

УДК 622.7.016.3

**К.Е. Ананенко, В.А. Вагнер, В.И. Брагин,
А.В. Макшанин**

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЗОЛОТА В ОПЕРАЦИЯХ ШЛИХОДОВОДКИ

Исследован вещественный состав продуктов шлиходоводки. Предложена упрощенная методика исследования состава и технологических свойств на примере материалов ЗАО "Прииск Удерецкий".

Ключевые слова: золото, анализ, шлиходоводка, распределение.

Семинар № 26

Доводка черновых золотосодержащих концентратов является последней и одной из самых ответственных стадий при извлечении россыпного золота. В голове доводочных схем используется традиционные обогатительные аппараты: отсадочные машины, концентрационные столы и центробежные аппараты. На завершающей стадии доводки могут использоваться: магнитожидкостные сепараторы в совокупности с подготовительной магнитной сепарацией, а также различные типы вибрационных механических лотков.

По некоторым данным, потери золота при доводке могут достигать 10% и более. [1] По всей видимости, такое количество потерь связано с несовершенством используемых методик доводки, применяемого оборудования и режимов его работы. Так, например, магнитожидкостная сепарация, которая весьма часто применяется при доводке, не обеспечивает качественного выделения золотин, крупность которых менее 0,1 мм. [2] Доводка на вашгерде – доводочном станке, — является весьма трудоемкой, малопроизводительной, а так же зависящей от опыта промывальщика

операцией. А извлечение золота на данном оборудовании, при высокой квалификации доводчика, не превышает 96%. [3] Таким образом, повышение извлечения в цикле доводки возможно путем применения сочетания различных методов извлечения золота, а также использования развитых технологических схем доводки.

Для практических целей сокращения потерь золота при доводочных процессах необходимо иметь достоверную информацию о технологических свойствах, как материала поступающего на доводку, так и о продуктах доводки. Такая информация, в случае применения традиционных методов доводки должна включать в себя следующие сведения:

- гранулометрический состав;
- распределение металла по классам крупности;
- количественную оценку свободного металла, а так же металла заключенного в сростках;
- фракционный состав;
- магнитные свойства.

Эти данные являются основой для понимания поведения фазовых форм золота в процессе доводки. Владея такой информацией можно с высокой

степень достоверности прогнозировать технологические показатели работы схем шлиходоводки. Использование этих данных позволяет выбрать максимально эффективную технологическую схему шлиходоводки, а также определить оптимальное аппаратное оформление полученной схемы. Для действующих производств возможно существенное сокращение и упрощение технологической схемы за счет приспособления ее к особенностям вещественного состава шлихов конкретного предприятия.

Для оценки количества свободного золота на сегодняшний день считается общепринятой исследовательская методика, включающая использование ртути. [4] Однако для небольших золотодобывающих предприятий применение данной методики осложнено рядом трудностей, связанных с организацией отдельного специально оборудованного помещения, применением токсичных материалов и прочих. В статье предпринята попытка разработать упрощенную методику оценки реальных потерь золота при доводке черновых гравиконоцентратов. Исследования проведены на продуктах шлиходоводки одного из золотодобывающих предприятий расположенного на территории Енисейского края – ЗАО «Прииск Удерейский».

Для проведения исследований по изучению вещественного состава продуктов шлиходоводки были отобраны следующие технологические пробы: хвосты вашгерда, концентрат Голджин, хвосты Голджин, хвосты МГС. Для данных проб проводились ситовой, фракционный и магнитный анализы.

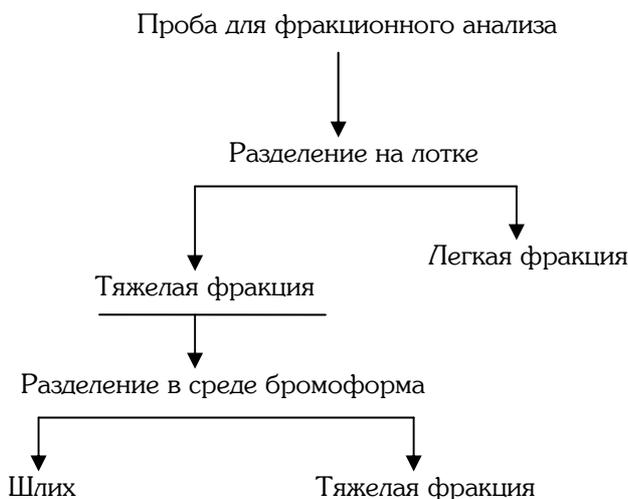


Рис. 1. Схема проведения фракционного анализа

Ситовой анализ выполнялся на стандартном наборе сит. Определение содержания золота в классах крупности производилось по стандартной методике пробирного анализа.

Проведен фракционный анализ, с получением легкой, тяжелой и шлиховой фракции. По результатам фракционного анализа можно сделать выводы о возможности извлечения золота гравитационными методами.

Разделение на легкую и тяжелую фракцию производится вручную на ручной лотке. Тяжелая фракция, полученная на лотке, подвергается промывке в среде тяжелой жидкости – бромформе (трибромметане), удельный вес которой $2,899 \text{ г/см}^3$. Промывка производится в фарфоровой чашечке, имитирующей лоток. Промывка производится до получения в шлихе практически чистого золота. Схема проведения фракционного анализа представлена на рис. 1.

Кроме гравитационных методов, по причине большого содержания в шлихах магнитных минералов, весьма часто используют магнитную

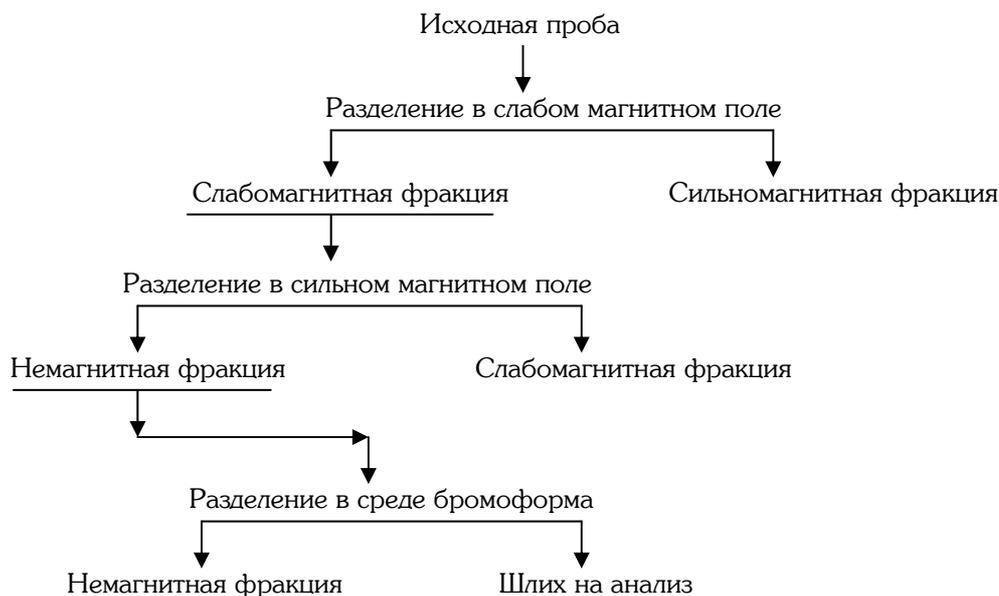


Рис. 2. Схема проведения магнитного анализа

сепарацию в слабом поле ~ 80 кА/м и сильном поле $\sim 560 - 800$ кА/м. Разделение в слабом поле производят при помощи ручных магнитов при малом объеме шлиха, либо на барабанном сепараторе мокрым способом. Разделение в сильном поле проводится сухим способом на валковом сепараторе. В данной работе разделение в слабомагнитном поле проводилось при помощи ручного магнита. Сепарация в сильном поле проводилась на лабораторном сепараторе СЭ-138Т при токе в катушках 7 А. Схема магнитного анализа представлена на рис. 2.

В связи с весьма малым выходом сильномагнитной фракции во всех анализируемых продуктах, данная фракция была объединена со слабомагнитной. Все продукты анализировались стандартным методом пробирного анализа.

Результаты анализа всех полученных продуктов представлены в табл. 1. Различие данных незначительно

(0,97-8,4%) и укладывается в нормативную погрешность.

Результаты анализа распределения золота по классам крупности показаны в табл. 2. Для всех проб, за исключением хвостов МГС, основная часть металла находится в крупности $-0,63+0,140$ мм. В хвостах МГС основная часть золота сосредоточена в классе $-0,140+0$ мм.

Результаты фракционного анализа, представленные в табл. 3, показывают, что в продуктах шлихопроводки содержание шлихового золота от 60,6% до 91%. В совокупности с данными распределения золота по классам крупности это свидетельствует о неоправданно высоком содержании золота в хвостах шлихопроводки.

В табл. 3 представлены результаты магнитного анализа. Согласно данным результатам выход магнитной фракции достаточно высокий — 51,8-76,3%. При достаточно низком извлечении золота в магнитную

Таблица 1

Содержание золота в пробах определенное по балансу ситового анализа и прямым определением

ПРОДУКТ	Содержание золота, г/т:	
	Баланс ситового анализа	Прямое определение
Хвосты вашгерда	96,1	92,8
Хвосты МГС	1665,8	1611,6
Концентрат Голджин	1752,3	1735,3
Хвосты Голджин	22,6	24,5

Таблица 2

Распределение золота по классам крупности

Класс крупности, мм	Распределение золота, %			
	Хвосты вашгерда	Хвосты МГС	Концентрат Голджин	Хвосты Голджин
-5+2,5	0,10	0,00	0,00	0,00
-2,5+1,25	0,67	0,00	0,00	0,00
-1,25+0,63	22,02	8,17	15,05	12,90
-0,63+0,315	40,14	5,84	56,07	61,74
-0,315+0,14	21,82	12,43	25,33	15,95
-0,14+0,074	10,81	43,29	2,84	5,34
-0,074+0	4,44	30,28	0,71	4,07
Итого	100,00	100,00	100,00	100,00

Таблица 3

Фракционный состав золота продуктов шлиховодки

Продукт фракционного анализа	Содержание и распределение золота в продуктах шлиховодки							
	Хвосты вашгерда		Хвосты МГС		Концентрат Голджин		Хвосты Голджин	
	г/т исходного	%	г/т исходного	%	г/т исходного	%	г/т исходного	%
Шлиховое золото	87,5	91,0	1412,6	84,8	1193,3	68,1	13,7	60,6
Тяжелая фракция	4,3	4,5	89,9	5,4	487,1	27,8	0,8	3,7
Легкая фракция	4,3	4,5	163,3	9,8	71,9	4,1	8,1	35,7
Итого	96,1	100,0	1665,8	100,0	1752,3	100,0	22,6	100,0

фракцию, за исключением хвостов МГС. Рентгенофазовый анализ данной фракции показал, что в ее состав преимущественно входят ильменит и хромшпинелиды. Таким образом, наиболее тяжелые темноцветные минералы оказываются именно в магнитной фракции, обеспечивая тем самым более благоприятный состав немагнитной фракции для гравитационного разделения.

Закключение

В ходе работы предложена упрощенная методика оценки потерь золота при доводке черновых гравии-

концентратов и проведены ее испытания в условиях шлиховодочного предприятия ЗАО «Прииск Удереиский».

Результатам испытаний сводятся к следующему:

1) Установлено содержание золота в продуктах шлиховодки, а также его распределение по классам крупности. Во всех пробах, за исключением хвостов МГС, золото в основном представлено мелкими и средними классами. В хвостах МГС золото более чем на 80% представлено тонкими классами;

Таблица 4

Распределение золота (в %) по магнитным фракциям

Продукт	Хвосты Вашгерда		Хвосты МГС		Концентрат Голджин		Хвосты Голджин	
	Выход	Извлечение	Выход	Извлечение	Выход	Извлечение	Выход	Извлечение
Магнитный	51,8	10,3	76,3	36,5	58,2	4,4	67,1	14,0
Немагнитный	48,1	2,1	23,5	13,0	41,6	28,0	32,8	18,6
Шлих	0,1	86,6	0,2	50,5	0,2	67,6	0,1	67,3
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

- Фракционный анализ показал, что большая часть металла — 60,6-91,0% — представлена шлиховым золотом, которое достаточно легко извлекается гравитационными методами;

- Магнитным анализом установлена возможность применение магнитной сепарации в процессе извлечения золота из продуктов шлиховодки. Магнитная сепарация позволит в данном случае получить высокую степень сокращения материала, при этом пе-

реход золота в магнитную фракцию незначителен, за исключение пробы хвостов МГС, в которых золото переходит в магнитную фракцию 36,5%. По всей видимости, это связано с замасливанием поверхности золотин магнитной жидкостью, которая и обеспечивает их магнитные свойства. Таким образом, возникает необходимость дополнительной обработки для устранения магнитной жидкости с поверхности золотин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пугачев В.С. Дополнительное золото можно получить в ЗПК, не тратя деньги на горные работы. - Золотодобыча № 117, август, 2008 г.

2. РМО ОАО Иргиредмет. Извлечение мелкого и пластинчатого золота путем плавки концентратов в руднотермических печах. - Золотодобыча, №121, Декабрь, 2008

3. Замятин О.В., Лапатын А.Г., Санникова Н.П., Чугунов А.Д. Обогащение золотосодержащих песков и конгломератов. - М., Недра, 1975. - с. 264: ил.

4. Зеленев В.И. Методика исследования золото- и серебросодержащих руд. - 3 изд. перераб. и доп. - М.: Недра, 1989. - с. 302: ил.

Коротко об авторах

Ананенко К.Е. – Институт цветных металлов и материаловедения, кафедра Обогащения полезных ископаемых, ananenko@inbox.ru

Брагин В.И. – профессор, доктор технических наук, Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, кафедра Обогащения полезных ископаемых, vic.bragin@gmail.com

Вагнер В.А. – кандидат технических наук, vagner@priisk.su

Макшанин А.В. – , Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, кафедра Обогащения полезных ископаемых, maction@mail.ru

