

Код МРНТИ 52.13.25

А.Ж. Имашев, *А.А. Мусин, Г.Б. Ескенова, Г.Ж. Жунусбекова

Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ЗОН НЕУПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ГОРНЫХ ПОРОД НА ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТАХ

Аннотация. В данной работе определены размеры условных зон неупругих деформаций вблизи горных выработок при комбинированной отработке месторождения. Численный анализ проводился методом граничных интегральных уравнений с поэтапным нагружением массива горных пород. Моделирование геомеханических процессов осуществлялось упругопластической моделью деформирования. Уточнение физико-механических свойств горных пород выполнено с помощью программы Rocscience. Исследование проведено при заложении выработки на глубине от 600 до 1200 м при коэффициенте бокового давления от 0,6 до 1. Установлена зависимость размеров и форм возможных зон неупругих деформаций вокруг горной выработки от коэффициента бокового давления и глубины заложения выработки. На основе полученных результатов можно проводить оценку геомеханического состояния приконтурной части массива горных пород, а также учесть при выборе типов и параметров крепления горных выработок.

Ключевые слова: зона неупругих деформаций, критерии прочности, численный анализ, трещиноватость, коэффициент бокового давления, выработка.

Терен горизонттардағы тау жыныстарының серпімді емес деформацияларының ықтимал аймақтарын зерттеу

Андатпа. Бұл жұмыста кен орнын аралас өңдеу кезінде тау-кен қазбаларына жақын серпімді емес деформациялардың шартты аймақтарының мөлшері айқындалған. Сандық талдау тау жыныстарының массивін кезең-кезеңімен жүктейтін шекаралық интегралдық тендеулер әдісімен жүргізілді. Геомеханикалық процестерді модельдеу серпімді-пластикалық деформация моделімен жүзеге асырылды. Тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттерін нақтылау Rocscience бағдарламасы арқылы жүзеге асырылады. Зерттеу бүйірлік қысым коэффициенті 0,6-дан 1-ге дейін 600-ден 1200 м-ге дейінгі тереңдікте қазба тесеу кезінде жүргізілді. Тау-кен қазбасының айналасындағы серпімді емес деформациялардың ықтимал аймақтарының мөлшері мен формаларының бүйірлік қысым коэффициентіне және қазбаның тереңдігіне тәуелділігі анықталды. Алынған нәтижелер негізінде тау жыныстары массивінің контурға жақын бөлігінің геомеханикалық жағдайын бағалауға, сондай-ақ тау-кен қазбаларын бекіту түрлері мен параметрлерін таңдау кезінде ескеруге болады.

Түйінді сөздер: серпімді емес деформация аймағы, беріктік критерийлері, сандық талдау, жарықтар, бүйірлік қысым коэффициенті, қазба.

Investigation of possible zones of inelastic deformations of rocks at deep horizons

Abstract. In this paper, the sizes of conditional zones of inelastic deformations near mine workings during combined mining of the deposit are determined. The numerical analysis was carried out by the method of boundary integral equations with step-by-step loading of the rock mass. Modeling of geomechanical processes was carried out by an elastoplastic deformation model. The refinement of the physical and mechanical properties of rocks was performed using the Rocscience program. The study was carried out when laying a mine at a depth of 600 to 1200 m with a lateral pressure coefficient from 0.6 to 1. The dependence of the sizes and shapes of possible zones of inelastic deformation around the mine workings on the coefficient of lateral pressure and the depth of the workings is established. Based on the results obtained, it is possible to assess the geomechanical condition of the contour part of the rock mass, and also take into account when choosing the types and parameters of fastening of mine workings.

Key words: inelastic deformation zone, strength criteria, numerical analysis, fracturing, lateral pressure coefficient, excavation.

Введение

Поскольку эксплуатация ресурсов полезных ископаемых имеет долгую историю, запасы минералов на больших глубинах постепенно истощаются, и разработка минеральных ресурсов продолжается все глубже в недрах земли. В настоящее время добыча полезных ископаемых в Казахстане на глубине 600-700 м является нормальным явлением; а в мировой практике глубина угольных шахт достигает 1500 м, глубина разработки геотермальных месторождений достигла более 5000 м, глубина добычи цветных металлов достигла около 4500 м. В будущем добыча полезных ископаемых на глубоких горизонтах станет обычным делом. Добыча угля в Польше, Германии, Великобритании, Японии и Франции достигла глубины более 1000 м еще в 1980-х годах, а в Китае в настоящее время насчитывается 47 угольных шахт глубиной более 1000 м [1, 2]. По сравнению с неглубокой добычей полезных ископаемых, глубокая разработка может быть связана с такими разрушениями, как обвалы горных пород, крупномасштабные обрушения и большой выброс смеси угля, газа и воды. Эти явления часто носят сложный характер, их трудно прогнозировать и контролировать. Характеристики горного массива и граничные условия в глубоких шахтах являются основными причинами аварий при добыче полезных ископаемых на больших глубинах [2]. Например, когда глубина разработки достигает около 1000 м, напряжение в точке, вызванное тектоническими нарушениями горных пород вокруг выработки, может вызвать концентрацию напряжений, что приведет к разрушению горных пород вокруг выработки [3].

Методика исследований

При оценке устойчивости горных выработок большое значение имеет правильный выбор модели поведения приконтурной части породного массива. Она, в первую очередь, должна учитывать возможность нелинейного деформирования пород вблизи выработки и возможность развития зоны разрушения в пространстве [4].

Для определения возможных зон разрушения горных пород (зоны неупругих деформаций) вокруг горной выработки была принята методика поэтапного нагружения методом граничных интегральных уравнений, которая реализуется с помощью прикладной программы Rocscience для численного моделирования и построения модели плоской деформации, применяя критерий Хука и Брауна.

В соответствии с диапазоном влияния напряжений в породах, окружающих одиночную выработку, в данной статье определяется диапазон влияния, в котором максимальное основное напряжение превышает 5% от первоначального напряжения в породе, чтобы определить диапазон влияния напряжений.

Исходные данные для проведения численного моделирования с применением методов конечного элемента приведены в таблице 1.

Результаты

При уточнении физико-механических свойств горных пород получены следующие результаты:

- сила сцепления горных пород (рис. 1а) изменялась от 2,1 МПа (на глубине 600 м) до 3,2 МПа (на глубине 1200 м);

Таблица 1

Исходные данные образцов пород

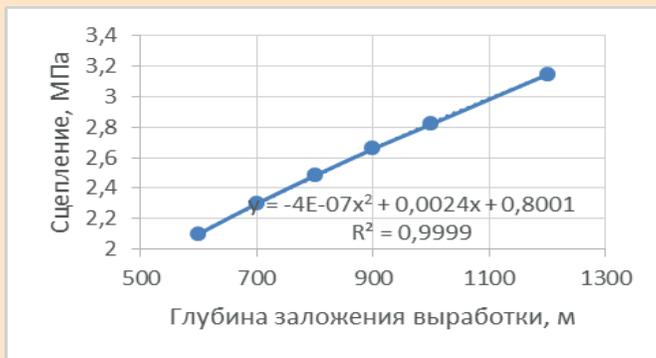
Кесте 1

Тау жыныстары үлгілерінің бастапқы мәліметтері

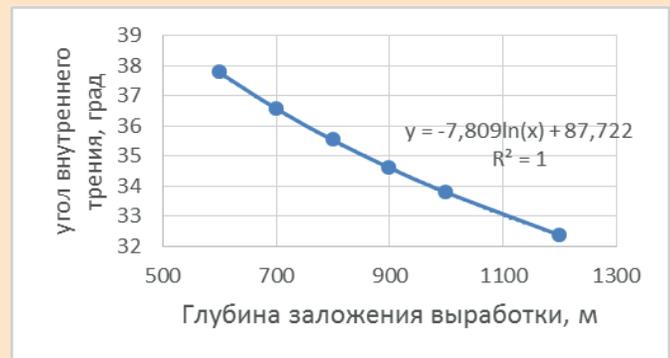
Table 1

Initial data of rock samples

Наименование	Показатели
Сопротивление одноосному сжатию ненарушенной породы (σ_{ci})	60 МПа
Геологический индекс прочности (GSI)	55
Параметр ненарушенной породы (m_i)	10 (для известняка)
Нарушение массива взрывными работами (D)	0 (характеризует хорошее качество взрывных работ)
Модуль деформации ненарушенной породы (E_i)	21000 МПа (для известняка)
Глубина расположения выработки (H)	600-1200 м
Объемный вес горных пород (γ)	2,7 т/м ³



а)



б)

Рис. 1. Графики изменения сцепления (а) и угла внутреннего трения (б) горных пород в зависимости от глубины заложения выработки.

Сурет 1. Қазбаны өту тереңдігіне байланысты тау жыныстарының ілінісуі (а) мен ішкі үйкеліс бұрышының (б) өзгеру графигі.

Figure 1. Graphs of changes in the adhesion (a) and the angle of internal friction (b) of rocks depending on the depth of the mine.

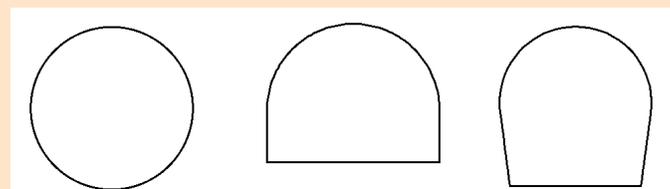
- угол внутреннего трения (рис. 1б) изменялся от 32 град. (на глубине 1200 м) до 38 град. (на отметке 600 м);

- прочность массива горных пород на одноосное растяжение – 0,202 МПа, прочность массива горных пород на одноосное сжатие – 4,826 МПа.

Для оценки влияния различных форм поперечного сечения на зону неупругих деформаций были смоделированы выработки на глубинах 600-1200 м с арочным, круглым и подковообразным сечением (рис. 2), площадь поперечного сечения составляет 17,3 м².

Анализ результатов моделирования горной выработки при разных глубинах заложения показывает, что с увеличением глубины (от 600 м и более) возрастают зоны концентрации напряжений и величины напряжения от 29 Мпа до 55 МПа. На рисунке 3-5 представлены зоны распределения неупругих деформаций вокруг одиночной горной выработки арочной, подковообразной и круглой форм сечения при глубине 1200 м. Наблюдаются изменения конфигурации зоны распределения неупругих деформаций, с углублением выработки ЗНД охватывает большую часть

и стремится к равномерному распределению в приконтурной части выработки.



а

б

в

Рис. 2. Разные формы поперечного сечения выработок: а – круглая форма сечения; б – арочная форма сечения; в – подковообразная форма сечения.

Сурет 2. Қазбалардың көлденең қимасының әртүрлі формалары:

а – дөңгелек қима пішіні; б – арка тәрізді қима пішіні; в – таға тәрізді қима пішіні.

Figure 2. Different shapes of the cross section of the workings:

a – is a round cross-section shape; b – is an arched cross-section shape; c – is a horseshoe-shaped cross-section shape.

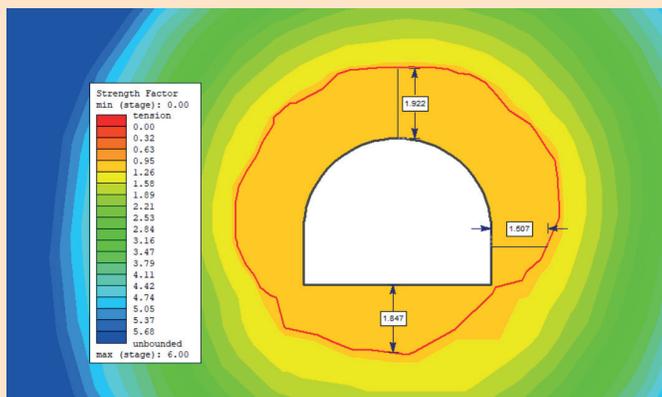


Рис. 3. Зоны неупругих деформаций горных пород вокруг выработки арочной формы на глубине 1200 м.

Сурет 3. 1200 м тереңдікте арка пішінді қазу айналасындағы тау жыныстарының серпімді емес деформацияларының аймақтары.

Figure 3. Zones of inelastic deformations of rocks around the arched mine at a depth of 1200 m.

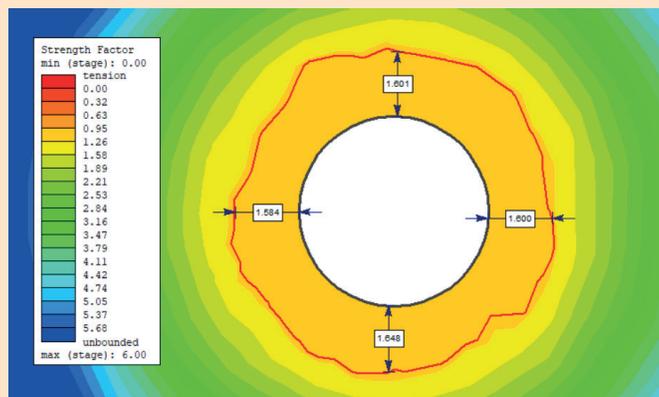


Рис. 5. Зоны неупругих деформаций горных пород вокруг выработки круглой формы на глубине 1200 м.

Сурет 5. 1200 м тереңдікте дөңгелек пішінді қазбаның айналасындағы тау жыныстарының серпімді емес деформацияларының аймақтары.

Figure 5. Zones of inelastic deformations of rocks around a round-shaped mine at a depth of 1200 m.

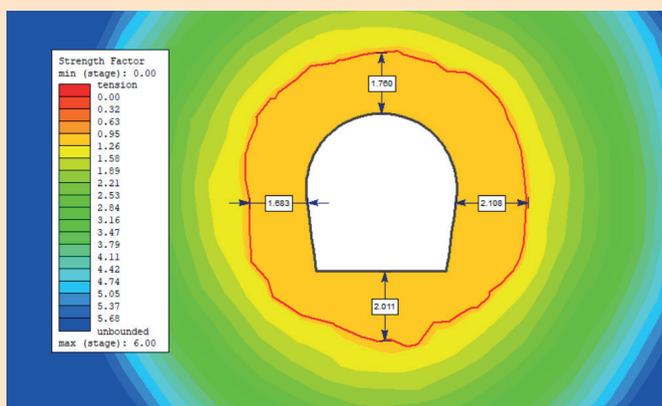


Рис. 4. Зоны неупругих деформаций горных пород вокруг выработки подковообразной на глубине 1200 м.

Сурет 4. 1200 м тереңдікте тағатәріздес қазбасының айналасындағы тау жыныстарының серпімді емес деформацияларының аймақтары.

Figure 4. Zones of inelastic deformations of rocks around the horseshoe mine at a depth of 1200 m.

При арочной и подковообразной формах сечений выработки с увеличением глубины наблюдается более выраженное увеличение ЗНД в боках по сравнению с кровлей выработки. Размеры зоны разрушения пород по бокам выработки составляют от 1,2 м (на глубине 600 м) до 2 м (на глубине 1200 м). Для данной зоны предельного состояния характерен рост размеров ЗНД преимущественно в горизонтальном направлении.

При круглой форме сечения выработки ЗНД распределяется равномерно по контуру выработки. Величина ЗНД увеличивается линейно с увеличением глубины заложения: при глубине 600 м величина неупругих деформаций составляет 0,7-0,9 м, а при глубине 1200 м увеличивается до 1,6 м.

Формы зон разрушения пород вокруг выработки с круглым сечением имеет несложную конфигурацию, что благоприятно влияет при выборе типов и параметров крепления.

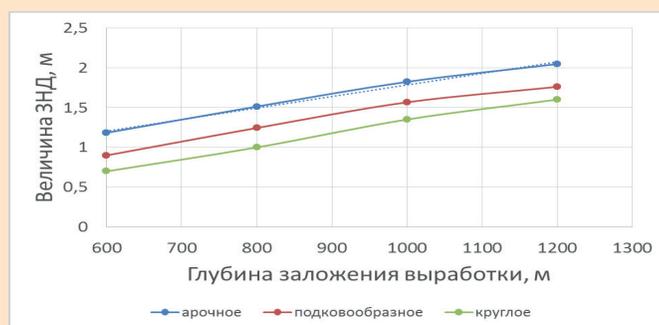


Рис. 6. График распределения ЗНД в зависимости от глубины разработки.

Сурет 6. Даму тереңдігіне байланысты серпімді емес деформация аймағын бөлу графигі.

Figure 6. Graph of the distribution of the inelastic deformation zone depending on the depth of development.

На основе результатов моделирования различных форм поперечного сечения выработок был построен график (рис. 6), который показывает распределение величин зоны неупругих деформаций (ЗНД) в зависимости от глубины разработки. График показывает, что арочное сечение выработки характеризуется более широкими зонами влияния, чем другие формы, в то время как круглая форма сечения является оптимальной, обеспечивая наименьшее значение ЗНД.

Распределение зон неупругих деформаций подчиняется логарифмическим уравнениям для различных форм поперечного сечения. По результатам численного анализа

были определены следующие уравнения для определения значений зоны неупругих деформаций:

для арочного сечения:

$$ЗНД_a = 1,2547 \ln(H) - 6,8525, \quad (1)$$

для подковообразного сечения:

$$ЗНД_n = 1,2614 \ln(H) - 7,1721, \quad (2)$$

для круглого сечения:

$$ЗНД_k = 1,315 \ln(H) - 7,7398, \quad (3)$$

где u – величина зоны неупругих деформаций (ЗНД);

H – глубина разработки.

Выводы

Численный анализ по определению ЗНД вокруг выработки методом граничных интегральных уравнений с поэтапным нагружением массива горных пород позволяет учитывать большое количество горно-геологических и горнотехнических условий месторождения.

Геологический индекс прочности (GSI) дает возможность подготовить корректные исходные данные для проведения численного анализа напряженного состояния массива горных пород.

В ходе исследований выполнен численный анализ напряженного состояния массива горных пород методом конечных элементов, по результатам которого построен график изменения размеров ЗНД в зависимости от глубины заложения и формы поперечного сечения.

По результатам численного анализа определено, что при обработке запасов полезного ископаемого на глубоких горизонтах оптимальной формой сечения является «круглая», так как при круглой форме сечения напряжения распределяется равномерно по всему контуру выработки, что благоприятно влияет при выборе типов и параметров крепления.

Анализ изменения ЗНД вблизи горной выработки дает объективную информацию об их устойчивости и позволяет прогнозировать возможные смещения. Наличие такой информации позволит обоснованно подходить к выбору способов и средств поддержания горных выработок в процессе их эксплуатации.

Благодарность

Статья опубликована в рамках грантового финансирования исследований молодых ученых по научным и (или) научно-техническим проектам на 2024-2026 годы (ИРН – АР22787307), при финансировании Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Се Х. Обзор исследований государственной программы развития ключевых исследований Китая: механика глубоких пород и теория горного дела. // Журнал Китайского угольного общества. 2019. Т. 44. №5. С. 1283-1305 (на английском языке)
2. Се Х. Основы исследований и ожидаемые результаты в области глубинной механики горных пород и теории горного дела. // Передовые инженерные науки. 2017. Т. 49. №2. С. 1-16 (на английском языке)
3. Ма Н., Хоу К. Подземное давление на секционные выработки и его регулирование: Издательство «Угольная промышленность», Пекин, Китай, 2015 (на английском языке)
4. Сударииков А.Е. Решение задач геомеханики в упругой постановке. / А.Е. Сударииков, Ш.Б. Зейтинова, Н.Б. Бахтыбаев, А.Ж. Имашев, Н. Тилеухан. // Труды Университета КарГТУ. 2015. №1. С. 37-39 (на русском языке)
5. Сударииков А.Е. Напряженно-деформированное состояние горного массива вокруг выработок с учетом его трещиноватости. / А.Е. Сударииков, А.Ж. Имашев, Н.Б. Бахтыбаев, Д.К. Таханов. // Вестник Национальной академии горных наук. 2017. №1. С. 59-64 (на русском языке)
6. Feng X.T. Наблюдение за скальванием горных пород в глубоких туннелях китайской подземной лаборатории Цзиньпин (глубина 2400 м). / Feng X.T., Xu H., Qiu S.L., Li S.J., Yang C.X., Guo H.S., Cheng Y., Gao Y.H. // Rock Mech Rock Eng. 2018. 51:1193-1213 (на английском языке)
7. Ни Х. Эксперименты с процессом взрыва породы в скважине и характеристиками ее акустической эмиссии. / Ни Х., Су Г., Чен Г., Мей С., Фенг Х., Мей Г., Хуанг Х. // Rock Mech Rock Eng. 2018. 52:783-802 (на английском языке)
8. Хук Э., Картер Т.Г., Дидерихс М.С. Количественная оценка диаграммы индекса геологической прочности. // 47-й симпозиум по механике горных пород/геомеханике США, состоявшийся в Сан-Франциско, Калифорния, США, 2015 (на английском языке)
9. Нгуен Ван Минь, Еременко В.А., Умаров А.Р., Косырева М. Оценка влияния формы выработки и действующих напряжений на формирование зон нелинейных деформаций в массиве горных пород на глубине свыше 1,5 км. // Международная конференция ИПКОН РАН, 2019. – С. 217-224 (на русском языке)
10. Нгуен Ван Минь. Оценка влияния формы выработки и действующих напряжений в массиве на формирование зоны растягивающих деформаций на глубине свыше 1 км. / Нгуен Ван Минь, Еременко В.А., Сухорукова М.А., Шерматова С.С. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2020. №6. С. 67-75 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Се Х. Қытайдың негізгі зерттеулерін дамытудың мемлекеттік бағдарламасын зерттеуге шолу: терең тау жыныстарының механикасы және тау-кен теориясы. // Қытай көмір қоғамының журналы. 2019. Т. 44. №5. Б. 1283-1305 (ағылшын тілінде)
2. Се Х. Тау жыныстарының терең механикасы мен тау-кен теориясындағы зерттеу негіздері және күтілетін нәтижелер. // *Advanced Engineering Sciences*. 2017. Т. 49. №2. Б. 1-16 (ағылшын тілінде)
3. Ма Н., Хоу К. Секциялық автомобиль жолдарына жер асты қысымы және оны реттеу: көмір өнеркәсібі баспасы, Пекин, Қытай, 2015 ж. (ағылшын тілінде)
4. Судариков А.Е. Серпімді қойылымдағы геомеханика мәселелерін шешу. / А.Е. Судариков, Ш.Б. Зейтинова, Н.Б. Бахтыбаев, А.Ж. Имашев, Н. Тілеухан. // ҚарМТУ Университетінің еңбектері. 2015. №1. Б. 37-39 (орыс тілінде)
5. Судариков А.Е. Жарықшақты ескере отырып, қазбалардың айналасындағы тау-кен массивінің кернеулі-деформацияланған жағдайы. / А.Е. Судариков, А.Ж. Имашев, Н.Б. Бахтыбаев, Д.К. Таханов. // Ұлттық тау-кен ғылымдары академиясының хабаршысы. 2017. №1. Б. 59-64 (орыс тілінде)
6. Feng X.T. Қытайдың Цзиньпин жерасты зертханасының терең туннельдеріндегі тау жыныстарының құлауын орнында бақылау (Тереңдігі 2400 м). Feng X.T., Xu H., Qiu S.L., Li S.J., Yang C.X., Guo H.S., Cheng Y., Gao Y.H. // *Rock Mech Rock Eng*. 2018. 51:1193-1213 (ағылшын тілінде)
7. Hu X. Ұңғыманың жарылу процесі және оның акустикалық эмиссиялық сипаттамалары бойынша эксперимент. / Hu X., Su G., Chen G., Mei S., Feng X., Mei G., Huang X. // *Rock Mech Rock Eng*. 2018. 52:783-802 (ағылшын тілінде)
8. Хук Э., Картер Т.Г., Дидерихс М.С. Геологиялық беріктік индексінің диаграммасын сандық бағалау. // Сан-Францискода, Калифорнияда, АҚШ-та өткен 47-ші тау жыныстары механикасы/геомеханика симпозиумы, 2015 (ағылшын тілінде)
9. Нгуен Ван Мин, Еременко В.А., Омаров А.Р., Косырева М. 1,5 км тереңдіктегі тау жыныстары массивіндегі сызықтық емес деформация аймақтарының қалыптасуына қазба формасы мен әсер етуші кернеулердің әсерін бағалау. // ИПКОН РФА Халықаралық конференциясы, 2019. – С. 217-224 (орыс тілінде)
10. Нгуен Ван Минь. 1 км-ден астам тереңдікте созылатын деформация аймағын қалыптастыруға массивтегі қазба формасы мен әсер ететін кернеулердің әсерін бағалау. / Ван Минь, Еременко В.А., Сухорукова М.А., Шерматова С.С. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. 2020. № 6. С. 67-75 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Xie H. Research Review of the State Program for the Development of key Research in China: Deep Rock mechanics and Mining Theory. // *Journal of the Chinese Coal Society*. 2019. Vol. 44. №5. P. 1283-1305 (in English)
2. Xie H. Fundamentals of research and expected results in the field of deep rock mechanics and mining theory. // *Advanced Engineering Sciences*. 2017. Vol. 49. №2. P. 1-16 (in English)
3. Ma N., Hou K. Underground pressure on sectional highways and its regulation: Coal Industry Publishing House, Beijing, China, 2015 (in English)
4. Sudarikov A.E. Solving problems of geomechanics in elastic formulation. / Sudarikov A.E., Zeitinova Sh.B., Bakhtybaev N.B., Imashev A.Zh., Tileukhan N. // *Proceedings of the KarSTU University*. 2015. №1. P. 37-39 (in Russian)
5. Sudarikov A.E. Stress-strain state of the rock mass around the workings, taking into account its fracturing. / Sudarikov A.E., Imashev A.J., Bakhtybaev N.B., Takhanov D.K. // *Bulletin of the National Academy of Mining Sciences*. 2017. №1. P. 59-64 (in Russian)
6. Feng X.T. In situ observation of rock spalling in the deep tunnels of the China Jinping underground laboratory (2400 m Depth). / Feng X.T., Xu H., Qiu S.L., Li S.J., Yang C.X., Guo H.S., Cheng Y., Gao Y.H. // *Rock Mech Rock Eng*. 2018. 51:1193-1213 (in English)
7. Hu X. Experiment on rockburst process of borehole and its acoustic emission characteristics. / Hu X., Su G., Chen G., Mei S., Feng X., Mei G., Huang X. // *Rock Mech Rock Eng*. 2018. 52:783-802 (in English)
8. Hook E., Carter T.G., Diederichs M.S. Quantitative assessment of the geological strength index diagram. // 47th Symposium on Rock Mechanics/Geomechanics USA, held in San Francisco, California, USA, 2015 (in English)
9. Nguyen Van Min, Eremenko V.A., Omarov A.R., Kosyrev M. Assessment of the influence of fossil form and acting stresses on the formation of nonlinear deformation zones in a rock Massif at a depth of 1.5 km. // *International Conference of the IPCON Ras*. 2019. – P. 217-224 (in Russian)
10. Nguyen Van Min. Assessment of the influence of the form of fossils and stresses acting on the Massif on the formation of deformation zones stretching at a depth of more than 1 km. / Nguyen Van Min., Eremenko V.A., Sukhorukova M.A., Shermatova S.S. // *Mining information and analytical Bulletin*. 2020. №6. P. 67-75 (in Russian)

Сведения об авторах:

Имашев А.Ж., асс. профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), imashev_85@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9799-8115>

Ескенова Г.Б., докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), g.eskenova@kstu.kz; <https://orcid.org/0000-0001-8184-4085>

Мусин А.А., PhD, ст. преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), musin_aibek@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6318-9056>

Жунусбекова Г.Ж., преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), gaukhar.zhumashevna@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2842-270X>

Авторлар туралы мәліметтер:

Имашев А.Ж., PhD, «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының қауымдастырылған профессорі, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Ескенова Г.Б., «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының докторанты, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Мусин А.А., PhD, «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқытушысы, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Жунусбекова Г.Ж., «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының оқытушысы, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Imashev A.Zh., PhD, associate professor of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Yeskenova G.B., doctoral student of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Mussin A.A., PhD, Senior Lecturer of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Zhunusbekova G.Zh., lecturer of the Department «Development of mineral deposits» Non-profit joint-stock company «Abylkas Saginov Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

3-й международный конгресс и выставка



ЗОЛОТО России и СНГ

24-25 сентября 2024, Москва

Организатор:
VOSTOCK CAPITAL
— 21 год динамичного успеха —

При поддержке:



КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ В ПРОГРАММЕ КОНГРЕССА 2024:

200+ РУКОВОДИТЕЛЕЙ КЛЮЧЕВЫХ
ЗОЛОТОРУДНЫХ КОМПАНИЙ России и стран СНГ

30+ ЧАСОВ ДЕЛОВОГО И НЕФОРМАЛЬНОГО
ОБЩЕНИЯ

НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В РОССИИ И
СТРАНАХ СНГ

ДИСКУССИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ДИРЕКТОРОВ:
эффективное использование техногенных
россыпей и отвалов

Судьба известных и перспективы будущих
проектов в золотодобывающем секторе

Предотвращение рисков: продвинутые МЕТОДЫ
ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ИНФРАСТРУКТУРЫ
при обустройстве месторождений

+44 207 394 30 90 (Лондон)
events@vostockcapital.com

Среди постоянных
участников
мероприятия:

GOLDMININGRUS.COM

