

УДК 622.7:553.068.5

Л. А. САМАТОВА, Е. Д. ШЕПЕТА, О. В. ВОРОНОВА (Институт горного дела ДВО РАН)

К ПРОБЛЕМЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЕЕЛИТОВЫХ РУД ЛЕРМОНТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



Л. А. САМАТОВА,
зав. лабораторией,
канд. техн. наук



Е. Д. ШЕПЕТА,
старший научный сотрудник,
канд. техн. наук



О. В. ВОРОНОВА,
научный сотрудник

Представлены результаты исследований по повышению комплексности использования сырья при переработке руд Лермонтовского месторождения. Разработаны схема и варианты реагентного режима сульфидного цикла с использованием в качестве собирателя бутилового ксантогената и аэрофлота серии ИМА-И-413, выделены три перспективных режима основного сульфидного цикла.

Ключевые слова: шеелит-сульфидные руды, флотация, флотореагенты, селективность, сульфидные минералы, медная селекция, медный концентрат.

При обогащении руд Лермонтовского месторождения одним из путей повышения комплексности использования сырья может стать получение, наряду с шеелитовым, медного концентрата при переработке руд, характеризующихся повышенной сульфидной минерализацией.

В настоящее время на Лермонтовской обогатительной фабрике (ЛОФ) перерабатываются шеелит-скарновые и шеелит-скарново-сульфидные руды. По существующей технологической схеме основная масса сульфидов в условиях щелочной пульпы шеелитовой флотации переходит в хвосты. Однако при повышенных содержаниях в руде сульфидной серы (7–10 %) в товарной продукции ее содержание превышает 3 %, что недопустимо для вольфрамового концентрата марки КШ-4. Это обусловило необходимость разработки технологии предварительной сульфидной флотации.

Исследования выполнены на двух технологических пробах руды следующего состава, %: 0,89 WO_3 ; 0,16 Cu; 0,17 As; 3,2 S; 6,8 г/т Ag, 1,3 г/т Au (шеелит-скарновая руда) и 0,81 WO_3 ; 0,43 Cu; 0,04 As, 10,6 S; 7,4 г/т Ag; 4,5 г/т Au (шеелит-скарново-сульфидная руда). Рудные минералы представлены шеелитом, пирротинном, халькопиритом, арсенопиритом, сфалеритом, пиритом, висмутом.

При обогащении вольфрамовых руд по существующей технологии сульфидные минералы выделяются в «голове» схемы, поэтому в сульфидном цикле требуется решить следующие основные задачи:

- достичь высокого извлечения фалькопирита при сохранении селективности процесса по отношению к арсенопириту;
- снизить содержание серы в питании шеелитовой флотации до значений, при которых возможно получение кондиционных по сере шеелитовых концентратов;
- обеспечить минимальные потери шеелита с сульфидным концентратом.

В коллективной сульфидной флотации испытывали аэрофлот (АФ) серии ИМА-И-413 и бутиловый ксантогенат (БКс). Их расход варьировал от 5 до 100 г/т. Расход жидкого стекла в основную сульфидную флотацию составлял 200 г/т, основного масла — 8 г/т.

Сульфидные концентраты, выделенные с использованием АФ, значительно обводнены. При обогащении многосульфидной руды Северо-Западной залежи (С-3) существенно возрастает минерализация воздушных пузырьков, уменьшается обводненность пенного продукта, снижаются потери шеелита.

Оптимальность реагентного режима основной флотации оценивали по извлечению меди в сульфидный концентрат, по эффективности обогащения и индексу селективности.

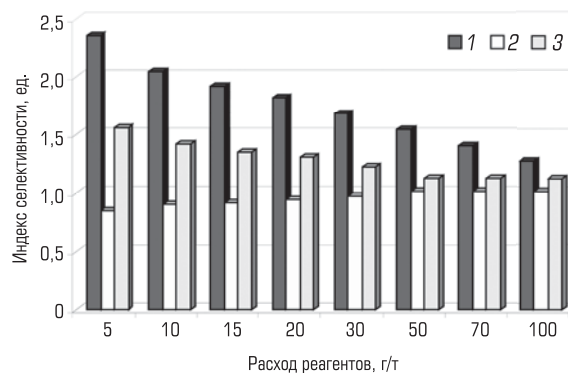


Рис. 1. Зависимость индекса селективности от расхода собирателя:

1 — аэрофлот, 2 — ксантогенат (руда Ц); 3 — ксантогенат (руда С-3)

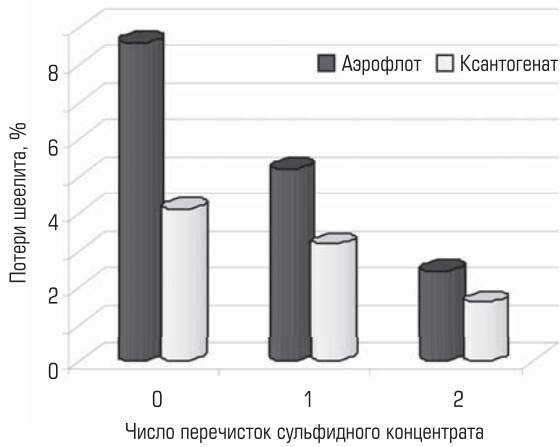


Рис. 2. Зависимость потерь шеелита с сульфидным концентратом от числа перецисток

Характеристика сульфидных концентратов основной флотации

| Реагентный режим | Выход, % | Содержание, % | | | | Извлечение, % | | | |
|---|----------|---------------|-------|-------|-----------------|---------------|------|------|-----------------|
| | | Cu | As | S | WO ₃ | Cu | As | S | WO ₃ |
| <i>Малосульфидная шеелит-скарновая руда (16 % Cu; 0,17 % As; 3,2 % S)</i> | | | | | | | | | |
| 1 | 14,4 | 0,9 | 0,49 | 8,89 | 0,49 | 81,2 | 41,2 | 40,0 | 8,6 |
| 2 | 10,3 | 1,33 | 1,44 | 18,08 | 0,28 | 86,2 | 87,1 | 58,2 | 3,5 |
| 3 | 14,8 | 0,92 | 0,73 | 10,08 | 0,27 | 85,1 | 63,7 | 46,6 | 4,89 |
| <i>Шеелит-скарново-сульфидная руда (0,43 % Cu; 0,04 % As; 10,6 % S)</i> | | | | | | | | | |
| 1 | 16,30 | 2,06 | 0,096 | 28,9 | 0,35 | 78,1 | 39,2 | 44,4 | 7,17 |
| 2 | 21,39 | 1,61 | 0,091 | 30,4 | 0,15 | 80,1 | 48,6 | 61,3 | 3,85 |
| 3 | 17,93 | 1,91 | 0,09 | 28,8 | 0,21 | 79,7 | 40,2 | 48,7 | 4,66 |

Эффективность E рассчитывали по формуле (доли ед.)

$$E = \frac{\gamma_i(\beta_i - \alpha)}{\alpha(100 - \alpha)}$$

где γ_i — выход пенного продукта, %; β_i, α — содержание халькопирита в пенном продукте и руде соответственно, %

Индекс селективности рассчитывали как отношение извлечения меди и мышьяка в сульфидный концентрат.

По первому из выбранных перспективных режимов сульфидной флотации расход АФ составил 20 г/т при эффективности обогащения 67,8 %.

Второй режим флотации: расход БКс 30 к/т, эффективность 78,7 %. Индекс селективности, достигнутый в разных реагентных режимах, показан на **рис. 1**.

Несмотря на то, что во всем диапазоне расхода ксантогената извлечение арсенопирита выше извлечения халькопирита, удалось выделить область оптимального расхода смеси АФ + БКх: 15+5 г/т.

Характеристика сульфидных концентратов, выделенных из руды при флотации в указанных трех режимах, представлена в **таблице**.

Выполненные исследования показали также существенную зависимость потерь шеелита от числа сульфидных перецисток (**рис. 2**).

В итоге для шеелит-сульфидных руд Лермонтовского месторождения предложена следующая схема обогащения:

- сульфидный цикл: основная и контрольная операции флотации, две перецистки объединенного концентрата;
- медный цикл: основная и одна (две) контрольные операции медной флотации и две перецистки медного концентрата.

Разработанная технологическая схема сульфидного и медного циклов представлена на **рис. 3**.

При обогащении на Приморской обогатительной фабрике шеелит-скарново-сульфидных руд содержащих 0,12–0,39 % меди и 0,06–0,12 % мышьяка, выпускают медный концентрат, содержащий менее 0,6 % мышьяка при извлечении 66,7–81 %.

В медном концентрате установлено повышенное содержание золота и

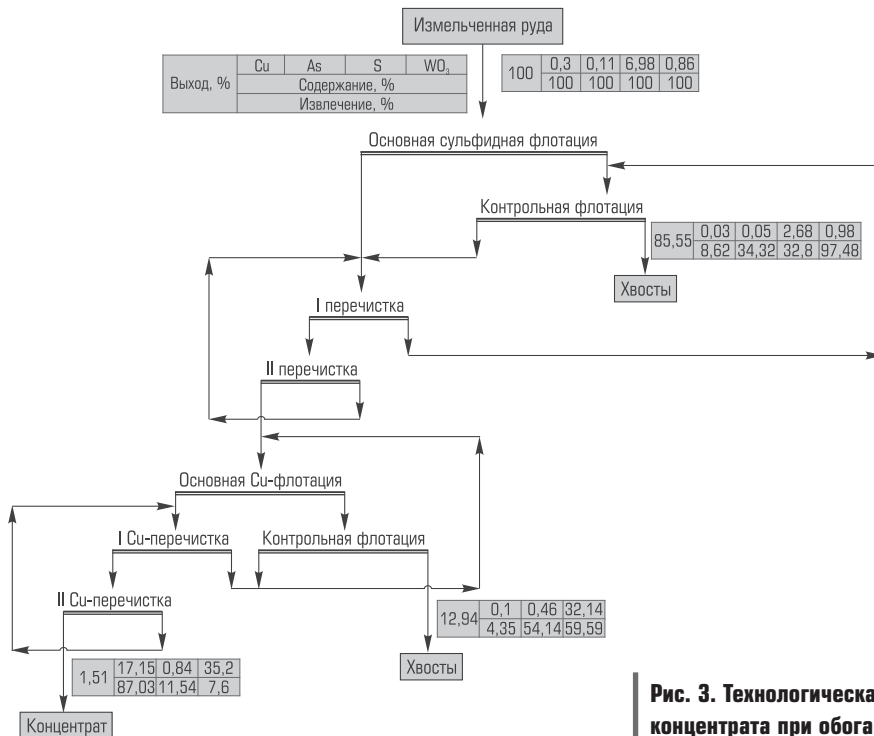


Рис. 3. Технологическая схема получения медного концентрата при обогащении шеелит-сульфидных руд

серебра — до 52 и 460 г/т при извлечении 28 и 55 % соответственно.

Таким образом, в результате исследований для обогащения руд Лермонтовского месторождения, характеризующихся повышенной сульфидной минерализацией, разработаны и рекомендованы к внедрению технологическая схема и реагентные режимы сульфидного и медного циклов. Показано, что для снижения потерь шеелита в сульфидном цикле необходимо введение двух перестиков объединенного сульфидного концентрата.

В настоящее время на предприятии осуществляется монтаж

схемы цепи аппаратов для проведения промышленных испытаний и последующего внедрения разработанной технологии. **ГМ**

*Саматова Луиза Андреевна,
e-mail: samatova_luiza@mail.ru
Шепета Елена Дмитриевна,
e-mail: Elenashepeta56@mail.ru
Воронова Ольга Васильевна,
e-mail: Olga-vo@mail.ru*

TO THE PROBLEM OF COMPLEX USE OF SCHEELITE ORES OF LERMONTOVSKOE DEPOSIT

Samatova L. A.¹, Head of Laboratory, Candidate of Engineering Sciences
Shepeta E. D.¹, Senior Researcher, Candidate of Engineering Sciences
Voronova O. V.¹, Researcher

¹ Institute of Mining of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences (Khabarovsk, Russia)

The paper shows the results of investigations of possibility of increasing of complexity of raw material use in the time of dressing of Lermontovskoe deposit ores. Nowadays, scheelite concentrate is the only one product of ore-dressing plant of Lermontovskaya mining company. However, scheelite-skarn-sulfide ores can be productive not only because of tungsten but also because of copper, gold, silver, bismuth and sulfur. Amphibole akarns demonstrate the highest effect of sulfidation, during which amphibole was gradually substituted by pyrrhotite and chalcopyrite.

Investigation involved high-sulfide ores of North-West open pit and currently mined ores of Central open pit. There were developed a scheme and several ways of reagent regimes of sulfide cycle with butyl xanthogenate and IMA-I 413 (ИМА-И 413) aerofloat, used as collectors. Three perspective regimes of main sulfide cycle were sorted out. A comparison study on sulfide minerals flotability gave preference to IMA-I 413 flotation agent rather than xanthogenate for arsenopyrite extraction.

The investigations resulted in the development of scheme and reagent of sulfide concentrate selection, providing a final copper concentrate, where gold and silver were observed. For decreasing of arsenic content in the concentrate, iron vitriol medium was offered for copper selection.

Key words: scheelit-sulfide ores, flotation, flotation agents, selectivity, sulfide minerals, copper selection, copper concentrate.

УДК 622.234.42:622.349.5

В. Ю. КОЛЬЦОВ, Д. И. КРИНОВ, И. В. КУЗНЕЦОВ (ОАО «ВНИИХТ»)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ОКОМКОВАНИИ УРАНОВЫХ РУД ПЕРЕД ИХ КУЧНЫМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕМ



В. Ю. КОЛЬЦОВ,
начальник отдела,
канд. техн. наук



Д. И. КРИНОВ,
начальник лаборатории,
канд. геол.-минерал. наук



И. В. КУЗНЕЦОВ,
научный сотрудник

Введение

В настоящее время с целью повышения извлечения урана и сокращения времени отработки бедных и забалансовых руд наиболее рентабельным является метод кучного выщелачивания (КВ).

Наряду с явными экономическими преимуществами перед другими методами КВ имеет ограничения по типу перерабатываемого сырья. Для реализации процесса необходимо обеспечить достаточную проницаемость руд выщелачивающим раствором и эффективную диффузию раствора к поверхности минералов-носителей урана и перемещение продуктов реакции [1]. Крупность материала, укладываемого в штабель, определяется условием свободного прохождения (8–12 дм³/м²·ч) раствора в объеме штабеля, течение всего времени его отработки. Обычно крупность руды составляет 50–70 мм. Дробление до меньшей крупности

Приведены результаты исследований в ОАО «ВНИИХТ» пробы урансодержащей руды месторождения Горное. Разработан способ подготовки рудного материала к кучному выщелачиванию, позволяющий значительно сократить время выщелачивания типового сырья. При окомковании измельченной руды с использованием серной кислоты происходит гетерогенная химическая реакция в слое твердого материала при соотношении фаз, близком к стехиометрически необходимому. При окомковании серная кислота выступает также в качестве связующего компонента. Показано, что при окомковании руд с серной кислотой значительно сокращается время отработки штабелей и повышается извлечение металла.

Ключевые слова: уран, кучное выщелачивание, серная кислота, окомкование.

© Кольцов В. Ю., Кринов Д. И., Кузнецов И. В., 2014