

ХАЦЕМАГ
АЛЛМИНЕРАЛ

Применение инновационной пневматической флотационной камеры allflot недропользователем рассматривается как тренд при сокращении потерь в обогащении тонкого золота



А.В. Лебедев —
Генеральный директор
ООО «ХАЦЕМАГ
АЛЛМИНЕРАЛ»



Лутц Маркворт —
Директор по продажам техно-
логий в России и странах СНГ
allmineral Aufbereitungstechnik
GmbH & Co. KG

Широкое применение традиционных методов обогащения золота с помощью механических и пневмомеханических флотомашин не дает гарантию потерь тонких открытых золотин с хвостами обогащения, в двух типах камер неизбежны турбулентные потоки, разрушающие связь частица-пузырек, из-за конструктивных внутренних вращающихся частей камер, в этой связи применимы комбинированные технологические решения с использованием пневматических камер allflot для доизвлечения мелких классов золота из хвостов флотации или прямого сокращения фронта флотации (аппаратурности) на перечистных операциях флотационного обогащения.

Ключевые слова: пневматическая флотация allflot, флотация ультратонкого золота, селективная флотация, флотация шламов, дофлотация отвальных хвостов, переработка техногенных месторождений.

Современные технологии переработки полезных ископаемых переходят в разряд бережной отработки и освоения недр. Обусловлено это не только прямой прибылью компаний, имеющих лицензии на отработку месторождений, но и постепенным истощением минералогической базы. Совокупно недропользователи находятся в нескончаемом поиске и знакомствах с новыми методами извлечения минеральных частиц без потерь, при этом вовлекаются специалисты участвующие в научно-исследовательских работах, как в лаборатории, так и в условиях флотационных контуров действующих ЗИФ.

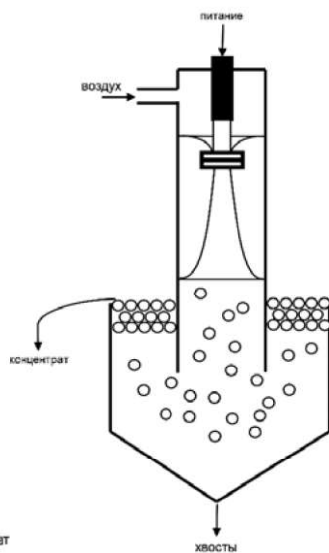
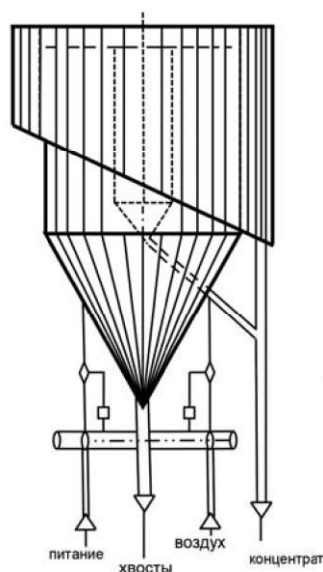


Рис. 1, 2 и 3. Типы камер

| ФМ | Содержание золота в питании, г/т | Содержание золота в концентрате, г/т | Содержание золота в хвостах, г/т | Выход концентрата, % | Извлечение золота в концентрат, % | Эффективность обогащения |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| ЗИФ-А | | | | | | |
| Полупромышленная пневматика allflot | 0,66 | 3,64 | 0,46 | 6,29 | 34,69 | 29,28 |
| Лабораторная ФМ | 0,64 | 1,3 | 0,58 | 8,11 | 16,72 | 8,88 |
| ЗИФ-В | | | | | | |
| Полупромышленная пневматика allflot | 0,77 | 3,53 | 0,60 | 5,80 | 26,60 | — |
| ЗИФ-С | | | | | | |
| Полупромышленная пневматика allflot | 0,40 | 3,13 | 0,19 | 7,14 | 55,89 | — |
| Полупромышленная* пневматика allflot | 0,38* | 3,10 | 0,34 | 1,45 | 11,82 | — |

Табл. 1. Дофлотация отвальных хвостов камерных продуктов контрольной операции

* Лежащая проба хвостохранилища

Развитие технологии пневматической флотации за последние 8 лет привело к промышленному прогрессу флотационного обогащения руд, драгоценных и промышленных минералов, а также неметаллических промышленных минералов в использовании на различных переделах и в комбинациях на основных, контрольных и перечистных операциях флотационного обогащения.

Историческая оценка пневматической флотации началась в Германии. Так в 1920-х годах существовала камера WUNSCHSCHÄUMER, в конце 1970-х гг. конструкция камеры профессора Бара из Технического университета Клаусталь (рис. 1). Вскоре после этого в течение 1980-х гг. была разработана

камера вертикальной струйной флотации (труба с нисходящим потоком) профессора Симониса (Берлин). Профессоры Симонис и Джеймсон построили камеру Джеймсон (рис. 2). С момента разработки многие вариации камер профессора Бара были выпущены под разными названиями, включая EKOFLLOT, PNEUFLOT, ALLFLOT и IMHOFLOT. Технология allflot принадлежит компании allmineral с 1990-х гг. и имеет давние традиции. Название allflot с того времени не изменилось. Дизайн претерпел значительные изменения (рис. 3).

Специалистами allmineral Aufbereitungstechnik GmbH & Co. KG были выполнены полупромышленные испыта-

ния пневматической флотационной технологии allflot на ряде золотоизвлекательных фабрик России и СНГ в открытых потоках контура флотации (табл. 1).

Главной целью проведения испытаний было снижение потерь тонких классов золота с хвостами флотации, оценка прироста операционного извлечения, в том числе определение технологических показателей гидрометаллургического извлечения золота из полученных флотационных концентратов. Производительность по пульпе комплекса allflot при плотности 23–28 %, составила 6–9 м³/ч. Необходимо отметить, что технологические гарантии достижения показателей предоставляются компанией allmineral после полу-

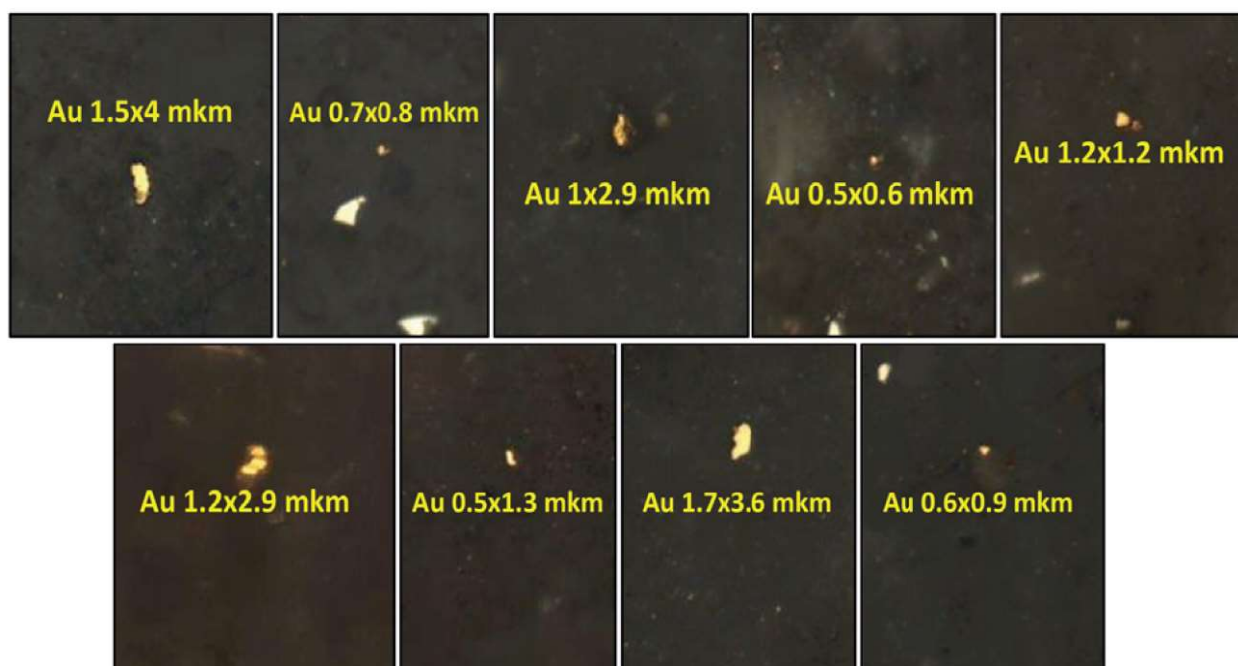


Рис. 4. Частицы свободного ультратонкого и тонкодисперсного золота в связующем полистироле

| Класс крупности, мм | Питание флотации | | | Концентрат флотации | | | Хвост флотации | | | |
|---------------------|------------------|-------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|
| | Вес продукта, г | Выход продукта, % | Содержание по классам, г/т | Золото, % | Распределение по классам, % | Вес продукта, г | Выход продукта, % | Содержание по классам, г/т | Золото, % | Распределение по классам, % |
| +0,20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -0,20+0,15 | 6 | 1,24 | 0,95 | 1,18 | 1,68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -0,15+0,075 | 102 | 21,03 | 0,85 | 17,88 | 25,50 | 78 | 15,98 | 4,09 | 65,37 | 21,97 |
| -0,075+0,038 | 117 | 24,12 | 0,65 | 15,68 | 22,36 | 91 | 18,65 | 3,48 | 64,89 | 21,80 |
| -0,038 | 260 | 53,61 | 0,66 | 35,38 | 50,46 | 319 | 65,37 | 2,56 | 167,34 | 56,23 |
| Итого | 485 | 100 | 0,70 | 70,11 | 100 | 488 | 100 | 2,98 | 297,61 | 100 |

Табл. 2. Гранулометрические характеристики продуктов обогащения камеры allflot (ручной рассев)



Рис. 5. Мелко-дисперсный пузырьёк при дофлотации камерного продукта золотосодержащей руды

чения результатов на пилотном комплексе allflot, который без применения +/- коэффициента масштабирует результаты промышленных флотомашин allflot.

На ЗИФ-А ведется обогащение тонкодисперсной золотосульфидной руды, представленной сульфидами арсенопирита, пирита, пирротина. ЗИФ-В включает тонкодисперсную золотосульфидную упорную руду, представленную сульфидами арсенопирита, антимонита, пирротина. ЗИФ-С характеризуется шеелит-сульфидной рудой, где в дополнение к программе испытаний была отобрана лежащая проба из 2-летней намывной канавы и подвержена активации поверхности в шаровых мельницах с последующей флотацией в камере allflot.

Под оптическим микроскопом Axio было изучено два брикета 4 и 5 г, сформированные из концентрата с содержанием золота 3,64 г/т, полученного при флотации на камере allflot. В результате обнаружено 16 золотых частиц, из которых:

- 7 частиц в сростках с пустой породой и арсенопиритом — 43,7 %, размер 0,6х9,6 мкм;
- 9 частиц в свободной форме — 56,3 %, размеры которых варьируются в пределах 0,5–4 мкм.

Размерность частиц варьируется в пределах 0,5–9,6 мкм², т.е. ультратон-

кодисперсное золото — 0,1–1 мкм² и тонкодисперсное — 1–10 мкм² (рис. 4, с. 101).

Продукты теста, выполненного на ЗИФ-А, были подвержены ситовому анализу и определению в каждом из классов содержания МЕ (табл. 2), что позволило подтвердить глубину операционного обогащения тонких классов золота в камере allflot.

Извлечение 34,33 % золота, выход 8,06 % из таблицы 1. В расчете по классам: -0,15+0,075 мм — 25,3 %; -0,075+0,038 мм — 23,5 %; -0,038 мм — 43,5 %. Итоговое извлечение — 34,33 %.

Выводы

Пневматическая флотомашин allflot показала преимущества в обогащении тонких классов золота и выступает как дополнительный инструмент в сокращении потерь на ЗИФ. Обосновано это отсутствием вращающихся частей в камере (которые пагубно влияют на связи частица-пузырек) и широким спектром образования сверхмелких пузырьков.

Компания allmineral Aufbereitungstechnik GmbH & Co. KG в апреле 2020 г. запустила в работу дочернюю структуру ООО «ХАЦЕМАГ АЛЛМИНЕРАЛ», находящуюся в России. Параллельно идет формирование графика проведения НИР на II квартал 2021 года потенциально заинтересованных обогатительных предприятий. ♦