

ИСТОРИЯ. ИНФОРМАЦИЯ. РЕЦЕНЗИИ

УДК 622.271

DOI: 10.21440/0536-1028-2024-2-111-119

История освоения, перспективы и проблемы разработки золоторудного месторождения Советское

Гришин А. А.^{1*}, Косолапов А. И.¹

¹ Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

*e-mail: arseniy.grishin.2012@mail.ru

Реферат

В настоящей статье приведены сведения об условиях, технологии разработки месторождения рудного золота Советское и особенностях его доработки в настоящее время. Месторождение расположено в Северо-Енисейском районе Красноярского края вблизи селитебной территории пгт. Северо-Енисейского. История золотодобычи Северо-Енисейского района насчитывает более 200 лет и во многом отражает и повторяет политические и экономические коллизии, происходившие в России. Добыча золота в районе работ началась с мускульной разработки россыпного золота, а при обнаружении коренных месторождений и развития техники получили развитие крупные рудники. Месторождение открыто в 1905 г. в результате обнаружения золотых самородков в кварцевых валунах на берегах р. Безымянка. В 1906 г. выдано разрешение на разработку месторождения, а с 1908 г. началась зарегистрированная добыча золота на карьере под названием Авенировский рудник, который в последующем был переименован в Советский рудник, а еще позже назывался Северо-Западным флангом Советского месторождения. В геологическом строении месторождения принимают участие крепкие скальные породы, для дробления которых необходимо применение буровзрывных работ. Месторождение Советское разрабатывают с начала XX в. открытым и подземным способом. В настоящее время разработка ведется только открытым способом. Близость горных выработок к селитебной территории ограничивает применение взрывных работ и использование мощного горнотранспортного оборудования. Кроме этого, осложняющим фактором ведения горных работ и устойчивости бортов карьера является пораженность разрабатываемого массива подземными выработками, о положении и состоянии которых отсутствует необходимая информация.

Ключевые слова: Северо-Енисейский район; шахта; карьер; месторождение Советское; рудное золото; добыча; селитебная территория; история освоения.

Геологическое описание. После обнаружения в XIX в. на территории Северо-Енисейского района россыпного золота проходили систематические геологические экспедиции (Л. А. Ячевский – 1900 и 1903 г.; А. К. Мейстер – 1910 г.; В. А. Обручев – 1915 г. и др.), а ориентированные поиски выполняли с 1960-х годов, благодаря им даны характеристики территории района в целом и детально отдельных месторождений [1].

В геологическом строении месторождения Советское принимают участие крепкие породы нижней подсвиты удерейской свиты, которые представлены филлитизированными глинистыми, алевролитоглинистыми сланцами и филлитами, а также кварцевыми жилами. Физико-механические свойства основных типов пород представлены в табл. 1 [1], (Богданович В. А. Отчет по геологическому изучению Советского месторождения на основе подземного картирования

в 1963–1965 гг. Красноярск, 1965; Юшков М. Г., Комлев В. М., Кругликов В. Т. Отчет о геологоразведочных работах на Советском месторождении за 1966–1975 гг. с подсчетом запасов на 01.04.1976 г. Красноярск, 1976; Кругликов В. Т., Богомаз В. П., Комлев В. М. и др. Отчет о ревизии верхних горизонтов Советского месторождения с подсчетом запасов на 01.01.1982 г. п.г.т. Северо-Енисейский, 1983; Тагаров А. В., Сергеев А. Л., Баканова Т. В. и др. Отчет о переоценке остаточных запасов золота рудных тел 1, 2 и 3 северо-западного фланга Советского месторождения, оставшихся за контуром действующего карьера. Отчет с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2010 г. Красноярск, 2010).

Таблица 1. Физико-механические свойства пород месторождения рудного золота Советское
Table 1. Physical and mechanical properties of rocks of the Sovetsky ore gold deposit

Наименование породы	Предел прочности на сжатие, кг/см ²	Предел прочности на растяжение, кг/см ²	Сцепление, кг/см ²	Угол внутреннего трения, град	Коэффициент крепости по проф. М. М. Протодяконову
Сланцы филлитизированные	770–1260	56–161	63–180	39–55	4–6
Сланцы с прожилками кварца	380–980	36–89	120–212	30–39	5–8
Кварц с вмещающими сланцами	800	–	220	30–41	10–20
Кварц	1075–1890	–	–	43	10–20

Структура рудного поля месторождения определяется совокупностью пликативных и дизъюнктивных деформаций. Помимо крупных нарушений развиты системы трещин, образующие блочность массива.

Рудные тела на месторождении представляют собой серии сближенных, сливающихся, ветвящихся жил и кварцевых тел сложной формы. Эти образования в целом образуют относительно выдержанные по простиранию и падению жильные зоны, мощность которых меняется от нескольких единиц до десятков метров [1], (Богданович В. А. Отчет по геологическому изучению ...; Юшков М. Г., Комлев В. М., Кругликов В. Т. Отчет о геологоразведочных работах ...; Кругликов В. Т., Богомаз В. П., Комлев В. М. и др. Отчет о ревизии ...).

История освоения месторождения. На начальных этапах разработки месторождения добычу вели на верхних разрушенных частях жил до глубины 10–15 м открытым и ниже подземным способами. Добытый кварц пережигали на костре, а затем при помощи конных толчей измельчали в деревянных (позднее в чугунных) ступах [2, 3].

После строительства золотоизвлекательной фабрики производительность увеличилась за счет использования бегунных чаш Бельдона. В это время буровые работы и откатку руды вели вручную, в штольнях руду возили тачками. Из штолен руду сваливали в отвалы, а потом доставляли на фабрику, расположенную в километре от шахты. В 1908 г. на фабрике переработано 416 т руды с содержанием золота до 41,8 г/т.

К 1917 г. работа на предприятии велась круглогодично, это привело к образованию в непосредственной близости от рудника рабочего поселка, который в дальнейшем стал районным центром – это пгт. Северо-Енисейский. В 1919 г. Авернировский рудник был национализирован, весной 1921 г. остановлен и законсер-

вирован, а уже в декабре 1922 г. вновь введен в эксплуатацию, но уже под названием Советский рудник, а близлежащий поселок получил название Соврудник [2]. С 1920 г. были увеличены объемы добычи за счет активного промышленного строительства, ввода в эксплуатацию мощной электростанции, модернизации фабрики и использования новой техники. Среднегодовые объемы добычи к 1928 г. составляли 350 кг золота, объемы добычи и переработки руды достигали значения 165 т/сут [2].

В 1937 г. запущен в эксплуатацию экскаватор «Везер Хунте», началось внедрение многозабойного и многоперфораторного бурения, осваивалась магазинная система разработок. В 1940 г. при среднем содержании золота в руде 6,9 г/т были добыты рекордные 1168 кг золота. В годы Великой Отечественной войны предприятие продолжало добывать золото, несущественно меняя темпы добычи [2, 4–6], (*Проектная документация. Технический проект разработки остаточных запасов золота рудных тел 1, 2 и 3 Северо-Западного фланга Советского месторождения. Красноярск, 2023.*).

В послевоенное время на предприятии «Соврудник» произошло техническое перевооружение. На смену ручной и конной откатке в шахты пришли электровозы. На золотоизвлекательной фабрике (ЗИФ) смонтированы и введены в эксплуатацию шаровая мельница и две шестиметровые флотомашинны [2].

В 1968 г. начали строительство стволов на двух новых шахтах («Вентиляционная» и «Капитальная»), к 1972 г. проходку завершили и начали их армирование. Новый шахтный комплекс значительно превосходил в масштабах старую шахту. Электровозную откатку заменил скиповый подъем руды в верхние приемные бункеры фабрики. В этом же году был сооружен копер высотой 57 м.

В 1976 г. на шахте появились погрузочно-доставочные машины и новые буровые станки. После реконструкции шахта считалась одной из лучших по оснащенности и условиям труда в отрасли. Производительность шахты по добыче руды к 1981 г. достигала 1500 т/сут. 4 ноября 1981 г. из шахты «Капитальная» поднят первый скип, руда подана в бункер новой фабрики. К 1986 г. фабрика вышла на проектный объем переработки руды – 500 тыс. т, за год на ЗИФ «Советская» было извлечено 1088 кг золота [2].

В июле 1997 г. издан приказ № 178 «Об организации работ по консервации шахты «Советская». Осенью 1997 г., в год 90-летия рудника, отключены шахтовые дренажные насосы, шахта была затоплена.

В 1999 г. работы на месторождении прекращены в связи с банкротством Северо-Енисейского ГОКа. Так как предприятие по добыче золота имело градообразующий статус в Северо-Енисейском районе, было принято решение о воссоздании на базе бывшей фабрики и шахты «Советская» производства, правопреемником которого стало предприятие ООО «Соврудник». Поскольку шахта оказалась безвозвратно потеряна, фабрика была переориентирована на переработку руды с карьеров, разрабатывающих небольшие месторождения.

В 2002–2003 гг. изучалась возможность повторной разработки месторождения Советское, и в 2003 г. компания получила лицензию на разработку верхних горизонтов северо-западного фланга месторождения открытым способом.

В 2009 г. выполнена укрупненная оценка освоения оставшихся запасов. В результате сырьевая база по месторождению Советское увеличилась более чем на 9,5 т золота. В карьере разработана и опробована технология ведения горных работ, которая предусматривает эксплуатационную разведку всей рудной зоны по каждому горизонту и последующую отработку рудной зоны уступами малой высоты при валовом взрывании руды.

В 2010 г. выполнена переоценка запасов и подготовлен проект разработки месторождения Советское открытым способом. В период с 2010 по 2015 г. среднегодовая добыча золота составляла 940 кг. С 2016 г. объемы добычи из года в год существенно разнились, но работы не останавливались.

В 2023 г. разработка остаточных запасов на Северо-Западном фланге Советского месторождения продолжается, балансовые запасы руды категории $C_1 + C_2$ по состоянию на 01.01.2023 г. составляют 1235 тыс. т, золота – 4528 кг. Помимо золота, в карьере добывают пустую породу для возведения хвостохранилищ, трасс пульповодов и дамб (Тагаров А. В., Сергеев А. Л., Баканова Т. В. и др. *Отчет о переоценке ...*).

Временная динамика объемов добычи руды и содержания в ней золота при разработке месторождения Советское представлена на рис. 1.

Технология разработки Советского месторождения. Подземная разработка до 1939 г. велась потолкоуступным способом, с 1939 г. применялась система с магазинированием руды, а с 1942 г. – система горизонтальных и наклонных слоев с закладкой. Основной объем подземной разработки был закончен к 1948 г., в 1948–1953 и 1960–1963 гг. работы велись на небольших локальных участках и в небольших объемах [2], (Кругликов В. Т., Богомаз В. П., Комлев В. М. и др. *Отчет о ревизии ...*).

Степень отработанности отдельных участков и блоков крайне неравномерная и изменяется от нуля до 70–80 %, средняя отработанность участка карьера составляет 17,4 %. На долю открытого способа приходится 27,7 % отработанного объема, на долю подземного способа разработки – 72,3 % (Кругликов В. Т., Богомаз В. П., Комлев В. М. и др. *Отчет о ревизии ...*).

Основной объем подземной разработки (65,8 %) приходится на потолкоуступную (шорную) систему. Крепление выработок этой системы производилось сплошными дверными окладами. Полной закладки пустот не проводилось. Частично (10–20 %) пустоты заполнялись отсортированной породой и бросовым деревом в виде костров. Под влиянием горного давления выработки этой системы значительно деформировались. Точный подсчет имеющихся пустот в настоящее время произвести невозможно. По имеющимся данным, с учетом частичной закладки выработанного пространства и заполнения породой от обрушений, они составляют 23–30 % от вынуженного объема.

На систему разработки горизонтальными слоями с закладкой отработанного пространства приходится около 16,0 % всей подземной добычи. Основной объем камер пройден на горизонтах 70, 95 и 120 м. Камеры закладывались горной массой из проходческих выработок и отсортированной породой. Количество оставшихся пустот, исходя из практики работ, составляет 7–10 % от отбитого объема горной массы.

На долю системы разработки с магазинированием приходится 18,2 % от общего объема подземной добычи. Документальных сведений о закладке пустот при этой системе не имеется. Наблюдениями установлено наличие пустот по значительному количеству выработок – магазинов, что подтверждается провалами поверхности. Общее количество пустот от системы магазинирования составляет 60–70 % от всего объема отбитой массы (Кругликов В. Т., Богомаз В. П., Комлев В. М. и др. *Отчет о ревизии ...*).

С 1999 г. разработка запасов месторождения ведется открытым способом, порядок разработки карьера принят как нисходящий, поуступный. Система разработки по классификации В. В. Ржевского – углубочная продольная двухбортовая (УДД). Подготовка горной массы к выемке, из-за высокой крепости полезного ископаемого и вмещающих пород, выполняется посредством буро-

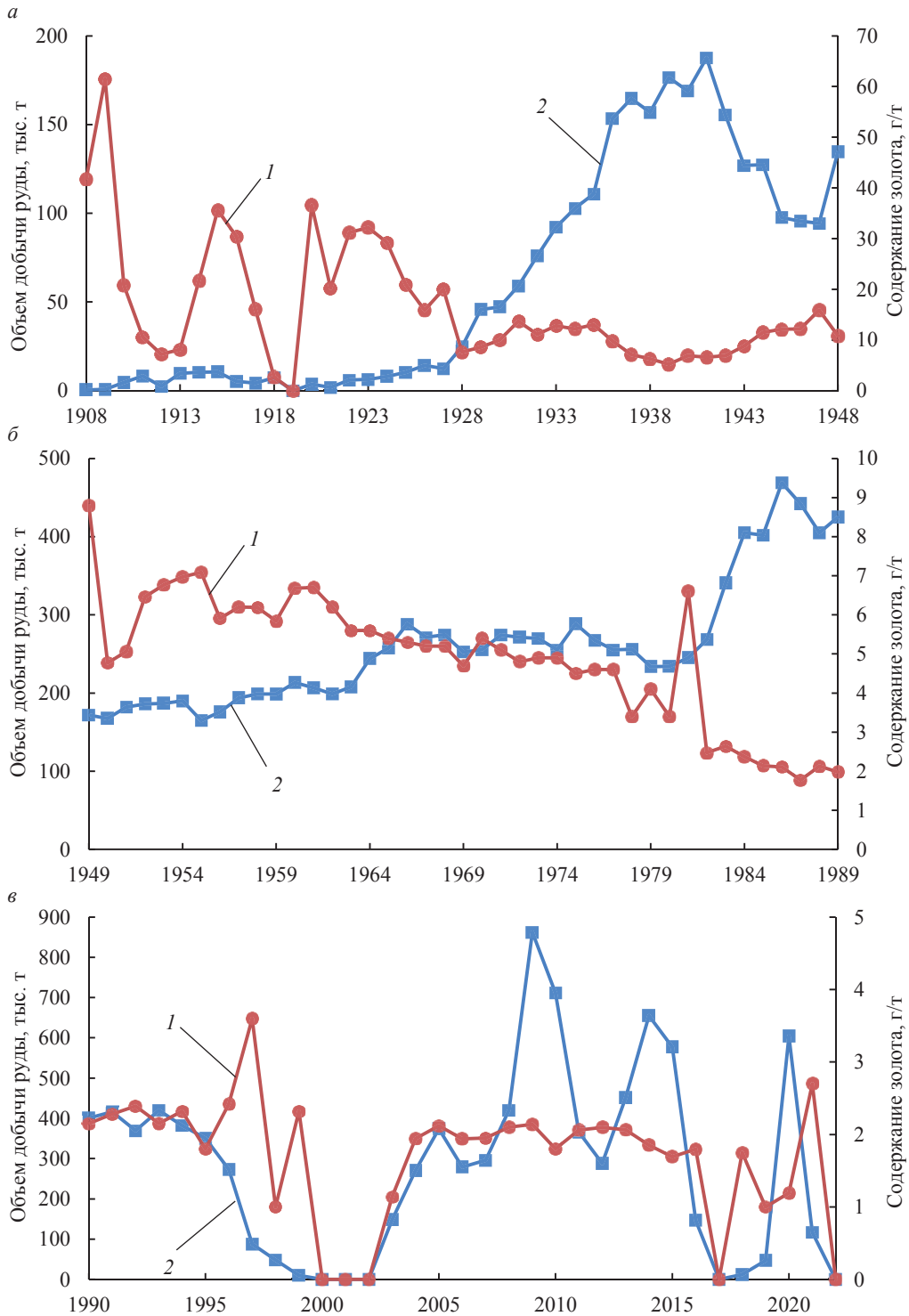


Рисунок 1. Временная динамика годовых объемов добычи руды – 1 и среднего содержания золота в ней – 2 при разработке месторождения Советское: а – с 1908 по 1948 г.; б – с 1949 по 1989 г.; в – с 1990 по 2022 г.

Figure 1. Temporal dynamics of annual ore production – 1 and the average gold content – 2 during the Sovetskye deposit development: а – from 1908 to 1948; б – from 1949 to 1989; в – from 1990 to 2022

взрывных работ (БВР). Высота вскрышного уступа составляет 5 м. Высота добычного уступа принята равной 5 м. Постановка уступов в конечное положение производится исходя из инженерно-геологических условий месторождения (геологического строения, физико-механических свойств пород и контактов), высота откоса составляет 10 м при угле 60° (Тагаров А. В., Сергеев А. Л., Баканова Т. В. и др. *Отчет о переоценке ...*).

Вскрышные породы размещаются во внешние отвалы и частично используются для строительства дамбы хвостохранилища и подъездных автодорог.

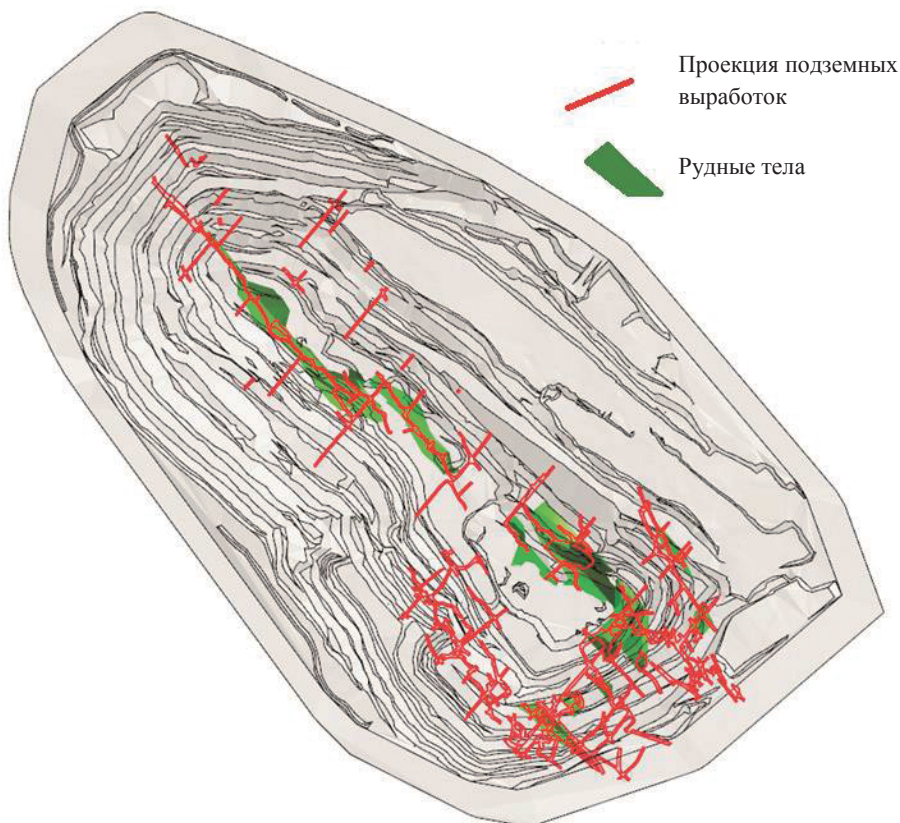


Рисунок 2. Расположение подземных горных выработок при разработке северо-западного фланга месторождения Советское открытым способом

Figure 2. Location of underground mine workings when opencasting the north-western flank of the Sovetsky deposit

Особенностью доработки Советского месторождения открытым способом является пораженность месторождения подземными выработками, пройденными в прошлом столетии. При ведении горных работ по доработке остаточных запасов основными явлениями, представляющими опасность, являются локальные провалы, оседания массива и обрушения. Пораженность горного массива по данным 1980 г. оценивалась в 25,4 %. Ориентировочное расположение подземных выработок в карьерном поле показано на рис. 2. Причем отсутствуют достоверные сведения о характере их заполнения и сохранности. Данное обстоятельство удорожает буровзрывные работы из-за потери скважин, увеличения выхода негабаритов и т. п. В отдельных случаях подземные выработки становятся причинами деформаций откосов, которые невозможно спрогнозировать.

В свою очередь близость карьера к селитебной территории и аэропорту предопределяет ограничение параметров буровзрывных работ для снижения сейсмического и ударного действия взрыва, уменьшения выброса вредных веществ, пыли и разлета кусков породы.

С учетом факторов, определяющих условия разработки Северо-Западного фланга месторождения Советское, карьер, расположенный вблизи селитебных территорий, в геологическом отношении относится к участкам средней сложности. А пораженность массива карьера подземными выработками позволяет отнести его к сложным и даже особо сложным объектам разработки.

Для обеспечения экологической безопасности и экономической эффективности разработки таких объектов потребуются специальные технологии буровзрывных работ или использование машин, обеспечивающих разрушение породы посредством механического воздействия. Например, в качестве таких машин можно использовать гидромолоты, фрезерные и дисковые комбайны, механизмы послыйного фрезерования, канатные пилы и т. п. [9, 10].

В определенных условиях скорость и объем горных работ, выполняемых с помощью карьерных комбайнов, сопоставимы с традиционной технологией ведения открытых работ на скальных массивах – взрывное рыхление с экскаваторной погрузкой [7]. Производительность современных комбайнов в зависимости от типа грунта может варьироваться от 40 до 200 т/ч [8].

Заключение. Наличие остаточных запасов руды, а также удобное расположение карьера для использования пустой породы при строительстве дорог и сооружений определяют перспективность дальнейшей эксплуатации Советского месторождения.

В свою очередь пораженность рабочей зоны карьера подземными горными выработками с неопределенным состоянием, ограниченность ведения взрывных работ и приуроченность к селитебной территории определяют весьма сложные условия разработки месторождения.

Прогрессивным направлением в совершенствовании технологии ведения горных работ на Северо-Западном фланге месторождения Советское является внедрение безвзрывной технологии выемки скальных и полускальных пород.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Масловский А. П., Пискорский Н. П., Gary Bay, Рябов Д. Б. Золото-кварц-турмалиновое оруденение в протерозойских зеленокаменных поясах. URL: <https://zolotodb.ru/article/12569> (дата обращения: 02.09.2023).
2. История золотодобычи. Золотое сердце Сибири. URL: <https://sovruudnik.ru/история/> (дата обращения: 17.08.2023).
3. Месторождение золота Советское. URL: <https://zolotodb.ru/article/11773> (дата обращения: 14.08.2023).
4. Через тернии к золоту. URL: <https://www.krsk.kp.ru/daily/28307/4447637/> (дата обращения: 02.08.2023).
5. Маркович М. В «слезах солнца». Как люди живут в Северо-Енисейске – столице золота // Аргументы и факты на Енисее. URL: https://krsk.aif.ru/society/zhivushchie_v_slezah_solnca_v_severoeniseyske_dobyli_million_tonn_zolota (дата обращения: 17.08.2023).
6. Ульянова Е. На приисках и в шахте // Новости Красноярского края. URL: <https://gnkk.ru/articles/pa-priiskakh-i-v-shakhte/> (дата обращения: 13.08.2023).
7. Ульянова Е. Фронт ждал ценный металл. Как жители Красноярского края добывали руду и золото в военные годы // Новости Красноярского края. URL: <https://gnkk.ru/articles/front-zhdal-cennyy-metall/> (дата обращения: 30.07.2023).
8. Кузнецов В. И., Маттис А. Р., Ташкинов А. С., Курехин Е. В. Безвзрывная технология разработки угольных месторождений: реалии и перспективы // Современное горное дело: образование, наука, промышленность: симп. памяти академика В. В. Ржевского. 1996. С. 107–110.
9. Назаров З. С., Ермекбаев У. Б. Применение фрезерных комбайнов на добычных месторождениях // Экономика и социум. 2023. № 2(105). С. 934–939.
10. Мороз Д. Р. Совершенствование технологических схем применения машин послыйного фрезерования при ведении открытых горных работ // Проблемы недропользования. 2018. № 2. С. 75–81.

Поступила в редакцию 26 ноября 2023 года

Сведения об авторах:

Гришин Арсений Александрович – аспирант кафедры открытых горных работ Сибирского федерального университета. E-mail: arseniy.grishin.2012@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0004-1126-1596>
Косолапов Александр Иннокентьевич – доктор технических наук, профессор кафедры открытых горных работ Сибирского федерального университета. E-mail: akosolapov@sfu-kras.ru

DOI: 10.21440/0536-1028-2024-2-111-119

History, problems and future development of the Sovetsky gold ore deposit**Arsenii A. Grishin¹, Aleksandr I. Kosolapov¹**¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia.**Abstract**

The article considers the Sovetsky gold ore deposit conditions, engineering and present-day cleaning-up features. The deposit is located in the Severo-Yeniseysky district of Krasnoyarsk Krai and borders with an urban-type settlement of Severo-Yeniseysky. The history of gold mining in the Severo-Yeniseysky district goes back more than 200 years and strongly reflects political and economic collisions in Russia. Gold mining began with muscular work, large mines were developed with the discovery of bedrock deposits and advances in technological. The deposit was discovered in 1905 as a result gold nuggets detection in quartz boulders on the banks of the Bezmyyanka River. The permission for development of the deposit was granted in 1906, and in 1908 registered gold mining began at the Avenirovsky mine that was renamed the Sovetsky mine, and even later named as the north-western flank of the Sovetsky deposit. The deposit's geological structure includes hard rocks which require drilling and blasting for crushing. The Sovetsky deposit has been developed since the beginning of the 20th century by a combination of open-pit and underground mining methods. Only open-pit mining is currently carried out. The proximity of the mine workings to the residential area limits imposes constraints on blasting and application of powerful mining transportation equipment. Moreover, the lack of information about the position and condition of underground workings complicate mining operations and the open pit slopes stability.

Keywords: Severo-Yeniseysky district; mine; open pit; Sovetsky deposit; ore gold; mining; residential area; history.

REFERENCES

1. Maslovskii A. P., Piskorskii N. P., Gary Bay, Riabov D. B. *Gold-quartz-tourmaline mineralization in proterozoic greenstone belt*. (In Russ.) Available from: <https://zolotodb.ru/article/12569> [Accessed 02 September 2023].
2. History of gold mining. *Golden heart of Siberia*. (In Russ.) Available from: <https://sovрудnik.ru/история> [Accessed 17 August 2023].
3. *The Sovetsky gold deposit*. (In Russ.) Available from: <https://zolotodb.ru/article/11773> [Accessed 17 August 2023].
4. *Through hardships to gold*. (In Russ.) Available from: <https://www.krsk.kp.ru/daily/28307/4447637> [Accessed 02 August 2023].
5. Markovich M. In the “tears of the sun”. How people live in Severo-Yeniseysk – the capital of gold. *Argumenty i fakty na Enisee*. 2020; 31. (In Russ.) Available from: https://krsk.aif.ru/society/zhivushchie_v_slezah_solnca_v_severo-eniseyske_dobili_million_tonn_zolota [Accessed 17 August 2023].
6. Ulianova E. On the placers and in the mine. *News of Krasnoyarsk Krai*. (In Russ.) Available from: <https://gnkk.ru/articles/na-priiskakh-i-v-shakhte> [Accessed 13 August 2023].
7. Ulianova E. The front was waiting for valuable metal. How the residents of Krasnoyarsk Krai mined ore and gold in during war. *News of Krasnoyarsk Krai*. (In Russ.) Available from: <https://gnkk.ru/articles/front-zhdal-cennyi-metall> [Accessed 30 July 2023].
8. Kuznetsov V. I., Mattis A. R., Kuryokhin E. V. Blastless technology of coal deposits development: facts and prospects. In: *Modern Mining: Education, Science, and Industry: symposium dedicated to the memory of Academician V. V. Rzhevskii, 1996*. P. 107–110. (In Russ.)

9. Nazarov Z. S., Ermekbaev U. B. Use of milling combines in mining fields. *Ekonomika i sotsium = Economy and Society*. 2023; 2(105): 934–939. (In Russ.)

10. Moroz D. R. Improvement of technological schemes in application of machines of layerwise milling by operation at open pit mining works. *Problemy nedropolzovaniia = Problems of Subsoil Use*. 2018; 2: 75–81. (In Russ.)

Received 26 November 2023

Information about the authors:

Arsenii A. Grishin – PhD student, the Department of Opencast Mining, Siberian Federal University. E-mail: arseniy.grishin.2012@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0004-1126-1596>

Aleksandr I. Kosolapov – DSc (Engineering), professor of the Department of Opencast Mining, Siberian Federal University. E-mail: akosolapov@sfu-kras.ru

Для цитирования: Гришин А. А., Косолапов А. И. История освоения, перспективы и проблемы разработки золоторудного месторождения Советское // Известия вузов. Горный журнал. 2024. № 2. С. 111–119. DOI: 10.21440/0536-1028-2024-2-111-119

For citation: Grishin A. A., Kosolapov A. I. History, problems and future development of the Sovetsky gold ore deposit. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = Minerals and Mining Engineering*. 2024; 2: 111–119 (In Russ.). DOI: 10.21440/0536-1028-2024-2-111-119