

ПРАКТИКА ПЕРЕРАБОТКИ УГЛИСТО-ГЛИНИСТЫХ СЛАНЦЕВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАМЕНСКОЕ

Чинова Н.Б.¹, Мусаев В.В.¹, Волкова С.В.¹, Полькин В.Н.²,
Винокуров А.А.², Бородин Е.В.²

¹ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург, ² ПАО «Гайский ГОК», г. Гай, Россия

В связи с истощением запасов легкодоступного золота в России золотодобывающие компании вынуждены осваивать месторождения с труднообогатимым золотом, к числу которых относится и Каменское месторождение углисто-глинистых сланцев. Их объединяет рассеянное состояние золота, находящегося в пирите и арсенопирите в виде тонкодисперсных включений частиц золота, а также наличие рудного углеродистого вещества (РУВ), обладающего высокой сорбционной активностью по отношению к цианидному процессу.

Такие месторождения часто приурочены к карбонатно-глинистым породам, обогащенным кремнеземом и органическим веществом. Данный тип характерен для таких крупных месторождений, как Гоулдстрайк и Гоулд-Кворри в США, Нежданинское, Наталкинское, Советское, Олимпиадинское и Сухой Лог (Россия). Относительное количество таких месторождений в России составляет около 50 %, а в мире – 20 %. В них преобладает золото-сульфидная пирит(пирротин)-арсенопиритная рудная ассоциация с тонкодисперсным золотом. Количество сульфидов в этих рудах обычно составляет 3-5 %, в них также содержится значительное количество глинистых минералов [1].

Как показывает практика, золотосодержащие малосульфидные руды, в состав которых входит РУВ, целесообразно перерабатывать методом флотации с получением отвальных хвостов по золоту.

Объектом исследований в нашей работе являлась исходная технологическая проба золотосодержащих углисто-глинистых сланцев Каменского месторождения Кировско-Крыклинской рудоносной зоны. На текущий момент запасы по золоту для данного типа руды оцениваются на уровне 2,5 тонны, при среднем содержании драгметалла 2 г/т.

Главным рудным минералом в пробе является пирит, его содержание составляет 3-4 %. Наиболее распространенными в пробе являются глинисто-слюдистые минералы, кварц и клинохлор. Суммарная доля этих минералов составляет 79 %. Менее распространены такие минералы как: полевой шпат, амфибол и пироксены.

Содержание основных компонентов в пробе углисто-глинистых золотосодержащих сланцев составляет: золота – 2-2,5 г/т, серебра – 7,6-8,0 г/т, серы общей – 2,17 %, железа общего – 4,25 %.

Массовая доля вредных примесей: мышьяка – 0,087 %, углерода общего – 1,22 %.

Результаты рационального анализа золота (рис. 1) показали, что цианированием из углисто-глинистой золотосодержащей руды месторождения Каменское извлекается 16,28 % золота. Массовая доля упорного (не извлекаемого цианированием) золота составляет 83,72 %. Основная масса упорного золота находится в тесной ассоциации с сульфидами железа, его доля составляет 79,06 %. При этом 60,46 % золота, находящегося в ассоциации с пиритом и халькопиритом, является дисперсным. Концентрация золота, связанного с нерудными минералами, в исследуемой пробе составляет 4,66 %. Сера в пробе руды на 95 % связана с пиритом, железо практически на 50 % представлено сульфидами, на 25 % окислами, остальная часть связана силикатами.



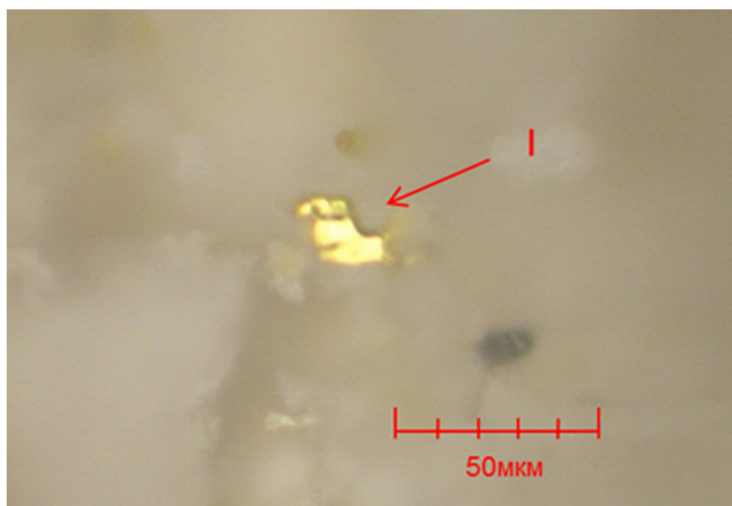
Рисунок 1 - Формы проявления золота в исходной пробе руды

Анализ геометрии зерен золота выявил следующие закономерности:

- зерна золота по размеру и форме можно разделить на два вида: мелкое (рис. 2), различных форм, и тонкодисперсное (рис. 3), изометричной, шарообразной формы;

- мелкие зерна золота имеют размеры наибольшей стороны от 0,4 до 25 мкм. Форма этих зерен близка к изометричной, реже встречаются зерна удлиненной и неправильной формы. Поверхности зерен неровные с множеством каверн и следами срастания с другими минералами;

- зерна тонкодисперсного золота в диаметре не превышают 0,15 мкм. Форма зерен изометричная, шарообразная. Поверхность зерен гладкая.



Насыпная проба, отраженный свет, без анализатора

Рисунок 2 – Зерно золота 1 (I), среди зерен нерастворенного остатка пробы

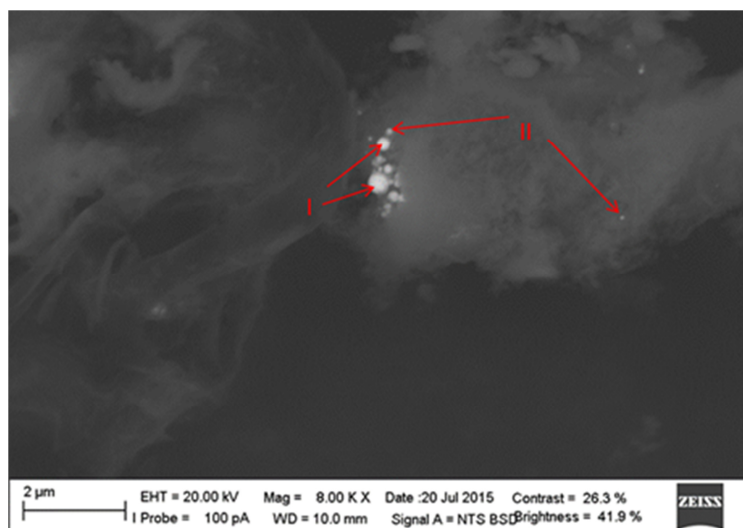


Рисунок 3 – Вид крупных(I) и мелких (II) зерен золота, среди нерастворенного остатка пробы

В ходе разработки реагентного и технологического режимов флотации было изучено влияние степени измельчения исходной золотосодержащей руды углисто-глинистых сланцев на процесс флотации, а также различных реагентов –модификаторов (карбоксилметилцеллюлозы и медного купороса) и собирателей (бутилового ксантогената калия, аэрофлота и МИБК).

Оптимальная тонина помола составила 70 % класса $-0,071+0,000$ мм.

Применение депрессора пустой породы и активатора сульфидных минералов не оказало существенного влияния на процесс флотации. При выборе собирателя целесообразным решением, как в экономическом, так и в практическом отношении, является бутиловый ксантогенат калия.

В результате исследований разработана схема флотационного обогащения, включающая операции основной и контрольной флотации и две перечистные операции. Схема приведена на рис. 4.



Рисунок 4 – Рекомендуемая схема обогащения углисто-глинистых сланцев месторождения Каменское

В условиях научно-исследовательской лаборатории ОАО «Уралмеханобр» получены следующие показатели: содержание ценного компонента в золотосодержащем концентрате – 25 г/т при выходе и извлечении 6,88 % и 78,84 % соответственно, концентрация золота в отвальных хвостах – 0,5 г/т при извлечении 21,16 %.

Полученные результаты согласуются с данными, полученными ранее при исследовании технологических свойств углисто-глинистых сланцев месторождения Каменское [2, 3]. При этом технология переработки углисто-глинистых сланцев оптимизирована в части тонины помола исходного сырья и реагентного режима флотации.

Апробирование разработанной технологии обогащения золотосодержащих углисто-глинистых сланцев производили в промышленных условиях обогатительной фабрики ПАО «Гайский ГОК». Технология была испытана в «упрощенном» варианте с одной переочистной операцией (по причине аппаратурных возможностей обогатительной фабрики). Получен золотосодержащий концентрат с концентрацией золота на уровне 14-17 г/т при извлечении его в концентрат 75-79 % и выходе концентрата 10-11 %.

Литература

1. Захаров Б.А., Меретуков М.А. «Золото: упорные руды». М., Руда и металлы, 2013, с. 90
2. Разработка технологии флотационного обогащения углисто-глинистых золотосодержащих сланцев месторождения «Каменское» Кировско-Крыклинской рудоносной зоны в условиях обогатительной фабрики Сибайского филиала ОАО «УГОК»: отчет о НИР/ОАО «Иргиредмет»; Иркутск – 2013 г.
3. Технологические исследования по флотационному и гравитационному обогащению руды с гидрометаллургической переработкой концентратов: отчет о НИР/Т.2 ОАО «ТОМС»; Иркутск – 2011 г.