УДК 622.765.06

В.С.АЛЕКСЕЕВ
Хабаровский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ДОВОДКЕ КОНЦЕНТРАТОВ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «ПРИИСК СОЛОВЬЕВСКИЙ»)

Для эффективного извлечения мелкого и тонкого золота предложен способ предварительной обработки концентрата химическими реагентами на основе галогенидов. Определены рациональные дозировки и разработана схема цепи аппаратов оборудования ШОУ с предварительной реагентной обработкой концентратов драг и промывочных приборов.

A method of preliminary concentrate processing with chemical halide-based reagents has been proposed to enhance tiny and fine gold extraction. Rational chemical dosages have been established, and schlicks processing installation chain scheme has been designed that envisages preliminary reagent processing of concentrates from dredges and washing machines.

В связи с отработкой богатых россыпных месторождений и необходимостью вовлечения в эксплуатацию россыпей со сложными условиями залегания, развитие золотодобывающей промышленности во многом связано с созданием физико-химической геотехнологии. Это обусловлено также и тем, что значительный потенциал техногенных россыпей, содержащих существенную долю мелкого (–0,25 мм) и особо мелкого (менее 0,1 мм) золота в настоящее время используется с низкой эффективностью, так как отработка их ведется, как правило, с использованием в процессе обогащения традиционных шлюзовых аппаратов. Созданием и внедрением физико-химического метода воздействия реагента на частицы ценного компонента при их извлечении на шлихо-обогатительных установках (ШОУ) занимались специалисты ИГД ДВО РАН (лаборатория проблем освоения россыпных месторождений совместно с лабораторией процессов извлечения полезных ископаемых из руд и россыпей) и ХГТУ.

В техногенной россыпи Соловьевского прииска наблюдается неравномерное распределение золота в поперечном профиле долины. По данным разведки и ситового анализа кассового золота в россыпи преобладает металл мелких классов крупности (менее 1 мм). Поверхность золотин – шагреневая, зернистая, иногда кавернозная, с покрытиями, зачастую плотными, из гидрооксидов металлов, амальгамы, а в выемках и кавернах видны присыпки рудных минералов и породы. Золото с такими морфологическими характеристиками обладает высокой плавучестью, что значительно осложняет процессы его извлечения традиционными методами.

При дражной разработке остаточных запасов природно-техногенных россыпных месторождений обогатительный комплекс

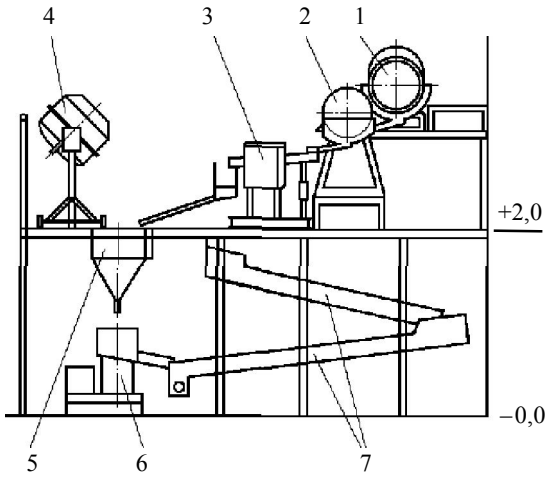


Рис.1. Схема компоновки оборудования для реагентной технологии в ШОУ
1– грохот (ПОУ-4); 2 – магнитный сепаратор; 3– концентрационный стол СКО-2; 4 – смеситель; 5 – бункер-накопитель; 6 – сепаратор ЦВК-200; 7 – контрольный шлюз

на некоторых драгах заменяется технологией обогащения золотосодержащих песков на отсадочных машинах. В этом случае в черновой концентрат поступает значительное количество (до 20-30 %) мелкого и тонкого золота, при доводке которого на существующем оборудовании в ШОУ неизбежны большие потери. Установлено, что величину потерь этих фракций золота можно уменьшить путем предварительной обработки концентрата экологически безвредными реагентами.

Модернизация технологии обогащения драги № 1 (замена шлюзов на отсадочные машины с развитой схемой первичной доводки концентрата) позволит с большей эффективностью извлекать мелкое и тонкое золото, следовательно, доводка его в ШОУ также требует соответствующих изменений традиционной технологии.

Эффект реагентной технологии достигается за счет создания на поверхности частиц золота слоя из адсорбированных молекул реагента, способных с ними взаимодействовать. При контакте золотосодержащего сырья с реагентом происходит электрохимический процесс возникновения двойного электрического слоя между раствором и твердыми частицами золота, ионами реагента и ионами воды. В результате происходит взаимодействие частиц золота со средой, частицы золота практически освобождаются от различных покрытий, при этом пластинчатые и тонкочешуйчатые формы золотин смачиваются водой (повышаются гидрофильные свойства) и хорошо улавливаются гравитационными аппаратами.

Существующая в ШОУ технологическая схема переработки и доводки дражных концентратов, дополненная оборудованием для реагентной обработки, показана на рис.1 и включает следующие процессы:

- реагентная обработка концентрата;
- классификация в барабанном грохоте ПОУ-4 (крупность –2,5 мм);
- мокрая магнитная сепарация (МС);
- концентрация немагнитной фракции на концентрационном столе СКО-2;
- электроплавка концентрата.

Полученный концентрат драг разделялся на две равные весовые части. Одна часть подвергалась реагентной обработке, вторая была контрольной. Контрольный концентрат обрабатывался без реагента по традиционной в ШОУ технологии. При обработке концентрата реагентом исследуемый концентрат предварительно загружался в смеситель 4, в него же добавляли воду до соотношения Т:Ж = 1:0,25.

Введением в перемешиваемую минеральную массу бикарбоната натрия устанавливалось pH среды, равное восьми. Затем в пробу поочередно с интервалом 2 мин вносили компоненты реагента в определенном количестве. После 30-минутной активации в смесителе обработанный реагентами концентрат выгружался, дальнейшую его обработку производили по существующей на предприятии технологии. Магнитный материал сепаратора и немагнитные хвосты СКО-2 через контрольный двудечный шлюз 7 направлялись в спецотвал за пределы ШОУ. Завершающими операциями были перечистка промпродукта и плавка полученного концентрата. Результаты извлечения золота в концентрат СКО-2 после обработки химическими реагентами приведены в таблице.

Были дополнительно определены потери металла в хвостах переработки концен-

Величина извлеченного золота

Номер драги	Извлечение золота из концентрата, г				Масса Au, извлеченного из хвостов доводки концентрата, мг							
	С реагентной обработкой		Без реагентной обработки		С обработкой концентрата реагентом				Без обработки концентрата реагентом			
	Масса концентрата, кг	Масса Au, г	Масса концентрата, кг	Масса Au, г	Все хвосты доводки. Масса хвостов, кг Масса Au, мг	Немагнитные фракции. Масса фракций, кг Масса Au, мг	Магнитные фракции. Масса фракций, кг Масса Au, мг	Всего: хвосты, кг Au, мг	Все хвосты доводки. Масса хвостов, кг Масса Au, мг	Немагнитные фракции. Масса фракций, кг Масса Au, мг	Магнитные фракции. Масса фракций, кг Масса Au, мг	Всего: хвосты, кг Au, мг
Драга № 1	120	635	120	590	120 736,7	66 459,6	42 496,7	228 1693	120 2321,4	66 280,1	42 825,1	228 3426,6
Драга № 2	177	3385	177	3305	177 1563,7	75 2306	18 176,4	270 4037,1	177 3871,6	75 1774,1	18 908,3	270 6654,0
Итого	297	4020	297	3895	297 2300,4	141 2465,6	60 673,1	498 5730,1	297 6193	141 2054,2	60 1733,4	498 10080,6
Содержание, г/т	13535,4 (+3,2 %)*		13114,5 (–3,2 %)		7,74 (меньше в 2,7 раза)	17,49 (+19,8 %)	11,22 (меньше в 2,6 раза)	11,51 (–75,9 %)	20,95 (больше в 2,7 раза)	14,6 (–19,8 %)	28,89 (больше в 2,6 раза)	20,24 (+75,9 %)

*В скобках показана величина увеличения (+) или уменьшения (–) содержания золота в концентратах и в хвостах при реагентной обработке и без нее.

трата контрольной пробы при их обработке реагентами и без обработки. Предварительно материал классифицировался на сите с диаметром отверстий 1,6 мм; фракции –1,6 мм также делились на две равные весовые части, одна из которых была обработана реагентом. Обе эти пробы по отдельности через бункер-накопитель 5 направлялись на центробежно-вибрационный концентратор ЦВК-200 6. В нескольких случаях исследовались хвосты переработки концентратов по отдельности – отдельно немагнитные фракции и магнитные. Данные о величине извлеченного золота из хвостов концентрационного стола, немагнитных и магнитных фракций сепаратора, обработанные реагентом и без реагента, также приведены в таблице.

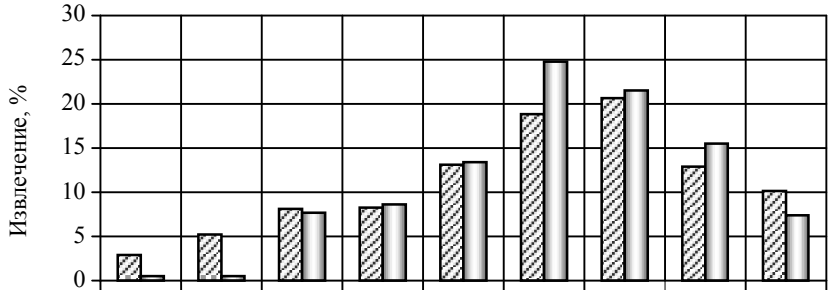
Установлено, что при реагентной обработке концентратов двух драг, полученных только за трое суток их работы, извлечено золота на 125 г больше (на 3,2 %) в сравнении с традиционной технологией, при этом потери металла в хвостах доводки уменьшились в среднем на 75,9 %. При реагентной обработке концентратов в хвостах доводки без разделения их на магнитные и немагнитные минералы потери металла меньше в 2,7 раза по сравнению с потерями в хвостах без обработки концентрата реагентом. В то же время наблюдается некоторое (на 19,8 %) увеличение потерь металла в немагнитных фракциях хвостов доводки концентратов при использовании реагента. Это объясняется некоторыми, еще не установленными, особенностями минерального состава хвостов, не позволяющими добиться оптимального действия реагента.

Диаграммы изменения крупности золота, извлекаемого из хвостов доводки, после воздействия химических реагентов показаны на рис.2.

Анализ данных рис.2 позволяет установить следующее:

1. В хвостах доводки концентратов, подвергнутых воздействию реагента, существенно уменьшилась доля золота крупностью свыше 1,6 мм. В то же время увеличилась доля фракций золота крупностью от 0,63 до 0,1 мм.

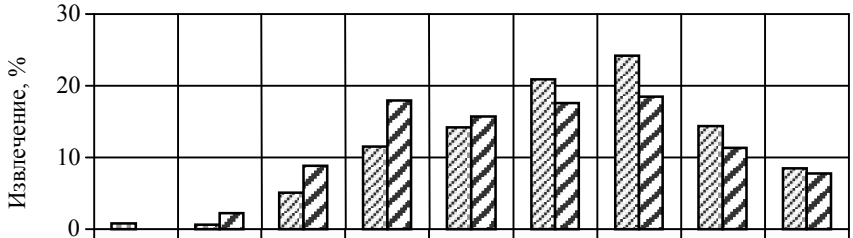
а



	+2,5	+1,6	+1,0	+0,63	+0,4	+0,31	+0,2	+0,1	-0,1
без реагентной обработки, %	2,9	5,2	8,1	8,3	13,1	18,8	20,6	12,9	10,1
с реагентной обработкой, %	0,5	0,5	7,7	8,6	13,4	24,8	21,5	15,5	7,4

Фракция, мм

б



	+2,5	+1,6	+1,0	+0,63	+0,4	+0,315	+0,2	+0,1	-0,1
без реагентной обработки, %	0,8	0,6	5,1	11,5	14,2	20,9	24,2	14,3	8,5
с реагентной обработкой, %	0	2,2	8,9	18	15,7	17,6	18,5	11,3	7,8

Фракция, мм

Рис.2. Изменение крупности золота после раздельной и совместной реагентной обработки хвостов доводки концентрата
а – все хвосты доводки концентрата; *б* – магнитные фракции хвостов доводки

2. При анализе потерь золота с магнитными фракциями в хвостах доводки концентратов с использованием реагента видно, что возросла доля фракций в пределах от 1,6 до 0,4 мм, а доля фракций менее 0,315 мм уменьшилась. Это говорит о том, что воздействие реагента проявляется не только в улучшении гидрофильных свойств частиц золота, но и в их возможном укрупнении.

В экспериментах было обработано 498 кг концентрата, затраты на обработку 1 т концентрата составляют 200 руб., т.е. фактически было затрачено около 100 руб. Расчетная выручка за год от реализации 7,4 кг золота составит 2960 тыс.руб. На обработку 40 т концентрата (по 100 кг в сутки на 1 драгу) потребуется 8,0 тыс.руб., т.е. условная годовая прибыль будет равна 2 млн 952 тыс.руб.

Выводы

Для эффективного извлечения мелкого и тонкого золота предложен способ предварительной обработки концентрата химическими реагентами на основе галогенидов. Определены рациональные дозировки и разработана схема цепи аппаратов оборудования ШОУ с предварительной реагентной обработкой концентратов драг и промывочных приборов. Обработка дражных концентратов химическими реагентами повышает извлечение золота до 5 % за счет изменения свойств его поверхности и снижения потерь с магнитными хвостами доводки.