

In general, the recommended technological solutions on extraction of ore reserves underneath permafrost levels at Badran deposit are aimed at improving efficiency of mining in the sever environment of the Extreme North.

Keywords: levels under the permafrost, rock strength properties, access scheme, in-stone development, support with reinforcement and dry rock fill, stoping parameters.

References

1. Neobutov G. P., Grinev V. G. *Mining of ore deposits using the freezing filling in permafrost conditions : Monograph.* Yakutsk : Yakutsk Science Center of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 1997. 104 p.
2. Petrov A. N., Petrov D. N. Improvement of the technique of ice-rock backfill in permafrost zones. *Gornyy Zhurnal.* 2015. No. 4. pp. 26–28. DOI: 10.17580/gzh.2015.04.05
3. Neobutov, G. P., Zubkov V. P., Petrov D. N. Assessment of the stability of the outcrop of rock mass in the conditions of underground development of cryolite zone deposits. *Nauchnoe obazrenie.* 2014. No. 8. pp. 941–944.
4. Izakson V. Yu., Grinev V. G., Samokhin A. V., Neobutov G. P., Zubkov V. P., Shkulev S. P. Assessment of geomechanical state of massif during the deposit mining in cryolitic zone. *Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh.* 1993. No. 3. pp. 26–29.
5. Klishin V. I., Vlasov V. N. Problems of Uderground Mining of Kimberlite Deposits in Permafrost Zone. *Permafrost Engineering: Proceedings of the 5th International Symposium.* Vol. 2. Yakutsk, 2002. pp. 12–15. (in English)
6. Pavlov A. M., Semenov Yu. M., Sosnovskiy L. I. Evaluation of parameters of stable pillars and room

7. roofs in underlay lode mining in cryogenic zones in terms of the irokindinsky gold deposit. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten.* 2014. No. 10. pp. 21–27.
7. Iudin M. M. About the influence of geocryological conditions on the processes of underground mining of ore deposits of the North. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten.* 2011. Special issue No. 10. pp. 97–101.
8. Coil D., Lester M., Higman B. Gold Mining Methods. Ground truth trekking. *Gold Mining Methods.* Last Modified: 4th November 2014. Available at: <http://www.groundtruthtrekking.org/Issues/MetalsMining/GoldMiningMethods.html> (accessed: 30.08.2016).
9. Scales M. One of a kind. Lac des iles palladium mine expands. *Canadian Mining Journal.* February/March 2012. pp. 22–24.
10. The Björkdal Mine. Underground mining. *Horn International.* Available at: <http://hornonline.com/the-bjorkdal-mine> (accessed: 30.08.2016).
11. Lizunkin V. M., Matveev A. E. Technology of mining of steeply-falling closely-placed uranium low-yield veins. *Vestnik Zabaykalskogo gosudarstvennogo universiteta.* 2011. No. 9. pp. 91–94.
12. Sokolov I. V., Smirnov A. A., Antipin Yu. G., Baranovskiy K. V. The technology of ascending mining a golden ore deposit employing dry filling. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten.* 2015. No. 9. pp. 14–19.
13. Petrov A. N., Nikiforov L. A. Experience of underground mining of gold-antimony deposit Sentachan. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten.* 2011. Special issue No. 10. pp. 185–191.
14. Putzmeister SPM 4210 WETKRET and Mixkret 4 Working at Rasvumchorr Underground Mine in Russia. Available at: <http://www.mining-technology.com/contractors/roofing/putzmeister-2/pressputzmeister-rasvumchorr.html>] (accessed: 30.08.2016).

УДК 622.234.573

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СКВАЖИННОЙ ГИДРОДОБЫЧИ НА ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЯХ ЮЖНОЙ ЯКУТИИ



В. Ф. РОЧЕВ,
доцент, канд. техн. наук,
Технический институт (филиал)
Северо-Восточного федерального
университета им. М. К. Аммосова,
Нерюнгри, Россия,
viktor-rochev74@mail.ru

Дана характеристика россыпных месторождений золота, потенциально пригодных для отработки методом скважинной гидродобычи.

Ключевые слова: скважинная гидродобыча, погребенные россыпи, горно-геологические условия, обводненность, россыпное золото.
DOI: [dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.09.10](https://doi.org/10.17580/gzh.2016.09.10)

Введение

Добыча россыпного золота в Южной Якутии осуществляется преимущественно открытым способом, реже — шахтным. Но первый способ сопряжен с отрицательным влиянием на природную среду, а второй отличается высокой трудоемкостью и дороговизной. В качестве альтернативы данным способам все чаще выступает способ гидродобычи (СГД) [1–4]. Россыпные месторождения золота по своим горно-геологическим условиям как раз являются наиболее благоприятными объектами для разработки по способу СГД. Продуктивный пласт в них представлен легко разрушаемыми несвязными или связными породами, талые россыпи золота обычно обводнены, что позволяет применять для подъема песков высокопроизводительное эрлифтное оборудование, покрывающие

породы относятся к III–IV категории буримости, что делает относительно недорогим бурение скважин по этим породам.

В последнее время в Республика Саха (Якутия) выявлены и разведываются все новые погребенные россыпи золота, залегающие на глубине от 40 до 250 м. Содержание в них металла нередко составляет десятки граммов на 1 м² пласта, что позволяет относить эти россыпи к весьма перспективным для отработки способом СГД. Запасы золота в них достигают нескольких десятков тонн. На фоне сокращения запасов для отработки открытым способом, больших технических трудностей и значительных затрат при подземной разработке талых погребенных россыпей возрастают перспективы золотодобычи способом СГД. Исходя из вышеизложенного, оценка возможности применения этого спосо-

ба в условиях Южной Якутии является актуальной научной задачей. При изучении технологии СГД были проанализированы многочисленные литературные источники [5–14].

Характеристика основных золотоносных объектов Южной Якутии

Основная добыча россыпного золота в Южной Якутии ведется на территориях Алданского и Нерюнгринского районов в пределах двух золотоносных бассейнов: Верхне-Тимптонского и Центрально-Алданского.

Верхне-Тимптонский бассейн (Нерюнгринский район). Россыпное золото в промышленном содержании присутствует в большинстве водотоков бассейна. К настоящему времени здесь известно более полусотни россыпных месторождений золота, самые богатые из которых отработаны. Доминирующее развитие на территории бассейна получил аллювиальный комплекс россыпей. В количественном отношении преобладают долинские россыпи.

Продуктивность месторождений варьирует в широких пределах и по наиболее крупным объектам составляет: россыпи р. Тимптон длиной 73 км (участок «Джигдали-Колбочи») — 5,3–6,6 г/м³; россыпи р. Иенгра длиной 36 км («Сивачи-Семеновский») — 1–2,76 г/м³; россыпь ручья Юрский — 1,49–2,21 г/м³. По мощности аллювиальных отложений все типы россыпей близки (до 4–4,5 м). Мощность продуктивного пласта составляет в среднем 1,7–1,8 м.

В целом продуктивный пласт приплотиковый, отчетливо локализован в пределах гравийно-галечного горизонта аллювия. Наиболее высокие концентрации золота с удельным весом 19,3 г/см³, как правило, приурочены к нижним приплотиковым частям пласта. Плотик россыпи представлен дресвяно-щебнистым элювием архейских пород — гранитоидов, реже — гранитов. Поверхность плотика как в продольном, так в поперечном разрезе довольно ровная, без значимых перепадов по высоте. В поперечном профиле величина западин в плотике, как правило, не более 0,8–1,2 м. Проникновение золота в плотик в промышленных концентрациях не превышает 0,4–0,8 м, а в большинстве случаев подошва продуктивного пласта ложится непосредственно на элювий.

Исходя из геологической обстановки на россыпных месторождениях данного бассейна, можно прийти к выводу о возможности применения на них способа СГД.

Центрально-Алданский бассейн (Алданский район). Наличие россыпного золота характерно для большинства водотоков изученной площади, и зачастую его содержание достигает промышленных концентраций. Из всего многообразия геолого-промышленных типов россыпей бассейна исключительным распространением отличаются аллювиальные долинские, реже — террасовые россыпи, мелкозалегающие и малые по запасам (менее 1 т). Длина некоторых россыпей достигает 30–80 км (Селигдар, Орто-Сала, Бол. Куранах, Томмот) при ширине до 400–500 м и более.

На территории бассейна имеется много техногенных россыпей, среди которых преобладают аллювиальные и ложковые. В те-

чение последних 30–40 лет техногенные целиково-остаточные россыпи играют большую роль в общем балансе разведанных промышленных запасов. Целесообразность переоценки техногенных россыпей определяется периодическим снижением кондиционных лимитов, внедрением высокопроизводительной землеройной техники, совершенствованием технологии извлечения металла.

Метод СГД, как ни какой иной, приемлем для данного бассейна.

Практика последних лет показывает снижение объема добычи из россыпных месторождений традиционными способами. Россыпная золотодобыча ведется в отдаленных районах со слабой инфраструктурой на объектах с небольшими промышленными и прогнозными запасами золота и характеризуется высокой зависимостью от погодных условий и сезонностью работ. Использование технологии СГД перспективно здесь как на небольших глубинах, так и при освоении погребенных россыпей золота, залегающих на значительных глубинах.

Уникальность россыпной золотодобычи в Якутии состоит также и в том, что почти половина (44 %) запасов распределенного фонда россыпного золота находится в одном объекте древней погребенной россыпи долины р. Большой Куранах, где она сформировалась на выходах зон окисления известных здесь межформационных золотоносных залежей с прожилково-вкрапленным оруденением [7]. На данном месторождении вместо действующих двух 250-литровых, одной 400-литровой драги и другой специальной техники необходимо применять скважинную гидродобычу.

Заключение

Анализ геологических материалов показывает, что месторождений золота, пригодных для разработки способом скважинной гидродобычи, в Южной Якутии очень много. Однако большая часть их недостаточно разведана, так как такие объекты не пригодны для отработки традиционными способами (открытыми и подземными) в связи с их неэкономичностью.

Способ скважинной гидродобычи требует еще серьезных научно-технических и опытно-конструкторских проработок для повышения его надежности и расширения области применения.

В криолитозоне широко распространены мощные толщи мерзлых грунтов, где можно использовать скважинную гидродобычу. Такой способ добычи золота приведет к незначительным нарушениям природной среды, позволит обеспечить безопасные условия труда, автоматизировать процессы размыва и выдачи золотоносного грунта на поверхность, а также достичь высоких технико-экономических показателей.

Для полномасштабного освоения залежей россыпного золота способом СГД предстоит решить много задач: значительно уменьшить величину капитальных затрат при освоении золотоносных объектов (по сравнению с традиционными способами); приблизить сроки ввода месторождений в эксплуатацию, а во многих случаях вести попутную добычу, начиная с любой стадии разведки; пересмотреть деление объектов по рентабельности отработки с учетом перехода на СГД; изучить возможность исполь-

зования выработанного пространства для закачки в него экологически вредных отходов обогащения руд; повысить эффективность гидравлического разрушения пород; снизить энергоемкость подъема гидросмеси при больших глубинах разработки; увеличить объем добычи из единичных камер; повысить степень извлече-

ния полезного компонента за счет снижения технологических потерь и уменьшения разубоживания породами, лежащими в кровле пласта. Применительно к объектам золотодобычи Южной Якутии следует изучить эффективность способа СГД для различных типов месторождений.

Библиографический список

1. Аренс В. Ж., Гридин О. М., Крейнин Е. В., Небера В. П., Фазлуллин М. И., Хрулев А. С., Хчяян Г. Х. Физико-химическая геотехнология : учеб. для вузов. — М. : Горная книга, 2010. — 575 с.
2. Аренс В. Ж., Бабичев Н. И., Башкатов А. Д. и др. Скважинная гидродобыча полезных ископаемых : учеб. пособие. — М. : Горная книга, 2011. — 295 с.
3. Аренс В. Ж., Хчяян Г. Х., Хрулев А. С. Методика опытно-промышленных исследований технологии скважинной гидродобычи // Маркшейдерский вестник. 2010. № 3. С. 13–17.
4. Багазеев В. К., Валиев Н. Г., Симисин Д. И. Физико-механическое обоснование гидравлического разрушения пород при скважинно-гидравлической разработке россыпных месторождений // Горный журнал. 2015. № 12. С. 25–27. doi: dx.doi.org/10.17580/gzh.2015.12.05
5. Валиев Н. Г., Багазеев В. К. Расчет параметров очистной выемки песков россыпей при скважинно-гидравлической добыче // Известия вузов. Горный журнал. 2012. № 1. С. 13–16.
6. Дробаденко В. П., Малухин Н. Г., Вильмис А. Л. Проблемы и перспективы скважинной гидродобычи полезных ископаемых // Золотодобыча. 2011. № 155. С. 17–19.
7. Ермаков С. А., Бураков А. М., Батугина Н. Поточная технология разработки и обогащения запасов погребенного россыпного месторождения золота в долине реки Боль-

- шой Куранах (Якутия) // Горный журнал. 2016. № 1. С. 40–45. doi: dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.01.09
8. Замятин О. В., Маньков В. М. Мелкое золото в россыпях: проблемы оценки и извлечения // Горный журнал. 2011. № 4. С. 22–26.
9. Стрельцов В. И., Волков Ю. И., Балашов А. Г., Стрельцова Т. П. Комплексное освоение недр способом скважинной гидродобычи // Горный журнал. 2010. № 7. С. 33–36.
10. Ashok Amin. Large Hydraulic Direct Drives in Mining Operations // Engineering and Mining Journal. October 2015. P. 52–56.
11. Leiserowitsch S., Ibragimova E., Ibragimov I. New High Performance Georadar with up to 1 km Resolution // 13-th International Conference on Ground Penetration Radar, 21–25 June 2010. Lecce, Italy, 2010. P. 6.
12. Pour A., Hashim M. Spectral transformation of ASTER data and the discrimination of hydrothermal alteration minerals in a semi-arid region, SE Iran // International Journal of the Physical Sciences. 2011. Vol. 6(8). P. 2037–2059.
13. Kozioł W., Machniak Ł., Ciepliński A. Technologie wydobycia kruszyw żwirowo-piaskowych spod wody // Przegląd Górniczy. 2011. № 7-8. P. 207–214.
14. Yu-Ying Zhang, Yong-Wang Liu, Yi-ji Xu, Jian-Hua Ren. Drilling characteristics of combinations of different high pressure jet nozzles // Journal of Hydrodynamics. 2011. Vol. 23. Iss. 3. P. 384–390. **ИЖ**

«GORNYI ZHURNAL»/«MINING JOURNAL», 2016, № 9, pp. 50–52
 DOI: dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.09.10

Applicability of hydraulic mining at gold placers in Southern Yakutia

Information about author

V. F. Rochev¹, Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences, viktor-rochev74@mail.ru
¹ Technical Institute (Division), Ammosov North-Eastern Federal University, Neryungri, Russia

Abstract

Placer mining of gold in Southern Yakutia uses mainly opencast method, the underground approach is employed less often. However, the former method of mineral mining has high aggravating effect on the environment, while the latter approach consumes much labor and money. It is suggested to use an alternative method of surface borehole hydraulic mining (SBHM). Gold placers have favorable ground conditions for SBHM. The productive stratum is represented by readily breakable incoherent or weakly coherent rocks, and thawed gold placer contain much water, which allows gold sand extraction with high-duty air lift equipment, and the productive stratum in frozen placers has stable roof, and the overlying rocks possess drillability category III–IV, which offers comparatively low cost of drilling in such rocks. Recently in the Republic of Sakha (Yakutia) new gold placers buried at a depth from 40 to 250 m are being increasingly discovered and explored. Metal content often reaches a few tens of grams per 1 m² of stratum, which makes the placers promising for mining with SBHM. Gold reserves in such placers reach tens of tones. In view of depletion of mineral reserves suitable for open pit mining, as well as considering technical difficulties and high cost of underground mining of buried placers, there are prospects for gold extraction with SBHM. The estimate of the applicability of the discussed method under conditions of Southern Yakutia is critical task. The geological analysis points at many gold placer suitable for surface borehole hydraulic mining in Southern Yakutia. At the same time, the majority of the placers are insufficiently explored since they are uneconomical for traditional open pit or underground mining. Thick frozen rock strata in permafrost zone are also suitable for surface borehole hydraulic mining. This method of gold extraction causes minor environmental damage, ensures safe operating conditions, allows automation of washing and discharge of gold-bearing rocks to ground surface and enables high technical and economic indexes. Yet, SBHM method needs comprehensive scientific studies and testings to improve its reliability and expand application range.

Keywords: surface borehole hydraulic mining, buried placer, ground conditions, water content, stripping, placer gold, capital investment.

References

1. Arens V. Zh., Gridin O. M., Kreynin E. V., Nebere V. P., Fazlullin M. I., Khrulev A. S., Khcheyan G. Kh. Physical and chemical geotechnology : tutorial for universities. Moscow : Gornaya kniga, 2010. 575 p.
2. Arens V. Zh., Babichev N. I., Bashkatov A. D. et al. Hydraulic borehole mining of minerals : tutorial. Moscow : Gornaya kniga, 2011. 295 p.
3. Arens V. Zh., Khcheyan G. Kh., Khrulev A. S. Method of experimental-industrial investigations of hydraulic borehole mining. *Marksheiderskiy vestnik*. 2010. No. 3. pp. 13–17.
4. Bagazeev V. K., Valiev N. G., Simisinov D. I. Physico-mechanical substantiation of rock mass jetting in hydraulic borehole mining of placers. *Gornyy Zhurnal*. 2015. No. 12. pp. 25–27. doi: dx.doi.org/10.17580/gzh.2015.12.05
5. Valiev N. G., Bagazeev V. K. Calculating the parameters of sewage extraction wells at hydraulic wells mining. *Izvestiya vuzov. Gornyy Zhurnal*. 2012. No. 1. pp. 13–16.
6. Drobadenko V. P., Malukhin N. G., Vilmis A. L. Problems and prospects of hydraulic borehole mining of minerals. *Zolotodobycha*. 2011. No. 155. pp. 17–19.
7. Ermakov S. A., Burakov A. M., Batugina N. Continuous flow process technology for gold extraction and beneficiation at the buried placer in the Bolshoi Kuranakh River valley (Yakutia). *Gornyy Zhurnal*. 2016. No. 1. pp. 40–45. doi: dx.doi.org/10.17580/gzh.2016.01.09
8. Zamyatin O. V., Mankov V. M. Fine gold in placers : problems of assessment and extraction. *Gornyy Zhurnal*. 2011. No. 4. pp. 22–26.
9. Streltsov V. I., Volkov Yu. I., Balashov A. G., Streltsova T. P. Complex mastering of soils by hydraulic borehole mining. *Gornyy Zhurnal*. 2010. No. 7. pp. 33–36.
10. Ashok Amin. Large Hydraulic Direct Drives in Mining Operations. *Engineering and Mining Journal*. October 2015. pp. 52–56.
11. Leiserowitsch S., Ibragimova E., Ibragimov I. New High Performance Georadar with up to 1 km Resolution. *13-th International Conference on Ground Penetration Radar, 21–25 June 2010. Lecce, Italy, 2010. p. 6.*
12. Hellström G. Large-Scale Applications of Ground-Source Heat Pumps in Sweden. *IEA HP Annex 29 Workshop*. Zurich, 2008. pp. 22–23.
13. Kozioł W., Machniak Ł., Ciepliński A. Technologie wydobycia kruszyw żwirowo-piaskowych spod wody. *Przegląd Górniczy*. 2011. No. 7-8. pp. 207–214.
14. Yu-Ying Zhang, Yong-Wang Liu, Yi-ji Xu, Jian-Hua Ren. Drilling characteristics of combinations of different high pressure jet nozzles. *Journal of Hydrodynamics. Series B*. 2011. Vol. 23, Iss. 3. pp. 384–390.