УДК 622.7

Ю.В.ВОЙТИШИНА
Московский государственный институт стали и сплавов

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАВИТАЦИОННО-ФЛОТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ РУД

Показана целесообразность применения гравитационно-флотационной схемы обогащения с использованием винтовых шлюзов и концентрационных столов и последующей флотацией хвостов гравитации с использованием собирателя S-703. При его расходе 50 г/т возможно получение концентрата с максимальным извлечением 40 %.

Expediency of applying gravitational flotation method of enriching with using of spiral gole and table concentrator and following flotation of gravitation tailings with collector S-703 is shown. At collector consumption 50 g/t is possible to obtain of concentrate with maximum extraction 40 %.

Хвосты обогащения золотосодержащих руд в хвостохранилищах представляют промышленный интерес как источник получения цветных и благородных металлов, а также других ценных компонентов.

В работе исследовалась возможность выделения в отдельный золотосодержащий продукт свободного золота и золотонесущих сульфидов из лежалых хвостов обогащения Гайской обогатительной фабрики, которая перерабатывает сульфидные медно-цинковые руды.

Материал лежалых хвостов в значительной мере окислен и содержит много водорастворимых солей, часть цветных металлов представлена окисленными минералами, а свободное золото обычно имеет покрытия из гидроксидов железа. В хвостах присутствуют также органические вещества (смазочные масла, флотореагенты).

Анализ пробы лежалых хвостов включал физико-химический анализ вещественного состава исследуемой пробы руды, гравитационно-флотационный и флотационный.

При проведении экспериментов использовались аппараты гравитационного обогащения: винтовой шлюз ВШ-500 и концентрационный стол «Gemeni-60», – а также флотационные реагенты: ксантогенат; S-703 (в виде эмульсии); вспениватель Т-80; известь негашеная (в виде порошка).

Определение содержания золота в исследуемых продуктах обогащения проводилось с помощью химического анализа в институте «Гинцветмет».

Поскольку пирит и сульфиды меди являются основными рудообразующими минералами сульфидных медно-цинковых руд Гайского месторождения, с которыми тесно ассоциирована значительная масса золота, выполнены исследования по распределению пирита, халькопирита, борнита, халькозина, минералов породы и других сопутствующих минералов по классам крупности продуктов технологической схемы Гайской обогатительной фабрики.

Значительная часть золота ассоциирована с пиритом, разновидности которого в руде Гайского месторождения представлены угловато-обломочными и неполнокристаллическими агрегатами, которые достаточно легко разрушаются при измельчении, а также кристаллами кубической, октаэдрической и пентагондодэкаэдрической структуры, из которых две последние являются генетически золотонесущими. Массовая доля золотонесущих пиритов значительно больше массовой доли пиритов, не содержащих золота или с малой его концентрацией.

Таблица 1

Гранулометрический состав пробы и распределение золота по классам крупности

Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание, г/т				Распределение, %			
		$Au_{об}$	$Au_{сул}$	$Au_{св}$	$Au_{п}$	$Au_{об}$	$Au_{сул}$	$Au_{св}$	$Au_{п}$
+0,25	5,29	1,45	0,21	1,24	0,129	5,19	0,80	3,93	0,46
–0,25 + 0,10	25,58	2,0	0,40	1,60	0,098	34,6	6,91	25,99	1,71
Σ + 0,10	30,87	1,91	0,28	1,43	0,104	39,8	7,71	29,92	2,17
–0,10 + 0,074	18,76	2,40	0,52	1,88	0,093	30,5	6,60	22,67	1,18
–0,074 + 0,044	13,98	2,0	0,52	1,48	0,094	18,9	4,91	13,12	0,89
0,044 + 0	36,40	0,44	0,07	0,37	0,18	10,8	1,72	4,69	4,42
+0,044	63,6	2,08	0,45	1,53	0,098	89,2	19,2	65,71	14,2
Σ –0,25 + 0,044	58,31	2,13	0,47	1,57	0,096	83,9	18,4	61,78	3,78
Исходное	100	1,48	0,31	1,04	0,13	100	20,9	70,40	8,66

Таблица 2

Гранулометрический состав лежалых хвостов, масс. доли

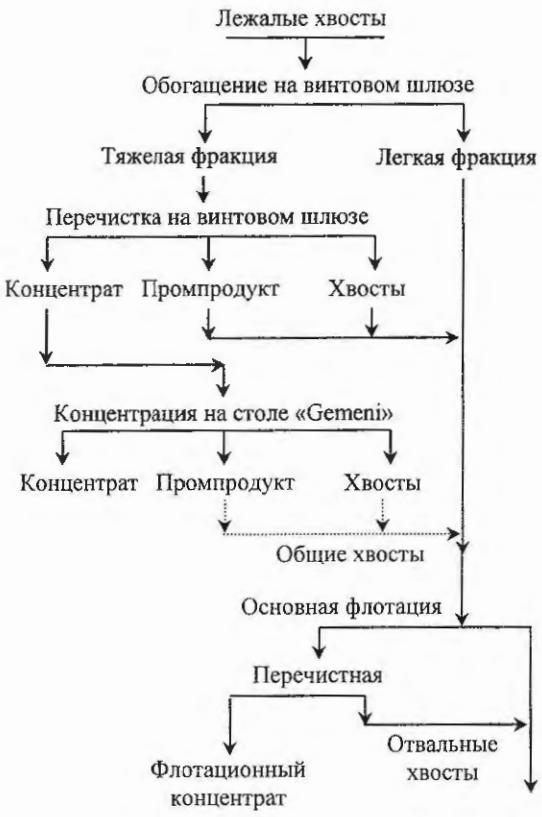
Класс, мм	Выход, %	Содержание, г/т		Извлечение, %	
		Cu	Au	Cu	Au
0 + 0,295	10,4	0,23	0,5	6,57	4,17
–0,295 + 0,208	13,3	0,22	0,7	8,06	7,46
–0,208 + 0,147	14,9	0,31	0,5	12,7	5,97
–0,147 + 0,104	15,1	0,42	1,3	17,4	15,7
–0,104 + 0,074	12,6	0,46	1,6	15,6	16,2
–0,074 + 0,044	10,0	0,40	1,8	11,0	14,4
–0,044	23,7	0,44	1,9	28,7	36,1
Итого	100	0,36	1,25	100	100

В табл.1 приведен гранулометрический состав пробы измельченной руды и распределение золота по классам крупности, из которого видно, что к классу +0,074 мм, который можно рассматривать как гравитационный, относится около 70 % всего золота, причем основная часть его в свободном виде.

Результаты ситового анализа пробы песковой фракции хвостохранилища фабрики (табл.2) подтверждают, что значительная часть золота сосредоточена в гравитационных классах крупности (+0,074 мм), которые могут быть успешно выделены в тяжелую фракцию при разделении на винтовом шлюзе, являющемся наиболее простым, экономичным и эффективным аппаратом по сравнению с отсадочной машиной или центробежным концентратором для данного типа продуктов, в которых большая часть золотин имеет уплощенную форму.

Для выделения благородных металлов из лежалых хвостов в пиритный продукт были использованы гравитационная, флотационная, гравитационно-флотационная (сочетание винтового шлюза с концентрационным столом и последующая флотация хвостов гравитации) схемы.

Физические и структурные характеристики разновидностей пиритов и золота таковы, что наиболее благоприятные условия для разделения пиритов по крупности и плотности могут быть созданы на винтовых шлюзах. Применение винтовых шлюзов для извлечения свободного золота и сростков золота с сульфидами с неправильной угловато-обломочной и уплощенной структурой целесообразно и для рудных минеральных продуктов обогащения, и для техногенного сырья, но после перечистки на винтовом шлюзе получается недостаточно богатый



Гравитационно-флотационная схема обогащения лежалых хвостов

концентрат. Поэтому проведены опыты по гравитационно-флотационной схеме обогащения (см. рисунок).

Результаты гравитационного обогащения лежалых хвостов (табл.3) показывают, что обогащение на шлюзе в сочетании со столом «Gemeni» позволило выделить продукт с выходом 4,6 % золота при извлечении 24,6 % от массы и с содержанием золота в этом продукте 6,2 г/т.

Таблица 3

Результаты гравитационного обогащения лежалых хвостов

Продукты	Выход, %	Содержание Au, г/т	Извлечение Au, %
Концентрат стола	4,60	6,20	24,6
Промпродукт стола	3,70	2,00	6,40
Хвосты стола	2,30	1,30	2,60
Промпродукт шлюза	6,20	0,60	3,40
Хвосты шлюза	7,20	0,75	2,80
Концентрат шлюза	10,9	3,57	33,6
Хвосты гравитации	95,4	0,90	75,4
Исходное	100	1,16	100

Флотация хвостов гравитации производилась с использованием реагентов: ксантогената и S-703. Наилучшие показатели обогащения хвостов гравитации получены при расходе ксантогената 40 г/т, при котором извлечение золота во флотационный концентрат достигало 39,6 %. При флотации хвостов гравитации с использованием собирателя S-703 при его расходе 50 г/т возможно получение концентрата с максимальным извлечением 40 %.

Научный руководитель д.т.н. проф. *В.А.Бочаров*