev D.S. & Shontayev A.D. Investigation and assessment of the rock mass deformation in rock blasting / Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Topical issues of mining and metallurgical complex of Kazakhstan". Karaganda, 2009, pp. 296-297. (In Russ.).
6. Shontaev D.S., Demin V.F., Balgabekov T.K. et al. Stress-and-strain state of rocks around mine workings. *Vestnik PGU. Energeticheskaya seriya*, 2019, (4), pp. 139-146. (In Russ.).

For citation

Shontaev D.S., Khamitova G.Zh., Malybaev N.S., Sirgetayeva G.E., Talerchik M.P. & Shontaev A.D. Assessment of stope stability in mining steep, sloping and flat veins. *Ugol'*, 2023, (1), pp. 28-31. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-28-31.

Paper info

Received October 7, 2022

Reviewed November 30, 2022

Accepted December 26, 2022

Оригинальная статья

УДК 622.002.5:62-192 © В.В. Козлов, О.Ю. Козлова, 2023

Анализ распределения нагрузок на секции крепи при изменении траектории движения механизированного комплекса

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-1-31-34>

Реализация задачи разворота механизированного комплекса с целью обеспечения более полной зачистки подземного пространства является относительно новым видом технологии. Изменение угла поворота должно быть обеспечено техническими возможностями механизированного комплекса. Определение закономерностей распределения нагрузок на секции крепи при изменении траектории движения механизированного комплекса до полного разворота является актуальной научной задачей.

Ключевые слова: анализ, динамика, секция крепи, криволинейная траектория, разворот, механизированный комплекс.

КОЗЛОВ В.В.

Доктор техн. наук, преподаватель
 ФГАОУ ВО «Тучковский филиал
 Московского политехнического университета»,
 143132, п. Тучково, Московская обл., Россия

КОЗЛОВА О.Ю.

Канд. техн. наук, доцент кафедры
 «Высшая математика и программирование»
 РТУ МИРЭА,
 119454, г. Москва, Россия
 e-mail: kozmaster@mail.ru

Для цитирования: Козлов В.В., Козлова О.Ю. Анализ распределения нагрузок на секции крепи при изменении траектории движения механизированного комплекса // Уголь. 2023. № 1. С. 31-34. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-31-34.

ВВЕДЕНИЕ

При изменении траектории движения механизированного комплекса до его полного разворота происходит волнообразное изменение нагрузок на различные секции крепи. Анализ полученных в результате экспериментальных исследований данных позволил выявить ряд закономерностей, обуславливающих периоды возрастания и падения нагрузок на различных этапах изменений траектории движения комплекса.

Создание высокотехнологичных проектов, одним из которых является совершенствование технологии подземных разработок за счет маневрирования механизированного комплекса до полного его разворота, обеспечивающего более полную зачистку подземного пространства, является одним из главных этапов перехода к инновационной экономике [1].

Реализация задачи разворота лавы важна, потому что это относительно новый вид технологии, не получивший еще достаточно широкого распространения на шахтах страны. Изменение угла поворота должно быть обеспечено техническими возможностями механизированного комплекса.

Анализ распределения нагрузок на секции крепи при изменении траектории движения механизированного комплекса до полного разворота выявил ряд закономерностей [2, 3, 4, 5], которые согласуются с ранее проведенными исследованиями в области взаимодействия механизированных крепей с боковыми породами [6, 7, 8, 9, 10].

Полученные зависимости в результате экспериментальных исследований при реализации разворота механизированного комплекса КМ-81 показывают, что в середине

очистного забоя нагрузка рядом расположенных секций при развороте неодинакова.

Диапазон изменений нагрузок, испытываемых посадочными стойками различных секций, таких как № 58 и 60, при изменении траектории поворота лавы от 0 до 63° составлял 900-1300 кН. Дальнейшее увеличение угла поворота приводило к значительному снижению нагрузок, не превышающих 500 кН. Средняя нагрузка на секцию крепи № 59 при углах поворота лавы от 0 до 75° составляла усилие 600 кН. Дальнейшему превышению угла поворота свыше 75° соответствовали нагрузки 1100-1200 кН. Как и в центре разворота, на углах 105-110° крепь испытывала повышенное давление.

Также в результате исследований было установлено, что при развороте секции механизированной крепи в центре лавы, у точки разворота и у обводной выработки нагружаются усилием на 20-40% ниже, чем на прямолинейном участке. При этом максимальные нагрузки на практически рядом расположенных секциях крепи на прямолинейных участках были равномерно распределенными.

Установленные волнообразные изменения уровней нагрузок при развороте механизированного комплекса, их периоды возрастания и падения объясняются обрушением пород кровли. На первом этапе при повороте лавы на 40-50° среднее значение периода составляет 12-20° в середине лавы, 20-30° у обводненной выработки и 15° в центре разворота, при амплитуде колебаний нагрузок на рассматриваемом участке – 100-300 кН в середине лавы, 100-300 кН у обводной выработки и 100-600 кН в центре разворота. На участке разворота свыше 50° период колебаний максимальных и минимальных нагрузок уменьшается и составляет 2-15° в середине лавы, 9-20° у обводной выработки и 6-15° в центре разворота. Амплитуда изменения нагрузок на этом участке также изменяется более резко: 200-700 кН в середине лавы, 100-600 кН у обводной выработки и 200-900 кН в центре лавы.

Из анализа зависимостей (рис. 1) установлено, что при развороте лавы по восстановлению на угол более 90-100° процесс нагружения секций крепи активизируется, в ряде случаев величина нагрузок на крепь превышает нагрузки на прямолинейном участке. При этом интенсивно проявляется отжим.

На рис. 2 приведена динамика нагружения секций № 97. Из анализа установлено, что при подходе лавы к участку разворота нагрузка на крепь уменьшается с 2000 кН до 1500 кН при угле поворота 0-3°, затем, после возрастания ее до 1700 кН она продолжает уменьшаться, и на участке 24-54° крепь работает на уровне 500-900 кН.

При дальнейшем развороте нагрузка на крепь увеличивается, достигая максимальных значений 1500-1800 кН. При этом, достигая угла разворота 120°, нагрузка падает до 500 кН, и далее она уже

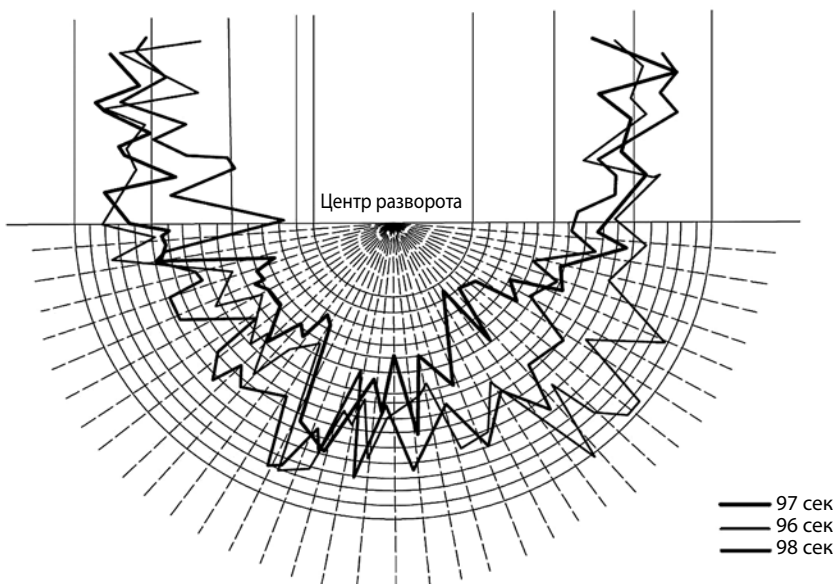


Рис. 1. Динамика нагружения секций крепи 4КМ-130, расположенных вблизи центра разворота

не превышает 1400 кН. При завершении разворота и работе лавы на прямолинейном участке вновь происходит увеличение нагрузки с 1000 до 1700 кН.

Приведенные результаты относительно величины нагрузки секции № 97 вблизи центра разворота свидетельствуют о том, что ее максимальное значение на прямолинейном участке на 200-300 кН выше максимально зафиксированных на участках разворота.

Вышеперечисленные явления приводят к тому, что площадь обнажения кровли у обводной выработки в десятки раз превышает площадь обнажения кровли у центра разворота.

Следует также отметить, что угол между лавой и подготовительной выработкой в центре разворота превышает 90° и по мере поворота лавы постоянно возрастает. У обводной выработки этот угол превышает 90° . Поэтому характер защемления пород на концевых участках лавы резко отличается. Проведенные исследования позволили установить влияние угла поворота лавы на шаг обрушения основной кровли.

Как видно из рис. 3, при повороте лавы на угол до 70° шаг обрушения кровли у обводной выработки составляет 44-52 м. При углах поворота 84° , 100° и 112° он уменьшается соответственно до 36, 28 и 20 м. При углах поворота лавы 115° - 180° шаг обрушения остается на уровне 15-22 м, у центра, в процессе поворота лавы от 0° до 180° , шаг обрушения остается на уровне 4-7 м.

В середине лавы, при ее развороте на угол до 33° , шаг обрушения оставался на уровне 24 м, затем, при углах 46° , 58° и 61° , он снизился соответственно до 10, 7 и 4 м. В дальнейшем эта величина колебалась в диапазоне 6-18 м.

На первых этапах разворота происходит снижение величины шага обрушения кровли, и при углах более 110° он стабилизируется на уровне 20 м у обводной выработки и 15 м в середине лавы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали, что площадь обнажения кровли у обводной выработки в десятки раз превышает площадь обнажения кровли у центра разворота.

Следует также отметить, что угол между лавой и подготовительной выработкой в центре разворота превышает 90° и по мере поворота лавы постоянно возрастает. У обводной выработки этот угол превышает 90° . Поэтому характер защемления пород на концевых участках лавы

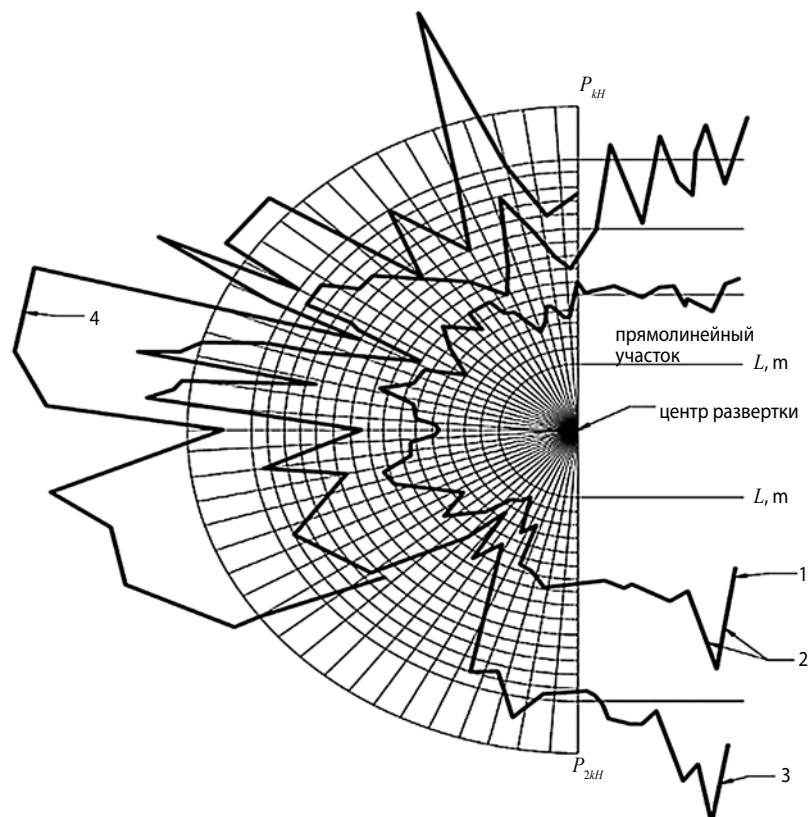


Рис. 2. Динамика нагружения забойных и посадочных гидростоек секции № 97, расположенной вблизи центра разворота: 1, 2 – реакции P_{2}^{CR} соответственно забойных и посадочных гидростоек секции № 97; 3 – реакция P_{2}^{CR} секции № 97; 4 – реакция P_{3}^{MAX} секции № 97

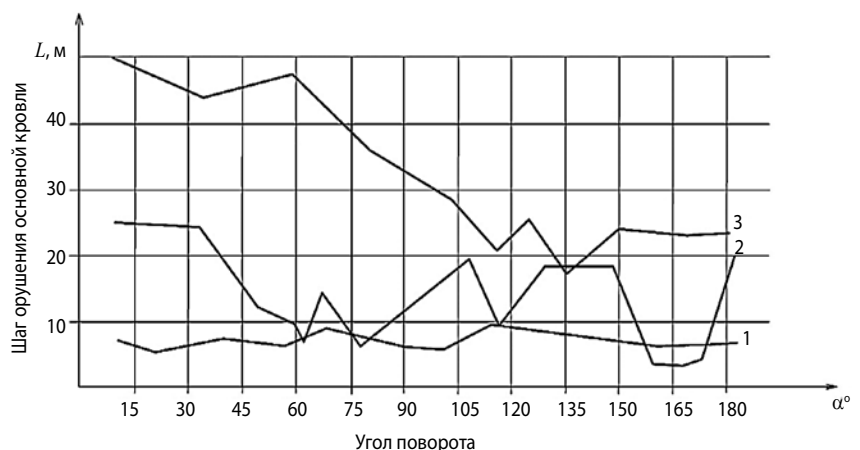


Рис. 3. Динамика шагов обрушения основной кровли при развороте лавы по восстанию (лава №№ 4-7-14, 4-7-16), шахта «Распадская»

резко отличается. Проведенные исследования позволили установить влияние угла поворота лавы на шаг обрушения основной кровли.

Список литературы

1. Мандыч И.А., Быкова А.В., Гейман О.Б. Особенности оценки инвестиционной привлекательности высокотехнологичных проектов // Российский технологический журнал. 2022. Т. 10. № 2. С-75.

2. Геомеханическое обоснование технологических схем ведения очистных работ на базе малооперационных технологий: Монография / В.В. Козлов, В.В. Мельник, А.Б. Михеева и др. Тула: Издательство ТулГУ, 2017. 72 с.
3. Факторы воздействия комбайна при добыче угля на увеличение метаноотдачи массива в рабочее пространство лавы / М.В. Павленко, М.П. Хайдина, Д.А. Кузиев и др. // Уголь. 2019. № 4. С. 8-11. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-8-11.
4. The results of cutting disks testing for rock destruction / A. Khoreshok, L. Kantovich, V. Kuznetsov et al. // E3S Web of Conferences. 2017. Vol. 15. 03004. DOI: 10.1051 / E3SCONF / 20171503004.
5. Formation of Comprehensive Service System of Belt Conveyor Gearboxes / B. Gerike, Y. Drozdenko, E. Kuzin et al. // E3S Web of Conferences. 2018. Vol. 41. 03011. DOI: 10.1051 / E3SCONF / 20184103011.
6. Nonimpact rock pressure regulation with energy recovery into the hydraulic system of the longwall powered support / V.V. Gabov, D.A. Zadkov, N.V. Baby et al. // Eurasian Mining. 2021. Vol. 2. P. 55-59.
7. Adaptation of the mechanized roof support to changeable rock pressure / V.V. Buevich, V.V. Gabov, D.A. Zadkov et al. // Eurasian mining. 2015. No 2. P. 11-14.
8. Особенности взаимодействия механизированных крепей с боковыми породами в сложных горно-геологических условиях пологих и наклонных пластов / Б.А. Александров, Г.Д. Буялич, Ю.А. Антонов и др. Томск: Издательство Томского университета, 2002. 143 с.
9. Контактное и силовое взаимодействие механизированных крепей с боковыми породами / Б.А. Александров, Г.Д. Буялич, Ю.А. Антонов и др. Томск: Издательство Томского университета, 2003. 130 с.
10. Буялич Г.Д., Антонов Ю.А., Шейкин В.И. Механизм взаимодействия механизированных крепей с кровлями угольных пластов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S3. С. 122-125.

Original Paper

UDC 622.002.5:62-192 © V.V. Kozlov, O.Yu. Kozlova, 2023
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 1, pp. 31-34
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-1-31-34>

Title

ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF LOADS ON THE SUPPORT SECTIONS WHEN CHANGING THE TRAJECTORY OF THE MECHANIZED COMPLEX

Authors

Kozlov V.V.¹, Kozlova O.Yu.²

¹ Tuchkovo branch of Moscow Polytechnic University, Tuchkovo settlement, Moscow Region, 143132, Russian Federation

² MIREA – Russian Technological University, Moscow, 119454, Russian Federation

Authors Information

Kozlov V.V., Doctor of Engineering Sciences, Lecturer at the Tuchkovo branch of Moscow Polytechnic University
Kozlova O.Yu., PhD (Engineering), Assistant Professor, Department of Higher Mathematics and Programming, e-mail: kozmaster@mail.ru

Abstract

When the trajectory of the movement of the mechanized complex changes before its complete reversal, a wave-like change in loads on various sections of the support occurs. The analysis of the data obtained as a result of experimental studies made it possible to identify a number of patterns that cause periods of increasing and falling loads at various stages of changes in the trajectory of the complex.

Keywords

Analysis, Dynamics, Lining section, Curved path, U-turn, Mechanical complex.

References

1. Mandych I.A., Bykova A.V. & Geiman O.B. Specific features in assessing the investment attractiveness of high-tech projects. *Rossiyskij tehnologicheskij zhurnal*, 2022, Vol. 10, (2), p. 75. (In Russ.).
2. Kozlov V.V., Melnik V.V., Mikheyeva A.B. et al. Geomechanical justification of technological schemes of stopping operations based on low-operational technologies: a monograph. Tula, Tula State University Publ., 2017, 72 p. (In Russ.).
3. Pavlenko M.V., Khaidina M.P., Kuziev D.A., Pihorinskiy D. & Muratov A.Z. Title Impacts of the combine harvester in the production of coal to increase methane recovery array in the workspace lava. *Ugol'*, 2019, № 4, pp. 8-11. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-8-11.
4. Khoreshok A., Kantovich L., Kuznetsov V., Preis E. & Kuziev D. The results of cutting disks testing for rock destruction. *E3S Web of Conferences*, 2017, (15), 03004. DOI:10.1051/E3SCONF/20171503004.

5. Gerike B., Drozdenko Y., Kuzin E., Ananyin I. & Kuziev D. Formation of Comprehensive Service System of Belt Conveyor Gearboxes. *E3S Web of Conferences*, 2018, (41), 03011. DOI:10.1051/E3SCONF/20184103011.
6. Gabov V.V., Zadkov D.A., Babyr N.V. & Fangwei X. Nonimpact rock pressure regulation with energy recovery into the hydraulic system of the longwall powered support. *Eurasian Mining*, 2021, (2), pp. 55-59. DOI: 10.17580/em.2021.02.12.
7. Buevich V.V., Gabov V.V., Zadkov D.A. & Vasileva P.A. Adaptation of the mechanized roof support to changeable rock pressure. *Eurasian mining*, 2015, (2), P. 11-14.
8. Aleksandrov B.A., Buyalich G.D., Antonov Yu.A. et al. Specific features of interaction between the powered support sections and the wall rocks in complex mining and geological conditions of flat and dipping seams. Tomsk, Tomsk University Publ., 2002, 143 p. (In Russ.).
9. Alexandrov B.A., Buyalich G.D., Antonov Yu.A. et al. Contact and force interaction of powered support sections with the wall rocks. Tomsk, Tomsk University Publ., 2003, 130 p. (In Russ.).
10. Buyalich G.D., Antonov Yu.A. & Sheikin V.I. Mechanism of interaction between the powered roof support and coal seams of the roofs. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten*, 2012, (S3), pp. 122–125.

For citation

Kozlov V.V. & Kozlova O.Yu. Analysis of the distribution of loads on the support sections when changing the trajectory of the mechanized complex. *Ugol'*, 2023, (1), pp. 31-34. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-31-34.

Paper info

Received October 17, 2022

Reviewed November 30, 2022

Accepted December 26, 2022