

# ПРИМЕНЕНИЕ СЕПАРАТОРОВ НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ НЕФЕЛИН-ПОЛЕВОШПАТОВЫХ РУД



А. А. ЛОЗИН,  
директор



В. В. НИТЯГОВСКИЙ,  
зам. директора  
по научной работе



Р. Т. АРТЮШОВ,  
начальник отдела  
магнитной  
сепарации



А. М. ВОРОТНИКОВ,  
главный инженер



В. В. П'ЯНКОВ,  
начальник  
обогажительной  
фабрики



С. А. БОРОДИН,  
главный инженер  
обогажительной  
фабрики

НПФ «Продэкология»

ОАО «Вишневогорский ГОК»

Технологическая схема обогащения нефелин-полевошпатовых руд на фабрике 5-К ОАО «Вишневогорский ГОК» (Челябинская обл.) предусматривает двухстадийное дробление исходной руды до крупности –50 мм, грохочение по зерну 18 мм, измельчение и классификацию. Продукт крупностью –0,25+0 мм поступает на флотацию (рис. 1). Камерный продукт флотации подвергают мокрой магнитной сепарации в сепараторах ПБМ-ПП-90/250 (7 ед.) и ЭБМ-80/170 (2 ед.) в слабом поле. Немагнитный продукт после обезвоживания (включая сушку) направляют на магнитную сепарацию в сильном поле в сепараторах 2ЭВС 36/100 (22 ед.) с получением готового полевошпатового концентрата сортов ПШС-0,20-21, ПШС-0,30-21 или ПШС-0,50-21.

В ходе эксплуатации сепараторов 2ЭВС-36/100 были выявлены их недостатки, связанные как с конструктивными особенностями, так и со свойствами обрабатываемого материала, а именно:

необходимость часто-го (несколько раз в году) трудоемкого ремонта в связи с тем, что валки, изготовленные из мягкой магнитной стали с рифленным профилем, быстро из-

нашиваются под воздействием абразивной сепарируемой руды и деформируются при попадании твердых предметов в зазор между неподвижным полюсным коническим и вращающимся валком;

подшипники валков разрушаются вследствие наведения при их вращении ЭДС и протекания тока через тела качения подшипников;

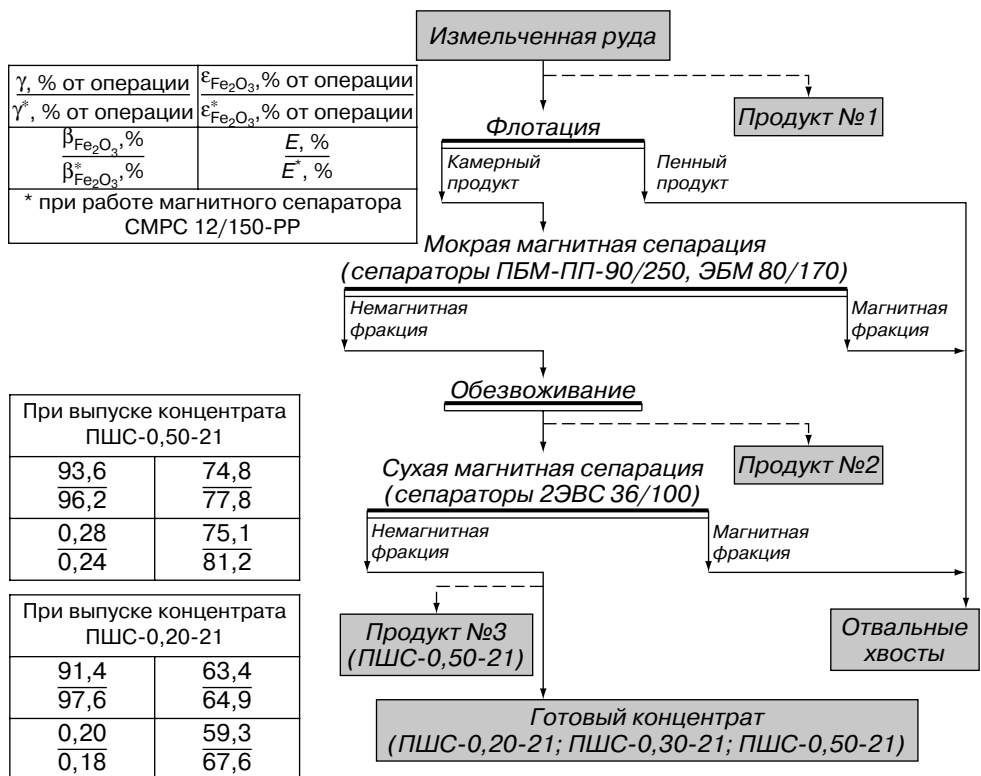


Рис. 1. Технологическая схема обогащения нефелин-полевошпатовых руд в ОАО «Вишневогорский ГОК»

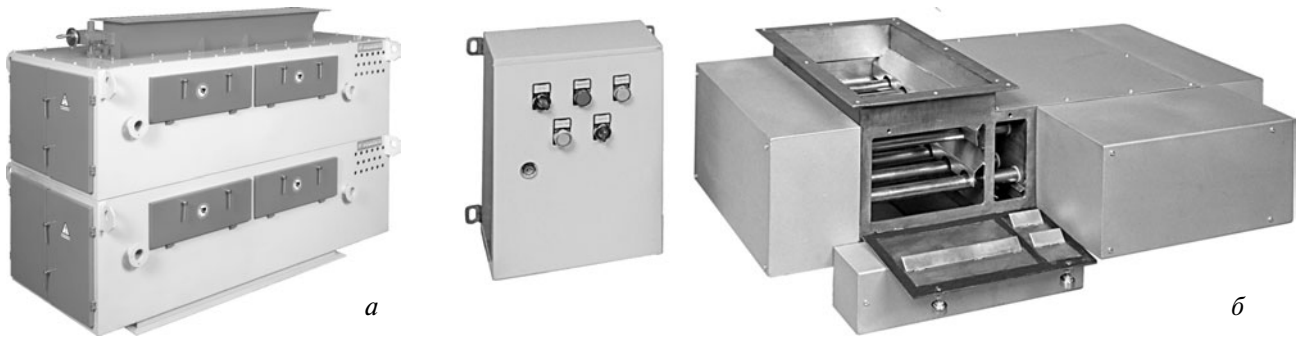


Рис. 2. Общий вид магнитных сепараторов: а — СМРС 12/150-РР; б — СМС 10-1К2-АН

значительные затраты электроэнергии (до 5 кВт·ч/т) на вращение валков, обусловленные необходимостью преодолевать тормозящие усилия, создаваемые наведенными в валках вихревыми токами, а также на возбуждение магнитного поля (до 2,7 кВт·ч/т);

необходимость подвода охлаждающей воды.

НПФ «Продэкология» в 2005 г. были разработаны и поставлены в ОАО «Вишневогорский ГОК» с целью проведения промышленных испытаний в условиях

обогащительной фабрики 5-К сепараторы на постоянных магнитах (Nd-Fe-B-магнитная система) с рабочей температурой сепарируемого материала 150 °С:

роликовый высокоинтенсивный СМРС 12/150-РР для извлечения слабомагнитных минералов (рис. 2, а); стержневой СМС 10-1К2-АН (рис. 2, б) для удаления магнетита, аппаратного железа и других сильномагнитных компонентов.

В феврале 2006 г. сепараторы смонтированы в технологическую линию обогащительной фабрики параллельно действующим сепараторам 2ЭВС 36/100. Сепаратор СМС 10-1К2-АН установлен над загрузочным бункером сепаратора СМРС 12/150-РР. Согласно программе испытаний предусматривалось проведение магнитной сепарации нескольких продуктов:

*продукт № 1* (см. рис. 1): питание флотации после обезвоживания; температура продукта, подаваемого в сепаратор, составляла 25 °С;

*продукт № 2*: материал, поступающий на высокоинтенсивную магнитную сепарацию; испытания сепараторов проведены при работе фабрики на выпуск концентратов сортов ПШС-0,50-21 и ПШС-0,20-21; температура продукта в период испытаний изменялась в пределах 100–140 °С при производительности сепараторов СМРС 12/150-РР — 3,7–7,2 и 2ЭВС 36/100 — 2,7–6,4 т/ч соответственно;

*продукт № 3*: концентрат сорта ПШС-0,50-21 подвергали перемешиванию на испытываемом сепараторе при температуре 60 °С и производительности 3 т/ч с целью получения концентрата более высокого качества.

**Результаты испытаний**

Технологические показатели работы сепараторов, характеристика питания сепараторов и продуктов сепарации приведены в табл. 1 и на рис. 3.

Эффективность сепарации (%) рассчитывали по формуле  $E = 100 \left[ \frac{\epsilon - (100 - \gamma)}{100 - \alpha} \right]$ , где  $\epsilon$  — извлечение  $Fe_2O_3$  в магнитный продукт от операции, %;  $\gamma$  — выход немагнитного продукта от операции, %;  $\alpha$  — содержание минералов-носителей  $Fe_2O_3$  в питании сепарации, %.

При обогащении в сепараторе СМРС 12/150-РР продукта № 1 (см. рис. 1),

Таблица 1. Технологические показатели работы магнитных сепараторов при обогащении продукта № 2

Продукты разделения	Содержание, %	
	Полевой шпат + нефелин + кальцит	$Fe_2O_3$
<i>Выпуск концентрата сорта ПШС-0,50-21</i>		
Питание сепараторов	91,10	1,04
Немагнитная фракция сепаратора 2ЭВС 36/100	93,57	0,28
Немагнитная фракция сепаратора СМРС 12/150-РР	94,76	0,24
<i>Выпуск концентрата сорта ПШС-0,20-21</i>		
Питание сепараторов	92,41	4,5
Немагнитная фракция сепаратора 2ЭВС 36/100	95,34	0,2
Немагнитная фракция сепаратора СМРС 12/150-РР	95,74	0,18

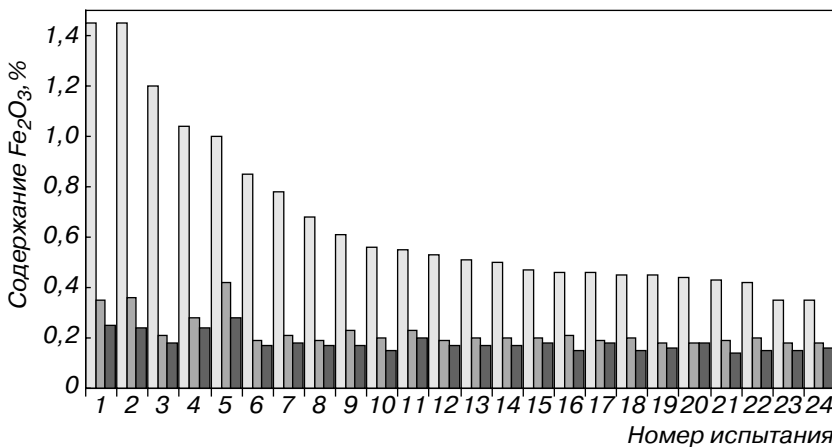


Рис. 3. Технологические показатели работы магнитных сепараторов (□, ■, ■ — содержание  $Fe_2O_3$  в питании сепараторов, в немагнитной фракции сепараторов 2ЭВС 36/100 и СМРС 12/150-РР соответственно)

Таблица 2. Технические характеристики магнитных сепараторов

Параметры	Тип сепаратора	
	СМРС 12/150-PP	ЭЭСВ 36/100
Производительность, т/ч	4	3
Диаметр рабочей части ролика (валка), мм	120	360
Длина рабочей части ролика (валка), мм	1500	1000
Число стадий сепарации	2	1
Число роликов (валков), ед.	2	2
Индукция магнитного поля, Тл, не менее	0,7 (первый ролик), 1,0 (второй ролик)	1,2 (средняя в рабочей зоне)
Относительная магнитная сила, $A^2/m^3$	$4 \times 10^{14}$	$4 \times 10^{14}$
Подача питания в рабочую зону сепаратора	Верхняя	Нижняя
Число оборотов роликов (валков), $мин^{-1}$	100–140	40
Крупность питания, мм, не более	5	3
Наличие питателя с приводом	Имеется	Отсутствует
Мощность возбуждения магнитного поля, кВт	—	8
Мощность привода роликов (валков), кВт	4,2	15,0
Габаритные размеры, мм, не более	2250×850×1540	2700×2300×2000
Масса сепаратора, т	1,5	8,0
Энергозатраты, отнесенные на 1 т/ч производительности по питанию, кВт	1,1	7,7
Металлоемкость на 1 т/ч производительности, т	0,4	2,7
Производительность, на 1 м длины ролика (валка), т/ч	2,7	1,5

содержащего 2,75 %  $Fe_2O_3$  и 2,75 % CaO, массовая доля указанных соединений в немагнитной фракции снизилась до 0,32 % и 1,4 % соответственно. Извлечение  $Fe_2O_3$  от операции составляло 91,2 %, эффективность сепарации — 77,5 %. Данный продукт может найти применение, поскольку некоторых потребителей удовлетворяет несколько повышенное содержание CaO. Исключение в данном случае флотации позволяет избежать значительных потерь полевого шпата с пенным продуктом (хвостами), увеличить выход готового продукта, снизить его себестоимость.

Сепаратор СМРС 12/150-PP при обогащении продукта № 2 (см. рис. 3) даже при повышенной нагрузке (5–7 т/ч) выделяет немагнитную фракцию, содержание  $Fe_2O_3$  в которой ниже, чем в продукте сепаратора ЭЭСВ 36/100 при более низкой нагрузке. При одинаковой на-

грузке на сепараторы содержание  $Fe_2O_3$  в немагнитной фракции на испытуемом сепараторе ниже при работе фабрики на выпуск шпата сорта ПШС-0,50-21 примерно на 0,1 % абс. (испытания 1–5, рис. 3); при работе фабрики на выпуск шпата сорта ПШС-0,20-21 — примерно на 0,01–0,05 % абс. (испытания 6–24, рис. 3), чем на фабричном сепараторе. Кроме того, отмечается, что при работе на новом сепараторе значительно ниже потери шпата с магнитными хвостами. Выход магнитного продукта на новом сепараторе составляет 0,6–6,4 % по сравнению с 5,4–13,7 % на фабричном сепараторе.

При перемешивании фабричного концентрата сорта ПШС-0,50-21 (см. рис. 1, продукт № 3) на новом сепараторе содержание  $Fe_2O_3$  в немагнитной фракции было снижено с 0,39 до 0,19 %, что позволяет перевести его в сорт ПШС-0,20-21. Извлечение  $Fe_2O_3$  от операции составило 53 %, эффективность сепарации — 52,8 %.


Данные минералогических и химических анализов (см. табл. 1) немагнитных фракций испытуемого сепаратора СМРС 12/150-PP и фабричного ЭЭСВ 36/100 показывают, что испытуемый сепаратор лучше и более избирательно выделяет железосодержащие минералы (магнетит, ильменит, биотит), чем фабричный.

Сравнение технических характеристик сепараторов приведено в табл. 2.

### Выводы

1. Магнитный высокоинтенсивный сепаратор роликового типа СМРС 12/150-PP на постоянных магнитах (Nd-Fe-B-магнитная система), установленный на обогатительной фабрике 5-К ОАО «Вишневогорский ГОК», показывает стабильное улучшение результатов обогащения нефелин-полевошпатовой руды по сравнению с действующими электромагнитными валковыми сепараторами ЭЭСВ 36/100.

2. Сепаратор обладает следующими преимуществами:

- высокой эффективностью сепарации;
- удобством и простотой в обслуживании;
- гораздо меньшей массой при высокой производительности;
- низкими эксплуатационными затратами. 

### USAGE OF SEPARATORS BASED ON PERMANENT MAGNETS FOR CONCENTRATION OF NEPHELINE-FELDSPAR ORES

*Lozin A. A., Nityagovsky V. V., Artyushov R. T., Vorotnikov A. M., Pyankov V. V., Borodin S. A.*

The results of industrial testings of the new roller magnetic separator SMRS 12/150-RR based on permanent magnets, mounted at the concentrating plant of Vishnevogorsky mining and concentration works instead of roll separators 2EVS 36/100 are presented. The new separators are developed in "Prodekologiya" scientific and production company (Ukraine) and are characterized with a row of technological and operational advantages.

**Key words:** magnetic separation, permanent magnets, roller separator, nepheline-feldspar raw materials.