

**Н.И. Коннова****ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБОГАТИМОСТИ  
РУДЫ ЗОЛОТО-КВАРЦ-КАРБОНАТНОГО  
УБОГО-СУЛЬФИДНОГО ТИПА**

*Изучен вещественный состав прбы золоторудного месторождения. Дана технологическая оценка обогатимости первичной руды золото-кварц-карбонатного убого-сульфидного типа. Рекомендовано перерабатывать руду данного типа по технологии кучного выщелачивания.*

*Ключевые слова: золото, гравитация, флотация, концентрат, извлечение, убого-сульфидная руда.*

**Введение**

**И**сследована проба первичной золотосодержащей руды одного из месторождений Республики Хакасия. На месторождении выделено 12 рудных тел, вошедших в подсчет запасов и прогнозных ресурсов. Золотооруденение отнесено к новому для Саралинского золотоносного района типу: золото-кварц-карбонатной формации малых глубин.

В период с 2005 по 2007 гг. ОАО «Иргиредмет» были проведены лабораторные исследования и полупромышленные испытания технологии кучного выщелачивания золота из руд месторождения.

**Материалы, методы и результаты**

Результаты химического анализа руды показывают, что содержание серы составляет 0,86%, из цветных металлов в незначительных количествах присутствует медь (<0,005%), цинк (<0,005%), свинец (<0,002%), содержание мышьяка низкое и составляет 0,011%. Сера в руде связана преимущественно с пиритом и незначительно – с другими вышеупомянутыми сульфидами (то есть является полностью сульфидной). Проба руды характеризуется простым химическим составом с ничтожно малым количеством вредных примесей.

По данным пробирного анализа массовая доля золота в пробе составляет 1,2 г/т, серебра – 0,34 г/т. Руда относится к первичным неокисленным рудам золото-кварц-карбонатного убого-сульфидного типа, на 98% представлена порообразующими минералами: кальцит (79%), доломит (10%), кварц (5–6%), серицито-мусковит, гидромусковит и глинистые минералы (около 2%), тонкодисперсное углеродистое вещество (около 1%). Рудные минералы, кроме золота, представлены пиритом – 1,5%, тонкодисперсными гематитом и гетитом (в сумме 0,5%) и единичными мельчайшими выделениями – халькопирита, арсенопирита, марказита, галенита, сфалерита, рутила.

Основная часть золота 67,5% представлена тонковкрапленным в порообразующие минералы. Видимого золота в исходной пробе не установлено. Размер золотинок менее 3–5 мкм, форма – неправильная, комковатая, палочковидная, чешуйчатая с корками, налетами, примазками, иногда «рубашками» гидроксидов железа на поверхности. В ранее изучавшейся технологической пробе этого месторождения в лаборатории ИРГИРЕДМЕТа в 2006 г. выявлено свободное тонкодисперсное золото размером 3 мкм, в частных пробах отмечены единичные золотины разме-

ром 6, 10 и 15 мкм. В процессе тех же исследований установлено, что упорное не извлекаемое цианированием золото (около 13%) распределено между карбонатами, гидроксидами железа, тонковкрапленно в сульфиды, а также в пороодообразующие минералы.

Золото низкопробное – 723,1–635,9. Основной примесью в составе самородного золота является серебро, содержание которого составляет 27,69–36,41%.

Выполнены исследования по получению гравитационного и флотационного концентратов, выделению отвалных хвостов. По гравитационной схеме (центробежная сепарация и концентрация на столе) получен концентрат с массовой долей золота 8,9 г/т и извлечении золота 7,69%. Степень концентрации на центробежных аппаратах получена от 6 до 9. Обогащение на столе позволило получить максимальную степень концентрации 3,99 в крупности 0,15–0 мм. В этой крупности выделяется концентрат с массовой долей золота 4,75 г/т при выходе 1,89% и извлечении золота 7,7%. Так как размер золотинок очень мелкий, и измеряется первыми микронами, в связи с чем, металл плохо концентрируется гравитационными методами.

В исследованиях по получению флотационного концентрата экспериментально уточнялись основные факторы: крупность измельчения, расход реагентов, продолжительность флотации. По флотационной схеме, получен концентрат с содержанием золота 5,35 г/т и извлечении металла 68,59. Минимальное содержание металла в хвостах составило 0,44 и 0,47 г/т. Характерной особенностью выделенных частиц золота является присутствие на поверхности корок, налетов, при-

мазок, иногда «рубашек» гидроксидов железа темно-бурого до черного цвета, напоминающие окисленные частицы железной стружки. Этим объясняется низкие показатели флотации.

Сорбционная активность руды высокая и составляет 20,8%, в связи с чем, не рекомендуется включать в технологическую схему предварительное цианирование руды.

Определены оптимальные параметры сорбционного цианирования, получены извлечение золота в раствор из руды с содержанием 1,2 г/т – 38,3%; содержание золота в хвостах 0,21 г/т, в том числе в твердой и жидкой фазах хвостов сорбционного выщелачивания – 0,74 г/т и 0,244 г/м<sup>3</sup>, соответственно; расход цианистого натрия – 5,6 кг/т. Невысокая степень извлечения металла в раствор еще раз подтверждает, что концентратом золота является органическое вещество (микрозернистый графит). Последний является хорошим сорбентом.

Таким образом, в будущем целесообразно перерабатывать руду цианированием.

## Выводы

Изучен вещественный состав пробы руды одного из месторождений Республики Хакассия. Руда относится к первичным неокисленным рудам золото-кварц-карбонатного убого-сульфидного типа, характеризуется простым химическим составом с ничтожно малым количеством вредных примесей.

На основании анализа вещественного состава пробы первичных руд и результатов ее обогатимости руду можно классифицировать как упорную. Рекомендуется перерабатывать руду по технологии кучного выщелачивания.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Остапенко П.Е. Технологическая оценка минерального сырья. Методы исследования: справочник / Под ред. П.Е. Остапенко. – М.: Недра, 1990. – 268 с.
2. Зеленов В.И. Методика исследования золото- и серебросодержащих руд: 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1989. – 302 с.
3. Коннова Н.И., Пехова Л.П., Титовская А.И. Извлечение мелкого золота. Проблемы и перспектива / Стратегические приоритеты и инновации в производстве цветных металлов и золота: сборник статей международной научно-практической конференции. – Красноярск: ГУЦМиЗ, 2006.
4. Брагина В.И., Коннова Н.И. О комплексности переработки золотосодержащих руд / Современные технологии освоения минеральных ресурсов: сборник научных трудов девятой международной научно-технической конференции (МК-9). – Красноярск: СФУ, 2011.
5. Брагина В.И., Коннова Н.И. Технология переработки золотосодержащих руд и россыпей: учебное пособие. – Красноярск: СФУ, 2013. – 256 с. **ПЛАБ**

---

## КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Коннова Наталья Ивановна – кандидат технических наук, доцент,  
e-mail.ru: kni757@mail.ru, Сибирский федеральный университет.

---

UDC 622.7

## TECHNOLOGICAL EVALUATION OF LOW-GRADE SULFIDE-TYPE GOLD-QUARTZ-CARBONATE ORE PREPARABILITY

Konnova N.I., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,  
e-mail.ru: kni757@mail.ru,  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia.

---

*The material structure of a prba of a gold field is studied. The technological assessment of an obogatimost of primary ore gold quartz – carbonate poor and sulphidic type is given.*

*It is recommended to recycle ore of this type on technology of compact leaching.*

*Key words: gold, gravitation, flotation, concentrate, extraction, poor and sulphidic ore.*

## REFERENCES

1. Ostapenko P.E. *Tekhnologicheskaya otsenka mineral'nogo syr'ya. Metody issledovaniya: spravochnik*. Pod red. P.E. Ostapenko (Technological evaluation of mineral raw materials. Methods of analysis: Reference book. Ostapenko P.E. (Ed.)), Moscow, Nedra, 1990, 268 p.
2. Zelenov V.I. *Metodika issledovaniya zoloto- i serebrosoderzhashchikh rud: 3-e izd.* (Investigation procedure for gold- and silver-bearing ore, 3rd edition), Moscow, Nedra, 1989, 302 p.
3. Konnova N.I., Pekhova L.P., Titovskaya A.I. *Strategicheskie prioritety i innovatsii v proizvodstve tsvetnykh metallov i zolota: sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (Strategic Priorities and Innovations in Nonferrous Metal and Gold Production: International Scientific-and-Practical Conference Proceedings), Krasnoyarsk, GUTsMiZ, 2006.
4. Bragina V.I., Konnova N.I. *Sovremennye tekhnologii osvoeniya mineral'nykh resursov: sbornik nauchnykh trudov devyatoy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (MK-9)* (Advanced Mineral Mining Technologies: IX International Scientific-and-Technical Conference (MK-9) Proceedings), Krasnoyarsk, SFU, 2011.
5. Bragina V.I., Konnova N.I. *Tekhnologiya pererabotki zolotosoderzhashchikh rud i rossypey: uchebnoe posobie* (Processing technologies for gold-bearing ore and placers: Educational aid), Krasnoyarsk, SFU, 2013, 256 p.

