

УДК 622.013:553.04

ПЕРЕСЧЕТ ЗАПАСОВ КУЛЬДУРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ВОВЛЕЧЕНИЕМ В ОТРАБОТКУ БРУСИТОВ IV, V СОРТОВ

П. Ю. ЖЕРЕБЧИКОВ¹, инженер 1-й категории горно-геологического сектора, mail@ugruda.ru

¹ ОАО «Институт «Уралгипроруда», Екатеринбург, Россия

Введение

Зачастую кондиции и подсчет запасов месторождений, выполненные десятки лет назад, не учитывают современных экономических условий и требуют пересчета. В связи с повышением спроса на брусит и потребностью в брусите низких сортов институтом «Уралгипроруда» был выполнен пересчет запасов Кульдурского месторождения с вовлечением в разработку бруситов IV, V сортов, ранее находившихся за балансом [1].

Обоснование вариантов отработки Кульдурского месторождения

Кульдурское месторождение брусита находится на территории Облученского района Еврейской автономной области Хабаровского края, в 14 км севернее железнодорожной станции Известковая и в 0,6 км к северо-западу от разъезда Брусит железной дороги Известковая — Ургал (Байкало-Амурской магистрали) — Чегдоман. Районный центр г. Облучье находится на границе с Амурской областью, на р. Хинган (приток Амура), в 50 км к западу от месторождения, а областной центр, г. Биробиджан — в 112 км к востоку.

Месторождение открыто геологами поисково-разведочной экспедиции ДВТГУ в 1965 г. при поисках облицовочного сырья. По сложности геологического строения и распределения полезных ископаемых Кульдурское месторождение бруситов соответствует 3-й группе «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых».

В мире насчитывается не более десяти месторождений брусита [2]. Самые крупные находятся на территории США и России, а самым известным в России является Кульдурское месторождение. Сейчас оно остается единственным в России эксплуатируемым месторождением брусита и является вторым в мире по разведанным запасам.

В настоящее время ЗАО «Кульдурский бруситовый рудник» — одно из ведущих горнодобывающих предприятий в Еврейской автономной области. Объемы добычи сырой руды составляют 125 тыс. т с получением товарной продукции брусита 60 тыс. т.

Поставки брусита осуществляются по всей России. Основным рынком для реализации продукции является Дальневосточный

Дается краткая характеристика Кульдурского месторождения брусита. Описан опыт работы ОАО «Институт «Уралгипроруда» по выполнению ТЭО кондиций и отчетов с подсчетом запасов. Приведены результаты работы по выбору оптимального варианта отработки и пересчету запасов брусита в современных экономических условиях.

Ключевые слова: ТЭО кондиций, подсчет запасов, добыча брусита, дробильно-сортировочный комплекс, рентгенорадиометрический сепаратор, открытые горные работы, карьер, программное обеспечение Surpac.

DOI: dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.07.11

экономический регион [3]. Кроме того, осуществляется реализация сырья за рубеж. Маршруты поставок руды: Санкт-Петербург (страны Европы, восточное побережье США); Находка (страны Азии, восточное побережье США); Новороссийск (страны южной Европы, Азии и Африки); Ванино (поставка на западное побережье США). Часть огнеупоров направляется в Японию.

Брусит — природный минерал гидроокиси магния, составляющий основной объем бруситовых руд (рис. 1). Назван по имени американского минералога А. Бруса (1777–1818). Химическая формула $Mg(OH)_2$ [4]. В ряду промышленных магниезальных минералов [5] занимает ведущее место по содержанию Mg.

Область применения брусита чрезвычайно широка. В сельском хозяйстве он применяется как магниевое минеральное удобрение, а также в качестве пищевой кормовой добавки в животноводстве. Еще одной важной сферой использования природного брусита яв-

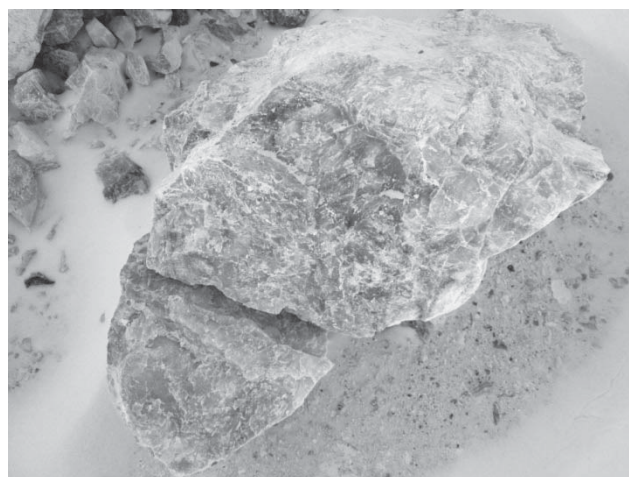


Рис. 1. Природный минерал брусит



Рис. 2. Карьер по отработке бруситовых руд



Рис. 3. Дробильно-сортировочный комплекс

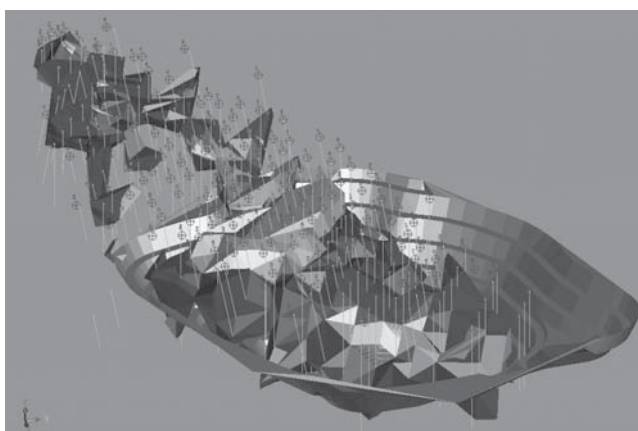


Рис. 4. Каркасная модель рудной зоны с трехмерной моделью карьера при его отработке по I варианту

ляется его применение в качестве эффективного антипирина. В виде пламегасящей добавки молотый брусит тонкой фракции (до 6 мкм), обработанный стеариновой кислотой, используется при производстве кабельно-проводниковой продукции, пластиков, смол, строительных материалов, в автомобилестроительной промышленности. В химической промышленности брусит применяется для газоочистки, очистки промышленных и бытовых вод, в качестве сорбента тяжелых металлов, а также для нейтрализации кислотных стоков.

Кроме того, молотый брусит активно применяется при производстве строительных материалов в качестве сырья для магниезальных вяжущих веществ, используемых, в свою очередь, для устройства промышленных магниезальных полов, производства стекломагнезитовых листов, сухих строительных смесей, огнеупорных строительных материалов.

Брусит значительно более редок по сравнению с магнезитом, однако он содержит меньшее количество примесей, для его термической обработки требуются меньшие энергетические затраты.

Разработка Кульдурского месторождения производится открытым способом [6] по проектам, выполняемым институтом «Уралгипроруда» с 1973 г. (рис. 2).

На месторождении выделено 5 сортов брусита. Сортность бруситов лимитируется содержанием полезного компонента MgO и вредных компонентов CaO , SiO_2 , Fe_2O_3 . Изменчивость содержаний CaO и SiO_2 обусловлена первичным составом вмещающих пород, наличием прослоев и линз карбонатных окварцованных пород.

Большое внимание на руднике уделяется контролю качества добываемых руд. Подготовка эксплуатационного блока к отработке начинается с предварительного камерального анализа данных детальной разведки. Затем в карьере производится зачистка забоя бульдозером и осуществляется бурение взрывных скважин. Процесс бурения сопровождается попутным отбором проб для химического анализа. По результатам очистных работ в забое и данным химического анализа уточняется сорт бруситовой руды в блоке.

После взрывания горная масса загружается в карьерные самосвалы и доставляется на линии обогащения, дробления и классификации [7]. В процессе всего технологического цикла добычи и переработки бруситовой руды в лаборатории предприятия осуществляется контрольное изучение ее химического состава на содержание MgO , CaO , SiO_2 и Fe_2O_3 .

В настоящее время на руднике успешно работает дробильно-сортировочный комплекс (рис. 3) на основе двух рентгенорадиометрических сепараторов — СРФ4-150 и СРФ3-300 [8–9]. Первая очередь в составе двух технологических линий введена в эксплуатацию в июле 2012 г. Все оборудование комплекса отечественное из Красноярского края и Нижегородской области. Современное оборудование нового комплекса обеспечивает производственные предприятия высококачественным сырьем. Открытие нового производственного комплекса имело важное социальное значение для Еврейской автономной области и Дальневосточного федерального округа [10].

После дробления материал подается на сепараторы, которые в автоматическом режиме распознают и удаляют пустую породу

и брак, а качественный брусит по конвейеру направляется для отгрузки в бункер-накопитель. С помощью современной техники в режиме «он-лайн» ход работы контролирует оператор. Это позволило окончательно отказаться от ручной сортировки брусита, повысить его качество и увеличить объемы производства. Ручная рудоразборка (сепарация) после запуска нового ДСК осталась в истории.

Работа института «Уралгипроруда» началась с командировки на объект и сбора исходных данных. Далее осуществлялась подготовка исходных данных геологическим сектором для дальнейшей работы. Было выполнено трехмерное моделирование рудной зоны и карьеров в программе Surpac (рис. 4), что значительно повысило оперативность работы при подсчетах запасов и рассмотрении вариантов отработки карьеров [11]. Были созданы планы горизонтов и разрезов по различным направлениям. Тесное сотрудничество со специалистами Кульдурского рудника позволило выполнить работу в сжатые сроки.

Запасы брусита на Кульдурском месторождении с преобладанием I–III сортов приурочены к центральной части рудной залежи и в целом грубо повторяют ее контур. Запасы с преобладанием бруситов IV–V сортов окаймляют запасы с преобладанием I–III сортов, примыкая к ним по периферии, ограничиваясь внешним контуром залежи. С учетом указанной закономерности распределения сортов брусита внутри рудной залежи в ТЭО постоянных кондиций [12] рассматривались два варианта отработки:

- I вариант — отработка промышленных сортов брусита (I+III) с включением IV и V сортов, вошедших в контур карьера;
- II вариант — отработка всех разведанных запасов (I–V сорта).

Специалистами горно-геологического отдела были созданы трехмерные модели карьеров для выбора оптимального варианта отработки. По результатам технико-экономической оценки в качестве оптимального был принят I вариант, обеспечивший наилучшие экономические показатели и наиболее полно учитывающий интересы государства и недропользователя (см. таблицу).

Сравнительные показатели вариантов ТЭО кондиций

Показатель, млн руб.	Вариант I	Вариант II
ЧДД при норме дисконтирования 10 %	95,7	–56,2
ЧДД при норме дисконтирования 15 %	20,99	–90,41
Доход государства при норме дисконтирования 10 %	620,37	617,13
Доход государства при норме дисконтирования 15 %	472,1	472,23

Заключение

В связи с вовлечением в отработку брусита IV и V сортов проведен пересчет запасов брусита и объемов вмещающих пород месторождения в контуре отработки карьера. Общие балансовые запасы брусита Кульдурского месторождения увеличились на 42,7 % по сравнению с утвержденными балансовыми запасами при подсчете 1991 г. По сумме I–III сортов произошло уменьшение запасов на 16,8 % в связи с отработкой части запасов и изменением контура карьера. Запасы, подсчитанные по кондициям, предусмотренным для подсчета балансовых запасов, но расположенные за контуром карьера, отнесены к забалансовым по горно-техническим условиям. Геологоразведочными работами при до-разведке залежь полностью оконтурена в плане и на глубину, и перспектив прироста запасов не выявлено.

Институт успешно выполнил комплекс работ по технико-экономической оценке месторождения с пересчетом запасов брусита для современных экономических условий. Результатом работы стало утверждение постоянных разведочных кондиций и постановка на Государственный баланс брусита IV–V сортов. В связи с переутверждением запасов брусита институтом откорректирована проектная документация на отработку Кульдурского месторождения.

Каждый день перед работниками института «Уралгипроруда» встают различные задачи, требующие оперативного решения в современных условиях. Благодаря огромному опыту специалисты института успешно справляются с поставленными задачами по всем направлениям проектирования горных предприятий.

Библиографический список

1. Руденко А. А. Перспективы вовлечения в отработку забалансовых руд (золото, медь, никель, P3Э) на месторождениях РФ // Недропользование-XXI век. 2015. № 2. С. 32–38.
2. Papke K. G., Castor S. B., Ferdock G. C. Minerals of Nevada. 2012. Vol. 31. P. 70–71.
3. Архипов Г. И. Минеральные ресурсы горнорудной промышленности Дальнего Востока. Обзор состояния и возможности развития. — М.: Горная книга, 2011. — 830 с.
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. P. 41–47.
6. Ржевский В. В. Открытые горные работы. Производственные процессы. — М.: Либком, 2010. — 512 с.
7. Подэрни Р. Ю. Механическое оборудование карьеров: учеб. для вузов; 8-е изд. — М.: Майнинг Медиа Групп, 2013. — 593 с.
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. P. 167–174.
9. Shemyakin V., Skopov S., Klimentenok G., Panov A. Theory and practice of bauxite x-ray sorting // Материалы ежегодной конф. TMS, 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. P. 12–17.
11. Полонянкин А. А. Опыт компьютерного моделирования минеральных ресурсов // Недропользование-XXI век. 2010. № 4. С. 70–73.
12. Твердов А. А., Тибилов Д. П. Современные подходы к определению экономических и технологически обоснованных границ открытых горных работ при подготовке ТЭО постоянных разведочных кондиций // Недропользование-XXI век. 2015. № 2. С. 96–100. **БЖ**

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. Tverdiv A. A., Tibilov D. P. Sovremennyye podkhody k opredeleniyu ekonomicheskoy i tekhnologicheskoy obosnovannykh 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-