

# **СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК**

## **МОДУЛЬ 1 МАГНИТНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ**

### ***Лекция 2, 3***

## **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МАГНИТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ, ПРАКТИКА МАГНИТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ**

***Лозовая Светлана Юрьевна, д.т.н., проф. кафедры  
механического оборудования***

***г. Белгород,  
2012 г.***

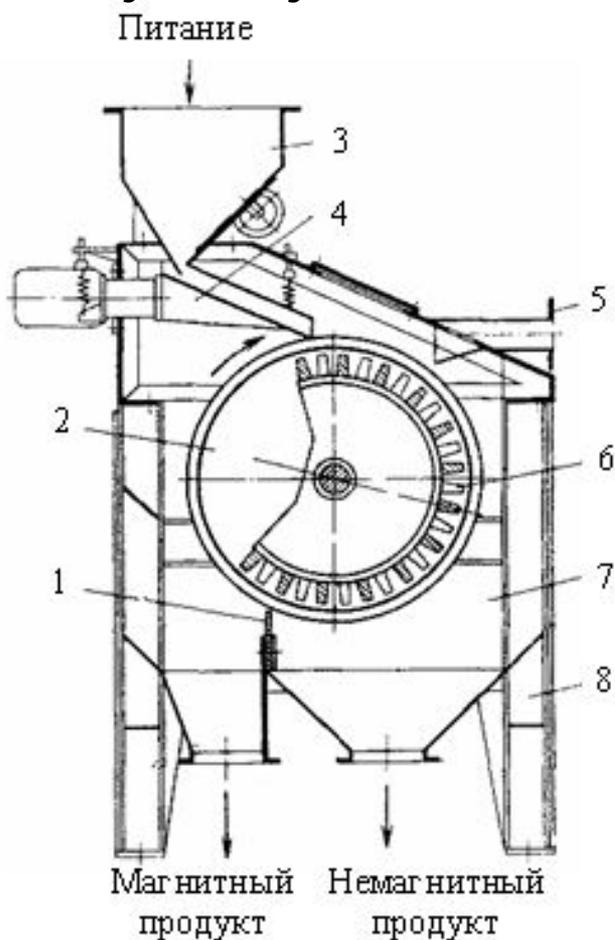
# ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МАГНИТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ

*При магнитном обогащении применяют оборудование различных типов: магнитные и электромагнитные сепараторы, железоотделители, анализаторы, дешламаторы, намагничивающие и размагничивающие аппараты.*

***Сепараторы состоят** из следующих основных узлов: магнитной или электромагнитной системы, питателя или питающего короба, рабочего органа (барабана, валка, диска и т.п.), предназначенного для извлечения магнитного продукта и его удаления из рабочей зоны, кожуха или ванны с отделениями для магнитного и немагнитного продуктов и пульта управления (при наличии электромагнитной системы).*

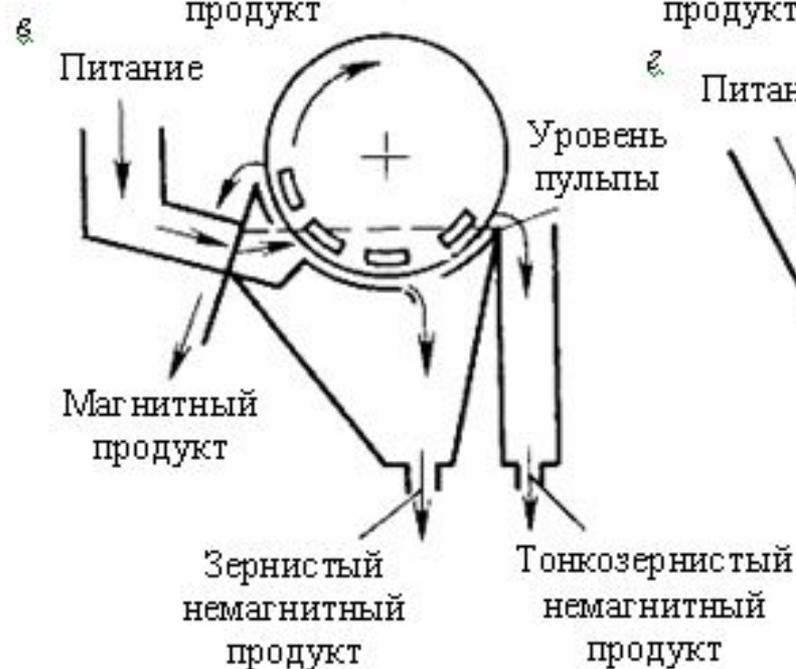
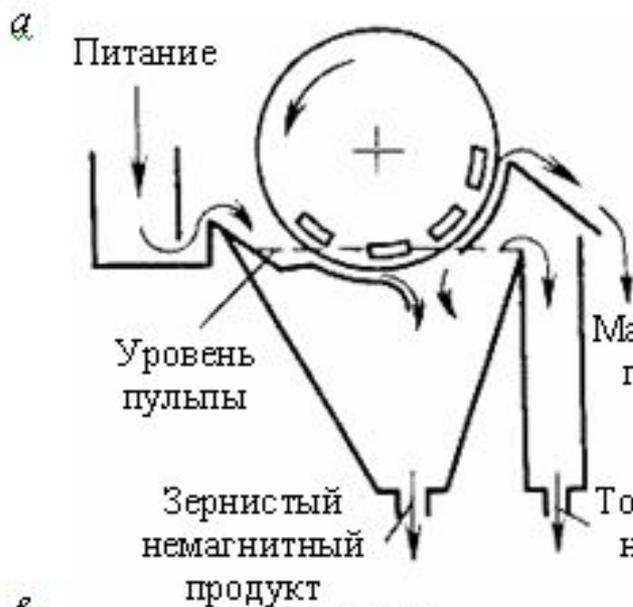
*Сильные поля сепараторов для слабомагнитных руд создаются электромагнитными системами. В сепараторах со слабым полем для сильномагнитных руд большее распространение получили магнитные системы из постоянных анизотропных ферритобариевых и ферритостронциевых магнитов, а так же постоянные магниты с высокой магнитной энергией (на базе сплава неодим – железо – бор).*

**По ГОСТ10512-87 сепараторы обозначены: 1-я буква – Э – электромагнитные, П – с постоянными магнитами; 2-я и 3-я буквы – БМ – барабанные для мокрой сепарации, БС – барабанные для сухой сепарации, ВМ – валковые для мокрой сепарации, ВС – валковые для сухой сепарации; последующие буквы – П – с противоточной ванной, ПП – с полупротивоточной ванной, Ц – работающий в центробежном режиме (высокая скорость вращения барабана), В – верхняя подача питания в рабочую зону.**



**Магнитный барабанный сепаратор 206-СЭ** предназначен для обогащения мелкозернистой магнетитовой руды, получения высококачественных железных порошков и обезжелезнения различных материалов.

- 1 – скребок;
- 2 – барабан;
- 3 – бункер;
- 4 – вибрационный питатель;
- 5 – патрубок для отсоса пыли;
- 6 – магнитная система;
- 7 – кожух с приемниками продуктов сепарации;
- 8 – рама.



**Схемы магнитных барабанных сепараторов для мокрого обогащения со слабым полем с различными типами ванн.**

**Барабанные магнитные сепараторы со слабым полем с нижним питанием с прямоточной (а), противоточной (б, в) и полу противоточной (г) ваннами. При большом выходе хвостов (более 50 %) технологические показатели этих сепараторов близки между собой.**

**Прямоточные сепараторы** используются для руды крупностью < 6 мм, противоточные < 2(3) мм, полупротивоточные < 0,3 мм.

**Полупротивоточные сепараторы. Н.** Весьма чувствительны к изменениям производительности, крупности и плотности питания. Уменьшение производительности ниже допустимого предела, повышение крупности и плотности питания полупротивоточного сепаратора могут привести к его забивке.

**Прямоточные сепараторы. Н.** При высоком содержании магнитной фракции (более 70 %) показатели работы значительно уступают показателям противоточных и полупротивоточных сепараторов.

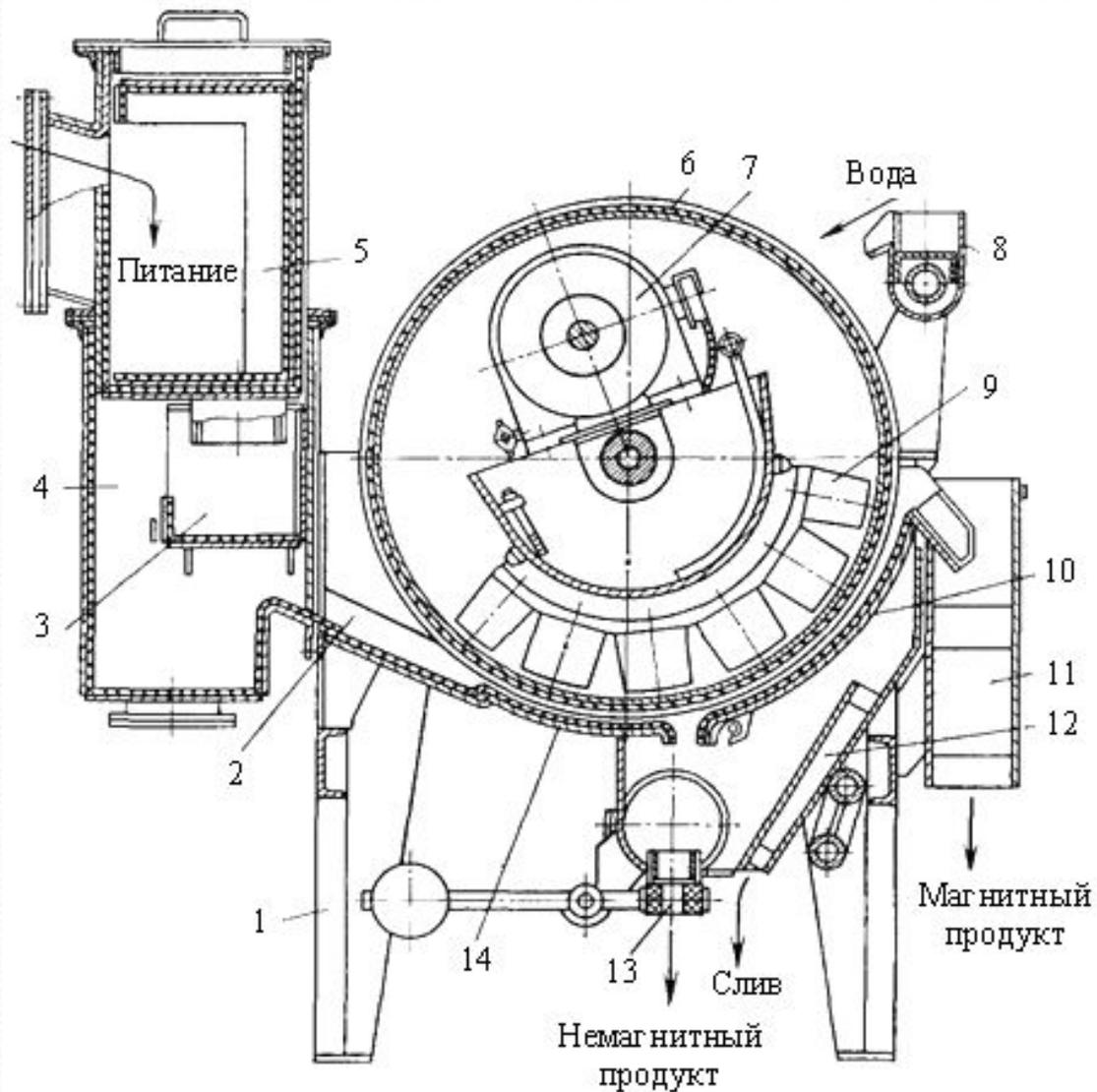
**Д.** По надежности эксплуатации прямоточные сепараторы превосходят противоточные и полупротивоточные.

Конструктивные особенности прямоточных и полупротивоточных сепараторов позволяют компоновать их горизонтально.

**Противоточные сепараторы. Н.** Компоновка требует значительного перепада высот (600-1000 мм) между соседними аппаратами. Противоточные сепараторы, по сравнению с прямоточными и полупротивоточными, имеют наибольший износ барабана и ванны.

**Прямоточный магнитный барабанный сепаратор (ПБМ-90/250).** 1 – рама; 2 – ванна; 3 – успокоитель; 4 – распределительная коробка; 5 и 11 – соответственно загрузочная и разгрузочная коробка; 6 – барабан; 7 – привод; 8 – брызгало; 9 – магнитная система; 10 – концентратный лоток; 12 – хвостовой патрубок; 13 – хвостовая насадка; 14 – питающий лоток.

**Предназначен для обогащения слива стержневых мельниц и классификаторов, снабжен шестиполюсными системами из литых никель-кобальтовых или ферритобариевых магнитов.**



## Противоточный магнитный барабанный сепаратор (ПБМ-П-90/250)

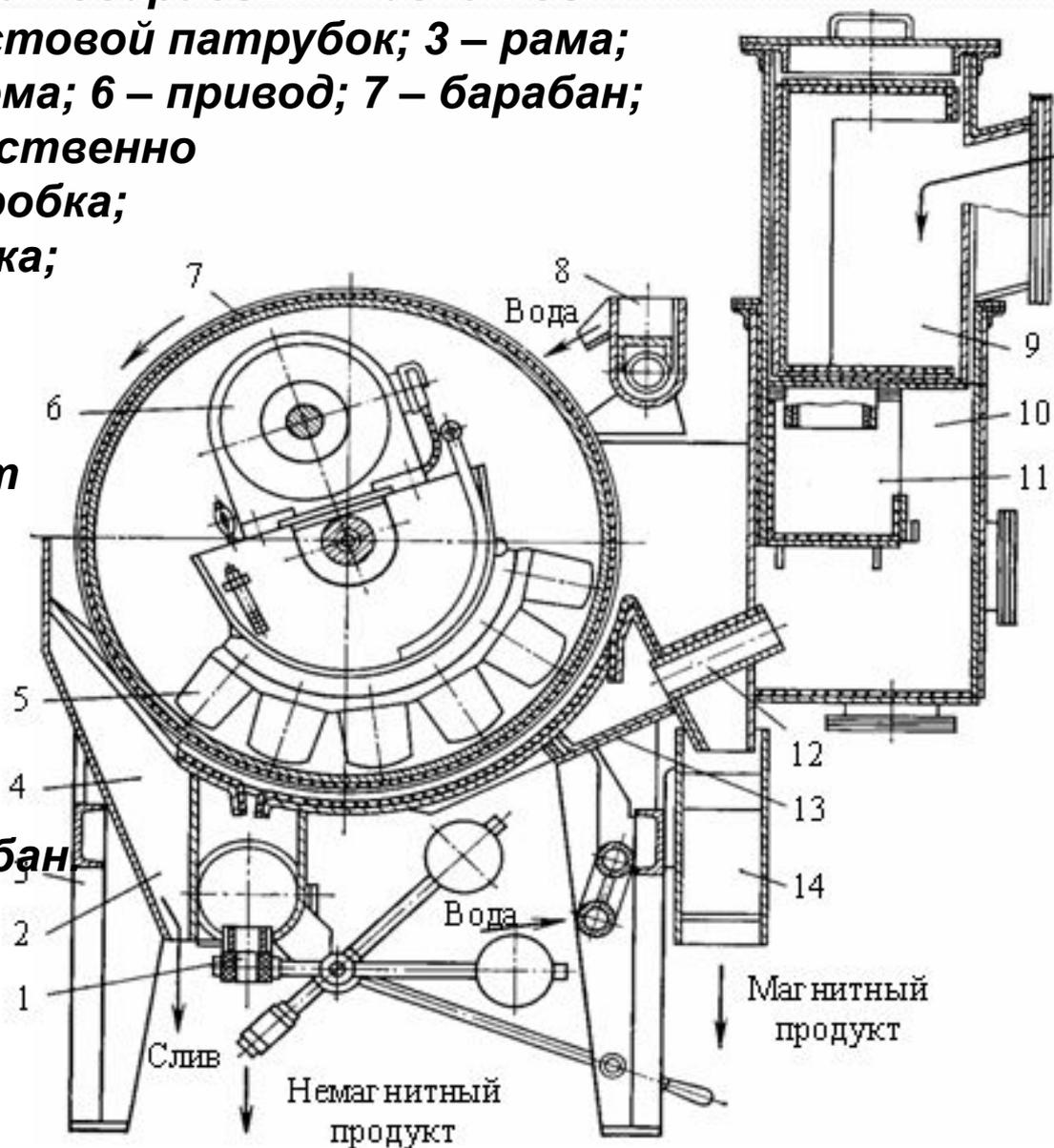
предназначен для обогащения сливов шаровых мельниц и классификаторов. Снабжен шестиполюсными системами из литых никель-кобальтовых или ферритобариевых магнитов.

1 – хвостовая насадка; 2 – хвостовой патрубок; 3 – рама;  
4 – ванна; 5 – магнитная система; 6 – привод; 7 – барабан;  
8 – брызгало; 9 и 14 – соответственно  
загрузочная и разгрузочная коробка;  
10 – распределительная коробка;  
11 – успокоитель;

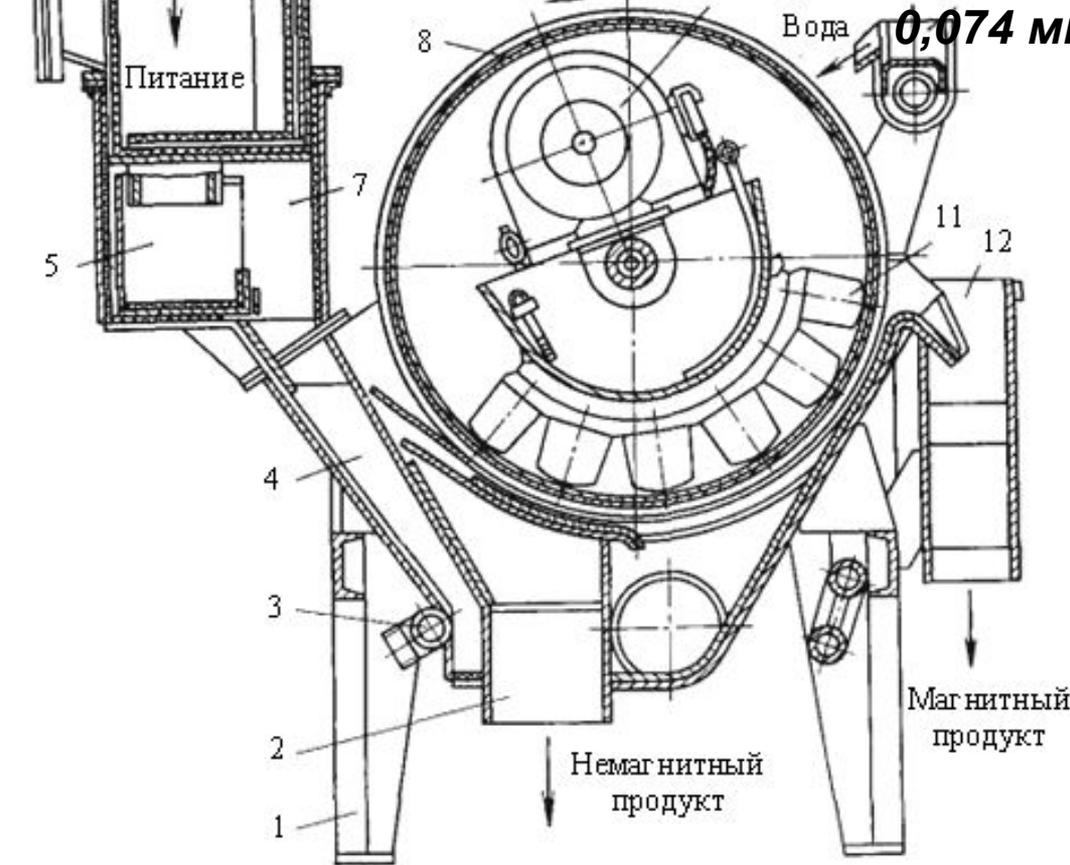
12 – питающие патрубки;  
13 – питающий лоток.

Питание по трубам поступает в загрузочные коробки, из которых подается на успокоители и в распределительную коробку, затем через патрубки направляется на питающий лоток под вращающийся барабан.

Магнитные частицы притягиваются к барабану и перемещаются к краю магнитной системы и направляются в разгрузку.



**Полупротивоточный магнитный барабанный сепаратор (ПБМ-ПП-90/250) предназначен для обогащения сливов гидроциклонов, классификаторов и песков дешламаторов с содержанием более 60-70 % класса –**



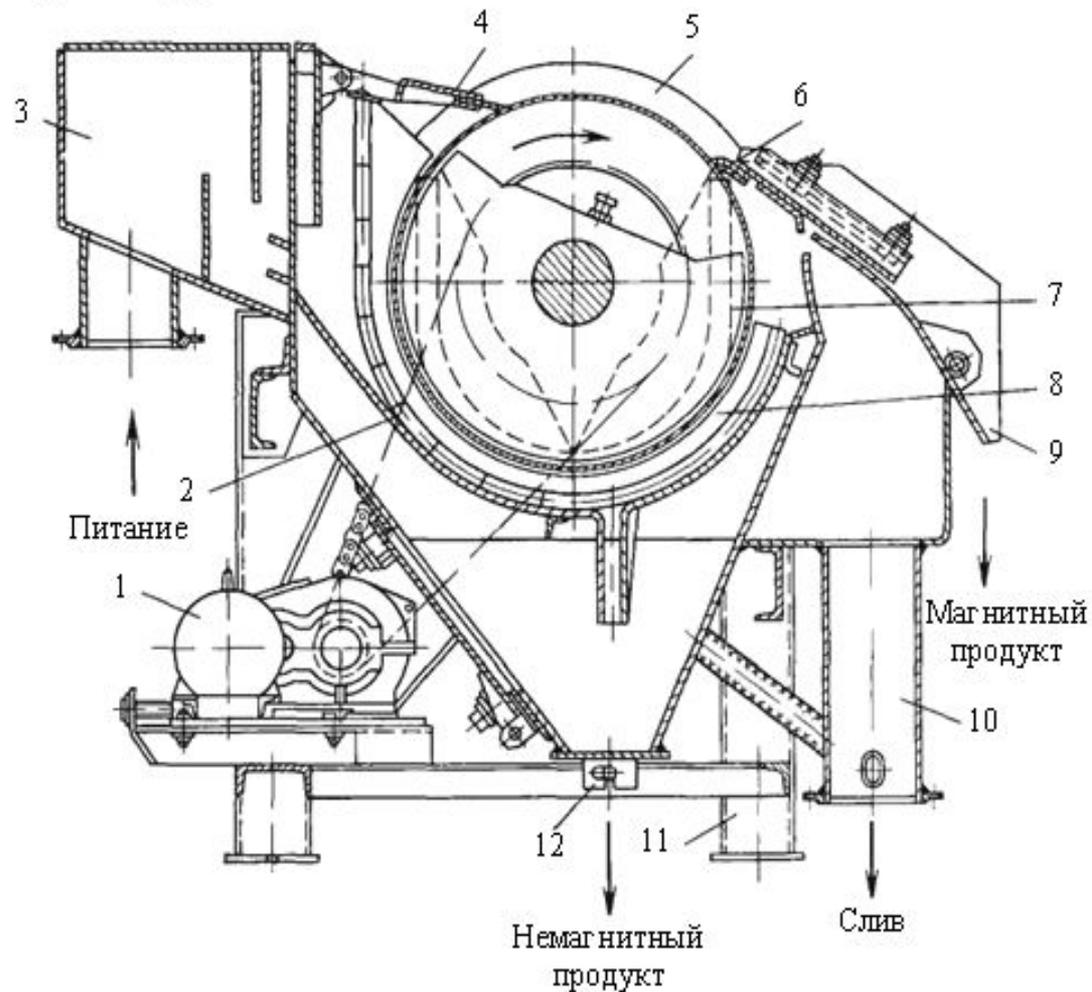
**0,074 мм.**

**Питание по трубе поступает в загрузку сепаратора, направляется в низ ванны, под барабан. Магнитные частицы притягиваются к барабану и перемещаются к краю магнитной системы, где они разгружаются. Немагнитные частицы разгружаются через хвостовой порог и хвостовой патрубков. Зазор между барабаном и хвостовым лотком составляет 40-50 мм.**

**1 – рама; 2 – хвостовые патрубки; 3 – брызгало для разбавления питания; 4 – ванна; 5 – успокоитель; 6 и 12 – соответственно загрузочная и разгрузочная коробка; 7 – распределительная коробка; 8 – барабан; 9 – привод; 10 – брызгало; 11 – магнитная система.**

**Электромагнитный сепаратор со слабым полем для регенерации ферромагнитных утяжелителей (ЭБМ-80/170) предназначен для регенерации ферромагнитных утяжелителей при гравитационном обогащении руд и углей и для магнитного обогащения магнетитовых руд. Сепаратор имеет секторную электромагнитную систему и оригинальную конструкцию противоточной ванны. Специальные уплотнения на торцовых стенках ванны обеспечивают большую глубину погружения барабана, что увеличивает длину рабочей зоны. Магнитный продукт удаляется с помощью скребка, установленного над разгрузкой слива.**

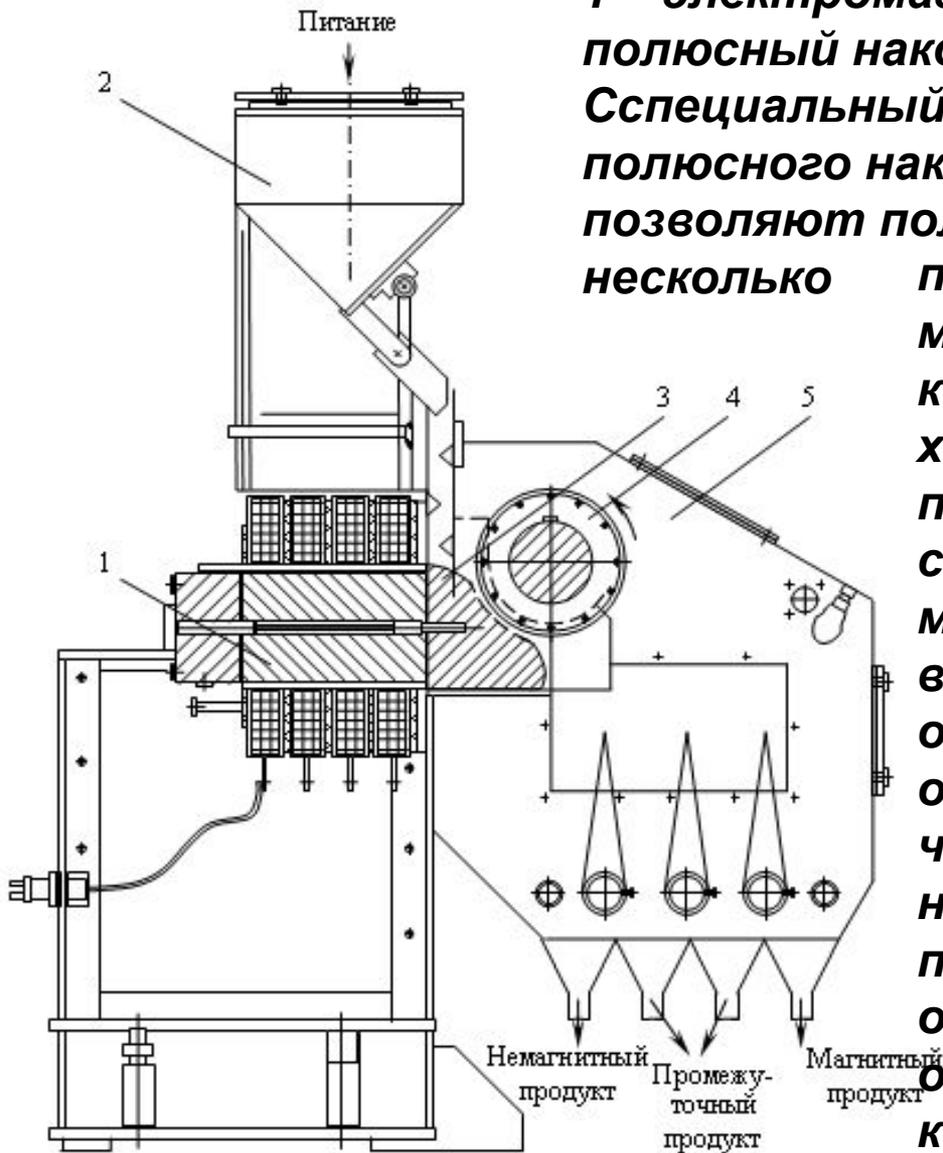
**1 – привод; 2 – питающий лоток; 3 и 9 – соответственно загрузочная и разгрузочная коробка; 4 и 6 – соответственно отжимной и очищающий скребок; 5 – барабан; 7 – электромагнитная система; 8 – противоточная ванна; 10 – сливной патрубок; 11 – рама; 12 – хвостовые насадки.**



**Электромагнитный валковый сепаратор (ЭВС-28/9) с нижним питанием** предназначен для обогащения руд редких металлов и олова, а также для обезжелезнения различных материалов, в частности, белого и нормального электрокорунда, стекольного сырья и т.д.

1 – электромагнитная система; 2 – питатель; 3 – полюсный наконечник; 4 – валок; 5 – сборник.

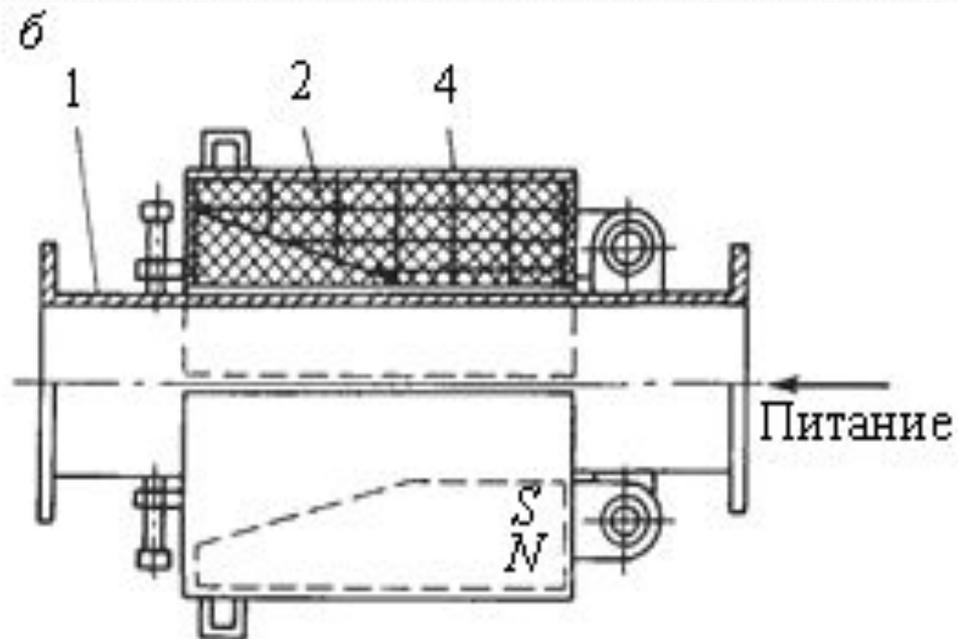
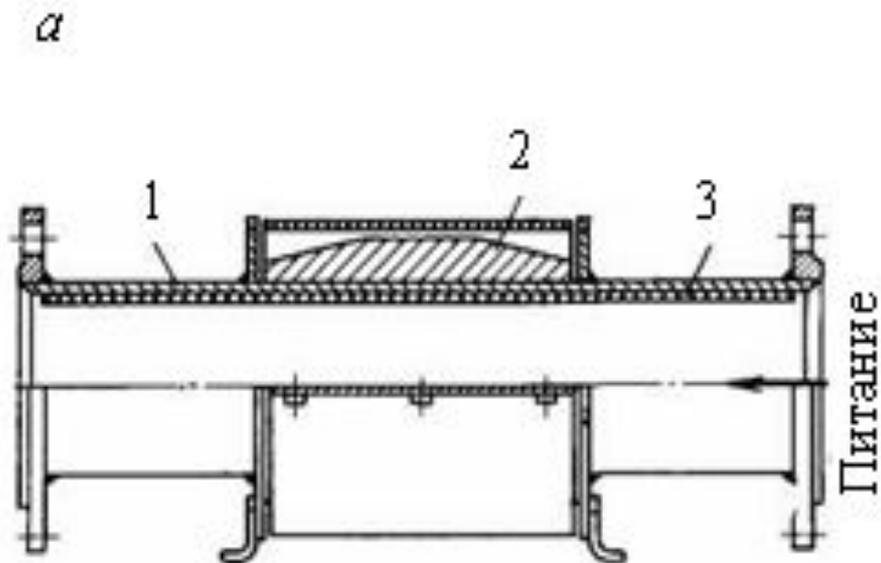
Специальный профиль зубцов валка и бесщелевого полюсного наконечника, многопродуктовый сборник позволяют получить за один прием обогащения несколько продуктов, отличающихся по магнитным свойствам, в том числе конечный концентрат, отвальные хвосты и промпродукт, подвергаемый перечистке. Материал поступает самотеком в рабочую зону сильного магнитного поля, частицы выносятся вращающимся валком в зону ослабленного магнитного поля, где они отрываются. Немагнитные частицы скользят по впадинам наконечника. Продукты обогащения поступают в сборник из четырех отсеков. Продукты смежных отсеков объединяются с требованиями к их качеству.



## АППАРАТЫ ДЛЯ НАМАГНИЧИВАНИЯ И РАЗМАГНИЧИВАНИЯ

На обогатительных фабриках для обогащения тонковкрапленных магнетитовых руд и в установках для регенерации ферромагнитных утяжелителей предусматривают операции намагничивания и размагничивания отдельных продуктов.

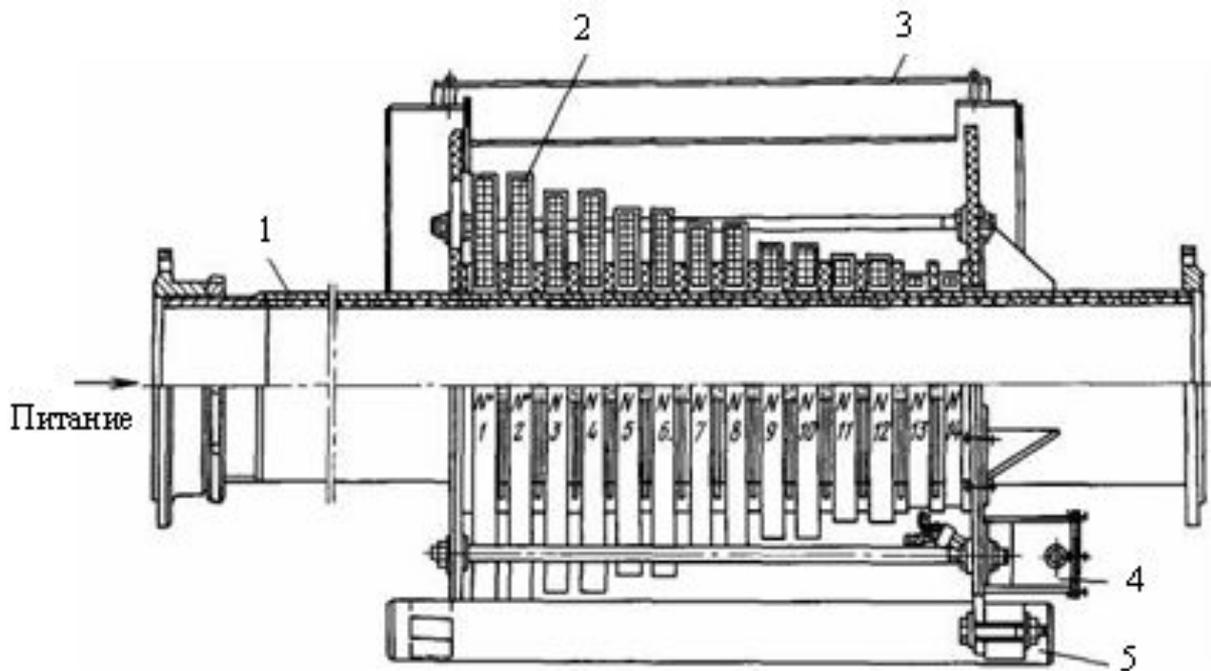
**Намагничивающие аппараты** предназначены для магнитной флокуляции сильномагнитных частиц с целью их более быстрого осаждения по сравнению с немагнитными частицами. Намагничивающий аппарат устанавливают на трубопроводе, по которому транспортируется пульпа. **Намагничивающие аппараты конструкции института «Механобр», а – 202-СЭ; б – 264-СЭ:** 1 – труба; 2 – магниты; 3 – футеровка; 4 – ярмо



**Размагничивающие аппараты предназначены для дефлокуляции сильномагнитных частиц, так как наличие магнитных флокул нарушает процессы классификации и фильтрования.**

**Размагничивающий аппарат 176-СЭ: 1 – труба из немагнитной стали; 2 – катушки; 3 – защитный кожух; 4 – контактная коробка; 5 – опорная рама.**

**Размагничивание сильномагнитной пульпы происходит при многократном циклическом перемагничивании ее в переменном магнитном поле (не менее 10 циклов). Амплитуда напряженности этого поля убывает в направлении перемещения пульпы от некоторого максимального значения до нуля. Максимальная напряженность для размагничивания магнетита и негранулированного ферросилиция составляет 40 кА/м, а градиент напряженности в зоне убывания поля – не должен превышать 33**



# ПРАКТИКА МАГНИТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ

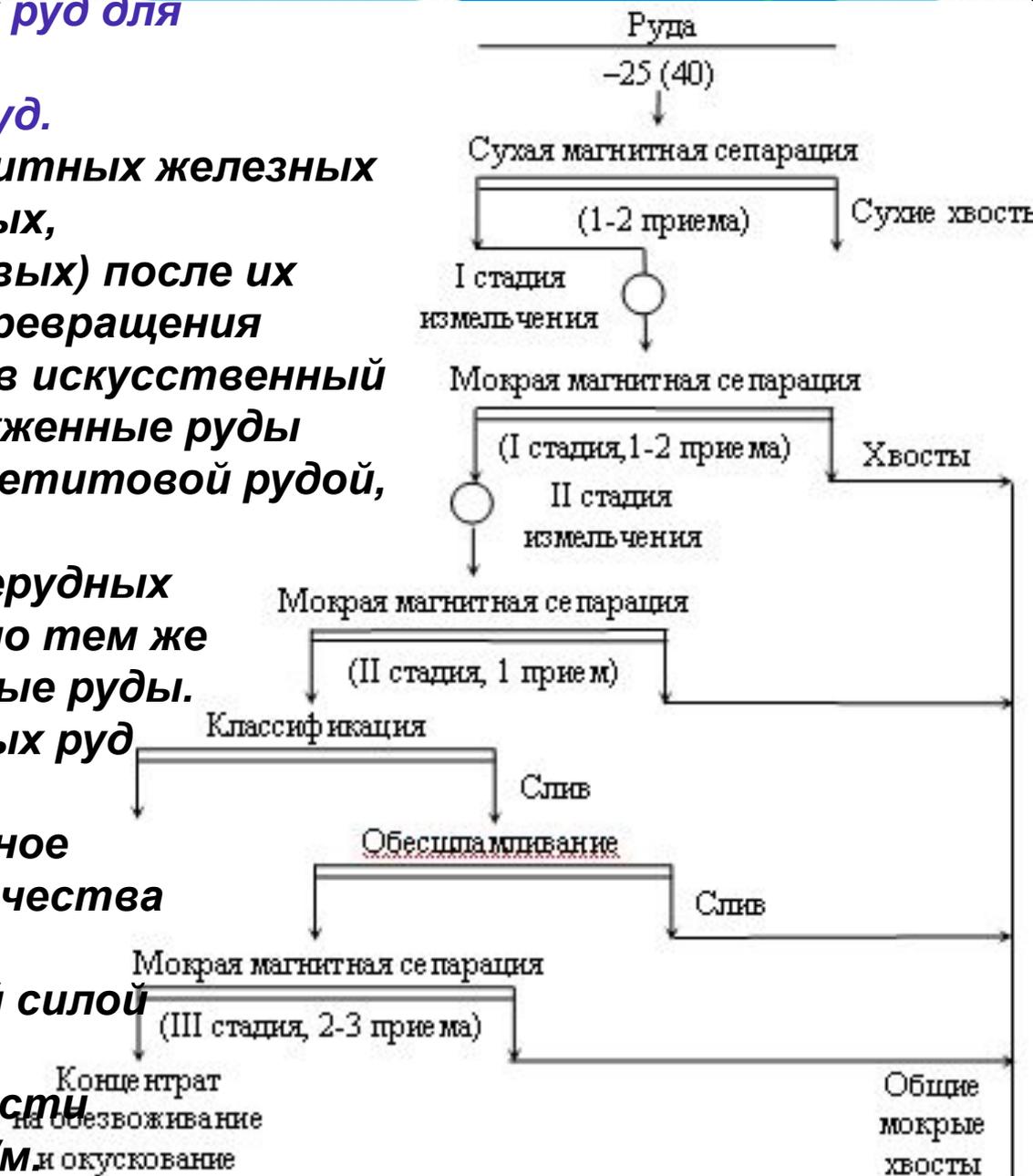
Обогащение сильномагнитных руд для магнетитовых руд.

Обогащение обожженных руд.

Применяют для слабомагнитных железных руд (мартитовых, гематитовых, бурожелезняковых и сидеритовых) после их магнетизирующего обжига и превращения железосодержащих минералов в искусственный магнетит или маггемит. Обожженные руды являются искусственной магнетитовой рудой, и в зависимости от

вкрапленности рудных и нерудных минералов их обогащают по тем же схемам, что и магнетитовые руды.

При обогащении обожженных руд размагничивание продуктов имеет исключительно важное значение для повышения качества концентрата в связи с повышенной коэрцитивной силой искусственного магнетита проводится при напряженности магнитного поля 95-100 кА/м и окускование



# Обогащение титаномагнетитовых руд.

Оно включает магнитное обогащение в слабом поле для выделения магнетитового концентрата, в который наряду с железом уходит связанный с ним ванадий, и флотацию – для выделения ильменитового концентрата. Особенностью схемы обогащения является также наличие многократных (до пяти) перечисток магнитного продукта для максимального возможного удаления ильменита в немагнитный продукт, направляемый на флотацию.



## **Обогащение комплексных магнетитовых руд.**

**Магнетитовые руды некоторых месторождений России и зарубежных стран содержат кобальтоносный пирит, халькопирит, сфалерит, апатит, циркон и другие полезные минералы.**

**Для этих руд применяют магнитное обогащение в слабом поле в сочетании с другими обогатительными процессами – гравитацией и флотацией. Так, например, магнетитовая руда Ковдорского месторождения наряду с железом содержит апатит и циркон. Для извлечения железа применяется магнитное обогащение, а для извлечения апатита и циркона – флотация и гравитационное обогащение.**

**Сульфидные и магнетитовые руды ряда месторождений содержат кобальтоносный пирит, который при магнитном обогащении концентрируется в немагнитном продукте и флотацией выделяется в самостоятельный концентрат. При наличии халькопирита, галенита и других ценных минералов селективной флотацией выделяют соответствующие концентраты.**

## **Обогащение медно-никелевых руд.**

**Жильные медно-никелевые руды наряду с пентландитом и халькопиритом содержат значительное количество сильномагнитного пирротина, с которым они тесно срastaются. Эти руды подвергают сухому магнитному обогащению, при котором выделяют кусковой сульфидный медно-никелевый концентрат. Этот концентрат, состоящий в основном из пирротина и связанных с ним пентландита и халькопирита, направляется на плавку. Немагнитный продукт с низким содержанием никеля и меди, а также мелкую руду подвергают флотации. По аналогичной схеме обогащают жильные медно-никелевые руды Канады.**

**Пирротин, в значительном количестве содержащийся в некоторых полиметаллических рудах, извлекают мокрым магнитным обогащением после измельчения руды до крупности 1 мм и менее, при которой происходит раскрытие минералов. Удаление пирротина магнитным обогащением облегчает последующую флотацию для выделения свинцового, цинкового и других концентратов.**

**Обогащение магнетитогематитовых и магнетитомартитовых руд - применяют комбинированные схемы, включающие магнитные методы в сочетании с другими методами обогащения – гравитационными или флотационными.**

**При мокром магнитном обогащении, осуществляемом на барабанных магнитных сепараторах, выделяется магнетитовый концентрат, а немагнитный продукт направляется на гравитационное обогащение.**



**Обогащение слабомагнитных руд** - применяют в сочетании с другими обогатительными процессами – гравитационным, электрическим обогащением, флотацией (например, при обогащении марганцевых руд и руд редких металлов) и лишь в ограниченных случаях в качестве основного процесса (для некоторых железных руд).

Мокрое магнитное обогащение этих классов обычно проводят в два приема с перечисткой немагнитного продукта первого приема обогащения. Обогащение осуществляют на валковых электромагнитных сепараторах.



Обезжелезнение кварцевых песков, пегматитов и другого сырья для стекольного и керамического производства осуществляется на электромагнитных валковых сепараторах с верхним питанием по схеме с перечистками немагнитного продукта в одной машине, а также на электромагнитных валковых сепараторах с нижним питанием.