

УДК 622.765.4

**А.И. Матвеев, С.И. Саломатова**

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ФЛОТАЦИИ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ**

*Описана экспериментальная центробежная флотомашина с периферийной разгрузкой концентрата для проведения флотации на поверхности вращающейся жидкости. Приведены результаты флотации реальных продуктов обогащения золотосодержащей руды.*

*Ключевые слова: флотация, вращающаяся жидкость, поверхность воды, частица минерала, центробежная сила, условие равновесия, гидрофобность, золотосодержащие материалы.*

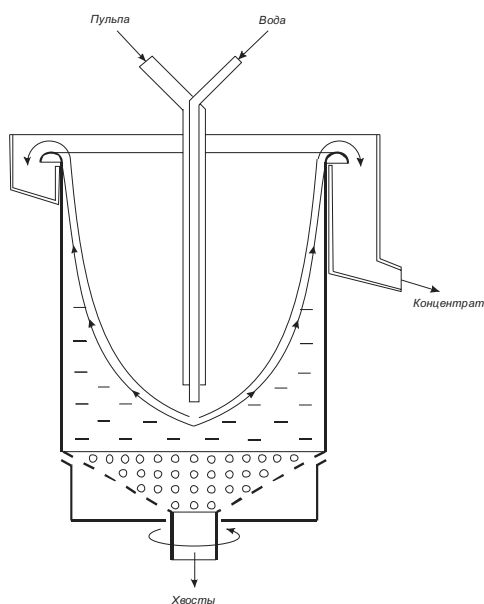
---

**Ф**лотация остается одним из наиболее традиционных методов обогащения золота. При создании новых флотационных аппаратов применяют различные способы воздействия на процесс минерализации [1]. Один из способов влияния на эффективность процесса флотации – применение гравитационного поля вращения жидкости – центробежная флотация. Высокоскоростной закручивающийся поток пульпы позволяет увеличить силу инерции тонких частиц и получить за счет принудительной подачи воздуха любое количество мелкодиспергированных воздушных пузырьков, что увеличивает вероятность столкновения последних с обогащаемым полезным компонентом. В итоге скорость флотации в центробежной флотомашине позволяет добиться, чтобы время флотации равнялось времени закрепления пузырьков на поверхности частиц. Этому может способствовать эффект разделения минералов по плотности, за счет которого будут эффективно разделяться и концентрироваться минерализованные пузырьки. В настоящее время центробежные флотомшины не по-

лучают широкого применения, в основном, из-за трудности поддержания пенного слоя, вследствие чего происходит разубоживание концентрата.

В разработанном в ИГДС СО РАН способе флотации (Пат. РФ № 2248849) разделение минеральных частиц происходит по гидрофобности в тонком слое на поверхности движущегося потока воды (пульпы), за счет приложения центробежных сил [2]. Разработана конструкция и изготовлен опытный образец центробежной флотомшины с периферийной разгрузкой концентрата для осуществления данного способа. Проведенными предварительными экспериментальными исследованиями установлено, что центробежные флотомшины наиболее эффективно работают в перемешивающей операции флотации, при этом не требуется дополнительного добавления реагентов в данную операцию.

Схема движения продуктов в центробежной флотомашине с периферийной разгрузкой концентрата представлена на рис. 1. Камера флотомшины вращается с постоянной угловой скоростью, за счет ее вращения



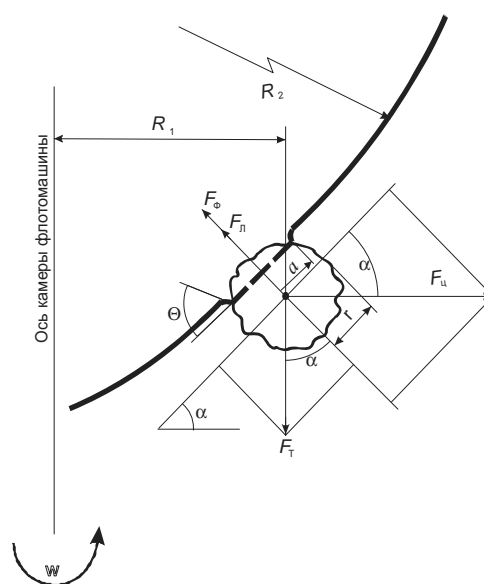
**Рис. 1. Схема движения потоков продуктов в центробежной флотомашине с периферийной разгрузкой концентрата**

поверхность воды внутри камеры приобретает вогнутую форму, при этом поток воды имеет закручивающуюся траекторию поднимающуюся вверх. При постоянной подаче воды в цилиндрическую камеру флотомашины происходит ее непрерывный перелив через верхнюю кромку, скорость перемещения воды увеличивается по высоте водного потока. Флотоконцентрат удаляется через слив флотационной камеры, а хвосты флотации остаются в камере и в последующем удаляются через хвостовой патрубок из нижнего конусного углубления флотационной камеры.

В данном случае действие сил на частицу, находящуюся на поверхности воды при условии равновесия (рис.2), представляется как:

$$\overline{F}_\phi + \overline{F}_z + \overline{F}_л = \overline{F}_T + \overline{F}_ц$$

где  $R_1$  – радиус круга (от вертикальной оси до центра тяжести частицы



**Рис. 2. Силы, действующие на частицу в центробежной флотомашине с периферийной разгрузкой концентрата**

на поверхности жидкости), м;  $R_2$  – радиус поверхности жидкости, м;  $r$  – радиус частицы, м;  $a$  – радиус контура прилипания, м;  $\theta$  – угол наклона поверхности жидкости к горизонту у периметра трехфазного контакта, град.;  $\alpha$  – угол смещения нормали кривой профиля воды в точке нахождения частицы от вертикальной оси, град.

Условие равновесия частицы на поверхности газ-жидкость при постоянных значениях поверхностного натяжения жидкость-газ, крупности и плотности частиц соответствует формуле:

$$F_\phi \sin \alpha = 2\pi a \sigma_{ж-г} \sin \theta + \pi a^2 \sigma_{ж-г} \times \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - \pi r^3 (\rho_m - \rho_b) g \cos \alpha$$

Исходя из этого условия, для частицы, находящейся на поверхности вращающейся жидкости, величина отрывающей силы с поверхности газ-

жидкость зависит от скорости вращения камеры флотомашин и от гидрофобности частицы ( $\sin\theta$ ), а отрывающая составляющая силы – центробежная сила в любой точке на поверхности воды в камере флотации одинакова.

Проведенными испытаниями центробежной флотомашин установлено, что наиболее рациональные условия разделения золотосодержащих материалов достигаются при вращении камеры флотомашин 400 об/мин, минимальном уровне воды в камере флотомашин 1/3 от объема камеры, толщине потока воды, переливаемого с кромки цилиндрической камеры флотомашин 0,3 мм, расходе воды на единицу периметра разгрузочной кромки камеры 4,17 л/мин на единицу периметра разгрузочной кромки камеры. При этом концентрат равномерно разгружается по всему кругу верхней кромки камеры флотомашин.

Вертикальное расположение камеры флотомашин является оптимальным положением для соблюдения условий равномерной подачи исходного продукта на водную поверхность, а также для накопления определенного объема хвостов в нижней части камеры, не нарушая процесса [3].

В результате экспериментальных исследований с использованием центробежной флотомашин с периферийной разгрузкой концентрата, (реагентный для основной флотации бутиловый ксантогенат – 300 г/т, сосновое масло – 50 г/т), при содержании золота в исходной пробе 19,5 г/т получен концентрат перечистки с содержанием 43,42 г/т.

Подтверждена возможность доизвлечения золота из проб, содержащих 1,4 г/т золота. Полученный концентрат перечистки содержит 6,8 г/т золота, хвосты перечистки – 1,04 г/т золота.


---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лавриненко А.А., Краснов Г.Д. Современное состояние и основные направления создания флотационной техники // Горный журнал, 2007.- №2.- С. 108-117.

2. Патент №2248849 РФ В 03 D1/24 Способ флотации и центробежная флотационная машина /А.И. Матвеев, С.И. Са-

ломатова, А.И. Чикидов, А.М. Монастырев. и др. – БИ №9. – 2005. – (Ч.4). – С.949.

3. Матвеев А.И., Саломатова С.И. Флотация золота на поверхности вращающейся жидкости // Якутск. Изд-во ЯНЦ СО РАН. 2008. - 141 с. 

---

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Матвеев Андрей Иннокентьевич - доктор технических наук, старший научный сотрудник, Саломатова Светлана Ивановна - кандидат технических наук, e-mail: ssalomatova@mail.ru  
Учреждение Российской академии наук Институт горного дела Севера им. Н.В.Черского Сибирского отделения РАН (ИГДС СО РАН), г. Якутск,

