

Reappraisal of Kuldur deposit reserves, considering addition of brucite grades IV and V**Information about author**P. Yu. Zhrebchikov¹, Category I Engineer, Mining and Geology Sector, mail@ugruda.ru¹ Uralgiproruda Institute, Ekaterinburg, Russia**Abstract**

Frequently, mineral appraisals and quality requirements made decades ago omit modern economic conditions and need refinement. In view of higher demand for low-grade brucite, Uralgiproruda Institute has completed re-appraisal of Kuldur deposit, including brucite of grades IV and V earlier regarded noncommercial.

Brucite is a natural magnesium hydroxide composing most of brucite ores. Application range of brucite is extremely wide.

Kuldur deposit contains 5 identified grades of brucite. Grade of brucite is conditioned by contents of useful component MgO and toxic components CaO, SiO₂ and Fe₂O₃. Currently, the mine successfully operates a crushing-and-grading system based on two X-ray radiometric separators SRF4-150 and SRF3-300. This has enabled total elimination of manual grading of brucite, ensured improved quality of brucite and allowed enlargement of production output.

First, Uralgiproruda experts visited the mine site and collected source data. Then, the Geology Sector of the Institute prepared the source data for further processing. Three-dimensional modeling of the ore body zone and open pit mines used Surpac software, which greatly improved calculation speed and efficiency of analysis of open pit mining scenarios.

The technical-and-economic assessment of permanent quality requirements included two mining scenarios:

- Scenario I — extraction of commercial brucite grades (I+III), including grades IV and V within the open pit mine limits;
- Scenario II — extraction of all proved reserves (grades I–V).

Specialists of the Mining and Geology Department constructed 3D models of open pit mines to make an optimized choice. Based on the outcome of the technical-and-economic assessment, scenario I was selected as the optimal variant to ensure the highest performance and to account for interests of the state and subsoil user.

In this manner, the introduction of brucite grades IV and V in mining has increased geological reserves of Kuldur deposit by 42.7%. Uralgiproruda Institute accomplished with success the technical-and-economic assessment of the deposit and re-appraisal of brucite reserves under the modern economic conditions. The results were the permanent quality requirements and entering brucite grades IV and V

in the state register. In view of the re-appraisal of brucite reserves, the Institute updated the mining project documentation for Kuldur deposit.

Keywords: technical-and-economic assessment of quality requirements, reserves appraisal, brucite mining, crushing-and-grading system, X-ray radiometric separator, open pit mining, open pit mine, Surpac software.

References

1. Rudenko A. A. Perspektivy вовлечeniya v otrabotku zabalansovykh rud (zoloto, med, nikel, redkozemelnykh elementov) na mestorozhdeniyakh RF (Prospects of involving the out of balance ores (gold, copper, nickel, rare-earth elements) in production on Russian deposits). *Nedropolzovanie XXI vek = Subsoil use XXI century*. 2015. No. 2. pp. 32–38.
2. Papke K. G., Castor S. B., Ferdock G. C. Minerals of Nevada. 2012. Vol. 31. pp. 70–71.
3. Arkhipov G. I. *Mineralnye resursy gornorudnoy promyshlennosti Dalnego Vostoka. Obzor sostoyaniya i vozmozhnosti razvitiya* (Mineral resources of the Far Eastern ore mining. Review of the state and possibilities of development). Moscow: Gornaya kniga, 2011. 830 p.
4. Pohl W. L. Economic geology: Principles and practice. Wiley-Blackwell, 2011. 680 p.
5. O'Driscoll M. Magnesia minors — brucite, huntite and hydromagnesite. *Industrial Minerals*. 2005. No. 453. Metal Bulletin Plc. pp. 41–47.
6. Rzhnevskiy V. V. *Otkrytye gornye raboty. Proizvodstvennyye protsessy* (Open-cast mining. Industrial processes). Moscow: Librokom, 2010. 512 p.
7. Poderni R. Yu. *Mekhanicheskoe oborudovanie karerov: uchebnik dlya vuzov* (Mechanical equipment of open pits: tutorial for universities). Eighth edition. Moscow: Mining Media Group, 2013. 593 p.
8. Klanfar M., Vrkljan D. Benefits of using mobile crushing and screening plants in quarrying crushed stone. *AGH Journal of Mining and Geoengineering*. 2012. Vol. 36, No. 3. pp. 167–174.
9. Shemyakin V., Skopov S., Klimentenok G., Panov A. Theory and practice of bauxite x-ray sorting. *Materialy ezhegodnoy konferencii TMS* (Materials of TMS annual conference), 2015. P. 5–10.
10. Mamaev Yu. A., Van-Van-E A. P., Sklyarova G. F. Mineral resources of the Far East of Russia compared to other territories within the FEFO. *Mine Surveying and Subsurface Management*. 2012. No. 3. pp. 12–17.
11. Polonyankin A. A. Opyt kompyuternogo modelirovaniya mineralnykh resursov (Experience of computer modelling of mineral resources). *Nedropolzovanie XXI vek = Subsoil use XXI century*. 2010. No. 4. pp. 70–73.
12. Tverdov A. A., Tibilov D. P. Sovremennyye podkhody k opredeleniyu ekonomicheskoy i tekhnologicheskoy obosnovannyykh granits otkrytykh gornykh rabot pri podgotovke tekhniko-ekonomicheskogo obosnovaniya postoyannykh razvedochnykh konditsiy (Modern approaches to the definition of economically and technologically substantiated open-cast mining boundaries during the preparation of technical and economic substantiations of constant explorative conditions). *Nedropolzovanie XXI vek = Subsoil use XXI century*. 2015. No. 2. pp. 96–100.

УДК 622.51:622.271

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВСКРЫТИЯ И РАЗРАБОТКИ ТАРЫННАХСКОГО И ГОРКИТСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

Е. А. ЧИБИРЕВА¹, главный специалист-гидрогеолог, mail@ugruda.ru¹ ОАО «Институт «Уралгипроруда», Екатеринбург, Россия**Введение**

Гидрогеологическое обоснование отработки Тарыннахского и Горкитского железорудных месторождений было выполнено в рамках технико-экономического обоснования постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов Тарыннахско-Горкитского железорудного узла, составленного ОАО «Институт «Уралгипроруда».

В 2012 г. на экспертизу был представлен первоначальный вариант ТЭО кондиций, но Государственная комиссия по запасам

Выполнено гидрогеологическое обоснование разработки Тарыннахского и Горкитского железорудных месторождений с прогнозом величины водопритоков в проектные карьеры и подземные горные выработки. Выбраны способы их осушения.

Ключевые слова: кондиции, водоносный горизонт, прогнозные водопритоки, многолетняя мерзлота, водообильность, осушение, водопонижающие скважины.

DOI: dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.07.12

полезных ископаемых (ГКЗ Роснедр) после рассмотрения материалов воздержалась от утверждения по причине недоработанности ряда разделов, в том числе гидрогеологического обоснова-

ния. По рекомендации ГКЗ Роснедр необходимо было в полной мере обобщить материалы инженерно-геологических, геокриологических и гидрогеологических исследований, ранее выполненных на Тарыннахском и Горкитском железорудных месторождениях, и дать гидрогеологическое обоснование в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ТЭО постоянных разведочных кондиций.

Изучение гидрогеологических условий района Тарыннахского и Горкитского железорудных месторождений осуществлялось в течение 1972–1980 гг. После утверждения в ГКЗ СССР по результатам предварительной разведки запасов железных руд Чаро-Токкинского района были выполнены предварительная разведка Горкитского месторождения и детальная разведка Тарыннахского месторождения.

Гидрогеологическое обоснование кондиций

Тарыннахско-Горкитский железорудный узел расположен на юге Республики Саха (Якутия) и частично — в Забайкальском крае в пределах Чаро-Токкинского железорудного района.

По схеме гидрогеологического районирования большая часть территории Чаро-Токкинского железорудного района, куда входят Тарыннахское и Горкитское месторождения, относится к Чаро-Олекминскому гидрогеологическому массиву, и только северная окраина входит в состав Березовского артезианского бассейна.

Специфическими особенностями района являются многолетняя мерзлота и высокая сейсмичность. Согласно схеме сейсмичности, район месторождения входит в зону проявления землетрясений силой до 8 баллов. Характерно наличие подвижных курумов и осыпей, снежных лавин и селей, наледей [1].

Тарыннахский участок является самым северным из Ималыкской группы железорудных месторождений и расположен на стыке западной окраины Алданского гидрогеологического массива и Березовского артезианского бассейна, граница между которыми проходит по сочленению осадочного платформенного чехла и кристаллического фундамента докембрия.

Гидрогеологические условия участка определяются в основном структурно-тектоническими особенностями, высотным положением (до 1200 м) и глубиной вреза водотоков до 500 м (руч. Александровский), многолетнемерзлыми (ММП) породами мощностью до 300 м и более, величиной атмосферных осадков до 700 мм в год. Месторождение дренируется Александровским и Рыкалинским ручьями.

Водоносная зона трещиноватости метаморфических пород и интрузивных образований архея и мезозоя имеет повсеместное распространение на площади месторождения. Водовмещающие породы этого горизонта представлены кристаллическими сланцами и гнейсами различного петрографического состава, а также интрузивными образованиями архея и мезозоя.

С выделением в пределах Тарыннахского рудного поля двух структурных этажей связаны и закономерности локализации в них подземных вод. Так, в осадочных отложениях верхнего этажа они зависят преимущественно от их литолого-фациальных особенностей. В кристаллических породах нижнего этажа основное

значение приобретают степень и характер трещиноватости. На площади Тарыннахского месторождения выделяются две группы открытой трещиноватости: в зоне выветривания; в зонах разрывных нарушений.

Водообильность зоны выветривания охарактеризована откачками, глубина ее распространения — расходомерией и резистивиметрией. По данным откачек, дебиты скважин составили 0,28–1,8 л/с, удельные дебиты — 0,008–0,11 л/см, коэффициенты фильтрации — 0,03–2,31 м/сут. Глубина водоносной зоны трещиноватости достигает 57–150 м. На этих глубинах трещиноватость пород постепенно затухает, и комплекс метаморфических пород представляется монолитным массивом, являющимся основанием водоносной зоны трещиноватости архея.

Сплошность этого водоупора нарушена лишь в зонах тектонических нарушений, где трещинно-жильные воды встречаются на значительных глубинах. Наиболее водообильными являются зоны разломов северо-восточного и субширотного простираний, где дебиты скважин составили 1,46–4,4 л/с, удельные дебиты — 0,68–2,07 л/см, коэффициенты фильтрации — 1,35–2,1 м/сут.

Существенное влияние на условия отработки месторождения будет оказывать наличие многолетнемерзлых пород, которые занимают около 25 % площади месторождения.

Подземные воды по гидрохимическому составу пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения [2].

Горкитское месторождение расположено на водоразделе рек Ималыка и Кебекте. Месторождение вытянуто в меридиональном направлении на 20 км при ширине 1–3 км, площадь месторождения составляет 35–40 км². С запада оно дренируется ручьем Михайловский, с юга — рекой Кудуми, с востока — ручьями Верхний и Нижний Горкит. Месторождение характеризуется сложными гидрогеологическими условиями, так как на большей части перекрыто платформенным чехлом мощностью от 10 до 150 м.

Трещинно-жильные и трещинные воды архейских нижнепротерозойских метаморфических пород распространены по всей площади месторождения. Этот водоносный комплекс включает в себя два гидравлически связанных типа подземных вод: трещинно-жильные воды разломов и трещинные воды региональной трещиноватости. Режим уровней подземных вод месторождения характеризуется междуручьевым и склоновым типами.

Водоносный комплекс характеризуется значительной водообильностью, особенно в зонах разломов. Расчетный коэффициент фильтрации по откачкам составляет 1,01–5,73 м/сут, средний по месторождению — 3,1 м/сут.

Многолетнемерзлые породы на месторождении в пределах водоразделов отсутствуют, кроме слоя сезонного промерзания глубиной до 3–10 м.

На Нижне-Горкитском участке осадочный чехол отсутствует. По всему месторождению как в осадочном чехле, так и в пределах фундамента распространены зоны дробления. Глубина распространения таких зон — до 100 м.

Гидрогеологические и горнотехнические условия отработки Горкитского месторождения более сложные, чем на Тарыннахском месторождении.

Таким образом, гидрогеологические условия территории железорудных месторождений отличаются большим разнообразием, но в целом имеют по многим параметрам сходные черты и обычно представляют по районам единый водоносный комплекс трещинных и трещинно-жильных вод. Влияние геокриологических условий на формирование подземных вод проявляется локально. Основным фактором, определяющим особенности гидрогеологических условий Тарыннахского и Горкитского железорудных месторождений, является повышенная трещиноватость верхней зоны метаморфических пород и закарстованности карбонатно-терригенных пород [3, 4].

В обводнении карьеров Тарыннахского и Горкитского месторождений основное значение будет иметь регионально развитый водоносный комплекс верхнепротерозойско-архейских пород.

Водоносный горизонт четвертичных отложений, приуроченный к элювиально-делювиальным, озерно-болотным и аллювиальным образованиям, в обводнении карьеров практически не участвует, так как карьеры расположены в основном на водораздельных участках.

В ТЭО кондиций рассматривался комбинированный способ отработки месторождений — открытая разработка с последующей отработкой оставшихся запасов подземным способом. Производительность предприятия определялась условиями лицензионного соглашения и календарными графиками отработки месторождений и рассчитывалась для трех вариантов бортового содержания железа магнетитового: 3, 10 и 16 % при отработке открытым способом и 10, 16 и 20 % при отработке подземным способом.

Расчет эффективности инвестиций в строительство горно-обогатительного комбината производился на двадцатилетний период (срок экономической оценки) с рассмотрением вопросов очередности отработки карьеров в соответствии с вариантами бортовых содержаний железа магнетитового. Первоначально разрабатывается Тарыннахское месторождение с выходом на производственную мощность по добыче руды. Необходимая производительность по руде Тарыннахского месторождения на двадцатилетний период обеспечивается отработкой одного карьера № 5 для варианта бортового содержания $Fe_{\text{магн}}$ — 3 %. При бортовом содержании магнетитового железа 10 и 16 % для обеспечения необходимой производительности по руде потребуется совместная разработка уже двух карьеров — № 5 и 4. В дальнейшем, за границами двадцатилетнего периода, поддержание необходимой производительности Тарыннахского месторождения по руде обеспечивается за счет включения в разработку еще не задействованных карьеров с учетом их возможной производительности и количества запасов железных руд.

В период падения объемов вскрыши при отработке Тарыннахского месторождения предусматривается вскрытие и ввод карьеров Горкитского месторождения, для которого необходимая производительность по руде на двадцатилетний период обеспечивается при всех вариантах бортового содержания $Fe_{\text{магн}}$ с разработкой одновременно не менее двух карьеров — Нижнего и Восток-3. В дальнейшем для поддержания необходимой производительности в целом по месторождению необходимо включать еще

не задействованные карьеры — Западный, Восток-2, Восток-1 с учетом их возможной производительности и количества запасов.

Обводнение проектных карьеров будет происходить за счет подземных вод и атмосферных осадков [5].

Прогноз водопритоков за счет подземных вод в карьеры в данных условиях наиболее надежно определить путем сочетания балансового и гидродинамического методов. При увеличении депрессии приток, рассчитанный гидродинамическим методом, снижается. При использовании балансового подхода водоприток растет прямо пропорционально площади депрессии. Указанные закономерности позволяют получить единственное решение, приемлемое как для гидродинамического, так и для балансового метода [6, 7].

Исходя из того, что гидрогеологические условия месторождений в целом имеют по многим параметрам сходные черты и представляют по районам единый водоносный комплекс трещинных и трещинно-жильных вод, оценка водопритоков выполняется для следующей расчетной схемы: водоносный горизонт безнапорный, неограниченный в плане; мощность водоносного горизонта составляет 120 м (глубина распространения водоносной зоны 150 м, средняя глубина залегания уровней подземных вод 30 м). Средние по месторождениям коэффициенты фильтрации, принятые для расчетов, составляют: по Тарыннахскому 2,2 м/сут, по Горкитскому 3,1 м/сут [8].

Расчетные водопритоки за счет подземных вод в проектируемые карьеры Тарыннахского месторождения по вариантам варьируют от 2,3–2,8 тыс. м³/ч (карьер № 4) до 2,7 тыс. м³/ч (карьер № 5); в карьеры Горкитского месторождения — от 3,2–3,6 тыс. м³/ч (карьер Нижний Горкит) до 3,2–3,4 тыс. м³/ч (карьер Восток-3).

Полученные результаты расчетов водопритоков за счет подземных вод в проектные карьеры различными методами сопоставимы по своим значениям, что повышает степень вероятности прогнозируемых объемов.

Источником обводнения карьеров будут также атмосферные осадки, поступающие на их площади. Внутриматериковое положение, значительная высота над уровнем моря, расчлененный рельеф определяют своеобразие климатических условий региона, которые являются основным фактором, влияющим на гидрогеодинамический режим подземных вод. По этому показателю исследуемая территория относится к типу режима с сезонным, преимущественно весенним и осенним, питанием грунтовых вод. Вследствие промерзания зоны аэрации в течение большей части года питание грунтовых вод отсутствует. Оно осуществляется весной после таяния накопившихся за зиму снегового и ледяного покровов, а также в период осенних, реже — летних дождей. В пределах распространения ММП (в сезонно-протаивающем слое) преобладает тип режима кратковременного, преимущественно летнего питания (мерзлотный). Режим водопритоков в карьеры за счет атмосферных осадков полностью зависит от времени года и количества выпадающих осадков [9].

Прогнозные водопритоки за счет различных источников их формирования для открытых горных работ Тарыннахского месторождения по вариантам варьируют: в летний период — от 2,5 до

3,1 тыс. м³/ч, в период паводков — от 2,6 до 3,5 тыс. м³/ч, увеличиваясь в период ливней с 3,6 до 5,1 тыс. м³/ч. В карьеры Горкитского месторождения прогнозные водопритоки составят соответственно: в летний период — от 3,6 до 3,8 тыс. м³/ч, в период паводков — от 3,7 до 4 тыс. м³/ч, в период ливней — от 5 до 6 тыс. м³/ч.

В целом гидрогеологические условия отработки открытым способом Тарыннахского месторождения оцениваются как средней сложности, Горкитского месторождения — как сложные.

Для сокращения водопритоков за счет подземных вод в карьеры Горкитского месторождения и решения экологических проблем рекомендуется сооружение водопонижающих скважин законтурного дренажа. Глубина водопонижающих скважин определялась глубиной распространения водоносной зоны 150 м. Скважины целесообразно располагать на участках с максимально высокими фильтрационными свойствами. На территории Горкитского месторождения можно предполагать, что зона с максимальными фильтрационными свойствами располагается на участке с максимальной закостованностью. С учетом полученных опытных данных для участка Ималыкского грабена, в пределах которого расположено месторождение, можно ориентироваться на производительность водопонижающих скважин порядка 80 м³/ч. Конструкция скважины должна быть подготовлена для спуска насоса ЭЦВ 10-120-160.

При организации водопонижения необходимо проведение комплекса гидрогеологических работ и контрольно-разведочного бурения, по результатам которых на следующих стадиях проектирования будет выполнен проект осушения месторождений.

Затраты на доизучение гидрогеологических условий Горкитского месторождения заложены в сметной стоимости на проектно-изыскательские работы.

Таким образом, сложные гидрогеологические условия отработки Горкитского месторождения открытым способом предопределили выбор схемы осушения с помощью карьерного водоотлива и законтурного дренажа, которая обоснована экологическими требованиями и экономическими показателями разработанного ТЭО кондиций. Осушение карьеров при отработке Тарыннахского месторождения осуществляется открытым водоотливом с накоплением воды в опережающих зумфах.

Создание законтурного дренажа предусматривает перехват основной части подземного потока с приемом «проскока» в карьеры Горкитского месторождения и организацией внутрикарьерного водоотлива.

Из нагорной части карьеров вода будет отводиться по транспортным и предохранительным бермам. Из глубинной части карьеров удаление воды будет осуществляться при помощи карьерного водоотлива.

Анализ гидрогеологических условий и естественного состояния подземных и поверхностных вод в зоне воздействия объектов месторождений, а также проектных решений по защите подземных и поверхностных вод от загрязнения и истощения позволяет сделать вывод о том, что предусмотренная система осушения обеспечит своевременное отведение водопритоков, поступающих

в карьер, а влияние осушения на состояние поверхностных и подземных вод будет иметь локальный характер и не окажет негативного воздействия на состояние водных объектов [10, 11].

Открытая разработка Тарыннахского и Горкитского месторождений может обеспечить сырьевую базу развития металлургической промышленности более чем на 100 лет.

По окончании открытых горных работ Тарыннахское и Горкитское месторождения проектируются обрабатывать подземным способом. Оработка запасов глубоких горизонтов, расположенных ниже дна карьеров, предусматривается двумя одноименными подземными рудниками [12].

Вскрытие запасов месторождений намечается системой вертикальных стволов и автотранспортными съездами.

В обводнении подземных горных выработок основное значение будет иметь регионально развитый водоносный комплекс верхнепротерозойско-архейских пород.

С учетом специфических особенностей района месторождений, инженерно-геологических и гидрогеологических условий дальнейшая отработка месторождений подземным способом не приведет к росту водопритоков за счет подземных вод в горные выработки [13].

Расположение месторождений обуславливает формирование водопритоков в подземные горные выработки только за счет естественных ресурсов подземных вод, формирующихся в пределах площади депрессионной воронки и за счет атмосферных осадков, поступающих непосредственно на площадь карьера.

Прогнозные водопритоки за счет подземных вод в подземные горные выработки по вариантам изменяются: по Тарыннахскому месторождению — от 1,1 до 1,3 тыс. м³/ч; по Горкитскому месторождению — от 1,5 до 1,7 тыс. м³/ч.

После отработки карьера и ликвидации карьерного водоотлива предусматривается перепуск карьерных вод в систему шахтного водоотлива через сеть дренажных скважин, в соответствии с «Инструкцией по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок».

Таким образом, прогнозные водопритоки в подземные горные выработки с учетом карьерных притоков по вариантам изменяются: по Тарыннахскому месторождению в летний период от 1,5 до 1,7 тыс. м³/ч, увеличиваясь в период снеготаяния с 1,6 до 1,9 тыс. м³/ч, достигая в период ливневых дождей 3,6–3,9 тыс. м³/ч; по Горкитскому месторождению, соответственно, в летний период от 1,8 до 2 тыс. м³/ч, в период паводков — от 1,9 до 2,2 тыс. м³/ч, в период ливневых дождей — с 3,8 до 4,6 тыс. м³/ч.

В процессе эксплуатации подземного рудника осушение горных выработок будет осуществляться с помощью ступенчатого водоотлива.

Подземная разработка Тарыннахского и Горкитского месторождений является перспективной и может обеспечить сырьевую базу развития металлургической промышленности более чем на 60 лет.

При повариантных технико-экономических расчетах, базирующихся на технических решениях, в качестве оптимального

был принят вариант, наиболее полно учитывающий интересы государства и недропользователя, а также полноту выемки запасов.

Заключение

ГКЗ Роснедр по заключению государственной экспертизы «ТЭО постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов по Тарыннахскому и Горкитскому месторождениям (Тарыннахско-Горкитского железорудного узла) по состоянию на 01.01.2014 г.» утвердила запасы по месторождениям для их отработки откры-

тым способом, подсчитанные по постоянным разведочным кондициям, а для подземной отработки — по временным разведочным кондициям.

Таким образом, постановка запасов железных руд Тарыннахского и Горкитского месторождений на Государственный баланс позволит продолжить гидрогеологические исследования Тарыннахско-Горкитского железорудного узла путем проведения комплексных инженерно-геологических изыскательских работ с целью получения уточненной информации для дальнейшего проектирования и освоения месторождений.

Библиографический список

1. *Ипатов П. П., Строкова Л. А.* Общая инженерная геология. — Томск: Томский политехнический ун-т, 2012. — 365 с.
2. *Киреева Т. А., Филимонова Е. А., Гоманюк Л. А.* Химический анализ природных вод. — М.: Макс Пресс, 2015. — 88 с.
3. Инженерно-геологические, гидрогеологические и геоэкологические исследования при разведке и эксплуатации рудных месторождений (методические рекомендации). — М.: РИЦ ВИМС, 2002.
4. *Hencher S.* Practical Engineering Geology. — Spon Press, 2012. — 450 p.
5. *Абрамов С. К., Газизов М. С., Костенко В. И.* Защита карьеров от воды. — М.: Недра, 1976. — 31 с.
6. *Gorohovski V.* Effective Parameters of Hydrogeological Models. Springer Briefs in Earth. — London, New York: Springer Heidelberg Dordrecht, 2012. — 153 p.
7. *Шестаков В. М.* Динамика подземных вод. — М.: МГУ, 1979. — 86 с.
8. *Шестаков В. М., Башкатов Д. Н.* Опыт-но-фильтрационные работы. — М.: Недра, 1974. — 204 с.
9. *Боcheвер Ф. М., Лапшин Н. Н., Орадovская А. Е.* Защита подземных вод от загрязнения. — М.: Недра, 1979. — 254 с.
10. *Ковалевский В. С.* Влияние изменений гидрогеологических условий на окружающую среду. — М.: Наука, 1994. — 138 с.
11. *Appelo C. A. J., Postma D.* Geochemistry, Groundwater and Pollution: 2nd edition. — Taylor & Francis, 2005. — 683 p.
12. *Михайлов Ю. В.* Подземная разработка месторождений полезных ископаемых: подземная разработка рудных месторождений в сложных горно-геологических условиях: уч. пособие. — М.: Академия, 2008. — 320 с.
13. *Gattinoni P., Pizzarotti E. M., Scesi L.* Engineering Geology for Underground Works. — Springer, 2014. — 312 p. **ИЖ**

«GORNYI ZHURNAL»/«MINING JOURNAL», 2016, № 7, pp. 54–58
DOI: dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.07.12

Hydrogeological evaluation of accessing and mining of Tarynnakh and Gorkitsky iron ore bodies in the Republic of Sakha (Yakutia)

Information about author

E. A. Chibireva¹, Chief Hydrogeological Specialist, mail@ugruda.ru

¹ Uralgiproruda Institute, Ekaterinburg, Russia

Abstract

The hydrogeological evaluation of Tarynnakh and Gorkitsky iron ore projects was accomplished in the framework of the technical-and-economic assessment of permanent exploration quality standards for appraisal of Tarynnakh and Gorkitsky iron ore province reserves by Uralgiproruda Institute.

The studies were based on the data of the preliminary exploration of Charo-Tokkin iron ore, preliminary exploration of Gorkitsky deposit and detailed exploration of Tarynnakh deposit in compliance with the requirements imposed on technical-and-economic assessment of permanent exploration quality standards. The technical-and-economic assessment of the quality standards analyzed hybrid open pit/underground mining method.

Ground water inflow in project open pit mines was predicted by combination of balance and hydrodynamic methods, which improved probability of inflow rates predicted.

After completion of open pit mining and closing-down of pit water discharge, it is planned to forward open pit mine water in the underground mine drainage system by means of network of drainage holes. The complicated hydrogeological conditions of open pit mining at Gorkitsky deposit preconditioned the choice of a drainage system composed of internal and external open pit mine pumping systems, approved by ecological and economic performance. Water pumping from Tarynnakh open pit mines uses surface drainage system, with water accumulation in advance sumps. In the course of underground mining, water pumping from the mine will use multistage water drainage.

After technical-and-economic evaluation of alternatives based on technical solutions, the choice was made in favor of the variant best accounting for the interests of the state and subsoil users and ensuring complete extraction of mineral reserves.

As a result, the Federal Agency for Mineral Resources of Russia approved the Tarynnakh and Gorkitsky reserves, which allowed continuing the hydrogeological studies in the iron ore province by means of integrated engineering geological surveying aimed to refine the available data towards further planning and mining of the deposits.

Keywords: quality standards, aquifer, prognostic water inflows, permafrost, abundance of water, drainage, dewatering wells.

References

1. *Ipatov P. P., Strokova L. A.* *Obshchaya inzhenernaya geologiya* (General engineering geology). Tomsk: Tomsk Polytechnical University, 2012. 365 p.
2. *Kireeva T. A., Filimonova E. A., Gomanuk L. A.* *Khimicheskiy analiz prirodnykh vod* (Chemical analysis of natural waters). Moscow: Maks Press, 2015. 88 p.
3. *Inzhenerno-geologicheskie, gidrogeologicheskie i geoekologicheskie issledovaniya pri razvedke i ekspluatatsii rudnykh mestorozhdeniy (metodicheskie rekomendatsii)* (Engineering-geological, hydrogeological and geoecological investigations during the exploration and exploitation of ore deposits (methodical recommendations)). Moscow: Editorial-Publishing Center of All-Russian Institute of Mineral Raw Materials VIMS, 2002. (in Russian)
4. *Hencher S.* Practical Engineering Geology. Spon Press, 2012. 450 p.
5. *Abramov S. K., Gazizov M. S., Kostenko V. I.* *Zashchita karerov ot vody* (Open-pit protection from water). Moscow: Nedra, 1976. 31 p.
6. *Gorohovski V.* Effective Parameters of Hydrogeological Models. Springer Briefs in Earth. London, New York: Springer Heidelberg Dordrecht, 2012. 153 p.
7. *Shestakov V. M.* *Dinamika podzemnykh vod* (Dynamics of underground waters). Moscow: Moscow State University, 1979. 86 p.
8. *Shestakov V. M., Bashkatov D. N.* *Opytno-filtratsionnye raboty* (Experimental-filtration works). Moscow: Nedra, 1974. 204 p.
9. *Bochever F. M., Lapshin N. N., Oradovskaya A. E.* *Zashchita podzemnykh vod ot zagryazneniya* (Protection of underground waters from pollution). Moscow: Nedra, 1979. 254 p.
10. *Kovalevskiy V. S.* *Vliyaniye izmeneniy gidrogeologicheskikh usloviy na okruzhayushchuyu sredu* (Influence of hydrogeological condition changes on environment). Moscow: Nauka, 1994. 138 p.
11. *Appelo C. A. J., Postma D.* *Geochemistry, Groundwater and Pollution: 2nd edition.* Taylor & Francis, 2005. 683 p.
12. *Mikhailov Yu. V.* *Podzemnaya razrabotka mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh: podzemnaya razrabotka rudnykh mestorozhdeniy v slozhnykh gorno-geologicheskikh usloviyakh: uchebnoe posobie* (Underground mining of mineral deposits: underground mining of ore deposits in complex mining-geological conditions: tutorial). Moscow: Akademiya, 2008. 320 p.
13. *Gattinoni P., Pizzarotti E. M., Scesi L.* *Engineering Geology for Underground Works.* Springer, 2014. 312 p.