

ISSN 1999-4125 (Print)

ISSN 2949-0642 (Online)

Научная статья

УДК 9.908.

DOI: 10.26730/1999-4125-2024-1-66-72

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗАКЛАДОЧНОГО КОМПЛЕКСА ТАШТАГОЛЬСКОГО РУДНИКА

Копытов Александр Иванович,
Стародубцев Сергей Александрович

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

*для корреспонденции: L01BDV@yandex.ru



Информация о статье

Поступила:

15 января 2024 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 февраля 2024 г.

Принята к публикации:

29 февраля 2024 г.

Опубликована:

12 марта 2024 г.

Ключевые слова:

Таштагол, рудник, добыча
железной руды, закладка,
закладочный комплекс,
реконструкция.

Аннотация.

Разработка месторождений полезных ископаемых в настоящее время характеризуется увеличением глубины горных работ. Во всем мире насчитывается свыше 40 рудников с глубиной разработки более 1500 м. Это оказывает значительное влияние на выбор систем разработки. Высокое напряженное состояние породных массивов, сложенных крепкими и хрупкими породами, создает угрозу горных ударов. На глубоких горизонтах шахт большая доля всех несчастных случаев происходит по причине горных ударов и породных вывалов. Применение охранных целиков способствует увеличению потерь полезных ископаемых. Увеличение глубины разработки требует применения наиболее надежных способов и средств поддержания вмещающих пород, к которым в первую очередь относится закладка выработанного пространства. Анализ показывает, что удельный вес систем разработки с закладкой выработанного пространства непрерывно увеличивается практически во всех странах мира. В статье описаны реконструкция закладочного комплекса Таштагольского рудника и ее значимость для дальнейшего развития производственной мощности предприятия.

Для цитирования: Копытов А.И., Стародубцев С.А. Реконструкция закладочного комплекса таштагольского рудника // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2024. № 1 (161). С. 66-72. DOI: 10.26730/1999-4125-2024-1-66-72, EDN: VMBJFH

Таштагольское месторождение магнетитовых железных руд открыто в 1931 г. прошлого столетия. Первоначально утвержденные ГКЗ СССР запасы железной руды составляли 33 млн т. В 1939 г. начато строительство рудника. Третьего июля 1941 г. отгружен первый эшелон руды, добытый открытым способом, а в 1948 г. начаты подземные горные работы, с начала которых и до 2015 г. добыто более 180 млн т руды, произведено 175 млн т железорудного концентрата. Таштагольское железорудное месторождение эксплуатируется по настоящее время подземным способом [1,2].

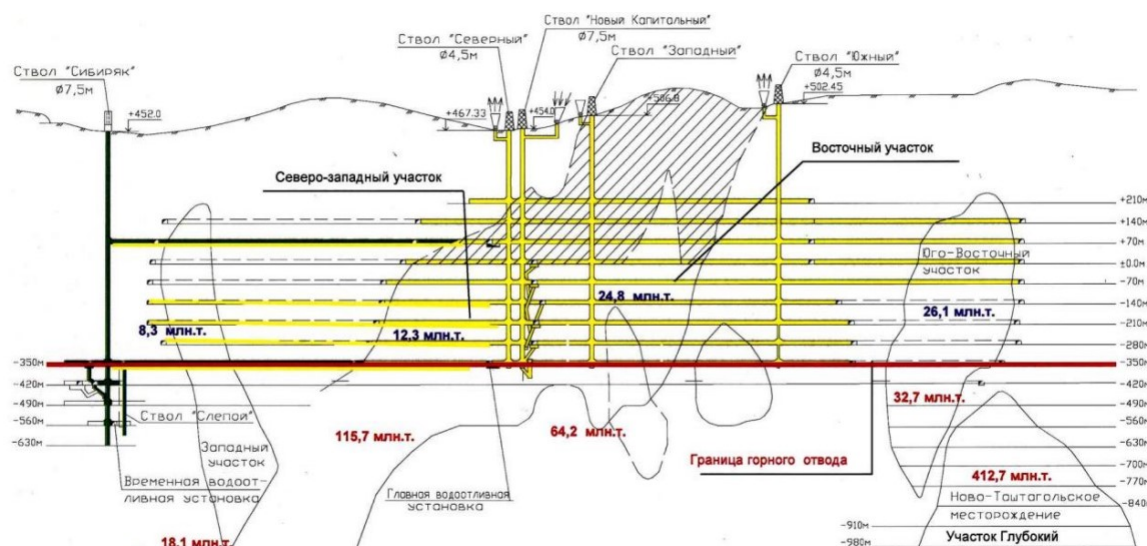
Месторождение расположено в южной части Кондомской грабен-синклинали, приуроченной к Ташелгино-Кондомскому разлому, залегает

среди вулканогенно-осадочных пород мундыбашской свиты среднего кембрия. Рудная зона приурочена к вулкано-купольной структуре и залегает согласно с вмещающими породами. Интрузивные образования – среднекембрийские сиениты и габбро-порфириды, девонские диабазы.

Общая протяженность рудной зоны 3500 м. Залегание рудной зоны крутое, 60-90 градусов. Протяженность рудных тел по простиранию 40-1300 м, по падению 80-1100 м, мощность 5-90 метров. Тела линзообразной и пластообразной формы. Руды магнетитовые, редко сульфидно-магнетитовые с содержанием железа в среднем по месторождению 44,9%.

Таблица 1. Балансовые запасы Таштагольского месторождения
Table 1. Balance reserves of the Tashtagol field

Степень освоения	Единица измерения	Категория запасов	
		A+B+C1	C2
В пределах горного отвода – всего:	тыс. т	65,4	1,6
В том числе в охранных целиках	тыс. т	31,9	0,0
Вне охранных целиков	тыс. т	33,5	1,6
Госрезерв	тыс. т	352,6	249,9
Всего:	тыс. т	418,0	296,5



Условные обозначения:

Существующие выработки

Рис. 1. Схема вскрытия Таштагольского месторождения
Fig. 1. The accessing scheme of the tashtagolsky mine

Запасы железных руд Таштагольского месторождения утверждены ГКЗ СССР 17.10.1975 г. в составе участков Западный и Северо-Западный, Восточный и Юго-Восточный по категориям В, С1 и С2. Балансовые запасы Таштагольского месторождения приведены в Таблице 1 [3].

В настоящее время Таштагольское месторождение вскрыто до горизонта минус 350 м четырьмя вертикальными стволами «Ново-Капитальным», «Северным», «Западным» и «Южным». На горизонтах запасы руды вскрыты этажными квершлагами и полевыми штреками. Подъемные возможности действующих стволов ограничиваются горизонтом минус 350 м [4]. Существующая схема вскрытия месторождения представлена на Рис. 1.

По технологии отработки запасы железной руды месторождения делятся на:

– Свободные от целиков запасы «Восточного», «Юго-Восточного» участков и разделительного целика, отрабатываемые системами с массовым обрушением руды и вмещающих пород;

– Запасы в охранных целиках под рекой Кондома, железнодорожными путями МПС и жилым поселком, включающие в себя часть участков «Восточный», «Северо-Западный» и «Западный», отрабатываемые технологией с твердеющей закладкой, так как основные объекты действующей промплощадки расположены в зоне влияния горных работ [5,6].

Отработка северного фланга Таштагольского месторождения с твердеющей закладкой, проводимая с 2012 года, замедлила скорость деформирования земной поверхности и охраняемых объектов. Снижение скоростей развития деформационных процессов продлевает сроки эксплуатации основных объектов рудника и дает время на реконструкцию технологического комплекса Таштагольского рудника [7,8]. На территории месторождения реконструируются промышленные площадки «Западная» и «Новая», включая надшахтные здания и иные объекты стволов «Ново-Капитальный» и «Северный», а также площадки ствола «Сибиряк», дробильно-обогащительной

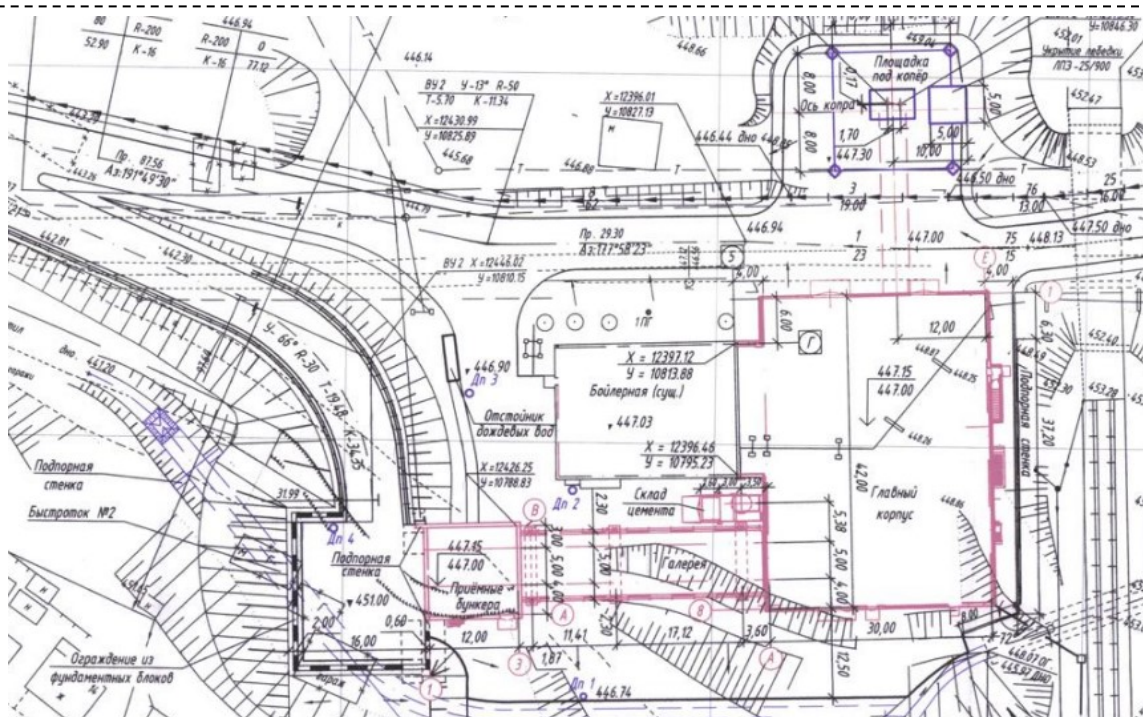


Рис. 2. Ситуационный план Закладочного комплекса до реконструкции

Fig. 2. The plane of backfill paste plant before reconstruction

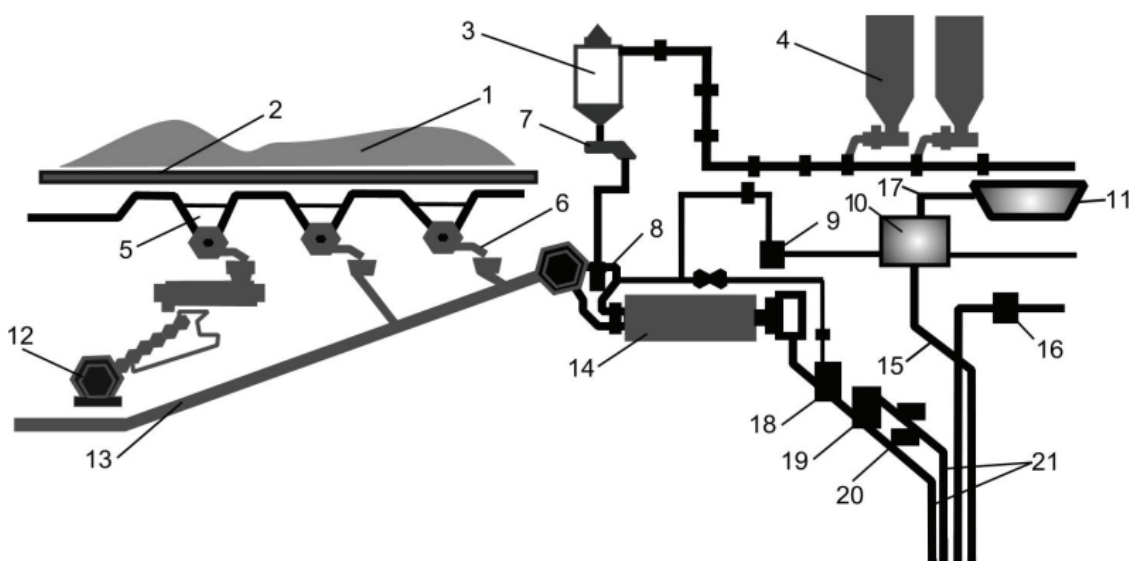


Рис. 3. Схема приготовления закладочной смеси

1 – склад компонентов; 2 – неподвижный грохот; 3 – расходный бункер; 4 – склад вяжущего;
5 – приемный бункер; 6 – дозаторы компонентов; 7 – весовой дозатор; 8 – репульпатор;
9 – регулятор подачи воды; 10 – расходный бак воды; 11 – водосборник; 12 – дробилка;
13 – ленточный конвейер; 14 – мельница; 15 – водопровод; 16 – регулятор сжатого воздуха;
17 – насос; 18 – узел контроля качества; 19 – бак распределения смеси; 20 – обратный клапан
продувки трубопровода; 21 – закладочный трубопровод в трубно-ходовом гезенке

Fig. 3. The scheme of preparation of the backfill paste

1 – component warehouse; 2 – fixed screen; 3 – consumable hopper; 4 – binder warehouse;
5 – receiving hopper; 6 – component dispensers; 7 – weight dispenser; 8 – repulper;
9 – water supply regulator; 10 – water flow tank; 11 – water collector; 12 – crusher; 13 – belt conveyor; 14 – mill;
15 – water supply; 16 – compressed air regulator; 17 – pump; 18 – quality control unit; 19 – mixture
distribution tank; 20 – non-return valve for purging the pipeline; 21 – backfilling pipeline in a pipe-running
gezen

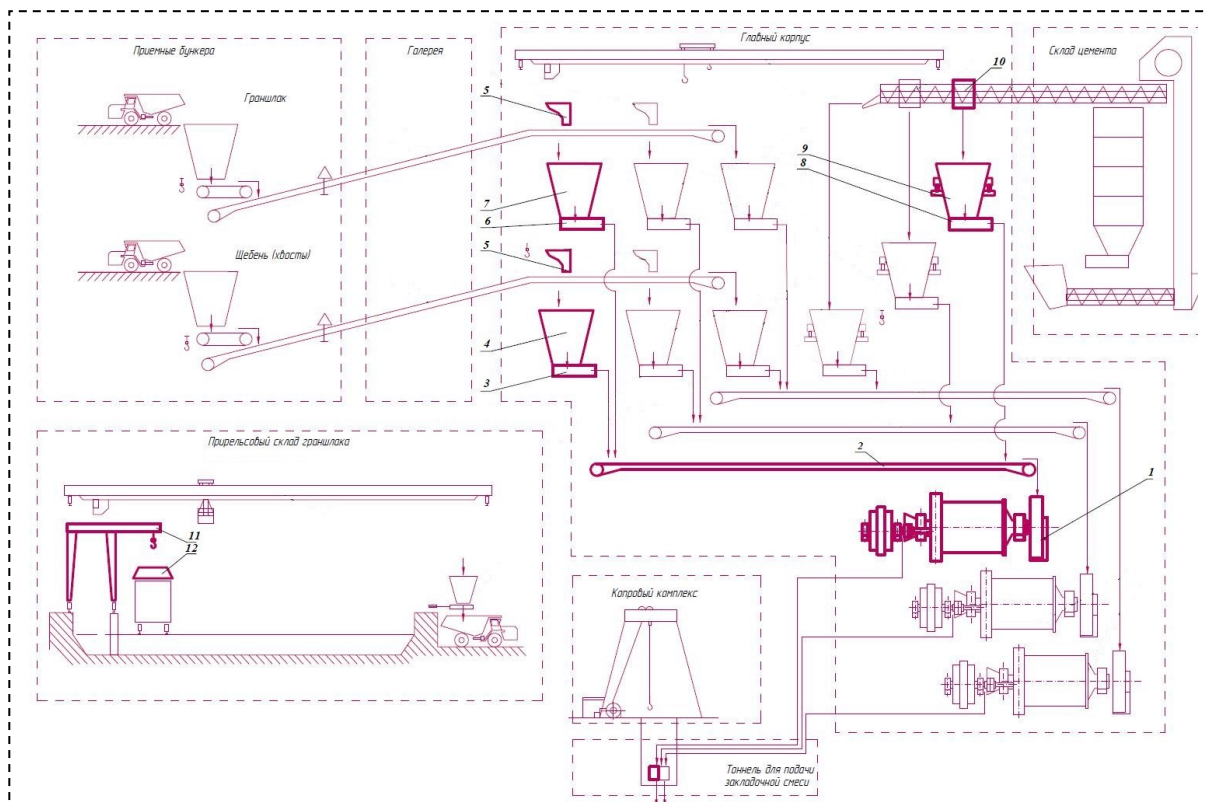


Рис. 4. Технологическая схема реконструируемого Закладочного комплекса

- 1 – мельница шаровая; 2 – конвейер ленточный; 3 – весодозатор хвостов; 4 – расходный бункер хвостов; 5 – сбрасыватель плужковый; 6 – весодозатор граншлака;
7 – расходный бункер хвостов; 8 – весодозатор цемента; 9 – расходный бункер цемента;
10 – шнековый питатель; 11 – кран на передвижной платформе; 12 – вибромашина

Fig. 4. Technological scheme of the reconstructed Paste plant

- 1 – ball mill; 2 – belt conveyor; 3 – tailings weight dispenser; 4 – tailings flow hopper; 5 – plow dumper; 6 – granulated slag weight dispenser; 7 – tailings flow hopper; 8 – cement weight dispenser; 9 – cement flow hopper; 10 – screw feeder; 11 – crane on a mobile platform; 12 – vibrating machine

фабрики, очистных сооружений и закладочного комплекса [9,10,11].

В результате ввода в эксплуатацию закладочного комплекса производственной мощностью 418,7 тыс. м³/год, позволяющей заполнить 395 тыс.м³/год выработанного пространства, деформирование земной поверхности замедлилось, объемы добычи руды с содержанием железа до 47% из охраняемых целиков выросли до 1,5 млн т руды в год, что составляет 46% от всего объема добычи Таштагольского рудника (Рис. 2).

Основу закладочного комплекса составляет технологический узел приготовления закладочной смеси. Схема приготовления закладочной смеси включает в себя операции: граншлак и щебень ДОФ доставляются автотранспортом в приемные бункера 5, затем ленточным конвейером 13 компоненты транспортируются в шаровую мельницу 14, далее после совместного мокрого помола граншлака, щебня и цемента в шаровых мельницах полученная смесь по трубопроводу доставляется до закладочного трубопровода в

трубно-ходовом гезенке 21 и подается в отработанное пространство (Рис. 3).

С целью увеличения добычи руды с применением закладки с 1,5 млн т руды в год до 2,5 млн т руды в год с содержанием железа до 47% проведена реконструкция закладочного комплекса и монтаж нового оборудования и строительство необходимых сооружений и конструкций под это оборудование.

Для размещения нового оборудования производилось строительство нового фундамента для 3-ей шаровой мельницы на отм. 0,000 с приямком для трубопровода подачи закладочной смеси к скважинам, реконструкция площадок и помещений на отм. +4,000, +6,500 и +11,500, с установкой нового оборудования. Для подачи закладочной смеси в подземные вырабатываемые пространства производилось строительство 2-х новых скважин с реконструкцией колодца тоннеля подачи закладочной смеси [7].

В соответствии с технологическими решениями проекта реконструкции закладочного комплекса была смонтирована и построена

дополнительная линия приготовления закладочной смеси, включая мельницу шаровую 1, расходный бункер щебня 4, расходный бункер граншлака 7, расходный бункер цемента 9, плужковый сбрасыватель двухсторонний для щебня и граншлака 5, шнековый питатель цемента 10, весодозатор щебня 3, весодозатор граншлака 6, весодозатор цемента 8, сборный конвейер 2. На прирельсовом складе граншлака были смонтированы вибромашина для доразгрузки полувагонов 11 и кран 12 (Рис. 4).

В результате завершения реконструкции объем закладываемого выработанного пространства увеличился до 646 тыс. м³/год. Производство закладочной смеси увеличилось до 685 тыс. м³/год, обеспечен гарантированный рост объемов добычи высококачественной хорошо обогащаемой железной руды из охранных целиков более 2,5 млн т в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование и выбор рациональных способов обработки Таштагольского месторождения с определением оптимальных параметров систем разработки : отчет ВостНИГРИ. Новокузнецк : ВостНИГРИ, 1977. 253 с.
2. Копытов А. И., Кимеев В. М. Горная Шория: От древней металлургии до современной горнодобывающей промышленности. Исторические очерки. Кемерово : Примула, 2020. 432 с.
3. Орлов В. П., Антоненко Л. К., Архипов Г. И. [и др.] Железородная база России. М. : Геоинформатик, 2007. 871 с.
4. Анушенков А. Н., Шалауров В. А., Быкадоров А. И. О разработке комплекса закладки на руднике «Таштагол» // Современные технологии освоения минеральных ресурсов : сб. науч. тр. Красноярск : ГУЦМиЗ, 2004. С. 72–83.
5. Обоснование и выбор рациональной технологии обработки запасов в охранных целиках под рекой Кондомой, промобъектами и жилым поселком с применением твердеющей закладки: отчет ВостНИГРИ. Новокузнецк : ВостНИГРИ, 1992. 91 с.
6. Проект вскрытия и обработки запасов руды Таштагольского месторождения до горизонта –350 м для поддержания мощности 3,0 млн т сырой руды в год. Т. I–VII. Новокузнецк : ОАО Сибгипроруда, 1997.
7. Копытов А. И., Артемов С. Т., Еременко А. А., Лобанова Т. В., Притворова В. О. Обоснование целесообразности реконструкции Таштагольского филиала ОАО «Евразруда» // Вестник Кузбасского Государственного Технического Университета. 2012. №2. С. 31–41.
8. Техническое перевооружение Таштагольского рудника при обработке охранных целиков Таштагольского месторождения: проектная документация. Новокузнецк : ОАО Сибгипроруда, 2011.
9. Техническое перевооружение Таштагольского рудника при обработке охранных целиков Таштагольского месторождения: дополнение к проектной документации. Новокузнецк : ОАО «Сибгипроруда», 2011.
10. П11181-10.05-ИОС7-03. Раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений» Подраздел Ж «Технологические решения». Часть 5 «Закладочный комплекс»/ СПб-Гипрошахт. Санкт-Петербург : 2019.
11. Копытов А. И. Развитие железорудной отрасли Горной Шории – основа стабильной работы металлургии Кузбасса // Черные металлы. 2018. № 7. С. 41–48.

© 2024 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Копытов Александр Иванович, докт. техн. наук, профессор кафедры ФПиСТ, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: L01BDV@yandex.ru

Стародубцев Сергей Александрович, ассистент, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: starodubts3vs@yandex.ru

Заявленный вклад авторов:

Копытов Александр Иванович – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, обзор соответствующей литературы, выводы, наименование текста.

Стародубцев Сергей Александрович – научный менеджмент, обзор, анализ тематической литературы, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

RECONSTRUCTION OF THE TASHTAGOLSKY MINE PASTE PLANT

Alexander I. Kopytov,
Sergei A. Starodubtsev

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

*for correspondence: L01BDV@yandex.ru



Article info

Received:

15 January 2024

Accepted for publication:

15 February 2024

Accepted:

29 February 2024

Published:

12 March 2024

Keywords: modeling, coal seam, well, damage, destruction, stress state, destruction front**Abstract.**

Physical and mathematical model of damage accumulation and destruction of coal-bearing massif is presented, taking into account influence of rock pressure on development parameters of one or several destruction fronts in massif simultaneously. The generalized model of stability and strength of the mountain massif is based on a system of relations - a static version of the theory of strength, stability and an exponential dependence that associates long-term strength with the stresses acting in the massif in the interpretation of S.N. Zhurkov and S. A. Arrhenius. Remaining on the phenomenological representations of the mechanics of continuous media, the continuous accumulation of scattered damages is represented as defects of the type of microcracks, developing in a set per unit of rock volume. In the formulation of L.M. Kachanov, the kinetics of damage accumulation is presented in the form of a dependence of the rate of damage accumulation on the level of damage and the stresses acting in the array. The problem of accumulation of damage and destruction of rocks is based on finding the minimum functional of the potential energy of the coal-bearing massif, the sampling of which is carried out using the finite element method.

The implementation of the damage accumulation model is represented by a comparative analysis of damage accumulation and coal destruction at vertical and horizontal degassing wells. Numerical examples show the positive and negative aspects of the mechanical operability of the well variants over time.

It was found that all other things being equal (formation depth, physical and mechanical characteristics of the coal mass, well sizes) the rate of damage accumulation in a horizontal well is significantly higher than in a vertical well.

It has been shown that rational selection of the coal seam degassing scheme by wells should include a mandatory procedure for studying the behavior of the coal mass near the well, taking into account the depth of the deposit, the structure of the mass, the crack formation index, the limits of long-term tensile strength and compression of coal, the expected time of well operation.

For citation: Kopytov A.I., Starodubtsev S.A. Reconstruction of the tashtagolsky mine paste plant. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2024; 1(161):66-72. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2024-1-66-72, EDN: VMBJFH

REFERENCES

1. Issledovanie i vybor racional'nykh sposobov otrabotki Tashtagol'skogo mestorozhdeniya s opredeleniem optimal'nykh parametrov sistem razrabotki. Novokuzneck: Eastern Scientific Research Mining Institute; 1977. 253 p. (rus)
2. Kopytov A.I., Kimeev V.M. Gornaya Shoriya: Ot drevnej metallurgii do sovremennoj gomodobyvayushchej promyshlennosti. Istoricheskie ocherki. Kemerovo: Primula; 2020. 432 p. (rus)

3. Orlov V.P., Antonenko L.K., Arhipov G.I. i dr. Zhelezorudnaya baza Rossii. M. : Geoinformatika; 2007. 871 p. (rus)
4. Anushenkov A.N., Shalaurov V.A., Bykadorov A.I. O razrabotke kompleksa zakladki na rudnike «Tashtagol». *Sovremennye tekhnologii osvoeniya mineral'nykh resursov*. Krasnoyarsk: State University of Non-Ferrous Metals and Gold; 2004. P. 72–83. (rus)
5. Obosnovanie i vybor racional'noj tekhnologii otrabotki zapasov v ohrannykh celikah pod rekoj Kondomoj, promob"ektami i zhilym posyolkom s

primeneniem tverdeyushchej zakladki. Novokuzneck: Eastern Scientific Research Mining Institute; 1992. 91 p. (rus)

6. Proekt vskrytiya i otrabotki zapasov rudy Tashtagol'skogo mestorozhdeniya do gorizonta –350 m dlya podderzhaniya moshchnosti 3,0 mln t syroj rudy v god. Novokuzneck: Institute for the Design of Mining Enterprises «SIBGIPRORUDA»; 1997. (rus)

7. Kopytov A.I., Artemov S.T., Eremenko A.A., Lobanova T.V., Pritvorova V.O. Obosnovanie celesoobraznosti rekonstrukcii Tashtagol'skogo filiala OAO «Evrazruda». *Bulletin of The Kuzbass State Technical University*. 2012; 2:31–41. (rus)

8. Tekhnicheskoe perevooruzhenie Tashtagol'skogo rudnika pri otrabotke ohrannyh celikov Tashtagol'skogo mestorozhdeniya: dopolnenie k proektnoj dokumentacii. Novokuzneck: Institute for the Design of Mining Enterprises «SIBGIPRORUDA»; 2011. (rus)

9. Tekhnicheskoe perevooruzhenie Tashtagol'skogo rudnika pri otrabotke ohrannyh celikov Tashtagol'skogo mestorozhdeniya: proektnaya dokumentaciya. Novokuzneck: Institute for the Design of Mining Enterprises «SIBGIPRORUDA»; 2011. (rus)

10. P11181-10.05-IOS7-03. Razdel 5 «Svedeniya ob inzhenom oborudovanii, o setyah inzhenerno-tekhnicheskogo obespecheniya, perechen' inzhenerno-tekhnicheskikh meropriyatij, sodержanie tekhnologicheskikh reshenij» Podrazdel Zh «Tekhnologicheskie resheniya» Chast' 5 «Zakladochnyj kompleks». Sankt-Peterburg: SPb-Giproshakht; 2019. (rus)

11. Kopytov A.I. Gornaya Shoriya: Razvitie zhelezorudnoj otrasli Gornoj Shorii – osnova stabil'noj raboty metallurgii Kuzbassa. *Chernye metally*. 2018; 7:41–48. (rus)

© 2024 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Kopytov Alexander I., Dr. Sc. in Engineering, Professor of the Department of FPIS, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (28 street Vesennyya, Kemerovo, 650000, Russian Federation), e-mail: L01BDV@yandex.ru

Starodubtsev Sergei A., assistant, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, (28 street Vesennyya, Kemerovo, 650000, Russian Federation), e-mail: starodubts3vs@yandex.ru

Contribution of the authors:

Alexander I. Kopytov– formulation of a research task, conceptualization of the study, review of relevant literature, conclusions, title of the text.

Sergey A. Starodubtsev– scientific management, review, analysis of thematic literature, writing a text.

All authors have read and approved the final manuscript.

