

УДК 622.767(002)

И.Ф. Лебедев, А.И. Матвеев

ИССЛЕДОВАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ОБОГАЩЕНИЯ ФЛЮОРИТОВЫХ РУД

Проведенные эксперименты по обработке руд с содержанием 35 % флюорита с использованием оборудования модульной рудообогатительной установки показали, что получение кондиционных концентратов с содержанием флюорита 65 % возможно при изменении конструкции пневмосепаратора, с реконструкцией узла разгрузки концентратов при увеличении выхода концентрата до 50 %.

Ключевые слова: пневмосепаратор, пневматическое обогащение, флюоритовая руда.

Для предварительной оценки возможности пневматического обогащения флюоритовых руд одного из месторождений Монголии по заказу ООО «Алекс Кларк» (г. Москва) был проведен комплекс исследований на базе использования пневмосепаратора ПОС-2000 (разработка ИГДС СО РАН). Техническая характеристика пневмосепаратора приведена в табл. 1.

Для исследования технологических свойств была доставлена флюоритовая руда из месторождения Монголии с общим весом 650 кг. Максимальная крупность рудных кусков 250 мм. Руда представляет собой интенсивно прокварцованный и брекчированный

песчаник охристо-светлосерого цвета. В некоторых обломках отмечаются мелкие листоватые обломки аргиллита со следами скольжения на поверхности. Обломки руды пронизаны тонкими (0,2–1,0 мм) и тончайшими прожилками кварца и опала (20–30 мк) с флюоритом и охристым материалом. В некоторых образцах наблюдаются линзы и шпирсы флюорита размером до 2–4 см. Тонкообломочная масса руды выполнена гидроокислами железа и глинистым материалом (10–12 %). В составе последнего отмечено наличие монтмориллонита.

В целом, состав руды отражает брекчированное штокверковое месторождение, подвергнутое выветриванию до гетит-монтмориллонитового состава.

Обработка руды включала операции дробления, измельчения и пневматическую сепарацию с разделением на легкую и тяжелую фракции.

Внешний вид сепаратора ПОС-2000 представлен на рис. 1.

Принцип работы пневмосепаратора заключается в отдуве тонкоизмельченного материала потоками воздуха в радиальных восходящих прямооточных каналах рабочей чашеобразной камеры.

Таблица 1

Техническая характеристика пневмосепаратора ПОС-2000

Показатели	Параметры
Производительность	6 т/ч
Мощность	5 кВт
Сокращение исходного материала (для золотых руд)	до 16 раз
Масса	2100 кг



Рис. 1. Пневмосепаратор в работе

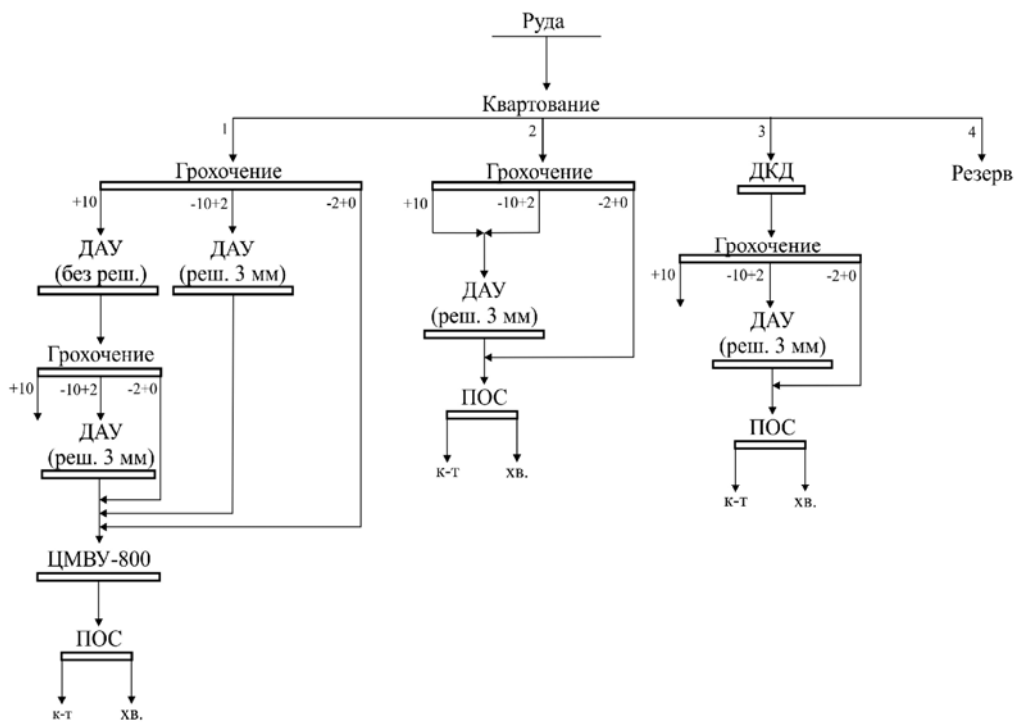


Рис. 2 . Общая технологическая схема переработки флюоритовой руды

Исследования проводились на открытой площадке при отрицательной температуре (октябрь 2009 г.), температура окружающей среды во время проведения испытаний составляла – 12–15 °С.

Исходная проба флюоритовой руды массой 650 кг методом квартования была разделена на 4 пробы. Одна проба складировалась в резерв. Остальные три пробы обрабатывались по отдельной схеме обработки. Общий вид технологической схемы обработки проб представлен на рис. 2.

Как видно из схемы, обработка трех проб отличается по рудоподготовке.

Проба № 1 подвергалась разделению на грохоте на 3 класса крупности (+ 10 мм; – 10 + 2 мм; – 2 + 0 мм), класс крупности + 10 мм подвергался дроблению на ударной дробилке ДАУ в открытом режиме (без выпускной калиброванной решетки), а материал класса – 10 + 2 мм после классификации дробился на дробилке ДАУ с контрольной калиброванной решеткой 3 мм. Раздробленный материал обоих классов и класс –3+0 мм подвергался дезинтеграции на центробежной мельнице ЦМВУ-800 для глубокого измельчения материала. Измельченный продукт направлялся на пневмосепаратор ПОС-2000 с целью получения концентрата (тяжелая фракция) и хвостов (легкая фракция).

Вторая проба после классификации дробилась на дробилке ДАУ с решеткой 3 мм, раздробленный материал без измельчения на ЦМВУ-800 обогащался на пневмосепараторе ПОС-2000.

Обработка третьей пробы включала на первоначальном этапе дезинтеграцию руды на дробилке комбини-

рованного действия ДКД-300, с целью изучения раскрываемости флюорита при ударном способе дробления, затем классификация и дробление на ДАУ с решеткой 3 мм и обогащение на пневмосепараторе ПОС-2000.

На окончательной стадии рудоподготовки во всех опытах использовалась дробилка активного удара (ДАУ) в закрытом режиме с решетом 3 мм. Измельченный материал представлен классом крупности – 1 мм, что соответствует условиям пневмосепарации на ПОС-2000 (применительно к золотосодержащим рудам).

Недостатком измельчения на центробежном измельчителе является потеря материала в виде трудноулавливаемой тонкодисперсной пыли, выход которой достигает до 30 %. Поэтому в последующих опытах для определения возможности обогащения крупных классов (– 3 мм) на пневмосепараторе, измельчитель не использовался во избежание значительной массовой потери.

Результаты анализа раскрываемости флюорита в процессе ударного дробления с использованием экспериментальной дробилки комбинированного действия ДКД-300 (обработка третьей пробы) показывают, что высокая степень раскрытия флюорита приходится на классы крупности – 2 мм, в котором доля мономинерального флюорита составляет от 61,12 до 98,10 %.

Результаты анализа на дифрактометре D8 Discover с использованием программы количественного анализа (DQuant) продуктов пневматического разделения измельченного материала (концентратов и хвостов) по содержанию флюорита по классам крупности в хвостах и концентрате представлены на рис. 3.

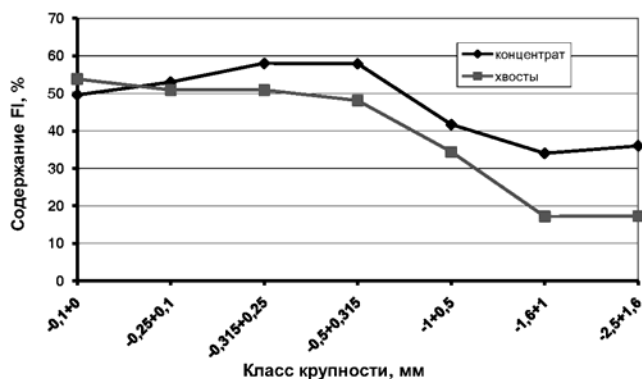


Рис. 3. Суммарное содержание флюорита по классам крупности в хвостах и концентрате по трем пробам

Из графика видно, что для концентратов содержание флюорита в области крупных классов несколько выше, чем для хвостов, а в области мелких классов картина обратная. Это связано с тем, что мелкие фракции флюорита выдуваются в хвосты. Переходная граница разделения проходит по классу – 0,25 + 0,1 мм. При этом существенного различия в количестве флюорита как в концентратах, так и в хвостах не наблюдается. Другое дело, если рассматривать процесс разделения флюорита относительно выделяемых пылеобразных продуктов отдува. Балансовый расчет показывает, что содержание флюорита в пылевидных отдувах достигает до 3–6 %, суммарный выход которых составляет 25–26 % что само по себе пока-

зывает эффективность удаления пустой породы.

Получение данных результатов объясняется особенностью конструкции пневмосепаратора, рассчитанного на максимальное сокращение исходного материала (для руд благородных металлов с содержанием полезных компонентов в пределах от 1 г/т до 100 г/т). Высокое исходное содержание флюорита в руде не позволяет при обогащении концентрировать в концентрат. Хвосты являются также флюорит содержащим продуктом.

Таким образом, обогащение руд с исходным содержанием CaF_2 35 % с использованием пневматической сепарации сводится к увеличенному выходу флюорит содержащих продуктов (концентрат и хвосты пневмосепарации) при получении бедных пылеобразных отдувов.

С учетом проведенных экспериментов ожидаемые результаты обогащения флюоритсодержащих руд приводятся в табл. 2.

При качестве пылеобразных отдувов по содержанию флюорита 9,8 % возможно получение флюоритсодержащих продуктов с содержанием 65 %, при извлечении 96,32 %.

Таблица 2

Ожидаемые результаты обогащения флюорит содержащих руд

Показатели	Выход (γ), %	Содержание, (β), %	Произведение, $\beta \cdot \gamma$	Извлечение, (ϵ), %
Руда на обогащение	100,00	35,38	3126,67	100,00
Объед. пр. к-т + хв.	46,33	65,00	3011,65	96,32
Пылевые частицы	53,67	9,80	525,94	3,68
Баланс	100,00	35,00	3500,00	100,00

Заключение

В ходе экспериментов по обработке руд с содержанием 35 % флюорита с использованием оборудования для обогащения золотосодержащих руд установлено:

- обогащение флюоритовой руды происходит за счет удаления свободного глинистого и охристого материала (10–12 %) из рудной массы в процессе дробления, измельчения и пневмосепарации;

- высокая степень раскрытия флюорита с использованием ударных методов дробления и измельчения достигается при сокращении крупности до 2 мм;

- ожидаемый уровень получения кондиционных концентратов с содержанием флюорита 65 %, возможно при изменении конструкции пневмосепаратора, с увеличением выхода концентратов до 50 %, при максимальном отдуве легких пород. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Лебедев И.Ф. – кандидат технических наук, научный сотрудник, ivleb@mail.ru.

Матвеев А.И. – доктор технических наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией, igds@ysn.ru

Учреждение Российской Академии Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения РАН (ИГДС СО РАН)



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
КУКЛИНА Мария Владимировна	Использование местных топливно-энергетических ресурсов для развития экономики региона	08.00.05	к.э.н.