

ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ПО СОСТОЯНИЮ ПОВЕРХНОСТИ РАЗГРУЗОЧНЫХ СКВАЖИН В ПОРОДНОМ ЦЕЛИКЕ НА ШАХТЕ ШЕРЕГЕШСКАЯ

А.А. Еременко¹, В.Н. Колтышев¹, Е.Е. Узун², Е.А. Христолюбов²

¹ Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск, Россия

² Горно-Шорский филиал АО «ЕВРАЗ ЗСМК», Шерегеш, Россия,
e-mail: Ekaterina.uzun@evraz.com

Аннотация: Анализ горно-геологических и горнотехнических условий месторождения показал, что породы на месторождении обладают высокой прочностью и интенсивным трещинообразованием. Вмещающие породы (сиениты, скарны, диориты, порфириты, граниты и песчаники) обладают высокими упругими свойствами и способностью к крупному разрушению. С увеличением глубины разработки и при производстве взрывных работ на различных участках шахтного поля происходит перераспределение напряжений в массиве горных пород и наблюдаются геодинамические явления, увеличивается горное давление, а это приводит к разрушению взрывных и разгрузочных скважин. Произведена оценка состояния скважин методом визуального осмотра системой видеонаблюдения на шахте Шерегешская. Установлен характер разрушения разгрузочных скважин в массиве горных пород. Выявлены различные зоны трещиноватости — от монолитной до чрезвычайно трещиноватой. Определен характер разрушения скважин в местах расположения сильнотрещиноватых и чрезвычайно трещиноватых зон, что указывает на разгрузку массива горных пород на 60 — 70%. Выявлены зоны трещиноватости массива, определенные по продольным и поперечным трещинам на различных глубинах и пунктах измерения. В зонах сильнотрещиноватого и чрезвычайно трещиноватого массива наблюдалось сжатие скважин с образованием формы в поперечном сечении в виде эллипса.

Ключевые слова: месторождение, руда, разгрузочная скважина, напряжение, трещина, нарушение, массив, динамическая активность.

Для цитирования: Еременко А. А., Колтышев В. Н., Узун Е. Е., Христолюбов Е. А. Оценка структуры массива горных пород по состоянию поверхности разгрузочных скважин в породном целике на шахте Шерегешская // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 11. – С. 91–101. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_11_0_91.

Rock mass structure assessment on the destress borehole surface in rock pillar in Sheregesh Mine

A.A. Eremenko¹, V.N. Koltyshev¹, E.E. Uzun², E.A. Khristolyubov²

¹ Chinakal Institute of Mining of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russia,

² Gorno-Shor branch of EVRAZ ZSMK JSC, Sheregesh, Russia,
e-mail: Ekaterina.uzun@evraz.com

Abstract: The geological and geotechnical analyses show that rocks of Sheregesh deposit feature high stress and intense jointing. Enclosing rocks (syenite, scarn, diorite, porphyrite, granite and sandstone) possess high elasticity and brittle fracture ability. In deeper level mining and during blasting at different sites of the mine field, rock mass experiences stress redistribution, geodynamic phenomena and higher rock pressure, which damages blastholes and destress boreholes. The boreholes are inspected visually using a surveillance system of Sheregesh Mine. The fracture behavior in the destress boreholes is defined. The various jointing zones are identified—from a monolith and to extremely jointed rocks. The fracture mechanism in the boreholes situated in broken and extremely jointed zones is determined: it points at the stress relaxation in rock mass by 60–70%. The rock mass jointing zones are identified from axial and transverse joints at different depths and on different measurement sites. In broken and extremely jointed rock mass, contraction of boreholes with the formation of an ellipse-shaped cross-sections was observed.

Key words: deposit, ore, destress borehole, stress, joint, fault, rock mass, dynamic activity.

For citation: Eremenko A. A., Koltyshev V. N., Uzun E. E., Khristolyubov E. A. Rock mass structure assessment on the destress borehole surface in rock pillar in Sheregesh Mine. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2023;(11):91-101. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_11_0_91.

Введение

С увеличением глубины разработки Шерегешевского месторождения наблюдается увеличение горного давления, это приводит к разрушению взрывных и разгрузочных скважин [1–4].

Анализ горно-геологических и горно-технических условий месторождения показал, что породы на месторождении обладают высокой прочностью и интенсивным трещинообразованием. Вмещающие породы (сиениты, скарны, диориты, порфириды, граниты и песчаники) обладают высокими упругими свойствами и способностью к хрупкому разрушению. Сочетание этих факторов — одно из условий возникновения сильнотрещиноватых и чрезвычайно трещиноватых пород [5–8].

После технологических взрывов в различных районах шахтного поля происходит перераспределение напряжений в массиве, что приводит к динамическим явлениям, которые могут варьироваться от 10^2 до 10^9 Дж, а также к нарушению

взрывных и разгрузочных скважин [9–12].

Методы

Для снижения динамической активности массива горных пород на участке Новый Шерегеш в штреке 4, гор. +185 м и ДШ-120 (доставочный штрек), гор. –120 м, пробурили разгрузочные скважины диаметром 89–105 мм на глубину более 45 м [13–16].

Осмотр скважин производили посредством визуальной системы видеонаблюдения jProbe PIPE 400-8000. Была произведена оценка состояния скважин по продольным и поперечным трещинам на различных глубинах и в разных пунктах измерения, выявлены различные зоны трещиноватости, от монолитной до чрезвычайно трещиноватой [17–20].

Результаты

В процессе обследования скважин на различных расстояниях от их устья наблюдалось образование трещин, их рас-

Таблица 1

Расположение нарушений по скважинам в пункте измерения 1
Location of disturbances by wells at measurement point 1

№ скважины (длина, м)	Расстояние от устья скважины до нарушения (трещин), м	Отслоение породы, м	Шлам, м	Наличие воды, м
Скв. 20 (28,1 м)	12,5; 15,1; 18,0		25,3–28,1	–
Скв. 21 (31,9 м)	16,1; 19,1	19,1	19,1–31,9	–
Скв. 23 (23,9 м)	17,4		23,9	23,7
Скв. 24 (43,3 м)	26,8; 31,2		–	–
Скв. 26 (33,8 м)	12,0; 22,6; 29,6		19,8	4,1; 14,0–23,0;
Скв. 28 (45,9 м)		3,0	11,0–45,9	24,6–34,0

крытие, сколы и шелушение пород, шлам и др. (табл. 1, 2). В пункте измерения № 1 глубина скважин колебалась от 10,7 до 45,9 м, при этом в скважинах наблюдались крупные трещины на расстоянии 12÷29,6 м от устья скважин; отслоение пород и шлам – 3,0÷19,1 м и 11,0÷45,9 м. В сравнении с пунктом измерения № 2 расстояния нарушений от устья увеличились в 1,5÷3,0 раза, наличие воды определено по 5 скважинам.

На рис. 1 при обследовании скважин по поперечным трещинам видно, что с глубины от 0,5 до 9 м они попадают в зону сильнотрещиноватого массива, где удельная трещиноватость составляет 10^{-2} и среднее расстояние между трещинами составляет 0,1–0,5 м, далее с глубины

от 10 до 29 м от устья скважины находятся в зонах чрезвычайно трещиноватого массива, удельная трещиноватость составляет более 10, где среднее расстояние между трещинами составляет менее 10 см, пункт измерения № 1 (штрек 4, гор. +185 м) (табл. 3).

При обследовании скважин по продольным трещинам в том же пункте измерения 1 видно, что с глубины с 17 до 28 м скважины находятся в зонах сильнотрещиноватого массива, а с глубины 28 до 35 м от устья переходят в зону чрезвычайно трещиноватого массива, (штрек 4, гор. +185 м) (рис. 2).

На рис. 3 представлена схема расположения разгрузочных скважин и зон трещиноватости в массиве, определен-

Таблица 2

Расположение нарушений по скважинам в пункте измерения 2
Location of violations by wells at the measurement point 2

№ скважины (длина, м)	Расстояние от устья скважины до нару- шения (трещин), м	Отслоение породы, м	Шлам, м	Наличие воды, м
Скв. 1 (18,5 м)	2,4; 3,0; 10,0	13,7		18,5
Скв. 4 (19,0 м)	7,9; 10,4	4,0; 7,9; 12,2	3,8-4,7; 8,0-9,2	–
Скв. 5 (12,6 м)	7,9; 9,0	7,3	–	–
Скв. 8 (15,4 м)	4,5; 9,5	1,5-1,8; 2,7; 3,8; 9,5; 12,3	8,0-9,7; 12,4-15,4	–
Скв. 9 (11,5 м)			11,5	–
Скв. 10 (14,3 м)	2,8; 4,3; 8,7	3,3-4,0; 8,4; 11,1-14,3	–	–
Скв. 14 (10,7 м)	1,8; 2,8; 9,8	3,2	–	10,7

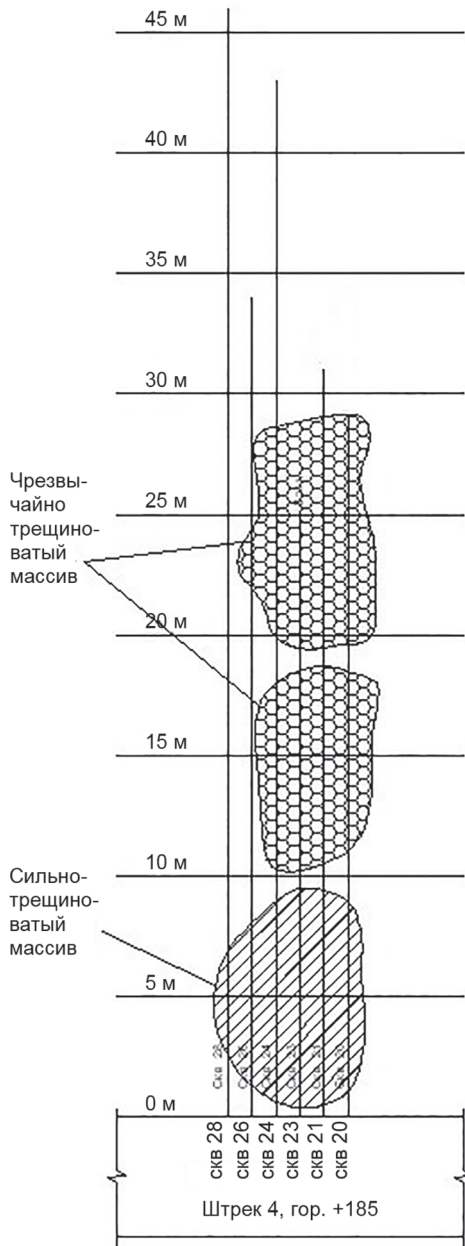


Рис. 1. Схема расположения разгрузочных скважин и зон трещиноватости в массиве, определенных по расположению поперечных трещин в пункте измерения № 1 (штрек 4, гор. +185 м)

Fig. 1. The layout of relief wells and fracture zones in the massif, determined by the location of transverse fractures at measurement point No. 1 (drift 4, horizon +185 m)

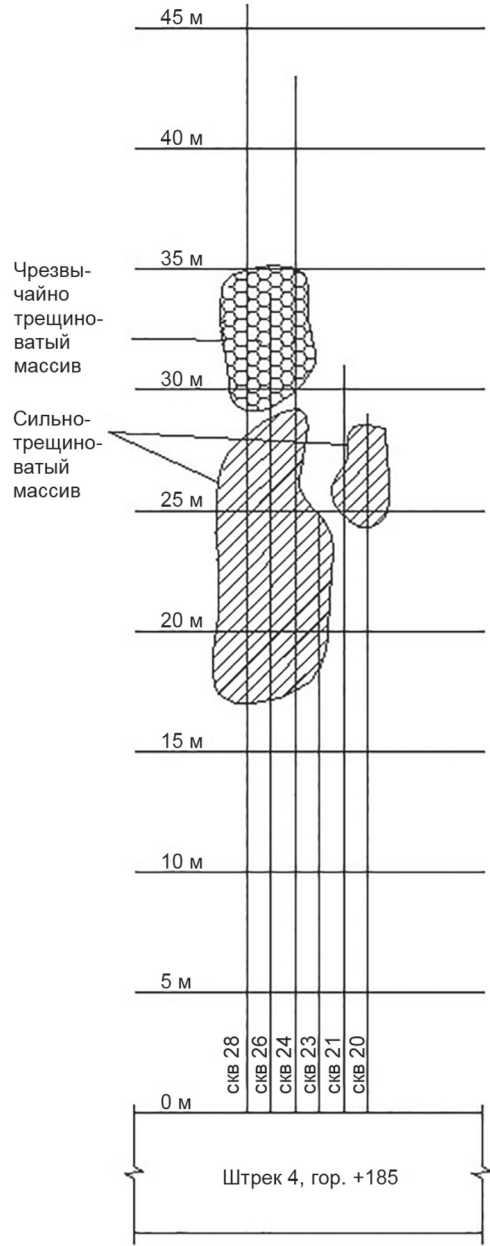


Рис. 2. Схема расположения разгрузочных скважин и зон трещиноватости в массиве, определенных по расположению продольных трещин в пункте измерения № 1 (штрек 4, гор. +185 м)

Fig. 2. The layout of relief wells and fracture zones in the massif, determined by the location of longitudinal cracks at measurement point No. 1 (drift 4, horizon +185 m)

Таблица 3

Классификация горных пород по трещиноватости
Classification of rocks by fracturing

Категории по трещиноватости	Степень трещиноватости массива	Среднее расстояние между трещинами, м	Удельная трещиноватость, м
1	чрезвычайно трещиноватые	до 0,1	более 10
2	сильнотрещиноватые	0,1 – 0,5	10 – 2
3	трещиноватые	0,5 – 1	2 – 1
4	малотрещиноватые	1 – 1,5	1 – 0,65
5	монолитные	свыше 1,5	до 0,65

ных по расположению поперечных трещин в пункте измерения № 2, ДШ-120 (доставочный штрек) гор. +120. Обследование показало, что скважины на раз-

личных глубинах с 0,5 до 3 м и с 7,5 до 14 м находятся в зонах сильнотрещиноватого массива, где удельная трещиноватость составляет 10^{-2} и среднее рас-

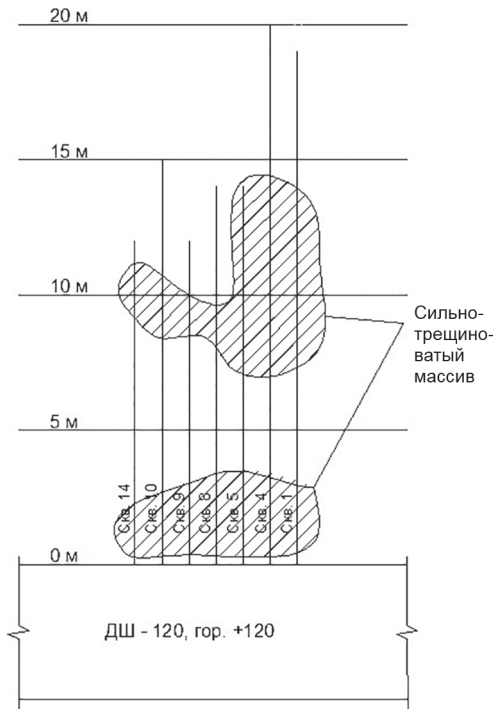


Рис. 3. Схема расположения разгрузочных скважин и зон трещиноватости в массиве, определенных по расположению поперечных трещин в пункте измерения № 2 (доставочный штрек 120, гор. +120)

Fig. 3. The layout of relief wells and fracture zones in the massif, determined by the location of transverse fractures at measurement point No. 2 (delivery drift 120, horizon +120)

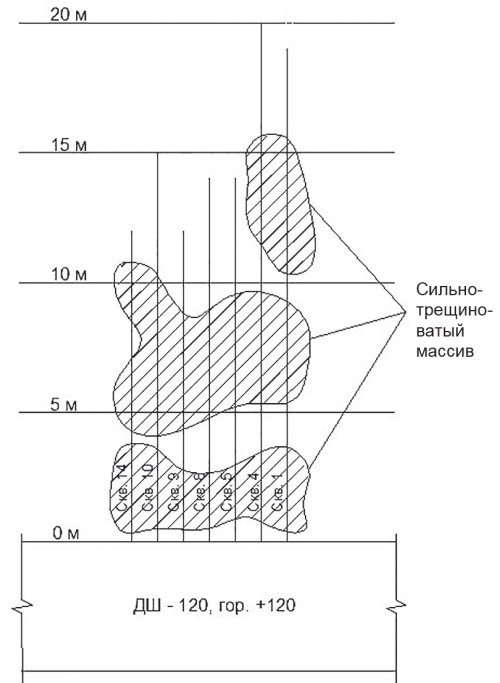


Рис. 4. Схема расположения разгрузочных скважин и зон трещиноватости в массиве, определенных по расположению продольных трещин в пункте измерения № 2 (доставочный штрек 120, гор. +120)

Fig. 4. The layout of relief wells and fracture zones in the massif, determined by the location of longitudinal cracks at measurement point No. 2 (delivery drift 120, horizon +120)

стояние между трещинами составляет 0,1–0,5 м. По продольным трещинам наблюдаются три зоны сильнотрещиноватого массива на различных глубинах от 1 до 3,5, от 4 до 11 и от 10,5 до 16 м (рис. 4).

На графиках показано распределение удельной трещиноватости по поперечным и продольным трещинам в разгрузочных скважинах глубиной до 45,9 м в пункте измерения № 1. Основная часть скважин попадет в зоны удельной трещиноватости 10^{-2} и более 10, что указывает на степень сильнотрещиноватого и чрезвычайно трещиноватого массива, где среднее расстояние между трещина-

ми составляет 0,1–0,5 м и менее 10 см. При этом удельная трещиноватость колеблется от монолитного до чрезвычайно трещиноватого массива и с глубины 43 м переходит в зону малотрещиноватого и монолитного массива (рис. 5).

На рис. 6 показано распределение удельной трещиноватости по поперечным и продольным трещинам в разгрузочных скважинах в пункте измерения 2, ДШ-120 (доставочный штрек,) гор. +120, длиной до 19,0 м. Основная часть скважин попадет в зону удельной трещиноватости 10^{-2} , что указывает степень сильнотрещиноватости массива, где среднее расстояние между трещинами

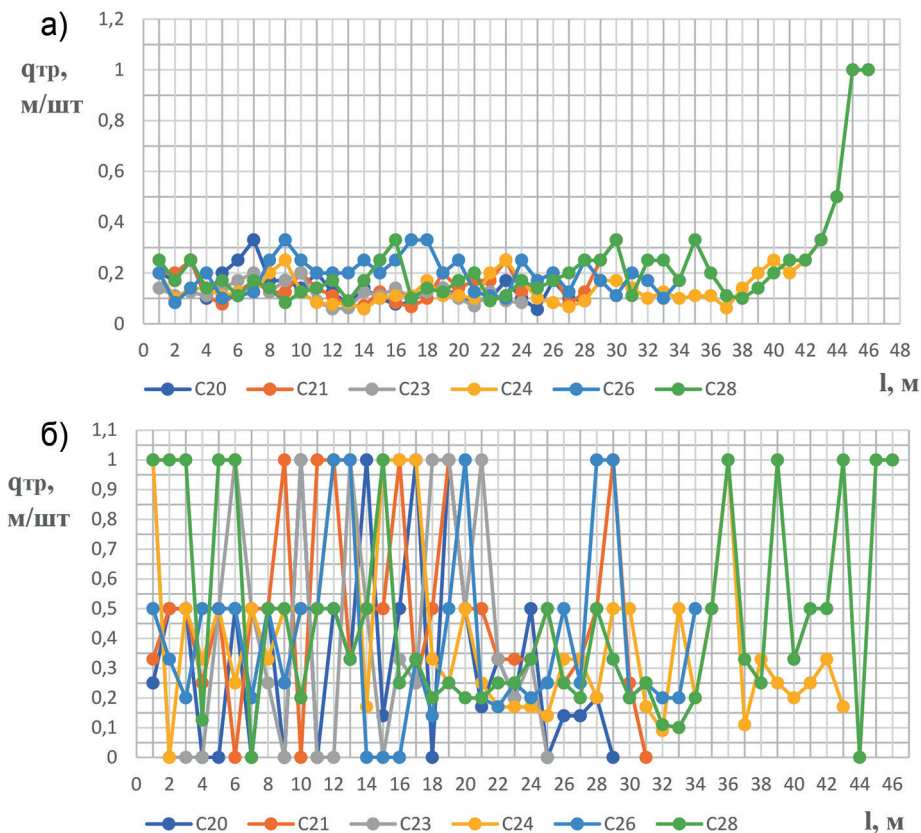


Рис. 5. Распределение удельной трещиноватости (q_{fr}) поперечных (а) и продольных (б) трещин в разгрузочных скважинах в пункте измерения 1 Шерегешевского месторождения (штрек 4, гор. +185 м)

Fig. 5. Distribution of specific fracturing (q_{fr}) of transverse (a) and longitudinal (b) fractures in relief wells at measurement point 1 of the Sheregeshevsky field (drift 4, horizon +185 m)

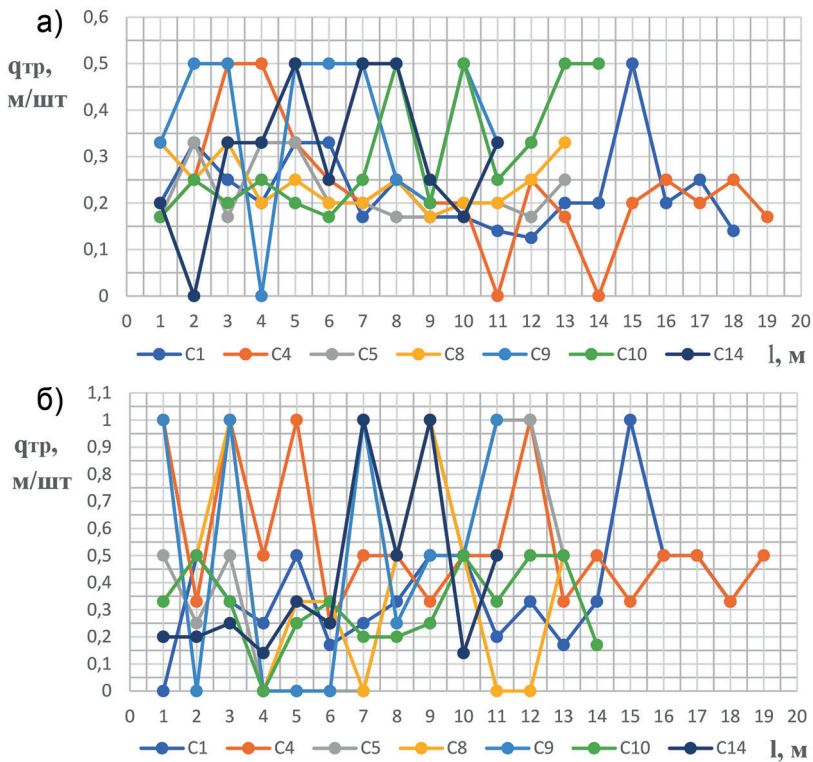


Рис. 6. Распределение удельной трещиноватости (q_{tr}) поперечных (а) и продольных (б) трещин в разгрузочных скважинах в пункте измерения 2 Шерегешевского месторождения (доставочный штрек 120, гор. +120)

Fig. 6. Distribution of specific fracturing (q_{tr}) of transverse (a) and longitudinal (b) fractures in relief wells at measurement point 2 of the Sheregeshevsky field (delivery drift 120, horizon +120)

0,1–0,5 м. С глубины 16 м скважины переходят в зону трещиноватого массива (2–1), и расстояние между трещинами составляет 0,5–1,0 м.

Закключение

На основании проведенных экспериментальных исследований установлено, что в районе штрека 4, гор. +185 м, на

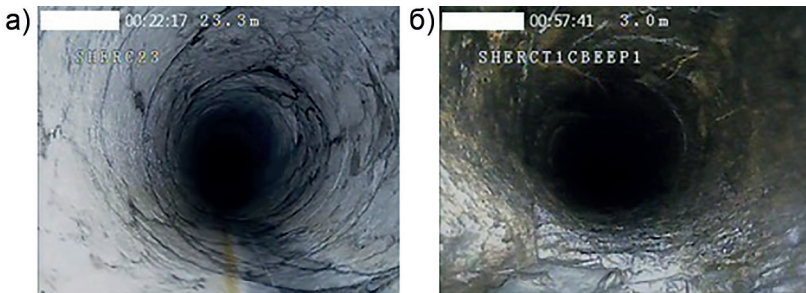


Рис. 7. Вид разгрузочных скважин на Шерегешской шахте в 2021 г.: точка замеров 1, скважина № 23 (а); точка замеров 2, скважина № 1 (б)

Fig. 7. View of unloading wells at the Sheregesh mine in 2021: measuring point 1, well No. 23 (a); measuring point 2, well No. 1 (b)

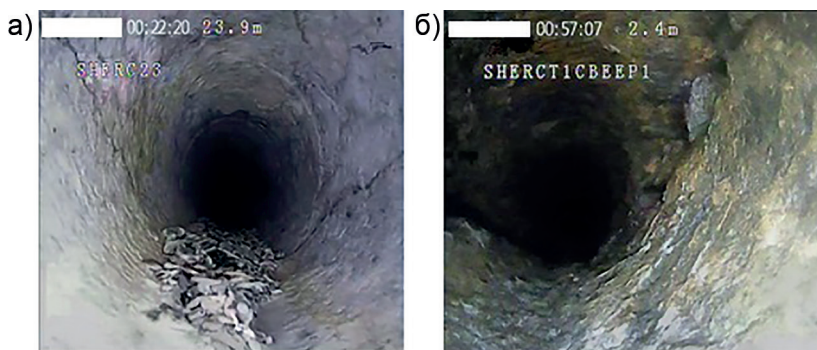


Рис. 8. Вид разгрузочных скважин на Шерегешской шахте в 2022 г.: точка замеров 1, скважина № 23 (а); точка замеров 2, скважина № 1 (б)

Fig. 8. View of unloading wells at the Sheregesh mine in 2022: measuring point 1, well No. 23 (a); measuring point 2, well No. 1 (b)

глубинах от 1 до 35 м располагаются зоны сильнотрещиноватого и чрезвычайно трещиноватого массива, сформированные в результате высокой нагрузки и подвижки горных пород. В районе ДШ-120 (доставочный штрек), гор. +120 м, зоны сильной трещиноватости располагаются на расстоянии от 1 до 16 м от устья скважин, где большая часть скважин зашламована, перекрыта породой и водой, что указывает на высокий уровень напряжений (рис. 7, 8).

В зонах сильнотрещиноватого и чрезвычайно трещиноватого массива наблюдалось сжатие скважин с образованием формы в поперечном сечении в виде эллипса. По характеру разрушений скважин следует отметить, что произошла

разгрузка массива в районе штрека 4, гор. +185 м, на 10–35 м, и в районе ДШ-120, гор. +120 м — на 1–4 и 5–15 м.

Таким образом, анализ геомеханической обстановки при ведении очистных работ в районе целиков и породного уступа показал, что, судя по характеру разрушений скважин, произошла разгрузка массива в районах, где располагаются зоны сильнотрещиноватого и чрезвычайно трещиноватого массива, в районе породного выступа, штрек № 4, гор. +185 м — на 10–35 м, ДШ-120 (доставочный штрек), гор. +120 м — на 1–4 и 5–15 м. Расположение разгрузочных скважин в массиве позволило осуществить снижение нагрузки на горные породы на 60–70%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еременко А. А. Совершенствование технологии буровзрывных работ на железорудных месторождениях Западной Сибири. — Новосибирск: Наука, 2013. — 192 с.
2. Уфатова З. Г. Разгрузка удароопасных участков массивов бурением разгрузочных (камуфлетных) скважин в условиях рудников «Октябрьский» и «Таймырский» // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2009. — № 9. — С. 258–259.
3. Обрядин А. А. Исследование влияния разгрузочных скважин на напряженно-деформированное состояние массива горных пород / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Сборник трудов конференции. — Новокузнецк, 2017. — С. 87–90.
4. Слепцов С. Н., Еременко А. А., Лефтор В. В., Приб В. В. Развитие способов разгрузки массива горных пород при ведении очистных работ на удароопасном железорудном месторождении // Безопасность труда в промышленности. — 2021. — № 12. — С. 7–12. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-12-7-12.

5. Еременко А. А., Мулев С. Н., Штирц В. А. Мониторинг геодинамических явлений микросейсмическим методом при освоении удароопасных месторождений // ФТПРПИ. — 2022. — № 1. — С. 12–23. DOI: 10.15372/FTPRPI20220102.

6. Еременко А. А., Шапошник Ю. Н., Филиппов В. Н., Конурин А. И. Развитие научных основ безопасной и эффективной геотехнологии при освоении удароопасных месторождений Западной Сибири и Крайнего Севера // Горный журнал. — 2019. — № 10. — С. 33–39. DOI: 10.15372/FPVGN2021080130.

7. Сергунин М. П., Дарбинян Т. П., Муштекенов Т. С., Баландин В. В. Оценка численными методами эффективности применения скважинного разгрузочного бурения на примере Октябрьского месторождения // Горный журнал. — 2021. — № 2. — С. 26–31. DOI: 10.17580/gzh.2021.02.03.

8. Скитович В. П. Опыт применения разгрузочных скважин на шахте «Юбилейная» // Безопасность труда в промышленности. — 2009. — № 5. — С. 19–20.

9. Имгрунд Т., Бауэр Ф. Бурение разгрузочных и дегазационных скважин для высокопроизводительных очистных забоев в угольных пластах с низкой проницаемостью // Уголь. — 2013. — № 8. — С. 71–81.

10. Иванов В. И., Белов Н. И. Профилактика удароопасности пород с помощью разгрузочных скважин / Прогноз и предотвращение горных ударов на рудных месторождениях. — Апатиты, 1993. — С. 83–87.

11. Горпинченко В. А., Сазнов В. В., Андреев А. А., Вильчинский В. Б. Методика определения эффективных параметров разгрузочных скважин для безопасной разработки удароопасных месторождений Норильского промышленного района // Горный журнал. — 2015. — № 6. — С. 68–73.

12. Костенко В. К., Зинченко Н. Н., Бригида В. С., Салехирадж С. Обоснование параметров способа шпуровой разгрузки устьев дегазационных скважин // Физико-технические проблемы горного производства. — 2015. — № 15. — С. 85–91.

13. Сабянин Г. В., Шиленко С. Ю., Трофимов А. В., Киркин А. П. Разгрузка массива горных пород взрывным способом на глубоких рудниках ЗФ ПАО «ГМК «Норильский Никель» // Горный журнал. — 2021. — № 2. — С. 32–36. DOI: 10.17580/gzh.2021.02.04.

14. Карпов Г. Н., Ковальский Е. Р., Смычник А. Д. Определение параметров разгрузки массива горных пород на концевых участках демонтажной камеры // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2019. — № 8. — С. 95–107. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-08-0-95-107.

15. Тюпин В. Н., Пономаренко К. Б. Оценка достоверности взрывного метода определения напряженного состояния горного массива // Взрывное дело. — 2022. — № 137-94. — С. 138–152.

16. Saharan M. R., Mitri H. S. Destress blasting as a mines safety tool: Some fundamental challenges for successful applications // Procedia Engineering. 2011, vol. 26, no. 2, pp. 37–47. DOI: 10.1016/j.proeng.2011.11.2137

17. Andrieux P. P., Brummer R. K., Qian Liu, Simser B. P. Mortazavi A. Large-scale panel destress blast at Brunswick mine // CIM Bulletin. 2003, vol. 96, no. 1075, pp. 78–87.

18. Vennes I., Mitri H. Geomechanical effects of stress shadow created by large-scale destress blasting // Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2017, vol. 9, no. 6, pp. 1085–1093. DOI:10.1016/j.jrmge.2017.09.004.

19. Mitri H. S. Destress Blasting — From Theory to Practice / Proceedings of the 4th World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering. Madrid, 2018. DOI: 10.11159/mmme18.2.

20. Watson D. An implementation of natural neighbor interpolation, Claremont, Australia, 1994, 170 p. **ГИАБ**

REFERENCES

1. Eremenko A. A. *Sovershenstvovanie tekhnologii burovzryvnykh rabot na zhelezorudnykh mestorozhdeniyakh Zapadnoy Sibiri* [Improving the technology of drilling and blasting at iron ore deposits in Western Siberia], Novosibirsk, Nauka, 2013, 192 p.
2. Ufatova Z. G. Unloading rock burst-prone sections of massifs by drilling unloading (camouflage) wells in the conditions of the Oktyabrsky and Taimyrsky mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2009, no. 9, pp. 258–259. [In Russ].
3. Obryadin A. A. Study of the influence of unloading wells on the stress-strain state of a rock mass. *Nauka i molodezh': problemy, poiski, resheniya. Sbornik trudov konferentsii* [Science and youth: problems, searches, solutions. Proceedings of the conference], Novokuznetsk, 2017, pp. 87–90.
4. Sleptsov S. N., Eremenko A. A., Lefor V. V., Prib V. V. Development of methods for unloading a rock mass in the course of clearing operations at a shock-prone iron ore deposit. *Occupational Safety in Industry.* 2021, no. 12, pp. 7–12. [In Russ]. DOI: 10.24000/0409-2961-2021-12-7-12.
5. Eremenko A. A., Mulev S. N., and Shtirts V. A. Monitoring of geodynamic phenomena by the microseismic method in the development of impact-prone deposits. *Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh.* 2022, no. 1, pp. 12–23. [In Russ]. DOI: 10.15372/FTPRPI20220102.
6. Eremenko A. A., Shaposhnik Yu. N., Filippov V. N., Konurin A. I. Development of scientific foundations for safe and effective geotechnology in the development of shock-prone deposits in Western Siberia and the Far North. *Gornyi Zhurnal.* 2019, no. 10, pp. 33–39. [In Russ]. DOI: 10.15372/FPVGN2021080130.
7. Sergunin M. P., Darbinyan T. P., Mushtekenov T. S., and Balandin V. V. Evaluation of the effectiveness of downhole relief drilling using the example of the Oktyabrskoye deposit by numerical methods. *Gornyi Zhurnal.* 2021, no. 2, pp. 26–31. DOI: 10.17580/gzh.2021.02.03.
8. Skitovich V. P. Experience in the use of unloading wells at the mine «Yubileynaya». *Occupational Safety in Industry.* 2009, no. 5, pp. 19–20. [In Russ].
9. Imgrund T., Bauer F. Drilling of relief and degassing wells for high-performance stopes in coal seams with low permeability. *Ugol'.* 2013, no. 8, pp. 71–81. [In Russ].
10. Ivanov V. I., Belov N. I. Prevention of rock burst hazard with the help of relief wells. *Prognoz i predotvrashchenie gornykh udarov na rudnykh mestorozhdeniyakh* [Forecast and prevention of rock bursts at ore deposits], Apatity, 1993, pp. 83–87.
11. Gorpichenko V. A., Saznov V. V., Andreev A. A., Vilchinsky V. B. Method for determining the effective parameters of relief wells for the safe development of rockburst-prone deposits in the Norilsk industrial region. *Gornyi Zhurnal.* 2015, no. 6, pp. 68–73. [In Russ].
12. Kostenko V. K., Zinchenko N. N., Brigida V. S., Salehiradz S. Substantiation of the parameters of the method of blasthole discharge of the mouths of degassing wells. *Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh.* 2015, no. 15, pp. 85–91. [In Russ].
13. Sabyanin G. V., Shilenko S. Yu., Trofimov A. V., Kirkin A. P. Explosive unloading of a rock mass at deep mines of the Polar Division of PJSC MMC Norilsk Nickel. *Gornyi Zhurnal.* 2021, no. 2, pp. 32–36. [In Russ]. DOI: 10.17580/gzh.2021.02.04.
14. Karpov G. N., Kovalski E. R., Smychnik A. D. Determination of rock destressing parameters at the ends of disassembling room. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019, no. 8, pp. 95–107. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-08-0-95-107.
15. Tyupin V. N., Ponomarenko K. B. Assessment of the reliability of the explosive method for determining the stress state of a rock mass. *Explosion technology.* 2022, no. 137-94, pp. 138–152. [In Russ].
16. Saharan M. R., Mitri H. S. Destress blasting as a mines safety tool: Some fundamental challenges for successful applications. *Procedia Engineering.* 2011, vol. 26, no. 2, pp. 37–47. DOI: 10.1016/j.proeng.2011.11.2137

17. Andrieux P. P., Brummer R. K., Qian Liu, Simser B. P. Mortazavi A. Large-scale panel distress blast at Brunswick mine. *CIM Bulletin*. 2003, vol. 96, no. 1075, pp. 78 – 87.
18. Vennes I., Mitri H. Geomechanical effects of stress shadow created by large-scale distress blasting. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 2017, vol. 9, no. 6, pp. 1085 – 1093. DOI:10.1016/j.jrmge.2017.09.004.
19. Mitri H. S. Distress Blasting – From Theory to Practice. *Proceedings of the 4th World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering*. Madrid, 2018. DOI: 10.11159/mmme18.2.
20. Watson D. *An implementation of natural neighbor interpolation*, Claremont, Australia, 1994, 170 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Еременко Андрей Андреевич*¹ – д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, ORCID ID: 0000-0002-7342-7617,
*Колтышев Виталий Николаевич*¹ – младший научный сотрудник, e-mail: Witalq@mail.ru, ORCID ID: 0009-0005-1810-8137,
*Узун Екатерина Евгеньевна*² – начальник участка ППГУ, e-mail: Ekaterina.uzun@evraz.com,
*Христолюбов Евгений Александрович*² – главный специалист по надзору за строительством,
¹ Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН,
² Горно-Шорский филиал АО «ЕВРАЗ ЗСМКМ».
Для контактов: Узун Е.Е., e-mail: Ekaterina.uzun@evraz.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*A.A. Eremenko*¹, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, ORCID ID: 0000-0002-7342-7617,
*V.N. Koltyshev*¹, Junior Researcher, e-mail: Witalq@mail.ru, ORCID ID: 0009-0005-1810-8137,
*E.E. Uzun*², Head of PPGU Section, e-mail: Ekaterina.uzun@evraz.com,
*E.A. Khristolyubov*², Chief Construction Supervision Specialis,
¹ Chinakal Institute of Mining of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630091, Novosibirsk, Russia,
² Gorno-Shor branch of EVRAZ ZSMK JSC, 652971, Sheregesh, Russia.
Corresponding author: E.E. Uzun, e-mail: Ekaterina.uzun@evraz.com.

Получена редакцией 07.02.2023; получена после рецензии 26.04.2023; принята к печати 10.10.2023.
Received by the editors 07.02.2023; received after the review 26.04.2023; accepted for printing 10.10.2023.

