

### **А.В. РУДИЦКИЙ**

(Украина, Днепропетровск, НПФ "Магнитные и гидравлические технологии"),

**К.А. ЛЕВЧЕНКО, В.В. ДЕМЕНТЬЕВ**, кандидаты техн. наук,

### **Л.А. ШАТОВА**

(Украина, Днепропетровск, Государственное ВУЗ "Национальный горный университет"),

### **С.П. БЛИСКУН**

(Украина, Полтава, ОАО "Георесурс")

## **ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ ПЕГМАТИТОВОГО СЫРЬЯ**

Пегматитовое сырье широко применяется на территории Украины предприятиями фарфорофаянсовой промышленности и художественной керамики.

Пегматитами считаются породы, представляющие собой сросшиеся кристаллы калиевого полевого шпата и кварца, содержание которого составляет в среднем 30% и более. Так как кварц входит в состав масс тонкой керамики, то пегматиты полностью способны заменить чистый полевой шпат. Помимо полевого шпата и кварца пегматиты содержат также окись железа, мусковит, биотит и как продукт выветривания каолин. Пегматиты образовались на большой глубине в условиях высоких температур и отличаются крупнокристаллической структурой, а также наличием летучих компонентов (F, Cl, B и др.). Пегматиты представляют собой наиболее перспективный заменитель полевого шпата, запасы которого, поскольку речь идет о высококачественном сырье, сравнительно ограничены.

На данный момент производится пегматит (полевой шпат) пяти марок согласно технических условий ТУ-14.5.-05468498-005-2004: ПТК – пегматит кусковой фракции, не более 300 мм; ПТ – пегматит для тонкой керамики; ПБ – пегматит для производства санитарно-технических изделий; ПС – пегматит для стекольной промышленности; ПВ – пегматит для строительной керамики.

На всех этапах производства пегматитового сырья, начиная с добычи в карьере и до конечного продукта, ведется постоянный ступенчатый контроль качества. Контролю подлежат основные физико-механические свойства: объемный вес, коэффициент фильтрации, насыпной вес и крепость по шкале Мооса. Кроме указанных параметров, в зависимости от марки пегматитового сырья регламентируется также содержание кремнезема, окислов железа, калия, натрия, кальция, магния, алюминия. Основные требования к полевошпатовому и кварц полевошпатовому сырью приведены в ГОСТ 7030-75 и ГОСТ 13451-77.

На отечественных предприятиях для очистки пегматитов от магнитных примесей используются роликовые и валковые сепараторы типа ЭВС с магнитной индукцией 1,1 Тл. Данные сепараторы обладают целым рядом недостатков, основными из которых являются: значительная часть потребляемой мощности (60-70%) расходуется на вращение валков; малый срок службы подшипникового узла; быстрый абразивный износ выступов валка и т.д.

В последние годы разработаны новые типы сепараторов: барьерный маг-

## Загальні питання технології збагачення

нитный сепаратор (БСТ "Туркенич"), роликовый магнитный сепаратор с электрическим снятием магнитного продукта (РСТ "Туркенич") и барабанный магнитный сепаратор на постоянных сверхсильных магнитах (Nd – Fe – В) с магнитной индукцией 0,5...0,7 Тл, которые хорошо зарекомендовали себя при обогащении ильменитовых россыпей и кварцсодержащего сырья [1].

В Днепропетровском горном университете на кафедре обогащения полезных ископаемых совместно с НПФ "Гидравлические технологии" были проведены лабораторные исследования на обогатимость пегматитов трех месторождений различных областей (Запорожской (проба №1), Житомирской (проба №2) и Кировоградской (проба №3)). Содержание  $Fe_2O_3$  в исходных пробах составляло 0,72, 4,0 и 0,76% соответственно. Исследования проводились на барьерном и роликовом сепараторах.

Барьерная сепарация осуществлялась в два приема при индукции магнитного поля в первом приеме 0,7 Тл, во втором – 1,1 Тл. Немагнитный продукт барьерного сепаратора перечищался на роликовом сепараторе "Туркенич", индукция у которого на поверхности ролика составляла 1,6 – 2,0 Тл.

Проба №1 представлена в крупности менее 1,0 мм. Гранулометрическим анализом установлено, что в классе крупности – 0,063 мм, выход которого составляет менее 5%, содержится 3,14%  $Fe_2O_3$ , а в классе  $-1,0+0,063$  мм – 0,61%  $Fe_2O_3$ . Т.е. одна лишь операция обеспыливания позволяет снизить содержание окислов железа на 0,1%, кроме этого предыдущими исследованиями было установлено, что наличие мелкодисперсной пыли не позволяет эффективно проводить разделение на барьерном и роликовом сепараторах. На барьерном сепараторе это связано с тем, что при прохождении магнитного барьера немагнитные частицы, которые составляют основную массу материала, механически захватывают мелкодисперсные магнитные и выводят их в немагнитный продукт, тем самым снижая его качество. При разделении на роликовом сепараторе мелкодисперсные частицы оседают на поверхности ролика за счет сил адгезии, что приводит к снижению значения величины магнитных сил, удерживающих частицы на поверхности ролика, вследствие чего эффективность разделения снижается. В связи с этим исходный продукт подвергался обеспыливания по классу – 0,063 мм.

Результаты исследований представлены на рис. 1.

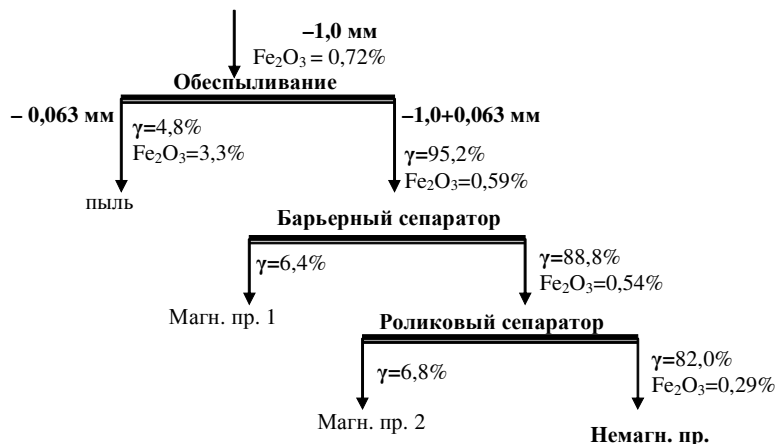


Рис. 1. Результаты обогащения пробы №1

## Загальні питання технології збагачення

Как видим, в результате обогащения получено 82% немагнитного продукта, который содержит 0,29%  $Fe_2O_3$ . По содержанию железа соответствует марки ПМ (пегматит для производства санфаянса, плитки для пола и керамогранита). Качественный пегматит для изготовления тонкой керамики, глазури, электродов должен содержать не более 0,2%  $Fe_2O_3$  (марка КПШМ 0,2). Для повышения степени раскрытия пробу измельчили до крупности – 0,8 мм и подвергли обогащению при тех же условиях. Результаты обогащения приведены на рис. 2.

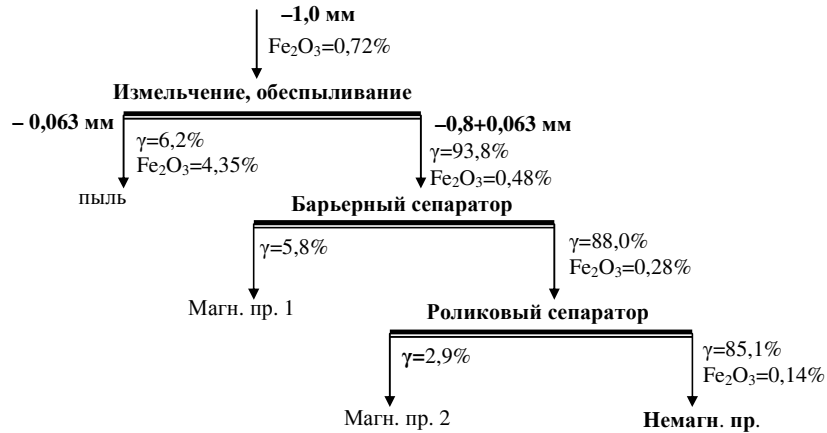


Рис. 2. Результаты обогащения измельченной пробы №1

Как видно из приведенных результатов, при измельчении выход класса -0,063 мм увеличился незначительно (на 1,4%). Но в этом случае уже барьерная сепарация, проведенная в два приема, позволяет получить пегматит марки ПМ при содержании окислов железа 0,28%. При пересортировке на роликовом сепараторе получен продукт с содержанием  $Fe_2O_3$  – 0,14%, что соответствует кондиции для марки ПШС 0,20 и КПШМ 0,2.

По аналогичной схеме были подвергнуты обогащению пробы №2 и №3. Проба №3 была представлена в крупности -0,8+0,063 мм, а поэтому измельчению и обеспыливанию не подвергалась.

Результаты обогащения по предложенной схеме приведены на рис. 3.

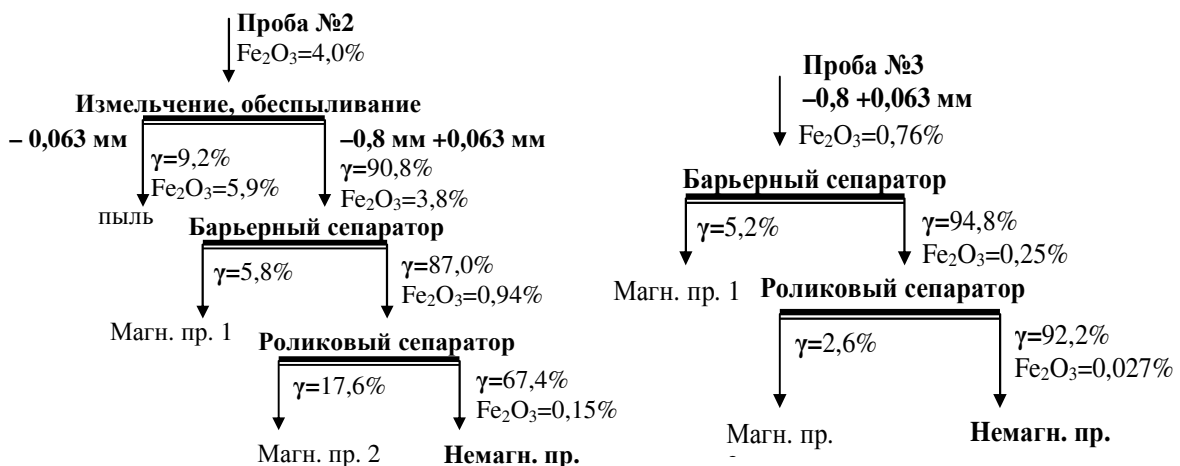


Рис. 3. Результаты обогащения пробы №2 и пробы №3

## **Загальні питання технології збагачення**

В результате обогащения из пегматитов пробы №2 получено 67,4% продукта, содержащего 0,15%  $Fe_2O_3$ , который соответствует марке КПШМ 0,2. Из пегматитов пробы №3 уже после барьерной сепарации получено 94,8% продукта, содержащего 0,26% окислов железа, а после перечистки на роликовом сепараторе полученный высококачественный продукт с содержанием  $Fe_2O_3$  менее 0,03%.

Для анализа влияния процесса обеспыливания на показатели обогащения были проведены опыты на продукте пробы №2, который не подвергался воздушной сепарации (обеспыливанію). В результате было получено 56,7% немагнитного продукта роликового сепаратора (против 67,4), в котором содержание  $Fe_2O_3$  выросло более чем в два раза и составило 0,35%. Данный продукт не соответствует кондиции для производства фаянсовых изделий. Поэтому, для обеспечения получения качественного товарного продукта, в схемах обогащения пегматитов необходимо применять операцию обеспыливания сырья, поступающего на магнитную сепарацию.

На основании проведенных исследований НПФ "Магнитные и гидравлические технологии (МГТ)" была разработана технологическая схема обогащения пегматитового сырья, изображенная на рис. 4.

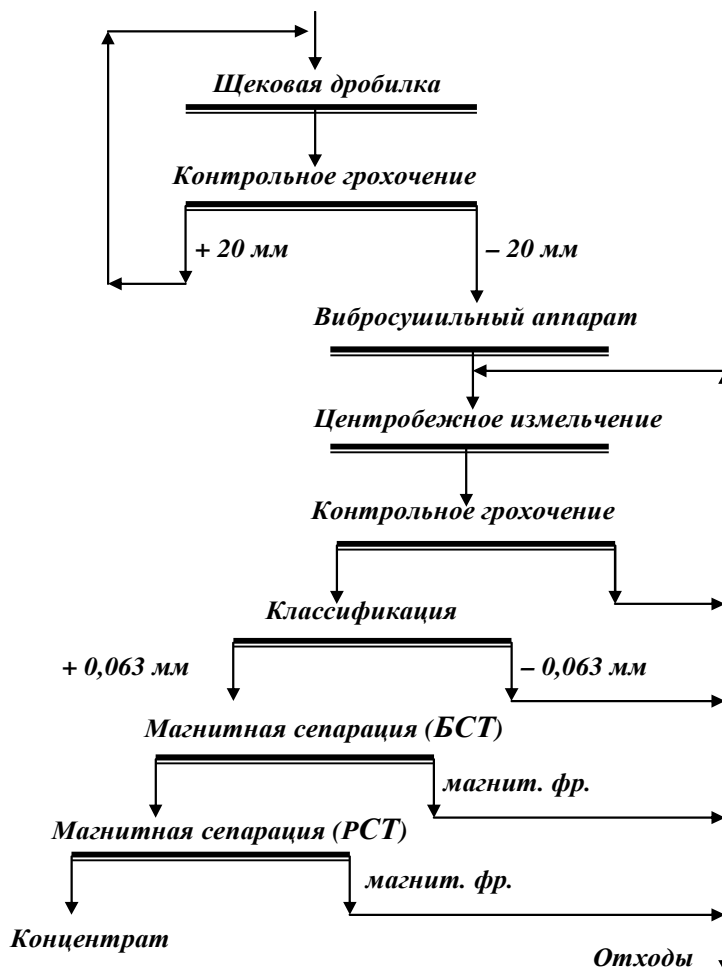


Рис. 4. Схема обогащения пегматитового материала

## **Загальні питання технології збагачення**

Схема обогащения состоит из следующих основных операций: дробление в щековой дробилке, работающей в замкнутом цикле с грохотом, до крупности -20 мм; подсушка в вибросушильном аппарате до влажности менее 0,5%; измельчение до крупности -0,8 мм; воздушная классификация по крупности 0,063 мм; магнитная сепарация на барабанном магнитном сепараторе с индукцией магнитного поля равной 0,3-0,5 Тл, для удаления сильномагнитного материала; два приема магнитной сепарации на барьерном магнитном сепараторе и при необходимости перемелывание немагнитного продукта на роликовом магнитном сепараторе с электрическим снятием магнитного продукта.

Для реализации данной технологической схемы производительностью 16-20 т/час использовано, как серийно выпускаемое оборудование, так и новое, разработанное и производимое НПФ "МГТ". Особенностью является то, что данное оборудование устанавливается в виде модульных блоков, давление которых на почву не превышает  $0,6 \text{ кг/см}^2$ , а значит они могут размещаться на площадке без устройства бетонного фундамента. Монтаж производится на спланированную горизонтальную площадку размером  $17 \times 19 \text{ м}$ . Потребляемая электрическая мощность линии не превышает 300 кВт/ч. Линия состоит из унифицированных модулей, размеры которых позволяют производить их транспортировку, как автомобильным так и железнодорожным транспортом. Для сокращения транспортных расходов такую линию необходимо монтировать в непосредственной близости от карьера. При выработке карьера, линия демонтируется и перевозится на новое место. Общий вид линии и компоновка оборудования представлена на рис. 5.

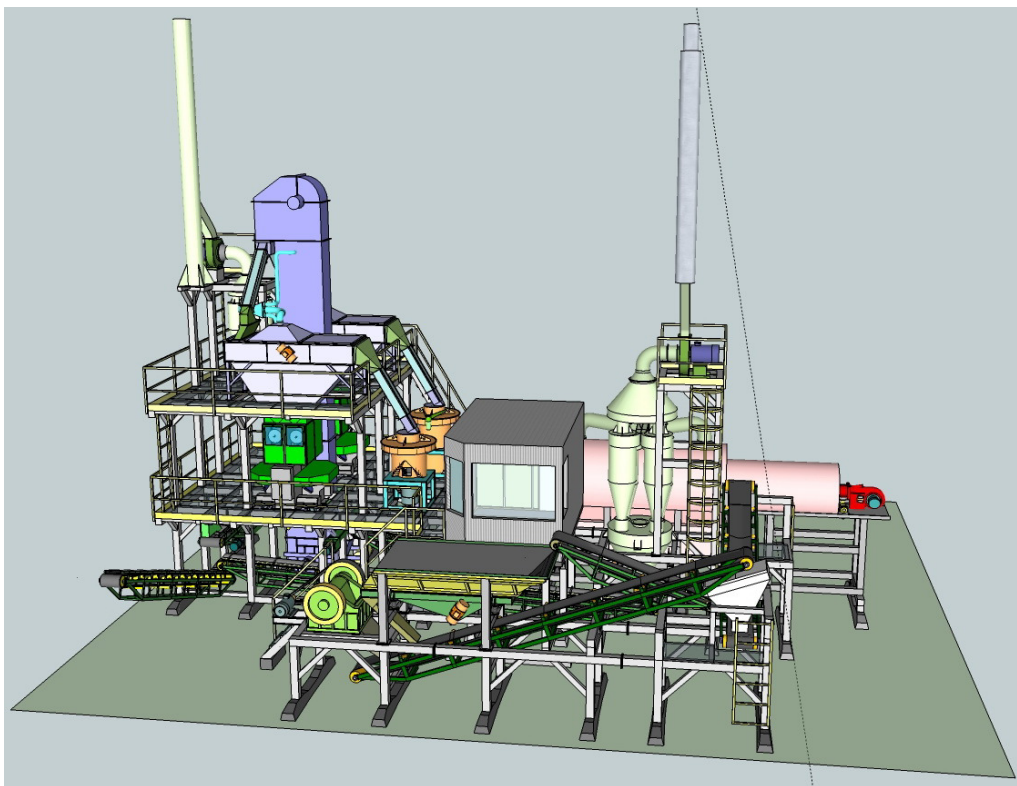


Рис. 5. Общий вид линии обогащения и компоновка оборудования

## **Загальні питання технології збагачення**

Линия обогащения включает в себя:

- узел дробления исходного материала;
- узел сушки;
- узел измельчения и магнитной сепарации;
- кабину управления.

Работа линии автоматизирована и контролируется оператором из кабины управления. Теплогенератор вибросушильного агрегата может работать на твердом, жидком виде топлива или газе.

Время монтажа линии на месте эксплуатации менее 15 дней.

Проведение пуско-наладочных работ составляет 10-20 дней.

Таким образом, исследования, проведенные на пробах пегматитов разных месторождений Украины, показали:

1. Для полноты раскрытия пегматитового сырья его необходимо измельчать до крупности -0,8 мм.
2. В схемах обогащения необходимо предусматривать операцию обеспыливания исходного продукта перед магнитной сепарацией.
3. Максимально возможное удаление слабомагнитных примесей достигается при применении в схемах сухого обогащения роликового сепаратора с электрическим снятием магнитного продукта (РСТ).
4. В зависимости от требований, предъявляемых к качеству конечного продукта, при очистке пегматитов от слабомагнитных примесей возможно использование отдельно как барьерного (БСТ), так и роликового (РСТ) сепараторов или их комбинации.

1. Туркенич А.М., Рудицкий А.В. Барьерная магнитная сепарация зернистых слабомагнитных материалов. Способ, сепаратор, теория: Монография. – Д-ск: Национальный горный университет, 2003. – 76 с.

© Рудицкий А.В., Левченко К.А., Дементьев В.В., Шатова Л.А., Блискун С.П., 2014

*Надійшла до редколегії 27.02.2014 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким*