

Испытание центробежного концентратора «Шихан» - гравитационного аппарата нового типа.

В.М. Лепехин, М.П. Алексеев, А.В. Пухов — ООО «Гиромашины»

Гравитационные процессы обогащения руд и россыпей до настоящего времени занимают ведущее положение. Это обусловлено высокой производительностью аппаратов, относительно низкими материальными, трудовыми и энергетическими затратами. При этом гравитационное обогащение, наряду с магнитной сепарацией, является наиболее экологически безопасной технологией.

Внедрение в практику золотодобычи четверть века назад центробежных концентраторов фирмы «Knelson» сделало возможным перейти к обогащению более тонких классов сырья и способствовало оживлению интереса к развитию технологии гравитационного обогащения. Конструкция и принцип разрыхления постели (флюидизация) этих концентраторов хорошо известны специалистам. Эти аппараты успешно работают во многих странах мира.

Однако, как показывает практика, при своих явных достоинствах эти аппараты обладают рядом недостатков. Центробежные концентраторы с флюидизацией постели, во-первых, весьма чувствительны к колебанию расхода разрыхляющей воды, во-вторых, степень извлечения таких аппаратов по мнению ряда специалистов резко падает при увеличении содержания в исходном продукте тяжелых минералов и глинистых частиц. (Сурнин А.А., Иванов П.О. Технология опытно-промышленной отработки косовых месторождений россыпного золота. ЗОЛОТОДОБЫЧА №119, октябрь 2008, с.37)



Рис. 1.

Концентраторы с флюидизацией не способны эффективно улавливать сырье флотационного класса крупности в силу того, что в этих аппаратах, в том месте, где свойственно накапливаться самым мелким тяжелым частицам сырья, происходит подача разрыхляющей воды. Процесс взвешивания частиц золота крупностью менее 50 микрон в потоке воды происходит при скорости потока несоизмеримо ниже скорости струи флюидизирующей воды даже в поле центробежных сил 50g. Поэтому местоположение пылевидного золота в каждой рифле чаши весьма неопреде-

ленно и не имеет устойчивого значения, эти частицы склонны к вымыванию.

Данные по извлечению пылевидного и тонкодисперсного золота в настоящее время весьма противоречивы. Есть утверждения, что «30 мкм можно считать теоретически возможным нижним пределом крупности частиц золота, извлекаемых гравитационными методами» (Т.Н.Александрова. Проблемы извлечения тонкодисперсного золота из песков техногенных россыпей и некоторые пути их решения. ЗОЛОТОДОБЫЧА, август 2010, с. 21).

Производители почти всех центробежных концентраторов в технических показателях своих аппаратов указывают нижний предел не 30, а 5 мкм при извлечении от 60 до 90%. Однако убедительных подтверждений этим заявлениям в практике золотодобычи нет. Причины при этом указываются разные: наличие большого количества сростков, недостаточная дезинтеграция и т.д.

Наряду с конструкциями фирм «Итомак», «Falcon», аппараты которых работают с тем же принципом разрыхления постели, появились концентраторы ЦВК (ОАО «Грант»), ЦКПП (МНПО «Полиметалл») и др. Здесь разрыхление постели осуществляется либо наложением высокочастотных колебаний на чашу концентратора, либо наложением деформаций. Это аппараты относят к аппаратам сегрегационного типа.

Было показано (Богданович А.В. Интенсификация процессов гравитационного обогащения в центробежных полях. Обогащение руд, 1999, №1–2, с. 33–35), что центробежные концентраторы сегрегационного типа обеспечивают более эффективное улавливание тонкого самородного золота (крупностью менее 50 мкм), чем концентраторы, в которых разрыхление постели осуществляется вводимой в рифли чаши водой.

Однако известные концентраторы второго, сегрегационного типа не получили широкого распространения в обогащательной промышленности ввиду своих механических особенностей, не позволяющих создавать надежные аппараты большой единичной производительности.

Известны сообщения (Л.А. Нехоршев. Золото и кварц. «Золото и технологии» №1(8) февраль 2010 г. с. 48) о создании центробежного концентратора, в котором для разрыхления постели, чаше концентратора придается переменное тангенциальное ускорение. Однако результаты работы такого концентратора носят отрывочный характер.

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований работы центробежного гравитационного концентратора сегрегационного типа, разрыхление постели в котором происходит за счет наложения на равномерное вращение чаши крутильных колебаний.

Концентратор содержит чашу с гладкими стенками и кольцевым порогом на краю слива. Наличие порога обеспечи-

Вид смеси	Крупность ферросилиция	Выход концентрата	Содержание тяжелого в концентрате	Извлечение тяжелой фракции в концентрат
Кварцевый песок крупностью -0,14 мм (87%) с добавкой ферросилиция до 1%	-0,063 мм	2,5 %	от 6 до 30 %	90,1–93,5 %
То же самое	-0, 012 мм	2,5 %	от 1,6 до 24 %	90,4 – 91 %

Табл. 1.

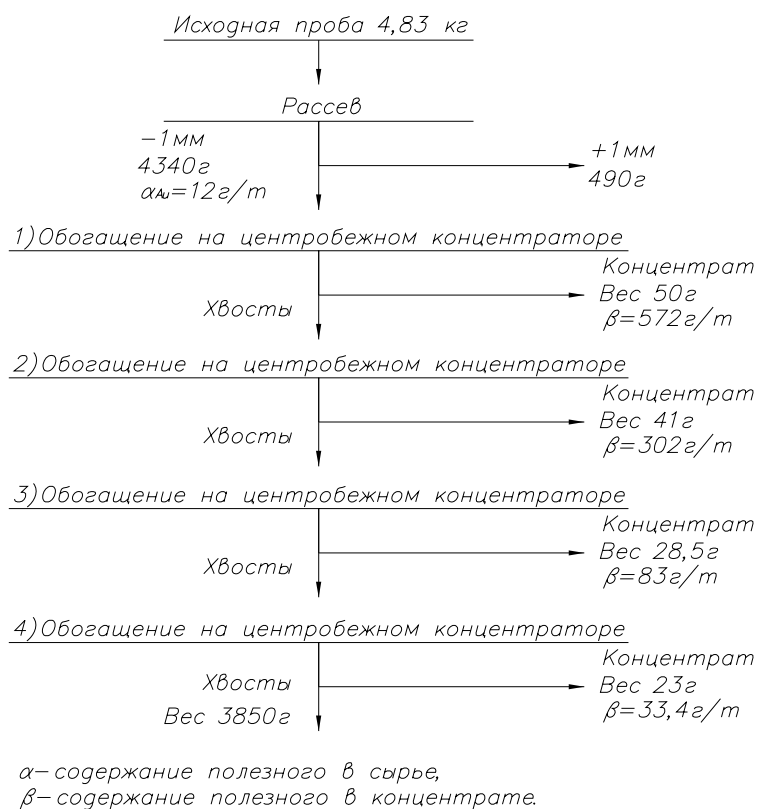


Рис. 2

вает создание пристенной постели во вращающейся чаше и накопление в ней тяжелой фракции. В рабочем режиме пульпа подается на дно чаши, отбрасывается центробежными силами на стенку, движется вверх, легкая фрак-

ция сливается через кольцевой порог, а тяжелая накапливается в чаше. При движении пульпы в чаше на частицы сырья, кроме центробежных сил, действует знакопеременный тангенциальный сдвиг. Разработано несколько ▶

модификаций концентратора под общим названием «ШИХАН». Устройство запатентовано в России и ряде зарубежных стран.

Первый цикл экспериментов проводился на искусственных смесях. (табл. 1.) Задачей проведения экспериментов являлась проверка эффективности работы концентратора при переработке тонких классов в широком диапазоне рабочих параметров.

Испытания велись на концентраторе со следующими техническими параметрами:

- внутренний диаметр чаши — 65 мм;
- среднее значение центробежного ускорения — 48 g;
- максимальное значение тангенциального ускорения — 40 g;
- амплитуда крутильных колебаний на радиусе 35 мм — около 7 мм;
- производительность — 60 кг/час на всем цикле.

Тестирование проведено по методике приближенной к методике, разработанной и используемой в «Механобр-Инжиниринг» д.т.н. Богдановичем А.В. (см. А.В. Богданович, С.В. Петров, Сравнительные испытания концентраторов различного типа).

При этом необходимо отметить следующие моменты:

- изменение Т/Жв питания в диапазоне от 1/1 до 1/4 практически не влияло на извлечение ферросилиция в концентрат;
- изменение в процессе экспериментов центробежного ускорения чаши от 45 g до 60 g также не несло существенных изменений в показатели извлечения;

- при изменении массы вводимого ферросилиция в исходное питание от 0,2% до 1%, извлечение тяжелого в концентрат не выходило из диапазона 90,1–93,5 % и начинало снижаться только при содержании ферросилиция в концентрате более 33%.

Крупность вводимого ферросилиция контролировалась путем просеивания.

Второй задачей проведения экспериментов была попытка оценить извлечение золота класса минус 50 мкм при обогащении глинистых руд.

В качестве исходного сырья было взято сырье Тамбовского месторождения — глинистые коры выветривания с золотом преимущественно тонких классов. По данным специалистов института «Иргиредмет» доля илито-глинистой фракции крупностью менее 0,1 мм достигает 70%, в том числе фракции гидравлической крупности минус 0,030 мм — около 66%. (Сырье получено через специалистов ООО «Алмазтех» от ООО «Брединская золоторудная компания»)

Испытания велись на концентраторе со следующими техническими параметрами (рис. 1):

- внутренний диаметр чаши — 100 мм;
- среднее значение центробежного ускорения в процессе работы — 48 g;
- максимальное значение тангенциального ускорения — 30 g;
- амплитуда крутильных колебаний около — 8 мм;
- производительность — 100 кг/час.

Кроме отбора исходного сырья по классу минус 1 мм, подготовка материала заключалась в дезинтеграции путем трехминутной циркуляции в центробежном насосе в замкнутом режиме.

На рис. 1 — фотография концентратора в сборе. На рис. 2 — приведена схема и результаты эксперимента. На рис. 3 — фотография концентрата полученного в первой стадии обогащения. На рис. 4 — фотография рассева группы зерен золота. На рис. 5 — размер 270 наугад взятых зерен золота.

Из рисунка 5 видно, что основная часть золота находится в классе менее 50 мкм. Первые две стадии обогащения дают извлечение около 78%.

Третья задача проведения экспериментов состояла в проверке работы концентратора по обогащению сырья с высоким содержанием тяжелой фракции. Обогащение хвостов ШОФ месторождения «Кондер».

Взято 10,8 кг. Хвосты более чем на 50% содержали ферромагнитную фракцию. Отсеяно 5 кг по классу минус 0,7 мм.

Процесс проводился на концентраторе с внутренним диаметром чаши 100мм в режиме аналогичном предыдущему. Выход концентрата составил 33 грамма.

Результаты анализов на содержание золота, палладия и платины в исходном продукте и в концентрате представлены в табл. 2. Хвосты обогащения не анализировались.

Технологический продукт	Выход %	Содержание Au г/т	Содержание Pt г/т	Содержание Pd г/т	Извлечение Au %	Извлечение Pt %	Извлечение Pd %
Продукт ШОФ	100	0,085	7,19	0,041	100	100	100
Концентрат	0,66	2,3	1197	5,5	17,8	Около 100	88,5
Хвосты	99,34	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д

Табл. 2.

Технологический продукт	Выход %	Содержание Pt г/т	Содержание Pd г/т	Извлечение от операции Pt %	Извлечение от операции Pd %
Продукт 1-НОФ	100	1,04	2,63	100	100
Концентрат	2,23	33,3	14,7	71,4	12,4
Хвосты	97,77	н/д	н/д	н/д	н/д

Табл. 3.

Технологический продукт	Выход %	Содержание Pt г/т	Содержание Pd г/т	Извлечение от операции Pt %	Извлечение от операции Pd %
Истертые хвосты	100	н/д	н/д	н/д	н/д
Концентрат	2,45	5,88	16,04	31	22
Хвосты	97,55	0,31	1,38	69	78

Табл. 4.



Рис. 3.

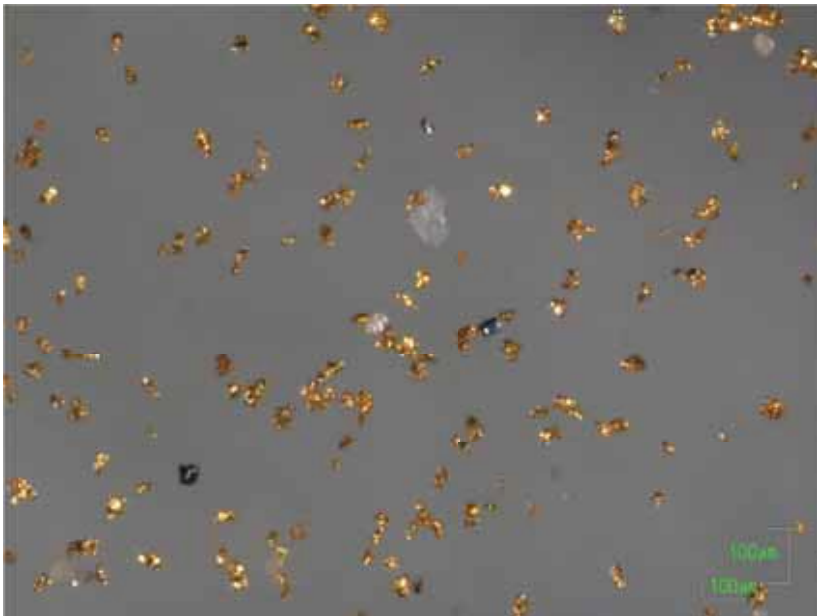


Рис. 4.

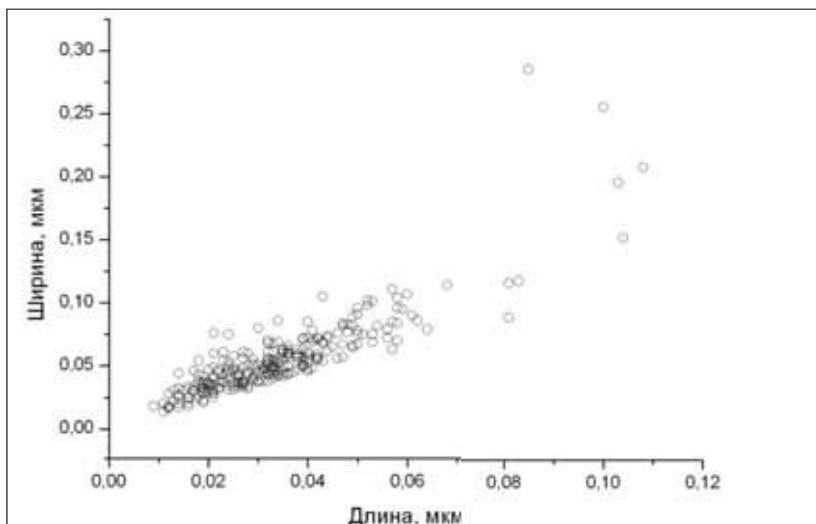


Рис. 5.

Везде, в том числе и в таблицах 2, 3 и 4 приведены цифры, полученные в результате пробирного анализа. Они могут не всегда точно соответствовать балансу содержаний металла во фракциях.

Обогащение хвостов Норильской обогатительной фабрики НОФ-1 (юго-восточная часть хвостохранилища).

Исходный продукт весом 4800 г класса крупности минус 1 мм, содержание ферромагнитной фракции около 10%. Продукт не подвергался никакой предварительной обработке.

Процесс проводился на концентраторе с внутренним диаметром чаши 100 мм в режиме аналогичном предыдущему. Результаты анализа полученных продуктов представлены в табл. 3

После этого из полученных хвостов было взято 3,5 кг и истерто до класса крупности минус 0,074 мм.

Полученный продукт подвергся обогащению в режиме первой стадии. Результаты анализа полученных продуктов приведены в табл. 4.

Итого, общее извлечение платины составило около 80%, а палладия — около 31%. По данным специалистов ГМК — это максимально возможные результаты для гравитационного способа.

По результатам проведенных экспериментов видно, что испытанный центробежный концентратор сегрегационного типа с разрыхлением постели путем наложения на вращение чаши крутильных колебаний имеет следующие достоинства:

- способность работать с минимальным расходом воды при содержании твердого до 50% без снижения показателей извлечения;
- способность перерабатывать как глинистое сырье, так и сырье с высоким содержанием черных минералов;
- способность извлекать пылевидное золото;
- способность накапливать концентрат с высоким содержанием благородных металлов.

При этом аппарат дает устойчивые результаты при изменении режима работы и прост в управлении.

Авторы выражают благодарность Башлыковой Т.В и Пахомовой Г.А., а также их коллегам — сотрудникам ООО «НВП Центр-ЭСТАгео» за ряд снимков, выполненных на аппарате Mineral-7, три из которых представлены в данной статье. ♦