ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2021;(8):104-113
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 622.831; 622,2; 622.235 DOI: 10.25018/0236_1493_2021_8_0_104

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗОН РАСТЯГИВАЮЩИХ ДЕФОРМАЦИЙ ВОКРУГ ВЫРАБОТОК НА ГЛУБИНЕ СВЫШЕ 1 км

Нгуен Ван Минь[1], Ч.В. Хажыылай[1], А.Р. Умаров[1], А.М. Янбеков[1]

[1] ГИ НИТУ «МИСиС», Москва, Россия,
e-mail: minhnv@utt.edu.vn, flek1231998@mail.ru

Аннотация: Представлена оценка влияния физико-механических свойств горных пород, таких как модуль упругости, коэффициент Пуассона, количественные характеристики горных пород (индекс *Q*) и влияние глубины ведения горных работ на формирование зоны растягивающих деформаций вокруг выработок. Расчет проводился по трем сценариям направления действия максимальных напряжений: по направлению оси выработки; перпендикулярно оси выработки и под углом 45° к оси выработки. Моделирование напряженно-деформированного состояния вмещающего массива подготовительных выработок проводилось в программном комплексе Map3D. Полученные результаты количественного анализа используются для калибровки модели в течение всего периода проходки и поддержания выработок. Формирование зоны растягивающих деформаций используются для определения расстояний от кровли и боков выработки вчерне до границы микродеформаций со значениями $\mu\varepsilon = 350$ (зоны вероятного разрушения массива). Использование метода анализа степени влияния основных параметров на зону растягивающих деформаций по рассмотренным сценариям показывает, что: величина главных напряжений с глубиной разработки и количественные характеристики горных пород (индекс *Q*) оказывают больше влияние, чем модуль упругости и коэффициент Пуассона горных пород массива.

Ключевые слова: растягивающие деформации, микродеформация, индекс *Q* горных пород, глубина разработок, выработка, кровля и бока выработки, глубина свыше 1 км, горная порода, программы Map3D и RocData, метода анализа чувствительности

Для цитирования: *Нгуен Ван Минь, Хажыылай Ч. В., Умаров А. Р., Янбеков А. М.* Оценка степени влияния основных параметров на формирование зон растягивающих деформаций вокруг выработок на глубине свыше 1 км // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 8. – С. 104–113. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_8_0_104.

Effect of main rock mass parameters on initiation of tensile strain zones around openings at a depth greater than 1 km

Nguyen Van Minh[1], C.V. Khazhyylai[1], A.R. Umarov[1], A.M. Yanbekov[1]

[1] Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», Moscow, Russia,
e-mail: minhnv@utt.edu.vn, flek1231998@mail.ru

© Нгуен Ван Минь, Ч.В. Хажыылай, А.Р. Умаров, А.М. Янбеков. 2021.

Abstract: The article presents an estimate of the effect exerted by the physical and mechanical properties of rocks, such as elasticity modulus, Poisson's ratio, the quantitative indicator of rock mass (*Q*-index) and the mining depth on the initiation of tensile strain zones around underground openings. There are three calculation scenarios in terms of directions of maximum stresses: along the opening axis; in perpendicular to the opening axis; at an angle of 45° to the opening axis. The stress–strain analysis of enclosing rock mass around development headings was carried out in the Map3D environment. The quantitative analysis results are used in adjustment of the model for a full period of heading and maintenance of the headings. The data on tensile strain zones are included in rough determination of the distance from the heading roof and side to the boundary of the microstrain zones with the values $\mu\varepsilon$=350 (zone of probable rock mass failure). The analysis of the main rock mass parameters on the tensile strain zone in the three scenarios shows that the values of the principal stresses and the quantitative indicator (*Q*-index) with the increasing depth of mining are more influential than the modulus of elasticity and Poisson's ratio of rocks.

Key words: tensile strains, microstrain, Q-index of rocks, mining depth, underground opening, roof and sidewalls, depth greater than 1 km, rock, Map3D and RocData, sensitivity analysis.

For citation: Nguyen Van Minh, Khazhyylai C. V., Umarov A. R., Yanbekov A. M. Effect of main rock mass parameters on initiation of tensile strain zones around openings at a depth greater than 1 km. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021;(8):104-113. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2021_8_0_104.

Введение

С увеличением глубины ведения горных работ увеличивается и число внезапных обрушений кровли и вывалов с боков выработки, поэтому основной проблемой для безопасной отработки на большой глубине является неустойчивость выработок и камер. В условиях повышенной напряженности изменяется и поведение скальных пород, механические реакции которых на больших глубинах мало изучены. Без мониторинга за деформациями и прогнозированием обрушений, такие условия являются небезопасными для ведения горных работ и работников шахт.

Наиболее эффективным методом в таких случаях является численное моделирование, позволяющее спрогнозировать деформации пород и поведение вмещающего массива в условиях перераспределения напряжений. Следует отметить, что проходка выработок сопровождается образованием зон разгрузки в приконтурной части выработок и вторичного поля напряжений [1].

Физико-механические свойства горных пород, такие как модуль упругости и коэффициент Пуассона, будут изменяться с процессом трещинообразования [2]. В работе [3] оценено состояние трещин в горных породах по индексам *RQD, Q, GSI, RMR, RMI* на Таймырском руднике.

На основании натурных наблюдений сделан вывод о том, что в процессе проходки и поддержания горных выработок в условиях высокого горного давления во вмещающем массиве формируются трещины под действием растягивающих деформаций. Современные исследования основываются на определении механизма разрушения массива горных пород под действием избыточных на-

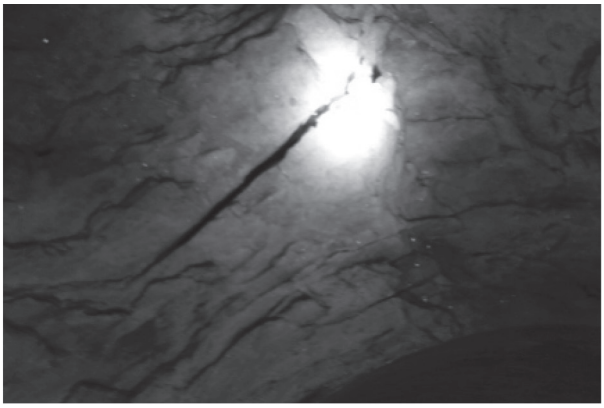

Рис. 1. Растрескивание в своде очистной выработки
Fig. 1. Cracking fissuring in stope roof

пряжений [4—11]. В натурных условиях, при проходке горных выработок на глубинах свыше 1 км, во вмещающем массиве наблюдаются трещины растяжения, которые образовываются параллельно и субпараллельно обнажению выработки по всему периметру под действием высоких сил сжатия (рис. 1) [12—14].

Процесс растяжения определяется критерием растягивающей деформации, при котором порода начинает разрушаться при всестороннем сжатии, когда вторичное растягивающее напряжение превышает определенный предел прочности породы [15], т.е.:

$$\varepsilon_3 \geqslant \varepsilon_c \qquad (1)$$

где ε_3 — растягивающая деформация; ε_c — предельное (критическое) значение растягивающей деформации.

Трещины растяжения образуются в плоскостях, перпендикулярных направлению действия растягивающих деформаций, направление которого соответствует вектору минимального главного напряжения. Деформация в таком случае связана с тремя главными напряжениями согласно следующему уравнению:

$$\varepsilon_3 = \frac{1}{E}\left[\sigma_3 - \nu\left(\sigma_1 + \sigma_2\right)\right], \qquad (2)$$

где ε_1, ε_2, ε_3 — главные напряжения; E — модуль Юнга нетронутых пород; ν — коэффициент Пуассона.

Программный комплекс численного моделирования Map3D включает в расчеты представленное выше уравнение, позволяет определить зоны растягивающих деформаций, которые формируются во вмещающем массиве.

В данном исследовании изучена степень влияния основных параметров (модуль упругости, коэффициент Пуассона, глубина эксплуатации, направления воздействия главных напряжений и индекс Q) на зону растягивающих деформаций. Анализ влияния вышеуказанных параметров необходим для установления мер по прогнозированию, предотвращению и контролю распространения зоны растягивающих деформаций в горных породах.

Порядок проведения исследований и результаты

Выбранный для моделирования участок выработок сложен по горно-геологическим условиям, повышенному горному давлению, трещиноватости пород и т.д. Корректность выбранных параметров анкерного крепления подготовительных выработок предлагается проверить

Таблица 1

Основные значения и вариации параметров
Basic values and variations of parameters

Название параметра	*E*, ГПа	ν	Индекс *Q*	Глубина *H*, м
Основное значение	63,1	0,26	52,5	1100
Диапазон изменения	31,5 – 157,7	0,2 – 0,3	2,5 – 70	1100 – 1900

с учетом проведения геомеханической оценки состояния массива при помощи программ численного моделирования Map3D и RocData [16].

Направления действия главных напряжений на исследуемом участке массива точно не определены, поэтому при проведении численных расчетов рассматривалось три сценария направления действующих напряжений: максимальное главное напряжение действует по направлению оси выработки (по простиранию); перпендикулярно оси выработки (вкрест простирания) и под углом 45° к оси выработки.

При проведении лабораторных исследований установлено, что первые трещины в скальных породах обнаруживаются при значениях деформаций растяжения $\mu\varepsilon$ = 200, что является критерием объемного трещинообразования. Экспериментально установлено, что при значениях микродеформаций $\mu\varepsilon \approx 350$ в скальных массивах обнаруживаются первые трещины растяжения, а с их увеличением до $\mu\varepsilon$ = 500÷800 и более массив начинает интенсивно деформироваться, и формируются своды и зоны возможного обрушения пород.

Поэтому указанная величина показателя $\mu\varepsilon$ = 350 принята в качестве численного критерия, определяющего внешнюю границу вторичного поля напряжений [17].

Сравнение степени влияния физико-механических параметров на закономер-

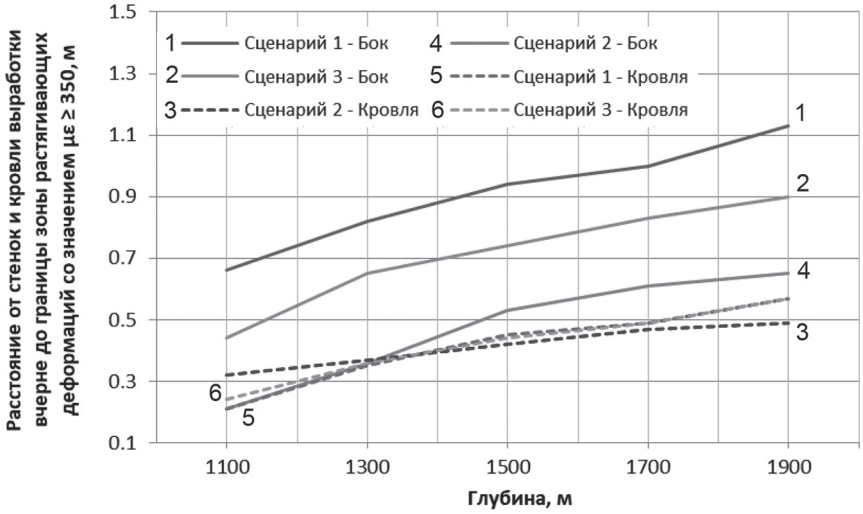

Рис. 2. Глубина распространения зон растягивающих деформаций в кровле и боках арочной выработки при изменении главных напряжений с глубиной

Fig. 2. Area of tensile strain zone in roof and sidewalls of arched opening under variation in principal stresses with depth

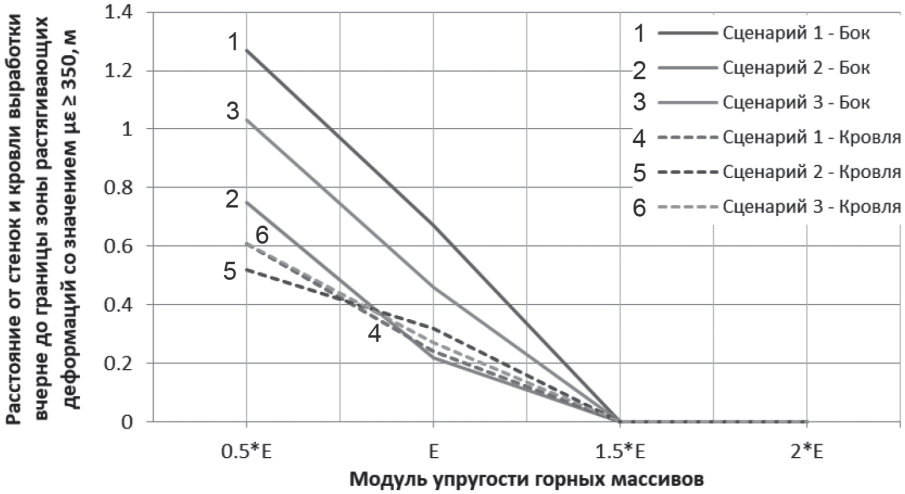

Рис. 3. Глубина распространения зон растягивающих деформаций в кровле и боках арочной выработки при изменении модуля упругости

Fig. 3. Area of tensile strain zone in roof and sidewalls of arched opening under variation in modulus of elasticity

ности формирования зон растягивающих деформаций определяется как [18]:

$$S(a_k) = \max\left\{\left(\frac{U_{a_k\max} - U^*}{U^*}\right); \left(\frac{U^* - U_{a_k\min}}{U^*}\right)\right\}, \quad (3)$$

где $S(a_k)$ — степень влияния параметров a_k; U^* — натурные значения критерия; $U_{a_k\max}$ и $U_{a_k\min}$ — максимальное и минимальное значения критерия в пределах диапазона изменения параметра a_k соответственно.

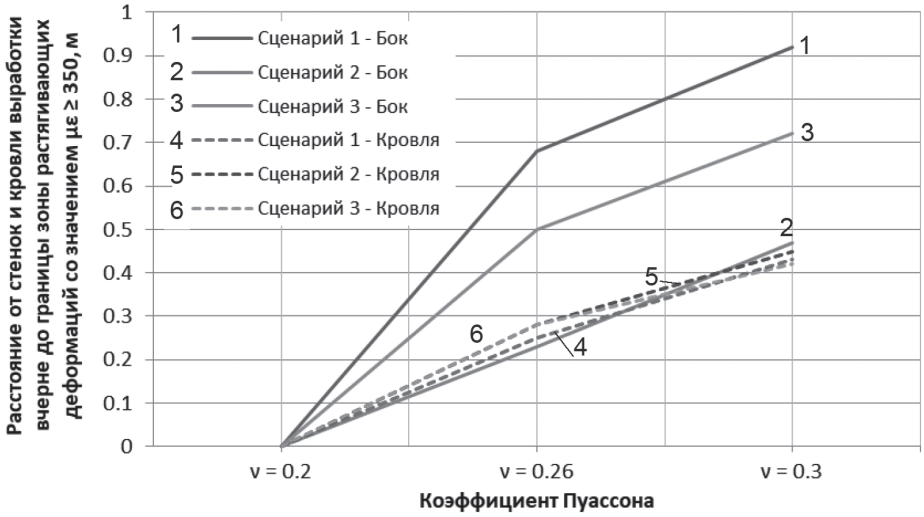

Рис. 4. Глубина распространения зон растягивающих деформаций в кровле и боках арочной выработки при изменении коэффициента Пуассона

Fig. 4. Area of tensile strain zone in roof and sidewalls of arched opening under variation in Poisson's ratio

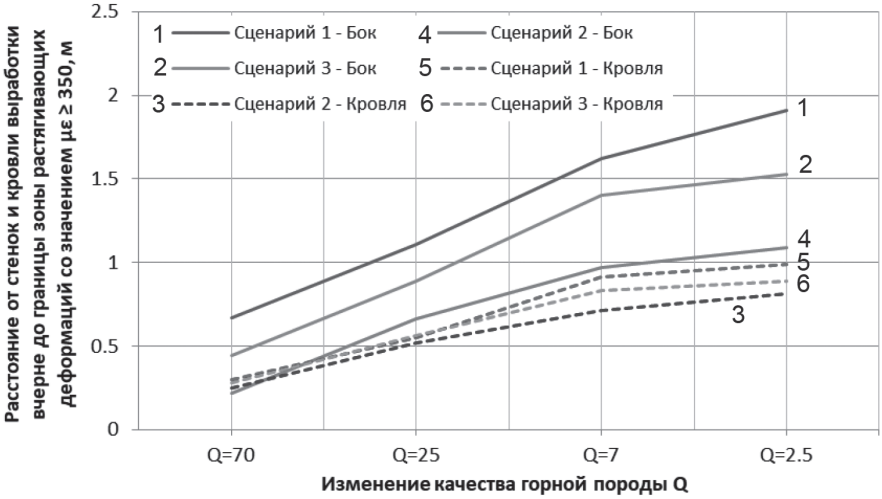

Рис. 5. Глубина распространения зон растягивающих деформаций в кровле и боках арочной выработки при изменении индекса Q

Fig. 5. Area of tensile strain zone in roof and sidewalls of arched opening under variation in Q-index

Свойства горных пород в руднике, используемые при численном моделировании, представлены в табл. 1.

С учетом полученных результатов исследований установлено, что зоны растягивающих деформаций со значениями $\mu\varepsilon \geqslant 350$ формируются в кровле и боках выработки.

На рис. 2 — 5 показаны результаты численного моделирования расстояний от кровли, от стенок выработки вчерне до границы зоны растягивающих деформаций (сценарии 1 — 3).

Влияние различных параметров на зону растягивающих деформаций представлены в виде гистограмм (рис. 6, 7).

Результат анализа графиков представлен в табл. 2.

Результаты анализа трех сценариев воздействия напряжений показывают,

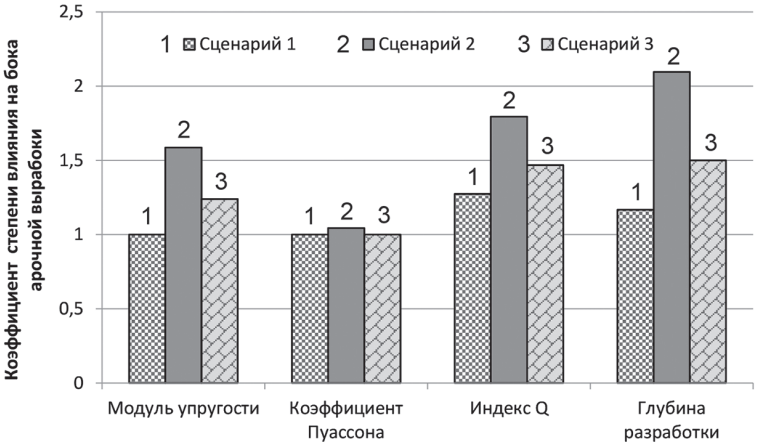

Рис. 6. Гистограмма анализа влияния на бока арочной выработки

Fig. 6. Bar chart of influence on arched opening sidewalls

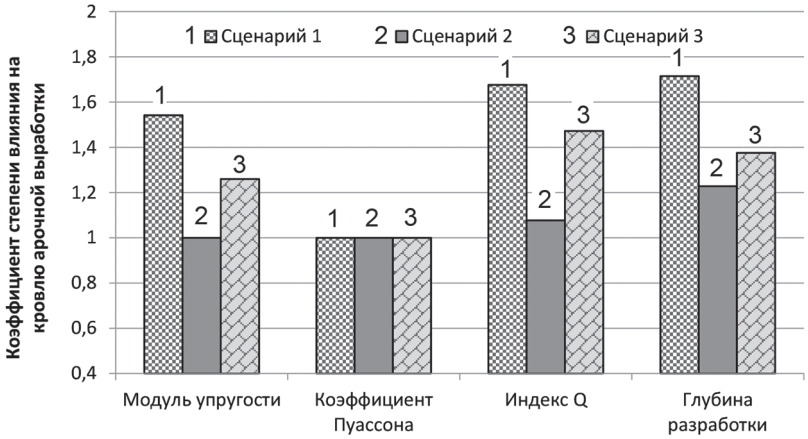

Рис. 7. Гистограмма анализа влияния на кровлю арочной выработки
Fig. 7. Bar chart of influence on arched opening roof

Таблица 2

Степень влияния параметров на формирование зоны растягивающих деформаций в кровле и боках арочной выработки
Influence of parameters on initiation of tensile strain zones in roof and sidewalls of arched underground opening

	В кровле	**В боках**
Сценарий 1	*H* > Индекс *Q* > *E* > ν	Индекс *Q* > *H* > *E*> ν
Сценарий 2	*H* > Индекс *Q* > *E* > ν	*H* > Индекс *Q* > *E* > ν
Сценарий 3	Индекс *Q* > *H* > *E* > ν	*H* > Индекс *Q* > *E* > ν

что индекс *Q* горных пород и глубина горных работ оказывают наиболее значительное воздействие на образование зон растягивающих деформаций в боках и кровле выработки.

Выводы

По результатам исследования численного моделирования выработки и оценки основных параметров, влияющих на формирование зоны растягивающих деформаций выявлено следующее:

- При сценарии 1 расстояние от боков выработки вчерне до границы зоны растягивающих деформаций является наибольшим. В сценарии 2 расстояние от боков выработки вчерне до границы зоны растягивающих деформаций является наименьшим.
- Результаты, полученные с помощью численной модели Map3D, показывают, что количественный индекс *Q* массива горных пород оказывает большое влияние на формирование микротрещиноватости. Чем больше значение индекса *Q*, тем меньше мощность образования трещин растяжения.
- Чем больше глубина эксплуатации и коэффициент Пуассона, тем больше зона растягивающих деформаций.
- Результаты численного моделирования также показали, что чем больше модуль упругости, тем меньше размер зоны растягивающих деформаций.
- Индекс *Q* горных пород и глубина добычи оказывают наибольшее влияние на образование зон растягивающих деформаций в выработках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Stacey T. R.*, De *Jongh C. L.* Stress fracturing around a deep level bored tunnel // Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 1977, vol. 78, pp. 124—133.

2. *Eberhardt E., Stead D., Stimpson B., Read R. S.* Identifying crack initiation and propagation thresholds in brittle rock // Can Geotech Journal. 1988, vol. 35, pp. 222—233. DOI: 10.1139/cgj-35-2-222.

3. *Еременко В. А.*, *Айнбиндер И. И.*, *Пацкевич П. Г.*, Бабкин Е. Оценка состояния массива горных пород на рудниках ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель» // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2017. — № 1. — С. 5—17.

4. *Лушников В. Н.*, *Сэнди М. П.*, *Еременко В. А.*, *Коваленко А. А.*, *Иванов И. А.* Методика определения зоны распространения повреждения породного массива вокруг горных выработок и камер с помощью численного моделирования // Горный журнал. — 2013. — № 12. — С. 11—16.

5. *Еременко В. А.*, *Аксенов З. В.*, *Пуль Э. К.*, *Захарова Н. Е.* Исследование структуры вторичного поля напряжений призабойной части подготовительных выработок при проходке выбросоопасных пластов с использованием программы Map3D // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — № 5. — С. 91—104. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-5-0-91-104.

6. *Козырев А. А.*, *Семенова И. Э.*, *Журавлева О. Г.*, *Пантелеев А. В.* Гипотеза происхождения сильного сейсмического события на Расвумчоррском руднике 09.01.2018. // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — № 12. — С. 74—83. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-12-0-74-83.

7. *Зубов В. П.* Применяемые технологии и актуальные проблемы ресурсосбережения при подземной разработке пластовых месторождений полезных ископаемых // Горный журнал. — 2018. — № 6. — С. 77—83. DOI: 10.17580/gzh.2018.06.16.

8. *Сидоров Д. В.*, *Пономаренко Т. В.*, *Ларичкин Ф. Д.*, *Воробьев А. Г.* Экономическое обоснование инновационных решений по снижению потерь сырья в алюминиевой отрасли России // Горный журнал. — 2018. — № 6. — С. 65—68. DOI: 10.17580/gzh.2018.06.14.

9. *Terzaghi K.*, *Peck R. B.* Soil mechanics in engineering practice. Wiley, New York, 1967.

10. *Hoek E.*, *Brown E. T.* Underground excavations in rock. London, Institute of Mining and Metallurgy, 1980.

11. *Sheorey P. R.*, *Biswas A. K.*, *Choubey V. D.* An empirical failure criterion for rocks and jointed rock masses // Engineering Geology. 1989, vol. 26, pp. 141—159. DOI: 10.1016/0013-7952(89)90003-3.

12. *Fairhurst C.*, *Cook N. G.* W. The of maximum phenomenon of rock splitting parallel to the direction compression in the neighbourhood of a surface / Proceedings 1st Congress of the International Society for Rock Mechanics. Lisbon, September 25 — October 1, vol. 1. 1966, pp. 687—692.

13. *Kuijpers J.* Fracturing around highly stressed excavations in brittle rock // Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy. 2000, vol. 100, pp. 325—332.

14. *Ndlovu X.*, *Stacey T. R.* Observations and analyses of roof guttering in a coal mine // Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy. 2007, vol. 107, pp. 477—491.

15. *Stacey T. R.* A simple extension strain criterion for fracture of brittle rock // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 1981, vol. 18, pp. 469—474. DOI: 10.1016/0148-9062(81)90511-8.

16. *Регламент* по оценке нарушенности массива горных пород на рудниках ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель». — 2018.

17. *Нгуен Ван Минь*, *Еременко В. А.*, *Лейзер В. И.*, *Сухорукова М. А.*, *Шерматова С. С.* Определение размеров зон растягивающих деформаций во вмещающем массиве подготовительных выработок // Инженерная физика. — 2020. — № 7. — С. 39—48. DOI: 10.25791/infizik.07.2020.1148.

18. *Zeng-hui Zhao, Wei-ming Wang, Xin Gao, Ji-xing Yan* Sensitivity analysis of mechanical parameters of different rocklayers to the stability of coal roadway in soft rock strata // The Scientific World Journal. 2013, vol. 2013, pp. 1 — 8. DOI: 10.1155/2013/869040. ГИАБ

REFERENCES

1. Stacey T. R., De Jongh C. L. Stress fracturing around a deep level bored tunnel. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. 1977, vol. 78, pp. 124 — 133.

2. Eberhardt E., Stead D., Stimpson B., Read R. S. Identifying crack initiation and propagation thresholds in brittle rock. *Can Geotech Journal.* 1988, vol. 35, pp. 222 — 233. DOI: 10.1139/cgj-35-2-222.

3. Eremenko V. A., Ainbinder I. I., Patskevich P. G., Babkin E. Assessment of the state of the rocks in the underground mines at the Polar Division of Norilsk Nickel. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2017, no. 1, pp. 5 — 17. [In Russ].

4. Lushnikov V. N., Sandy M. P., Eremenko V. A., Kovalenko A. A., Ivanov I. A. Method of definition of the zone of rock massif failure range around mine workings and chambers by numerical modeling. *Gornyi Zhurnal*. 2013, no. 12, pp. 11 — 16. [In Russ].

5. Eremenko V. A., Aksenov Z. V., Pul E. K., Zakharov N. E. MAP 3D analysis of secondary stress field structure in face area of development headings in rockburst-hazardous seams. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020, no. 5, pp. 91 — 104. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-5-0-91-104.

6. Kozyrev A. A., Semenova I. E., Zhuravleva O. G., Panteleev A. V. Hypothesis of strong seismic event origin in Rasvumchorr Mine on January 9, 2018. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018, no. 12, pp. 74 — 83. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-12-0-74-83.

7. Zubov V. P. Applied technologies and current problems of resource-saving in underground mining of stratified deposits. *Gornyi Zhurnal*. 2018, no. 6, pp. 77 — 83. [In Russ]. DOI: 10.17580/gzh.2018.06.16.

8. Sidorov D. V., Ponomarenko T. V., Larichkin F. D., Vorobiev A. G. Economic justification of innovative solutions on loss reduction in the aluminium sector of Russia. *Gornyi Zhurnal*. 2018, no. 6, pp. 65 — 68. [In Russ]. DOI: 10.17580/gzh.2018.06.14.

9. Terzaghi K., Peck R. B. *Soil mechanics in engineering practice*. Wiley, New York, 1967.

10. Hoek E., Brown E. T. *Underground excavations in rock*. London, Institute of Mining and Metallurgy, 1980.

11. Sheorey P. R., Biswas A. K., Choubey V. D. An empirical failure criterion for rocks and jointed rock masses. *Engineering Geology*. 1989, vol. 26, pp. 141 — 159. DOI: 10.1016/0013-7952(89)90003-3.

12. Fairhurst C., Cook N. G. W. The of maximum phenomenon of rock splitting parallel to the direction compression in the neighbourhood of a surface. *Proceedings 1st Congress of the International Society for Rock Mechanics*. Lisbon, September 25 — October 1, vol. 1. 1966, pp. 687 — 692.

13. Kuijpers J. Fracturing around highly stressed excavations in brittle rock. *Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy*. 2000, vol. 100, pp. 325 — 332.

14. Ndlovu X., Stacey T. R. Observations and analyses of roof guttering in a coal mine. *Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy*. 2007, vol. 107, pp. 477 — 491.

15. Stacey T. R. A simple extension strain criterion for fracture of brittle rock. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 1981, vol. 18, pp. 469 — 474. DOI: 10.1016/0148-9062(81)90511-8.

16. *Reglament po otsenke narushennosti massiva gornykh porod na rudnikakh ZF PAO «GMK «Norilskiy nikel»* [Regulations on the assessment of disturbance of the rock mass at the mines of the Polar Division of Norilsk Nickel], 2018. [In Russ].

17. Nguyen Van Min, Eremenko V. A., Leizer V. I., Sukhorukova M. A., Shermatova S. S. Determining the size of zones of tensile deformations in the host array of preparatory workings. *Engineering Physics*. 2020, no. 7, pp. 39—48. [In Russ]. DOI: 10.25791/infizik.07.2020.1148.

18. Zeng-hui Zhao, Wei-ming Wang, Xin Gao, Ji-xing Yan Sensitivity analysis of mechanical parameters of different rocklayers to the stability of coal roadway in soft rock strata. *The Scientific World Journal*. 2013, vol. 2013, pp. 1—8. DOI: 10.1155/2013/869040.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Нгуен Ван Минь — аспирант, e-mail: minhnv@utt.edu.vn,
ГИ НИТУ «МИСиС»,
Хажыылай Чодураа Владимировна[1] — лаборант,
e-mail: chod.872198@mail.ru,
Умаров Абдулжалил Рамисович[1] — лаборант,
e-mail: flek1231998@mail.ru,
Янбеков Амир Маратович[1] — лаборант,
e-mail: yanbekov17@mail.ru,
[1] НИЦ «Прикладная геомеханика и конвергентные
горные технологии» ГИ НИТУ «МИСиС».
Для контактов: Нгуен Ван Минь, e-mail: minhnv@utt.edu.vn,
Умаров А.Р., e-mail: flek1231998@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nguyen Van Minh, Graduate Student,
e-mail: minhnv@utt.edu.vn, Mining Institute,
National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia,
C.V. Khazhyylai[1], Laboratory Assistant,
e-mail: chod.872198@mail.ru,
A.R. Umarov[1], Laboratory Assistant,
e-mail: flek1231998@mail.ru,
A.M. Yanbekov[1], Laboratory Assistant,
e-mail: yanbekov17@mail.ru,
[1] Research Center for Applied Geomechanics
and Convergent Technologies in Mining,
Mining Institute, National University of Science
and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia.
Corresponding author: Nguyen Van Minh, e-mail: minhnv@utt.edu.vn,
A.R. Umarov, e-mail: flek1231998@mail.ru.

Получена редакцией 12.02.2021; получена после рецензии 11.05.2021; принята к печати 10.07.2021.
Received by the editors 12.02.2021; received after the review 11.05.2021; accepted for printing 10.07.2021.