

И.Ф. Лебедев, Д.М. Гаврильев
**ИССЛЕДОВАНИЯ
ВОЗМОЖНОСТИ
ПНЕВМАТИЧЕСКОГО
ОБОГАЩЕНИЯ
АЛМАЗОСОДЕРЖАЩЕГО
СЫРЬЯ В ВИНТОВОМ
ПНЕВМОСЕПАРАТОРЕ**

Результаты экспериментальных исследований процесса обогащения различных минералов по плотности в опытной конструкции винтового пневмосепаратора с криволинейной рабочей камерой показали высокую степень извлечения для минералов высокой плотности (92–100%), а для средней плотности извлечение составило 66%. При исследовании обогащения минералов низкой плотности происходит классификация по классам крупности. Таким образом, установлено, что опытный образец винтового пневмосепаратора наиболее подходит для обогащения минералов высокой, средней плотности, и для классификации минералов низкой плотности.

Ключевые слова: пневмосепарация, винтовой пневмосепаратор, сухое обогащение, воздушный поток, минералы различной плотности.

В настоящее время разрабатываются в основном крупные месторождения (трубки) с относительно высоким содержанием алмазов, позволяющие рентабельно применять традиционную капиталоемкую и энергоемкую технологию обогащения руд на базе стационарных обогатительных фабрик.

Минерально-сырьевая база коренных алмазов пригодной для открытой отработки на месторождениях, находящихся в непосредственной близости от сложившихся центров добычи и переработки, истощается. Освоение отдаленных месторождений считается сложным из-за труднодоступности, сложности горно-геологических условий добычи руды, а их малые запасы месторождения нерентабельны при применении существующих капиталоемких технологий. Рентабельность производства в отдаленных объектах зависит, в первую очередь, от капитальных

затрат, транспортного и энергетического составляющих при ведении горных работ, перевозке руды и обогащении.

В последнее время, в связи с истощением запасов разрабатываемых месторождений, промышленное освоение отдаленных коренных месторождений алмазов, в том числе бедно товарных становится все более актуальным, но сдерживается отсутствием эффективных технологий и соответствующей техники, в особенности, рудосортировочного, рудоразмольного и обогатительного оборудования.

В лаборатории обогащения полезных ископаемых ИГДС СО РАН проводятся исследования по возможности разделения минералов по плотности в воздушно-песчаном потоке и разработаны аппараты пневматической сепарации тонкоизмельченного рудного материала и показана эффективность их использования.

По результатам ранее проведенных научно-исследовательских работ по изучению возможности пневматического (сухого) обогащения золотосодержащих материалов, разработаны и изготовлены пневмосепараторы ПОС-2000 (рис. 1) [1].

Полупромышленные испытания пневмосепаратора в составе модульной передвижной рудообогатительной установки (МПРОУ) подтвердили практическую возможность осуществления сухого пневматического обогащения рудного золота. Более того, анализ полученных концентратов позволил предположить, а также существенно продвинуть исследования пневмосепара-



Рис. 1. Пневмосепаратор ПОС-2000



Рис. 2. Лабораторная модель винтового пневмосепаратора

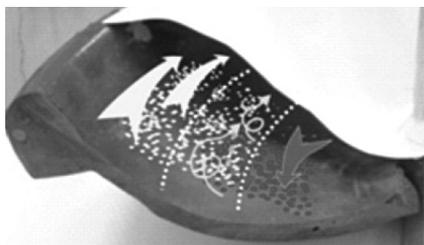


Рис. 3. Схема образования противонаправленных потоков легких и тяжелых минералов

ции в области разделения минералов средней плотности. В результате проведенных исследований найдены условия эффективного разделения минералов по узким фракциям плотности в воздушных и воздушно-песчаных потоках и предложены новые аппараты пневмосепарации, в частности винтовой пневмосепаратор (рис. 2) [2].

В отличие от существующих пневмосепараторов в винтовом пневмосепараторе разделение минералов по плотности достигается за счет организации противонаправленного движения тяжелых и легких фракций в криволинейной аэродинамической рабочей зоне под действием восходящего потока воздуха (рис. 3).

При проведении экспериментальных исследований возможности обогащения алмазосодержащего сырья в качестве испытуемого материала средней плотности кроме обломков граната использовался концентрат ильменита без содержания алмазов.

Испытания по обогащению граната крупностью $-1,6 + 1,0$ мм из обломков кварцевой протолочки показали 90–95% извлечения.

После проведенных опытов полученный концентрат изучался визуальным путем под биноклем. При этом извлечение составило порядка 0,75–0,8. При более детальном изучении под биноклем концентрат состоял, в основном, из ильменита (плотность — $4,7 \text{ г/см}^3$), но не в виде отдельных зерен, а в виде агрегатов тонких песчинок сцементированных силикатами и карбонатами. При этом во многих агрегатах цементирующая составляющая выщелочена и поэтому довольно часто имеют плотность ниже, чем у кварца и карбонатов.

Минералы средней плотности во всех опытах улавливались с коэффициентом извлечения выше 0,9. Об этом же свидетельствуют усредненные величины плотности хвостов. Плотность ильменита в хвостах ниже кварца ($2,65 \text{ г/см}^3$) и иногда составляли всего лишь $2,42 \text{ г/см}^3$.

По результатам проведенных исследований возможности сухого обогащения различных минералов найдены условия эффективного разделения минералов по узким фракциям плотности в воздушных и воздушно-песчаных потоках.

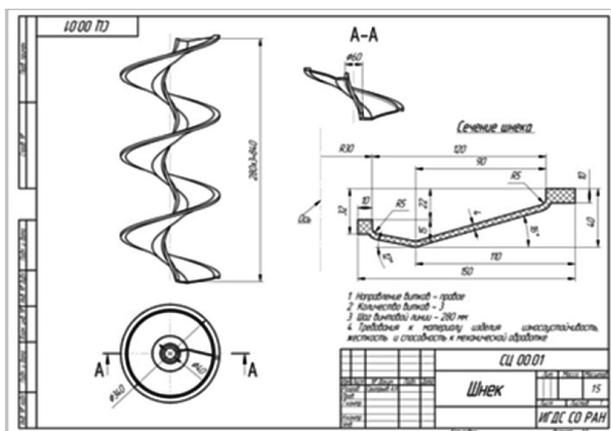


Рис. 4. Полупромышленный винтовой пневмосепаратор

В настоящее время по результатам ранее проведенных исследований обогащения различных минералов в лабораторной модели винтового пневмосепаратора спроектирован и изготовлен опытный образец полупромышленного сепаратора на заводе ОАО «Спирит» г. Иркутск (рис. 4).

Техническая характеристика полупромышленного винтового пневмосепаратора: высота 2105 мм; наружный диаметр рабочего органа 500 мм; количество витков; шаг витка 576 мм; производительность 0,5 т/ч; вес 0,05 т.

При испытании винтового пневмосепаратора в натуральных условиях использовалась смесь измельченной руды месторождения «Дуэт» и в качестве имитаторов минеральных частиц различной плотностью (вольфрам, чугун, свинец), класс крупности обоих материалов -1,6+1 мм. Испытания проводились при различных скоростях подаваемого воздушного потока, для определения степени извлечения различных минералов в зависимости от потока.

Результаты исследований представлены на рис. 5.

Из рисунка видно, что минералы высокой плотности ($12-20 \text{ г/см}^3$) извлекаются от 95–100% при скорости воздушного потока 11–18 м/с, а высокое извлечение минералов средней плотности достигается лишь при 11 м/с, при увеличении скорости

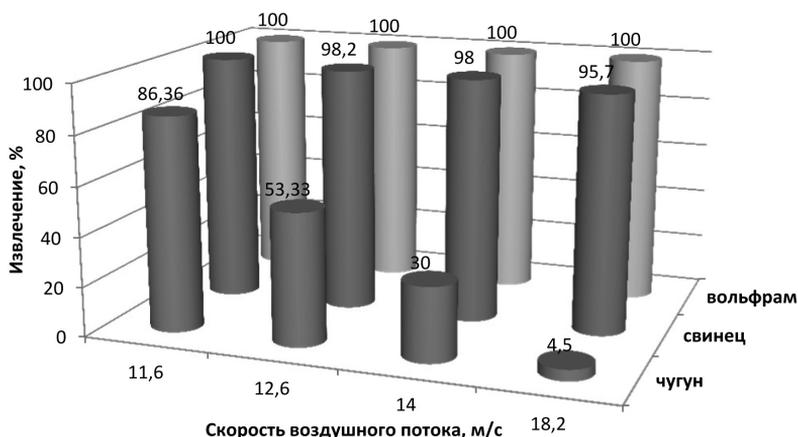


Рис. 5. Сводная гистограмма извлечения различных минералов в зависимости от скорости воздушного потока

потока извлечение резко падает. Это объясняется тем, что чугунный скрап более уплощенный, тогда как минералы высокой плотности по форме ближе к сферическим.

Полученные данные дают основание о возможности обогащения алмазосодержащих материалов методом пневмосепарации.

Поэтому в данное время продолжают активные исследования в направлении расширения возможности пневматических методов обогащения минералов средней плотности, а также их последующей доводки сокращенных материалов.

Перспективность применения сухих технологий определяется целым рядом второстепенных преимуществ, которые позволят существенно снизить себестоимость производства. Это отсутствие в необходимости или ограниченном применении технологической воды, возможность работы в условиях отрицательных температур окружающей среды, отсутствии необходимости строительства помещений с теплым отопляемым контуром, отсутствие в необходимости строительства «мокрого» хвостохранилища, очистных систем и т.д.

Внедрение новых технологий сухой переработки и обогащения алмазосодержащих материалов позволит существенно снизить себестоимость добычи алмазов, а так повысить рентабельность производства алмазосодержащих месторождений, которые в настоящее время не рентабельны осваивать с применением стандартных гравитационных методов обогащения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев А. И., Филиппов В. Е., Григорьев А. Н., Лебедев И. Ф., Федосеев С. М., Винокуров В. Р. Результаты испытания пневмосепаратора ПОС-2000 / Материалы научно-технической конференции «Научные основы и практика разведки и переработки руд и техногенного сырья». – Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2003. – С. 140–144.

2. Филиппов В. Е., Лебедев И. Ф., Матвеев А. И., Григорьев А. Н. Патент № 2194581. Винтовой пневмосепаратор. Ин-т горн. Дела Севера СО РАН. Заявл. 11.01.01; Оpubл. 20.12.02. Изобрет. Полезные модели. – 2002. – № 35. **ПАТЕНТ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Лебедев Иван Феликсович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, e-mail: ivleb@mail.ru,
Гаврильев Дмитрий Макарович – старший инженер, Институт горного дела Севера им. Н.В.Черского СО РАН.

UDC
622.767.55

I.F. Lebedev, D.M. Gavril'ev

RESEARCH POSSIBILITY OF PNEUMATIC ENRICHMENT OF DIAMOND RAW MATERIALS IN THE SCREW SEPARATOR

The results of experimental studies of the process of enrichment of various mineral density in the experimental design of the screw sifter with a curved working chamber showed a high degree of extraction of minerals for high-density (92–100%), and the average density of the extraction amounted to 66%. In the study of mineral-rich low density occurs classification size classes. Thus, it was found that a prototype screw sifter most suitable for mineral enrichment medium, high-density and low-density minerals classification.

Key words: pneumoseparation, screw sifter, powder concentration, airflow, minerals of different densities.

AUTHORS

*Lebedev I.F.*¹, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,
e-mail: ivleb@mail.ru,

*Gavril'ev D.M.*¹, Chief Engineer,

¹ N.V. Chersky Institute of Mining of the North,
Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 677980, Yakutsk, Russia.

REFERENCES

1. Matveev A. I., Filippov V. E., Grigor'ev A. N., Lebedev I. F., Fedoseev S. M., Vinokurov V. R. *Materialy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Nauchnye osnovy i praktika razvedki i pererabotki rud i tekhnogenogo syr'ya»* (Materials of the scientific-technical conference «Scientific basis and practice of exploration and processing of ores and technogenic raw materials»), Ekaterinburg, 2003, pp. 140–144.

2. Filippov V. E., Lebedev I. F., Matveev A. I., Grigor'ev A. N. *Patent RU 2194581*, 20.12.02.