

Оценка устойчивости очистного пространства при крутом, наклонном и пологом расположении обрабатываемой жилы

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-1-28-31>

ШОНТАЕВ Д.С.

Канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры
«Транспортная техника и технологии»
КазАТУ им. С. Сейфуллина,
010011, г. Нур-Султан (Астана), Республика Казахстан,
e-mail: dshontaev@mail.ru

ХАМИТОВА Г.Ж.

Канд. техн. наук, доцент кафедры
«Транспортная техника и технологии»
КазАТУ им. С. Сейфуллина,
010011, г. Нур-Султан (Астана), Республика Казахстан,
e-mail: gulzh2006@mail.ru

МАЛЫБАЕВ Н.С.

Доцент кафедры «Технологическое оборудование,
машиностроение и стандартизация»
КарТУ им. А. Сагинова,
100027, г. Караганда, Республика Казахстан,
e-mail: malybaevnurlansakenovich@mail.ru

СИРГЕТАЕВА Г.Е.

Доктор PhD, старший преподаватель кафедры
«Транспортная техника и технологии»
КазАТУ им. С. Сейфуллина,
010011, г. Нур-Султан (Астана), Республика Казахстан,
e-mail: gulzhan_karakeev@mail.ru

ТАЛЕРЧИК М.П.

Канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры
«Геодезии и картографии»
КазАТУ им. С. Сейфуллина,
010011, г. Нур-Султан (Астана), Республика Казахстан,
e-mail: tar-ari@mail.ru

ШОНТАЕВ А.Д.

Доктор философии PhD,
Ассоциированный профессор
кафедры «Химия, химическая технология и экология»
Казахского университета технологии и бизнеса,
010017, г. Астана, Республика Казахстан,
e-mail: Shon_oskar@mail.ru

В статье приведена оценка устойчивости пород в окрестностях очистного пространства при различном залегании жил, влияющих на напряженно-деформированное состояние горных пород.

Ключевые слова: устойчивость, очистное пространство, напряженно-деформированное состояние (НДС), горная порода, угол залегания.

Для цитирования: Оценка устойчивости очистного пространства при крутом, наклонном и пологом расположении обрабатываемой жилы / Д.С. Шонтаев, Г.Ж. Хамитова, Н.С. Малыбаев и др. // Уголь. 2023. № 1. С. 28-31. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-1-28-31.

ВВЕДЕНИЕ

Отработка рудных залежей связана с вопросами поддержания очистного пространства и работами по производству фронта очистных работ.

В связи с этим необходимо исследовать характер изменений напряженно-деформированного состояния массива в окрестности очистного пространства, а также определить оптимальные параметры буровзрывного комплекса, который определяет эффективность подготовительных и очистных работ и высокие темпы проходки.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Для принятия решений о поддержании очистного забоя необходимо иметь представление о напряженно-деформированном состоянии окружающего массива, поскольку без этого нельзя судить о степени устойчивости окружающих пород. В качестве модели массива горных пород при исследованиях напряженно-деформированного состояния, как правило, применяют упругую модель, позволяющую получить эффективное решение достаточно точными методами. В нашем случае относительно большая длина линии очистного забоя позволяет использовать плоскую постановку задачи: рассмотреть напряженно-деформированное состояние плоскости, рассекающей массив ветикально по нормали к груди очистного забоя. Тогда очистной забой представляет

собой выработку в этой плоскости, причем длина и высота выработки отличаются друг от друга на порядок. Выработку такого типа целесообразно моделировать вытянутым вдоль одной оси эллипсом. Тогда для анализа напряженно-деформированного состояния можно использовать эффективный метод решения задач теории упругости, разработанный Г.В. Колосовым и Н.И. Мусхелишвили и основанный на применении теории функций комплексных переменных [1, 2, 3, 4, 5, 6].

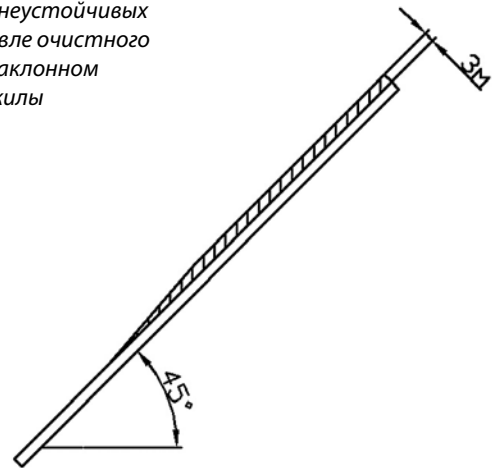
Оценка устойчивости очистного пространства производится на основании данных расчетов, по деформационному критерию, путем сравнения значений максимальных деформаций растяжения с предельными значениями деформаций, вызванных весом вышележащей толщи пород:

$$\varepsilon_p \geq \frac{\gamma H}{E} \quad (1)$$

где E – модуль упругости, значения которого для условия рудников принимаются по справочным данным.

При крутом угле залегания обрабатываемой жилы в рассмотренных вариантах длины очистного пространства и обрабатываемой мощности весь окружающий массив сохраняет устойчивое состояние, поэтому проблемы поддержания не возникают. Появление нарушенных участков массива незначительных размеров (в пределах 0,5 м от обнажения) возможно в результате взрывных работ. Для обе-

Рис. 1. Зона неустойчивых пород в кровле очистного забоя при наклонном залегании жилы



спечения безопасности очистных работ достаточно легкой призабойной крепи, а остальная часть выработанного пространства может быть незакрепленной.

При наклонном угле залегания обрабатываемой рудной залежи массив сохраняет устойчивость везде, кроме небольшого участка непосредственно вблизи груди забоя в кровле. Размеры неустойчивой зоны не превышают 3 м от обнажения. Уменьшение длины очистного пространства ведет к уменьшению этой зоны. Следовательно, при постепенном продвижении очистного забоя вместе с ним продвигается также и нарушенная зона, образуя слой неустойчивых пород в кровле, который по мере увеличения очистного пространства растет в глубину, но в конечном итоге не превышает 3 м. На рис. 1 представлена примерная картина зоны неустойчивых пород в кровле, полученной в результате последовательного увеличения длины очистного пространства при отработке.

Наличие неустойчивых пород не означает, что они неизбежно обрушатся в выработку, но такая вероятность существует, и для обеспечения безопасности работ кровлю следует поддерживать крепью с отпором, составляющим до 80 кПа. Деревянные стойки диаметром 0,16-0,18 м имеют сопротивление до 180 кН. Таким образом, безопас-

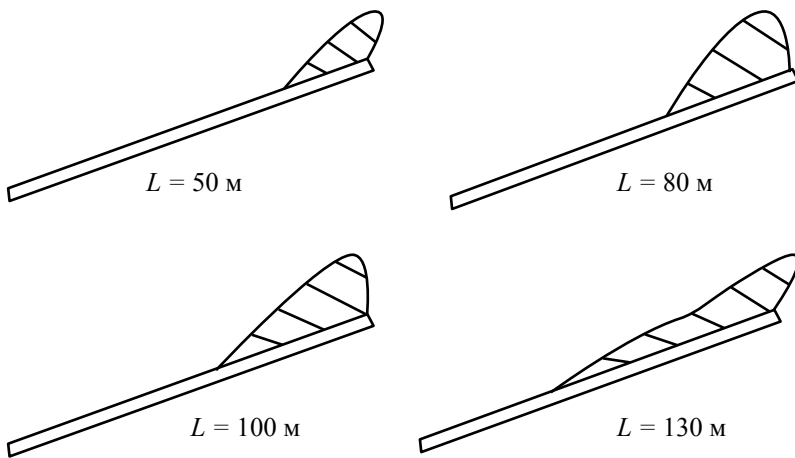


Рис. 2. Зоны неустойчивых пород при разной длине L очистного забоя

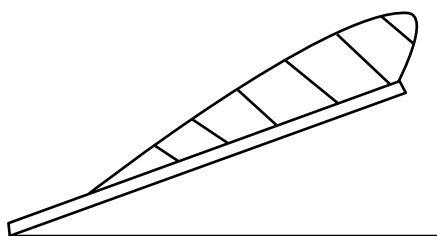


Рис. 3. Зона неустойчивых пород, образованная при движении очистного забоя

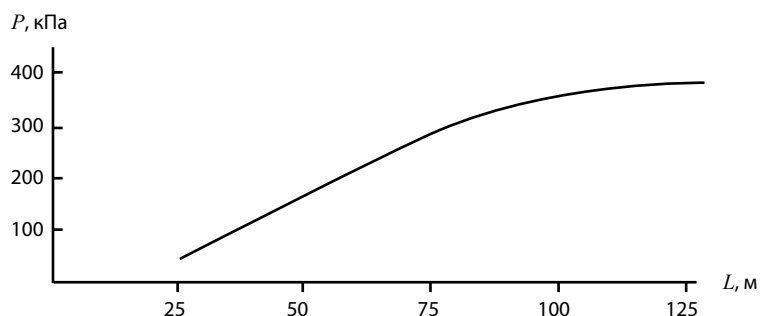


Рис. 4. Необходимый отпор крепи в зависимости от длины очистного забоя

ность вполне обеспечивается при расходе леса 0,5 стойки на 1 кв. м обнажения. При применении кустов из трех стоек – 1 куст на 7 кв. м обнажения, из шести стоек – на 13,5 кв. м обнажения. При этом такая плотность должна быть обеспечена при завершении отработки на участке, прилегающем к груди очистного забоя. В нижней же части плотность крепи может быть существенно уменьшена.

При пологом расположении отрабатываемой жилы возникают наиболее серьезные проблемы с поддержанием, поскольку в кровле формируется зона неустойчивых пород значительных размеров. Причем неустойчивость определяется прежде всего деформационным критерием – причиной являются нормальные к направлению жилы деформации растяжения, которые способствуют развитию параллельной этому направлению системы трещин. Размеры зоны по мере отработки участка увеличиваются вглубь массива (рис. 2).

Зоны, полученные в результате решения задачи, должны быть наложены друг на друга, и в результате получается окончательная зона к моменту завершения отработки (заштриховано, рис. 3).

Естественно, что для обеспечения равновесия пород выработка должна быть закреплена. График распределения необходимого отпора крепи представлен на рис. 4.

Следовательно, плотность крепи должна возрастать по мере увеличения размеров выработанного пространства. Так, при длине очистного забоя 60 м плотность крепи у груди забоя должна быть 1,1 стойки на 1 кв. м обнажения, при длине 100 м – 2 стойки на 1 кв. м, при длине 130 м – 2,4 стойки на 1 кв. м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Из оценки устойчивости пород в окрестностях очистного пространства по максимальным растягивающим напряжениям и деформациям следует, что наиболее устойчивым является массив при крутом залегании жилы, менее устойчивым – при пологом залегании.

2. При наклонном и пологом залегании жил для обеспечения безопасности ведения работ кровлю следует поддерживать крепью с сопротивлением от 200 до 350 кПа,

например, деревянными стойками с плотностью установки от 0,5 до 2,4 стоек на 1 кв. м в зависимости от длины очистного пространства.

3. Наиболее достоверным критерием оценки устойчивости окружающего массива в рассматриваемых условиях является деформационный критерий (по наибольшим деформациям растяжения).

4. Анализ деформированного состояния массива горных пород в окрестности очистного забоя показал, что оно является неоднородным, причем в непосредственной близости от обнажения имеются деформации растяжения.

Список литературы

1. Изаксон В.Ю., Григорьев В.М. Численный метод решения объемных и плоских задач теории упругости // Сборник научных трудов КузПТИ. Совершенствование технологии сооружения горных выработок. 1976. № 83. С. 28-37.
2. Жданкин Н.А. Некоторые вопросы управления массивом горных пород вокруг выработок / Тезисы доклада на конференции «Горное давление в очистных и подготовительных выработках». Новосибирск, 1989. С. 42-47.
3. Шонтаев Д.С., Судариков А.Е., Баизбаев М.Б. Оценка напряженно-деформированного состояния массива горных пород в окрестности очистного пространства / Труды Международной научно-практической конференции «Горно-перерабатывающая промышленность и наука: реальность и перспективы сотрудничества». Рудный, 2005. С.134-140.
4. Шонтаев Д.С., Шонтаев А.Д. Анализ состояния деформированности горного массива / Труды Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана». Караганда, 2007. С. 232-235.
5. Шонтаев Д.С., Шонтаев А.Д. Исследование и оценка деформированности массива горных пород при взрывном способе отбойки. / Труды Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы горно-металлургического комплекса Казахстана». Караганда, 2009. С. 296-297.
6. Напряженно-деформированное состояние пород вокруг выработок / Д.С. Шонтаев, В.Ф. Демин, Т.К. Балгабеков и др. // Вестник ПГУ. Энергетическая серия. 2019. № 4. С. 139-146.

Original Paper

UDC 622.117 © D.S. Shontaev, G.Zh. Khamitova, N.S. Malybaev, G.E. Sirgetayeva, M.P. Talerchik, A.D. Shontaev, 2023
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 1, pp. 28-31
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-1-28-31>

Title

ASSESSMENT OF STOPE STABILITY IN MINING STEEP, SLOPING AND FLAT VEINS

Authors

Shontaev D.S.¹, Khamitova G.Zh.¹, Malybaev N.S.², Sirgetayeva G.E.¹, Talerchik M.P.¹, Shontaev A.D.³

¹ S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan (Astana), 010011, Republic of Kazakhstan

² Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, 100027, Republic of Kazakhstan

³ Kazakh University of Technology and Business, Astana, 010017, Republic of Kazakhstan

Authors Information

Shontaev D.S., PhD (Engineering), Senior Lecturer of the Department of Transport equipment and technology, e-mail: dshontaev@mail.ru

Khamitova G.Zh., PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Transport Engineering and Technology, e-mail: gulzh2006@mail.ru

UNDERGROUND MINING

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