



РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Научная статья

<https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-4-252-258>**Подэтажная система с искусственными целиками из твердеющей закладки для разработки жил в сложных геомеханических условиях**Ш. И. Хакимов, Ш. Р. Уринов   *Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Узбекистан* sh_urinov@mail.ru**Аннотация**

При подземной разработке глубоких горизонтов горное давление может проявляться в любой форме, создавая серьезную угрозу жизни работающим, нарушая нормальный ход ведения горных работ и снижая эффективность горного производства. Решение проблемы управления горным давлением становится весьма актуальным для подземных рудников, ведущих разработку жильных месторождений на глубине более 250 м. Целью работы является разработка и обоснование технологических схем, обеспечивающих безопасную и эффективную отработку месторождений в сложных горно-механических условиях. В работе установлены факторы перераспределения и опасной концентрации напряжений в разрабатываемом рудном массиве, изучены способы управления горными массивами в сложных геомеханических условиях, выявлены их достоинства и недостатки. Определено, что подэтажная система разработки с комбинированным использованием существующих способов управления горным давлением и применением самоходной техники в производственных процессах данной системы в настоящее время является одним из прогрессивных для совершенствования и расширения области ее применения. На примере Зармитанской золоторудной зоны рассмотрены варианты технологических схем подэтажной системы, сочетающих комбинацию разных способов управления горным давлением, позволяющих минимизировать недостатки одного, используя преимущества других. Предложены подэтажные системы разработки с искусственными опорными удерживающими целиками многоугольной формы и подэтажные системы разработки с искусственными опорными удерживающими столбчатыми целиками, позволяющие снизить потери руды в междокамерных целиках, потолочинах и при вторичном разубоживании. Кроме этого, искусственные целики, принимая на себя сжимающие/растягивающие напряжения, предотвращают их концентрацию и создают безопасные условия для отработки смежных и нижележащих горизонтов.

Ключевые слова

горное давление, геомеханические процессы, система разработки, структурная неоднородность, целик, устойчивость массива, подэтажное обрушение, подэтажные штреки, компенсационные камеры, рудоспуски

Для цитирования

Хакимов Ш. И., Уринов Ш. Р. Подэтажная система с искусственными целиками из твердеющей закладки для разработки жил в сложных геомеханических условиях. *Горные науки и технологии*. 2021;6(4):252–258. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-4-252-258>

MINERAL RESOURCES EXPLOITATION

Research article

Sublevel stoping with applying artificial hardening stowing pillars for extraction of veins in complicated geotechnical conditionsSh. I. Khakimov, Sh. R. Urinov   *Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan* sh_urinov@mail.ru**Abstract**

In the process of underground mining of deep levels rock pressure can appear in any form, creating a serious threat to the lives of miners, disrupting the normal course of mining works and reducing the efficiency of mining production. The solution of the problem of rock pressure control becomes very urgent for underground mines developing vein deposits at a depth of more than 250 m. The aim of the study is the development and justification of mining methods to provide safe and efficient mining of deposits in complicated mining and



mechanical conditions. In this paper, the factors of redistribution and dangerous concentration of stresses in the mined ore mass were identified, the methods of rock mass management in complicated geotechnical conditions were studied, and their advantages and disadvantages were revealed. It was determined that the sublevel stoping with the combined use of existing methods of rock pressure control and applying self-propelled mining machinery is currently one of the most promising method finding widening application scope. In the context of Zarmitan gold ore zone the options of technological schemes of the sublevel stoping method were considered, providing for a combination of different methods of rock pressure control, allowing to minimize the disadvantages of one method through using the advantages of other ones. We proposed sublevel stoping options with artificial polygonal pillars and with artificial columnar pillars, which allowed to reduce ore losses in inter-stope pillars, arch pillars, and secondary dilution. In addition, artificial pillars, taking compressive/tensile stresses, prevent their concentration and create safe conditions for extraction at adjacent and underlying levels.

Keywords

rock pressure, geomechanical processes, mining method, structural heterogeneity, pillar, stability of a rock mass, sublevel caving, sublevel drifts, compensation stopes, ore chutes

For citation

Khakimov Sh. I., Urinov Sh. R. Sublevel stoping with applying artificial hardening stowing pillars for extraction of veins in complicated geotechnical conditions. *Mining Science and Technology (Russia)*. 2021;6(4):252–258. (In Russ.) <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-4-252-258>

Введение

Решение проблемы управления горным давлением является весьма актуальным для целого ряда подземных рудников и во многом сдерживается из-за недостаточной изученности природы и механизма геомеханических процессов и явлений, возникающих с углублением горных работ в тектонически нарушенных массивах горных пород под влиянием многочисленных природных и техногенных факторов [1–3]. Сложная геомеханическая обстановка складывается при отработке жильных месторождений, которые свойственны именно рудным месторождениям [4–6]. Такие факторы, как структурная неоднородность, сложная геометрия формирующихся выработанных пространств, наличие многочисленных и разнообразных целиков, могут приводить к перераспределению и опасной концентрации напряжений в разрабатываемом рудном массиве и в итоге могут являться дополнительными причинами негативных проявлений горного давления [7–9].

В зависимости от степени устойчивости вмещающих пород и конструктивных особенностей применяемых систем разработки поддержание очистного пространства производят разными способами, имеющими свои достоинства и недостатки, в том числе различные технико-экономические показатели.

Материалы и методы

Анализ технической литературы и практика работы известных крупных горнорудных компаний показывают неоспоримые и очевидные преимущества систем поэтажного обрушения [10–12, 13, 14] как более экономичного и прогрессивного способа разработки. В данной системе разработки проходка подготовительно-нарезных выработок (поэтажные штреки, компенсационные камеры, рудоспуски и др.) приводит к разгрузке массива с перераспределением концентраций напряжений внутри и за пределами выемочной единицы. Создаются безопасные условия для отработки смежных рудных тел и нижележащих горизонтов.

Необходимо отметить, что применение самоходной техники в производственных процессах подземной добычи системой с поэтажным обрушением жильных месторождений открывает новые возможности для совершенствования систем разработки, требует полного изменения существующих технологических схем подготовки (рабочих горизонтов, выемочных единиц и шахты в целом) и выбора их параметров.

Анализ подземных горных работ рудников Зармитанской золоторудной зоны предопределяет решение в пользу поэтажной отбойки руды скважинами малого диаметра, включающей прогрессивную технологию и механизацию работ с самоходной техникой [15].

Новые ресурсосберегающие технологии с поэтажным обрушением, сочетающие комбинацию разных способов управления горным давлением, позволяющих минимизировать недостатки известных технологий, являются одними из прогрессивных, но малоизученных, область их безопасного и эффективного применения не определена и требует дополнительных исследований.

На основе вышеизложенного для отработки запасов Зармитанской золоторудной зоны рассмотрены и предлагаются два варианта технологических схем поэтажным обрушением с комбинированным способом управления горным массивом (рис. 1 и 2).

Отличительной особенностью первого варианта технологической схемы (см. рис. 1) является комбинированное использование способов поддержания выработанных пространств искусственными целиками многоугольной формы, формируемыми путем закладки твердеющего материала в специально подготовленные гнезда (выработки).

Здесь возможны два варианта схем подготовки – блочная и участковая. Блочную схему целесообразно использовать при отработке коротких по протяженности рудных тел. Выемку запасов при значительной протяженности рудного тела целесообразно осуществлять по участковой схеме.

В блочных схемах проводят две фланговые восстающие. Одна из них – рудная – используется в качестве компенсационной камеры, а другая – полевая – в качестве рудоспуска из подэтажей.

В участковых схемах подготовки проходят две восстающие на флангах и одну полевую – в центре блока. При этом фланговые восстающие используются как компенсационные камеры и для отвода отработанной струи воздуха, а центральная восстающая – в качестве рудоспуска из подэтажей обоих флангов – левых и правых.

В участковых схемах предусматривается также проводить сбойки, соединяющие смежные подэтажи между собой, которые необходимы для отвода загрязненного воздуха и выпуска попутной руды из подэтажей. Эти сбойки в дальнейшем – при формировании искусственного целика – будут камерами для заливки твердеющего закладочного материала. Размеры и расстояния между сбойками определяются по нормативному пределу прочности закладочного материала, определяемому в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий.

Подготовительно-нарезные работы в обоих вариантах включают проходку восстающих, наклонного участкового транспортного съезда (НТС), ортов заездов к НТС и рудоспуску, заездов на участковый НТС и к рудоспуску в концентрационном горизонте. В качестве нарезных проводятся также подэтажные штреки. Высота подэтажей 10–15 м, в зависимости от мощности рудных тел и возможности искривления скважин.

Очистные работы при варианте разработки искусственными целиками многоугольной формы проводятся с отставанием от верхнего подэтажа на 10–12 м.

Работы по возведению искусственных целиков осуществляются одновременно на всех подэтажах в следующем порядке:

1. Производится расширение и образование купола потолочины над подэтажным штреком до требуемого размера путем разбуривания, заряжания и взрывания комплекта шпуров по форме клина. При этом краевые шпуров бурятся под углом не менее 45°.

2. Потолочина над расширенной частью подэтажа с выемкой образуется путем проходки наклонных выработок обычным способом толщиной 2,0 м.

3. У верхушки потолочины для заливки твердеющего материала и создания искусственного целика путем разбуривания, заряжания и взрывания комплекта параллельных шпуров образуется щель.

4. Проводится зачистка основания части подэтажа от посторонних предметов под искусственный целик, осыпанная руда служит стенкой для искусственного целика с забойной стороны.

5. Для образования противоположной стенки для создания искусственного целика производится отсыпка руды с последующим выпуском руды при отработке нижнего подэтажа.

6. Заполнение созданной выработки производится твердеющей закладкой с добавлением в ее состав крупных породных заполнителей.

Основными достоинствами этой системы являются обеспечение надежной безопасности, более прочного материала целика [2, 4], простая организация очистных работ и меньшие материальные затраты по сравнению с системой разработки с закладкой очистного пространства, сравнительно высокие каче-

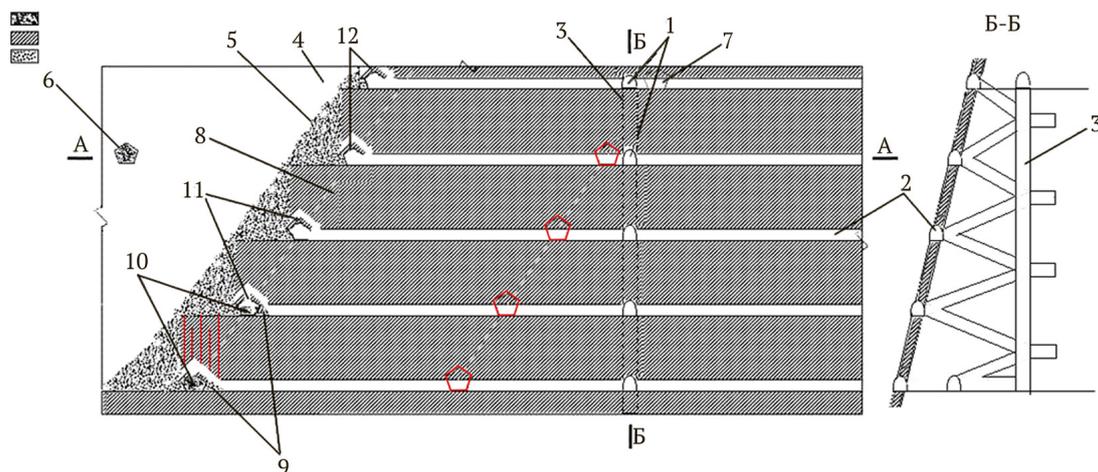


Рис. 1. Подэтажная система разработки с искусственными целиками многоугольной формы из твердеющей закладки:

- 1 – заезд к рудоспуску; 2 – подэтажный штрек; 3 – рудоспуск; 4 – открытое выработанное пространство; 5 – отбитая руда;
- 6 – искусственный целик многоугольной формы; 7 – место заложения очередного целика многоугольной формы;
- 8 – неотбитая руда; 9 – перегородка из рудной насыпи; 10 – положение выработки (сосуды) для устройства целика на этапе ее строительства; 11 – положение выработки (сосуды) на этапе формирования целика;
- 12 – положение выработки с перекрытием (рудным насыпом) перед закладкой целика; 13 – обуренные скважины

Fig. 1. Sublevel stoping with artificial consolidating stowing pillars of polygonal shape:

- 1 – crosscut to ore chute; 2 – sublevel drift; 3 – ore chute; 4 – open mined-out space; 5 – muck; 6 – artificial polygonal pillar;
- 7 – place of establishing the next pillar of polygon shape; 8 – intact ore; 9 – ore embankment partition;
- 10 – position of drift at the stage of its construction for pillar establishing; 11 – position of drift at the stage of pillar establishing;
- 12 – position of drift with overlapping (ore embankment) before pillar establishing; 13 – boreholes

ственные и количественные показатели добычи руды, широкие возможности применения самоходных машин в производственных процессах и операциях очистных работ.

Основные недостатки этой системы разработки: жесткая связь процессов отбойки руды с операциями сооружения целиков при подходе к линии их формирования, низкий уровень механизации при создании целиков, значительные затраты труда и времени на возведении целиков.

При втором варианте подэтажной системы разработки с искусственными столбчатыми целиками очистные работы и формирование целиков (рис. 2) осуществляются в следующем порядке:

1. Пройденные ранее сбойки, начиная с верхнего подэтажа по направлению от флангов к центральной части участка по очереди заполняются твердеющей закладкой. Такой порядок заполнения можно осуществлять одновременно на последующих нижележащих подэтажах. Здесь необходимо отметить, что процесс по созданию искусственного целика в рассматриваемой схеме не имеет жестких связей с другими процессами нарезных и очистных работ. Поэтому закладочные работы можно, даже нужно, проводить одновременно с проходкой подэтажных штреков с оставанием на одну сбойку, поскольку эффективность твердеющей закладки зависит от времени затвердения до монолитного бетона.

2. Очистные работы начинают из верхнего подэтажа одновременно в двух флангах по направлению к центру участка. Опережение очистных работ в верхнем подэтаже от нижних и последующих подэтажей должно быть не менее 10–12 м.

Отбойку руды осуществляют с помощью комплекта веерных скважин. Скважины бурят самоходными буровыми машинами. При взрывании часть отбитой руды остается в подошве подэтажных штреков, а другая часть падает по выработанному пространству вниз.

Основными достоинствами этой системы являются обеспечение безопасности, простая организация очистных работ и возведения искусственных целиков, низкий уровень трудовых и материальных затрат, по сравнению с системами разработки с закладкой очистного пространства, сравнительно высокие качественные и количественные показатели добычи руды, возможность гибкого перехода от одной схемы к другой. Отличительной чертой данной схемы по сравнению с первым вариантом является практическая независимость процесса закладки от процессов нарезных и очистных работ. Это позволяет вести закладочные работы одновременно с проходкой подэтажных штреков, продлевая при этом время затвердевания закладочного материала и повышая прочность целика.

Основные недостатки этой системы: высокий расход твердеющего материала и значительные затраты времени и труда на возведение целиков.

В обоих рассматриваемых вариантах доставку отбитой руды из каждого подэтажа до рудоспуска предполагается осуществлять автономно, что исключает необходимость создания откаточного горизонта.

Все операции по возведению искусственных целиков в изложенных технологических схемах выполняются преимущественно с помощью самоходной техники, имеющейся на рудниках Зармитанской золоторудной зоны.

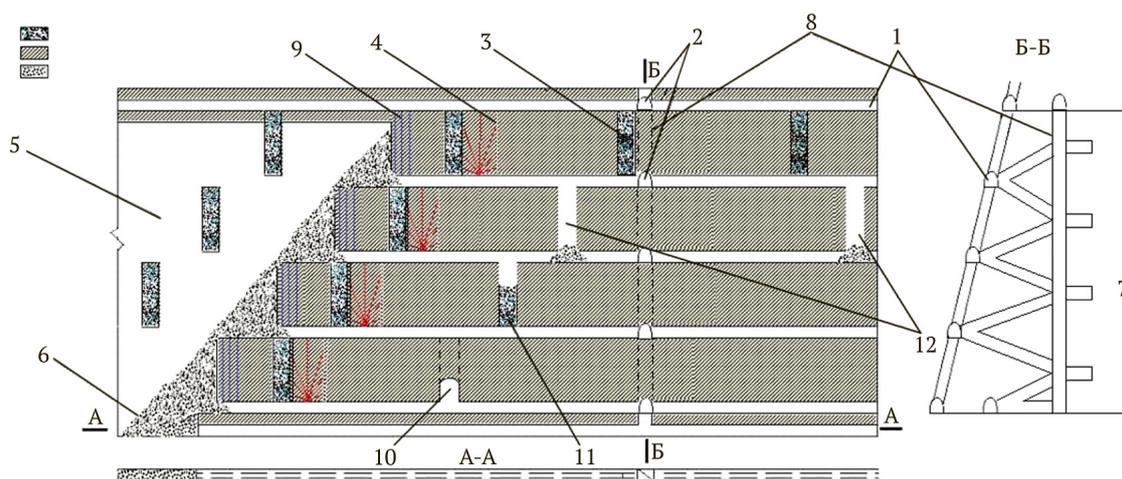


Рис. 2. Подэтажная система разработки с искусственными столбчатыми целиками:

1 – подэтажный штрек; 2 – заезд к рудоспуску; 3 – столбчатый искусственный целик; 4 – обуренные скважины для образования компенсационной камеры; 5 – выработанное открытое пространство; 6 – отбитая руда; 7 – неотбитая руда; 8 – рудоспуск; 9 – перегородка из рудной насыпи; 10 – положения выработки для устройства столбчатого целика на этапе ее формирования; 11 – положения выработки на этапе формирования столбчатого целика; 12 – положения выработки с перекрытием (рудным насыпом) перед закладкой столбчатого целика

Fig. 2. Sublevel stoping with artificial columnar pillars:

1 – sublevel drift; 2 – crosscut to ore chute; 3 – artificial columnar pillar; 4 – boreholes for compensation stope formation; 5 – open mined-out space; 6 – muck; 7 – intact ore; 8 – ore chute; 9 – ore embankment partition; 10 – position of drift at the stage of its construction for pillar establishing; 11 – position of drift at the stage of pillar establishing; 12 – position of drift with overlapping (ore embankment) before pillar establishing



Заключение

Таким образом, на примере Зармитанской золоторудной зоны для безопасной и полной отработки запасов руды в слабоустойчивых массивах и зонах концентрации напряжений предлагаются варианты подэтажной системы разработки с искусственными опорными удерживающими целиками из твердеющей закладки многоугольной и столбчатой формы.

Безопасные условия и полнота отработки в предлагаемых вариантах достигаются путем использования комплекса подготовительно-нарезных выработок подэтажной системы разработки в качестве отрезных щелей для снятия и перераспределения напряжения в массиве горных пород и с магази-

рованием отбитой руды в комбинации с искусственными опорными удерживающими целиками из твердеющей закладки.

Искусственные опорные удерживающие целики из твердеющей закладки обеспечивают поддержание вмещающих пород камеры в устойчивом состоянии, позволяющем сократить отслоение боковых пород и вторичное разубоживание, снизить давление вмещающих пород на замагазинированную руду и улучшить условия выпуска. Целики принимают на себя сжимающие/растягивающие напряжения, предотвращают их концентрации и создают безопасные условия отработки смежных и нижележащих горизонтов.

Список литературы

1. Авдеев А. Н., Сосновская Е. Л. Исследование напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов систем разработки сближенных крутопадающих жил. *Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАН.* 2015;(1):67–75. URL: <http://journals.istu.edu/nzn/journals/2015/01/articles/07>
2. Potvin Y., Wesseloo J. Towards an understanding of dynamic demand on ground support. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy.* 2013;113(12):913–922. URL: <https://www.saimm.co.za/Journal/v113n12p913.pdf>
3. Abin Thomas C. A., Jayalakshmi S., Jerin K. A., Kumar K. S., Sreepriya K. V. Development of self compacting concrete mix and analysis of compressive strength by replacement of fines with iron ore fines. *International Journal of Civil Engineering and Technology.* 2017;8(4):1928–1937. URL: https://iaeme.com/Home/article_id/IJCIET_08_04_219
4. Дорджиев Д. Ю. *Обеспечение устойчивости выработок в рудном массиве при разработке удароопасных урановых месторождений (на примере месторождения «Антей»).* [Автореф. дис.... канд. техн. наук]. Санкт-Петербург; 2011.
5. Криницын Р. В., Полховский В. И., Худяков С. В. Повышение устойчивости кровли камер при отработке месторождений подземным способом. *Проблемы недропользования.* 2018;(1):22–28. <https://doi.org/10.25635/2313-1586.2018.01.022>
6. Барановский К. В., Рожков А. А. Обоснование технологии с самоходным оборудованием при отработке нижних горизонтов Урупского медноколчеданного месторождения. *Проблемы недропользования.* 2015;(3):36–43. URL: <https://trud.igdur.ru/edition/6/5>
7. Veenstra R. L. A methodology for predicting dilution of cemented paste backfill'. In: Potvin Y. (ed.). *Proceedings of the International Seminar on Design Methods in Underground Mining.* Perth: Australian Centre for Geomechanics; 2015. Pp. 527–539. https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1511_33_Veenstra
8. Ping Wang, Huiqiang Lia, Yan Lib. Bo Cheng Stability analysis of backfilling in subsiding area and optimization of the stopping sequence. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering.* 2013;5(6):478–485. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2013.07.008>
9. Потапчук М. И. *Геомеханическое обоснование мер безопасности при разработке жильных месторождений восточного Приморья.* [Автореф. дис.... канд. техн. наук]. Хабаровск; 2012.
10. Лобанов В. С., Рахимджанов А. А., Киселенко А. С., Казаков Б. И., Вахитов Р. Р. Технология и направления совершенствования отработки месторождения «Чармитан» с применением самоходного оборудования на руднике Зармитан. *Горный вестник Узбекистана.* 2009;(4):38–40. URL: <http://gorniyvestnik.uz/assets/uploads/pdf/2009-oktyabr-dekabr.pdf>
11. Sozonov K. V. Stableness improvement of the excavations during the chamber-and-pillar development of Yakovlevsky Deposit reserves. In: Litvinenko V. (ed.) *Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses: Proceedings of the 2018 European Rock Mechanics Symposium.* London: CRC Press; 2018. Pp. 1653–1657.
12. Chilala G. C., de Assuncao J., Harris R., Stephenson R.M. Initial effects of improved drill and blast practices on stope stability at Acacia's Bulyanhulu Mine. In: Potvin Y. (ed.). *Proceedings of the International Seminar on Design Methods in Underground Mining.* Perth: Australian Centre for Geomechanics; 2015. Pp. 241–254. https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1511_12_Chilala
13. Заиров Ш. Ш., Махмудов Д. Р., Уринов Ш. Р. Теоретические и экспериментальные исследования взрывного разрушения горных пород при различных формах зажатой среды. *Горный журнал.* 2018;(9):46–50. <https://doi.org/10.17580/gzh.2018.09.05>



14. Заиров Ш. Ш., Уринов Ш. Р., Номдоров Р. У. Формирование устойчивости бортов при ведении взрывных работ на карьерах Кызылкумского региона. *Горные науки и технологии*. 2020;5(3):235–252. <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2020-3-235-252>

15. Хакимов Ш. И., Тажиев У. Р., Насриддинов А. Ш. Анализ подземной разработки крутопадающих многожилных рудных тел отделяющими породными. *Горный вестник Узбекистана*. 2015;(3):17–19. URL: <http://gorniyvestnik.uz/assets/uploads/pdf/2015-iyul-sentyabr.pdf>

References

1. Avdeev A. N., Sosnovskaya E. L. Study of stress-strain state of roof, chambers and pillars of superimposed steeply dipping veins. *Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences*. URL: <http://journals.istu.edu/nzn/journals/2015/01/articles/07>

2. Potvin Y., Wesseloo J. Towards an understanding of dynamic demand on ground support. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. 2013;113(12):913–922. URL: <https://www.saimm.co.za/Journal/v113n12p913.pdf>

3. Abin Thomas C. A., Jayalakshmi S., Jerin K. A., Kumar K. S., Sreepriya K. V. Development of self compacting concrete mix and analysis of compressive strength by replacement of fines with iron ore fines. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017;8(4):1928–1937. URL: https://iaeme.com/Home/article_id/IJCIET_08_04_219

4. Dorjiev D. Yu. *Ensuring the stability of workings in an ore mass when developing rock-bump hazardous uranium deposits (by the example of the Antey deposit)*. [Extended abstract of Cand. Sci. (Eng.) Dissertation.] St. Petersburg; 2011. (In Russ.)

5. Krinitsyn R. V., Polkhovsky V. I., Hudyakov S. V. Stabilization of chamber roofing by underground method of deposit developing. *Problemy nedropol'zovania*. 2018;(1):22–28. (In Russ.). <https://doi.org/10.25635/2313-1586.2018.01.022>

6. Baranovskiy K. V., Rozhkov A. A. Grounding the technology with mobile equipment mining Theurupsky Chalcopyrite Deposit lower horizons. *Problemy nedropol'zovania*. 2015;(3):36–43. (In Russ.). URL: <https://trud.igduran.ru/edition/6/5>

7. Veenstra R. L. A methodology for predicting dilution of cemented paste backfill. In: Potvin Y. (ed.). *Proceedings of the International Seminar on Design Methods in Underground Mining*. Perth: Australian Centre for Geomechanics; 2015. Pp. 527–539. https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1511_33_Veenstra

8. Ping Wang, Huiqiang Lia, Yan Lib. Bo Cheng Stability analysis of backfilling in subsiding area and optimization of the stoping sequence. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 2013;5(6):478–485. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2013.07.008>

9. Potapchuk M. I. *Geomechanical substantiation of safety measures in the development of vein deposits of eastern Primorye*. [Extended abstract of Cand. Sci. (Eng.) Dissertation.] Khabarovsk; 2012. Khabarovsk; 2012. (In Russ.)

10. Lobanov V. S., Rakhimdzhonov A. A., Kiselchenko A. S., Kazakov B. I., Vakhitov R. R. Technology and directions of improvement of Zarmitan deposit development using self-propelled equipment at Zarmitan mine. *Mining Bulletin of Uzbekistan*. 2009;(4):38–40. (In Russ.). URL: <http://gorniyvestnik.uz/assets/uploads/pdf/2009-oktyabr-dekabr.pdf>

11. Sozonov K. V. Stableness improvement of the excavations during the chamber-and-pillar development of Yakovlevsky Deposit reserves. In: Litvinenko V. (ed.) *Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses: Proceedings of the 2018 European Rock Mechanics Symposium*. London: CRC Press; 2018. Pp. 1653–1657.

12. Chilala G. C., de Assuncao J., Harris R., Stephenson R.M. Initial effects of improved drill and blast practices on stope stability at Acacia's Bulyanhulu Mine. In: Potvin Y. (ed.). *Proceedings of the International Seminar on Design Methods in Underground Mining*. Perth: Australian Centre for Geomechanics; 2015. Pp. 241–254. https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1511_12_Chilala

13. Zairov Sh. Sh., Makhmudov D. R., Urinov Sh. R. Theoretical and experimental research of explosive rupture of rocks with muck piles of different geometry. *Gornyi Zhurnal*. (In Russ.). 2018;(9):46–50. <https://doi.org/10.17580/gzh.2018.09.05>

14. Zairov S. S., Urinov S. R., Nomdorov R. U. Ensuring wall stability in the course of blasting at open pits of Kyzyl Kum Region. *Mining Science and Technology (Russia)*. 2020;5(3):235–252. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2020-3-235-252>

15. Khakimov Sh. I., Tazhiev U. R., Nasridinov A. Sh. Analysis of underground development of steeply-dipping multi-vein ore bodies separated by rocks. *Mining Bulletin of Uzbekistan*. 2015;(3):17–19. (In Russ.). URL: <http://gorniyvestnik.uz/assets/uploads/pdf/2015-iyul-sentyabr.pdf>



Информация об авторах

Шодибой Ихматуллаевич Хакимов – к.т.н., доцент кафедры «Горное дело», Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Узбекистан; e-mail sh.xakimov2021@gmail.com

Шерали Рауфович Уринов – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Автоматизации и управления», Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Узбекистан; ORCID [0000-0002-2910-9806](https://orcid.org/0000-0002-2910-9806), Scopus ID [57224523135](https://scopus.com/authorid/57224523135); e-mail sh_urinov@mail.ru

Information about the authors

Shodiboy I. Khakimov – Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Mining Department, Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan; e-mail sh.xakimov2021@gmail.com

Sherali R. Urinov – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Mining Department, Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan; ORCID [0000-0002-2910-9806](https://orcid.org/0000-0002-2910-9806), Scopus ID [57224523135](https://scopus.com/authorid/57224523135); e-mail sh_urinov@mail.ru

Поступила в редакцию	21.10.2021	Received	21.10.2021
Поступила после рецензирования	25.11.2021	Revised	25.11.2021
Принята к публикации	01.12.2021	Accepted	01.12.2021