

УДК 550.3:622

ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НА ОБЪЕКТАХ ПАО «ППГХО»



Ю. В. БАХАРЕВ,
главный геофизик,
BaharevUV@ppgho.ru



В. В. ЛЕБЕДЕВ,
ведущий геофизик
подземного рудника № 1



О. В. ЛАВРЕНТЬЕВ,
ведущий геофизик
ЦНИЛ

ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение»
(ПАО «ППГХО»), Краснокаменск, Россия

Введение

В процессе изучения месторождений, учета и контроля качества добываемой руды, обогащения сырья, обеспечения экологической безопасности важная роль отводится геофизическому сопровождению как одному из основных направлений уранодобывающего производства. Геофизической службой решается сложный комплекс задач, направленных на систематическое изучение геологии и рудоносности месторождений, опробование полезных ископаемых, геолого-геофизическую подготовку производства, контроль горных работ и экологический мониторинг. В работе службы широко используются методические рекомендации, отечественный и зарубежный опыт проведения геофизических исследований [1–18].

Методика и результаты геофизических исследований в ПАО «ППГХО»

Комплекс геофизических методов в ПАО «ППГХО» выбран и отработан на основе большого объема опытно-методических и научно-исследовательских работ, проведенных силами сотрудников самого предприятия и привлеченных на договорной основе научно-исследовательских институтов ВНИИА, ВНИИТФА, ВНИИХТ, ПромНИИпроект, ВИРГ, «Рудгеофизика», СНИИП, ЦНИЛ (г. Желтые Воды, Украина), ООО «Мекотех» и др., а также богатого опыта АО «Русбурмаш», который ведет поисковые и разведочные работы в регионе.

На основе этого комплекса сформировалась система геолого-геофизической подготовки производства (рис. 1), которая является основой комплексной системы управления качеством добываемой продукции.

Проанализирован опыт геофизических исследований на предприятии, направленных на повышение качества рудной массы, поставляемой на обогатительную фабрику.

Ключевые слова: уранодобывающее производство, геофизические исследования, управление качеством руд, методы опробования, техническое оснащение, рентгенорадиометрия, кучное выщелачивание.

DOI: 10.17580/gzh.2018.07.01

На всех этапах геологоразведочные работы сопровождаются геофизическими исследованиями. Набор методов зависит от решаемых задач и определяется проектом работ. Предприятие ведет геологоразведочные работы на флангах отрабатываемых месторождений буровым и горным способами, поэтому и геофизические методы исследований построены на различных модификациях скважинной геофизики: гамма-каротажи, электрические методы, расходомерия, резистивиметрия, инклинометрия, кавернометрия и др. Работы ведутся силами подрядной организации АО «Русбурмаш». Результаты работ представляются в виде графиков и карт полей или в цифровом виде по результатам отработки на ПЭВМ. Применяемый комплекс позволяет получить достоверную информацию о геологическом строении, физических свойствах, параметрах и пространственном положении руд.

Геофизическое сопровождение производства при эксплуатации ураносодержащих месторождений решает большой объем задач, направленных на определение параметров оруденения, контроль полноты и качества отработки, комплексное использование недр, снижение потерь и разубоживания, сортировку горнорудной массы, обогащение, стабилизацию качества и товарный учет руд.

С этой целью применяют различные модификации методов опробования по гамма-излучению: гамма-каротаж скважин и шпуров (ГК), гамма-опробование (ГО) отбитой горной массы, гамма-профилирование (ГП) и гамма экспресс-анализ (ГЭА) горнорудной массы в транспортных емкостях, ковшах экскаваторов, вагонеток и самосвалов.

Применению гамма-методов способствуют исключительно благоприятные радиологические и технологические свойства руд: практически повсеместное радиоактивное равновесие между ураном и радием, невысокое эманирование и низкое содержание тория и калия-40, высокая контрастность и значительный выход сортируемых классов.

Аппаратурное обеспечение для уранового производства выполнено по специальному техническому заданию и учитывает

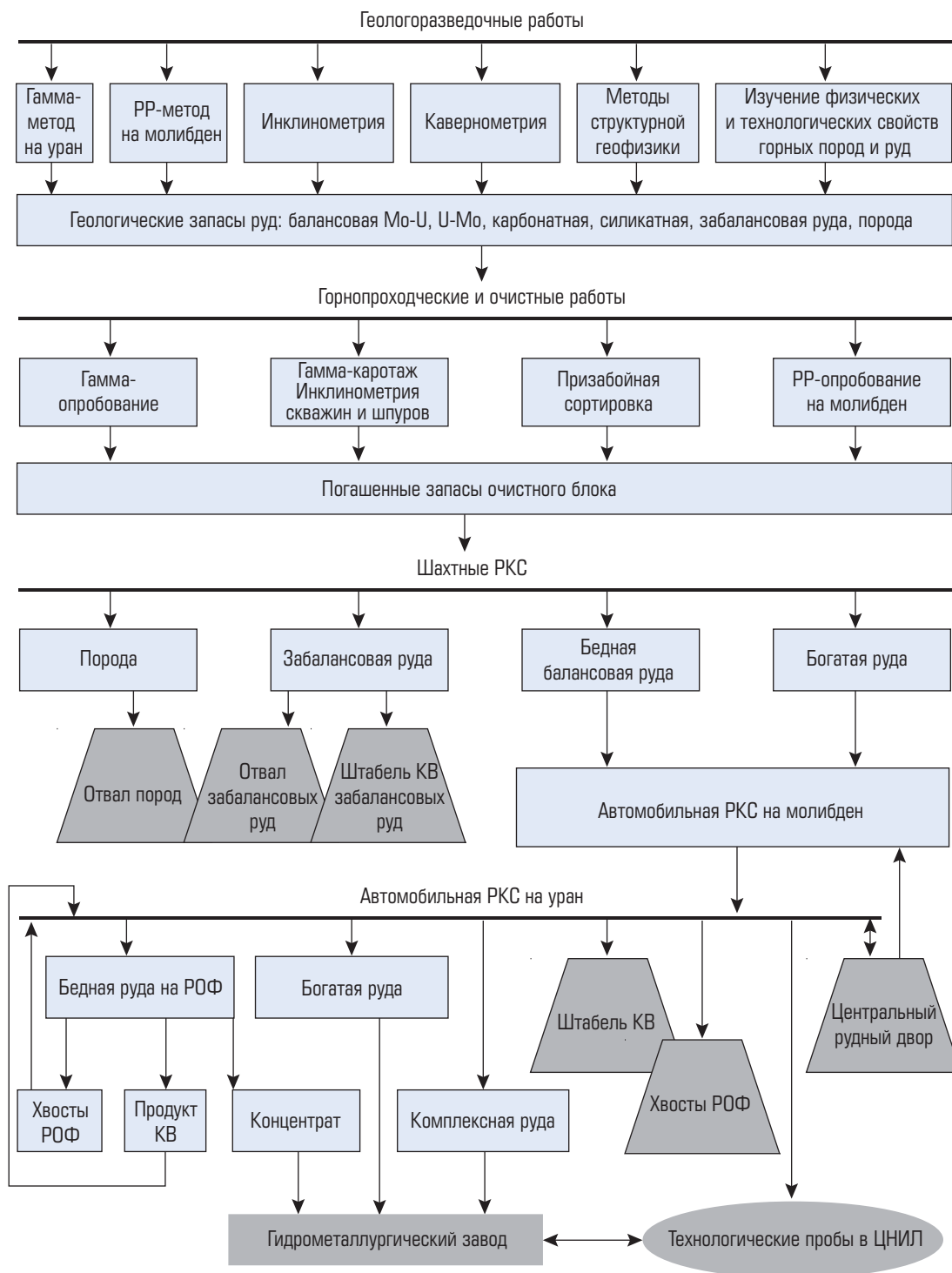


Рис. 1. Структурная схема геолого-геофизического сопровождения горнорудного производства в ПАО «ППГХО»:
 РР – рентгенорадиометрия; РКС – рудоконтролирующая станция; КВ – кучное выщелачивание; РОФ – рудообогатительная фабрика; ЦНИЛ – Центральная научно-исследовательская лаборатория

специфику работ в подземных условиях. Для гамма-опробования и гамма-профилирования используется прибор «Уран-М», разработанный ООО «Мекотех» совместно со специалистами геофизической службы объединения. ПАО «ППГХО» является патентообладателем полезной модели на данный прибор. «Уран-М» – компактный, высокопроизводительный и стабильный в работе прибор, позволяющий сохранять результаты измерений и привязку профилей опробования в памяти прибора. При каротаже подземных скважин применяются новые каротажные скважинные комплексы «Уран-ГК», позволяющие за один спуск-подъем скважинного прибора регистрировать результаты гамма-каротажа и инклинометрии в памяти пульта оператора в цифровом виде. Скважинный прибор состоит из титанового корпуса диаметром 40 мм, длиной 1200 мм, в котором заключены блок гамма-канала с SiPM-детектором и блок магнитометрических высокоточных акселерометров. Применение результатов инклинометрии скважин позволяет осуществлять высококачественное планирование подземных горных работ. Современная аппаратура для гамма-экспресс-анализа СРК-М и СРК-М-В имеет 100%-ный резерв измерительного канала, работает в круглосуточном режиме; радиометрические узлы герметичны, имеют защиту от фонового излучения и коллиматоры, позволяющие измерять емкости различной формы и размера. Аппаратура используется на шахтных комплексах обмена вагонеток и на автомобильной рудоконтролирующей станции (рис. 2) и предназначена для качественной сортировки добытой руды. Методика ГО, ГК и ГЭА закреплена стандартами и отраслевыми инструкциями и обеспечивает высокую точность и экспрессность получения результатов.

На предприятии проводят работы по контролю процесса кучного выщелачивания методом электротомографии с применением современной геофизической аппаратуры «Скала-48», разработанной ООО «Конструкторское Бюро Электротометрии», Новосибирск (рис. 3). Исследования выполнены работниками ЦНИЛ и сотрудниками Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН. Идея применения данной геофизической аппаратуры для контроля процесса кучного выщелачивания заключается в фиксации изменения удельного электрического сопротивления зон проработки материала штабеля выщелачивающими растворами серной кислоты. С помощью метода электротомографии ведут контроль качества полива и равномерности прохождения растворов сквозь материал штабеля без механического вмешательства в структуру штабеля, определяют наличие непроработанных зон в штабеле, контролируют наличие и целостность гидроизоляции основания штабеля. Примеры получаемых данных приведены на рис. 4.

Все проводимые на предприятии геофизические исследования позволяют с высокой точностью определить содержание по-



Рис. 2. Автомобильная рудоконтролирующая станция

лезного компонента в недрах и в отбитой горной массе, автоматизировать процесс сортировки, стабилизировать качество подаваемой на гидрометаллургический завод руды, оценить ее технологические свойства и обогатить руду как в крупнопорционном, так и покусковом виде на радиометрической обогатительной фабрике.

С целью выделения комплексных молибден-урановых руд сотрудниками ООО «РАДОС» спроектирована и построена на входе гидрометаллургического завода рентгенорадиометрическая контрольная станция (РРКС) «СТАРК». Конструкция РРКС позволяет оперативно определять содер-



Рис. 3. Аппаратура «Скала-48»:

а – общий вид; б – в полной комплектации

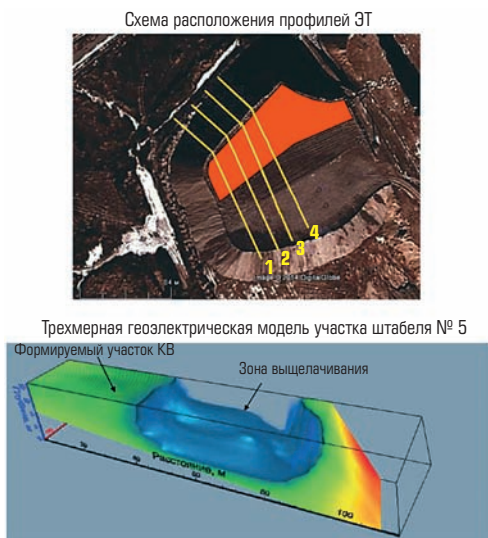


Рис. 4. Результаты площадных исследований, полученных с помощью аппаратуры «Скала-48» на штабеле № 5

жание урана и молибдена в руде, дополнительно визуально контролировать наличие негабаритных кусков, присутствие посторонних примесей, избыточную влажность, гранулометрический состав, выполняя таким образом очень важную функцию контроля качества руд на входе гидрометаллургического завода.

работки результатов, что послужило основой для технического перевооружения службы.

Заключение

Геофизическая служба ПАО «ППГХО» выполняет важные задачи по эффективному использованию недр и обеспечению высокого качества рудной массы, поставляемой на гидрометаллургический завод. Развитие электроники и методических подходов позволило значительно сократить размеры аппаратуры, автоматизировать процесс измерения и обработки результатов, что послужило основой для технического перевооружения службы.

Библиографический список

См. англ. блок. ГЖ

«GORNYI ZHURNAL», 2018, № 7, pp. 13–16
DOI: 10.17580/gzh.2018.07.01

Geophysical maintenance of production at Priargunsky Mining and Chemical Works

Information about authors

Yu. V. Bakharev¹, Chief Geophysicist, BaharevUV@ppgho.ru
V. V. Lebedev¹, Leading Geophysicist of Mine No. 1
O. V. Lavrentiev¹, Leading Geophysicist of Central Research Laboratory

¹ Priargunsky Mining and Chemical Works, Krasnokamensk, Russia

Abstract

The article generalizes experience gained by the Geophysical Service of Priargunsky Mining and Chemical Works (Priargunsky) in the integrated investigation of mineral reserves and high quality ore supply to hydrometallurgy.

Geological exploration is end-to-end maintained by geophysical survey. The range of the methods to be used depends on the objectives and is determined by operating plans.

The article describes a general arrangement of geophysical maintenance of mining and processing works (including uranium heap leaching) and describes monitoring equipment. Geophysical studies enable high-precision assessment of mineral content of subsoil reserves and broken rocks, automation of grading process, stabilization of ore quality, estimation of ore process properties and ore concentration both at the scale of large batches and small fragments.

The package of geophysical methods used at Priargunsky is selected and improved based on extensive experience of theoretical and practical investigations implemented by Priargunsky's personnel and outside experts contractually engaged from various research institutions.

Geophysical maintenance of uranium production handles a great deal of problems connected with appraisal of mineralization, ore extraction completeness and quality control, integrated use of subsoil, reduction of loss and dilution, ore and rock grading, product quality stabilization and commercial stock accounting. To this effect, various methods of assaying by gamma-emission are used: gamma ray logging, gamma assaying of muck, gamma shooting and gamma express-analysis of broken rocks in vehicles, shovel buckets, cars and dump trucks.

Keywords: uranium production, geophysical survey, ore quality control, assaying methods, technique, X-ray radiometry, heap leaching.

References

1. Revell J. B. Quality essentials: A reference guide from A to Z. Moscow : RIA "Standarty i kachestvo", 2006. 232 p.

2. Kozin V. Z. Assaying of mineral raw materials. Yekaterinburg : UGGU. 2011. 316 p.
3. Milyutin A. G. Geology: A textbook. Moscow : Yurait. 2017. 543 p.
4. Kochnev K. A., Yakovlev A. M. Geometrization of quality indicators of the Sheinskoe limestone deposit. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten*. 2013. No. 3. pp. 87–92.
5. Lizunkin V. M., Morozov A. A., Gavrilov A. A., Lizunkin I. V. Laboratory research of uranium leaching in ultrasound-activated sulfuric solutions. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten*. 2014. No. 10. pp. 100–111.
6. Zimin A. V., Trushin A. A., Bondarenko A. V. Vector of development of means and systems of automation for mining-concentration productions at Scientific and Production Association RIVS. *Gornyi Zhurnal*. 2014. No. 11. pp. 91–95.
7. Verkhoturov A. G., Verkhoturov G. G. Effect of Streltsov ore field mining on regional ecology. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten*. 2014. No. 7. pp. 263–267.
8. Karpov Yu. A., Savostin A. P. Methods of sampling and sample preparation. Moscow : BINOM. Laboratoriya znaniy. 2015. 246 p.
9. Zimin A. V., Trushin A. A., Bondarenko A. V. Integrated approach of RIVS to mining and processing automation. *Globus. Geologiya i biznes*. 2015. No. 5. pp. 46–48.
10. Kornilkov S. V., Dmitriev A. N., Pelevin A. E., Yakovlev A. M. Separate processing of ore at Gusevogorsky deposit. *Gornyi Zhurnal*. 2016. No. 5. pp. 86–90. DOI: 10.17580/gzh.2016.05.12
11. Snelling P. E., Godin L., McKinnon S. D. The role of geologic structure and stress in triggering remote seismicity in Creighton Mine, Sudbury, Canada. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2013. Vol. 58. pp. 166–179.
12. Collins D., Hosseini Z. Harnessing microseismic monitoring. *Mining Magazine*. 2013. No. 3. pp. 76–80.
13. Haschke M. Laboratory micro-X-ray fluorescence spectroscopy. Instrumentation and applications. Springer. 2014. 356 p.
14. Dmitriev A. N., Vitkina G. Yu., Petukhov R. V., Kornilkov S. V., Pelevin A. E. et al. The characteristic of ores and concentrates at EVRAZ KGOR. *Advanced Materials Research*. 2014. Vol. 834-836. pp. 364–369.
15. Mohtarami E., Jafari A., Amini M. Stability analysis of slopes against combined circular-toppling failure. *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*. 2014. Vol. 67. pp. 43–56.
16. Nikandrov I. S., Bondarenko A. V., Andreev D. S. X-ray fluorescent unit for the express analysis of pulp slurry. *Eurasian Mining*. 2015. No. 1. pp. 44–48.
17. Glikson A.Y., Meixner A. J., Radke B., Uysal I. T., Saygin E. et al. Geophysical anomalies and quartz deformation of the Warburton West structure, Central Australia. *Tectonophysics*. 2015. Vol. 643. pp. 55–72.
18. ASTM D5731-16. Standard test method for determination of the point load strength index of rock and application to rock strength classifications. 2017 Annual Book of ASTM Standards. Vol. 04.08. Soil and Rock (I): D421–D5876. West Conshohocken : ASTM International, 2017.