

Тема 9. Обогащение с использованием избирательного характера фазовых переходов компонентов полезного ископаемого.

Рассматривается бактериальная интенсификация процессов перевода твердой фазы в раствор, процесс перевода ценного компонента в форму, удобную для дальнейшего использования. Подробно описываются технологии кучного, чанового и автоклавного выщелачивания. Описываются геотехнологические методы добычи и переработки полезных ископаемых и флотогравитация.

Глава 2. Лабораторный практикум по магнитным, электрическим и специальным методам обогащения

Общие положения

Лабораторные работы выполняются подгруппами студентов (3...5 чел.) под руководством преподавателя. Перед началом каждой работы студент обязан подробно ознакомиться с методикой проведения работ. После завершения лабораторной работы каждый студент составляет индивидуальный отчет.

Отчет должен содержать следующие сведения:

- название и цель работы;
- перечень используемых материалов и оборудования;
- краткие теоретические сведения;
- методику проведения и описание результатов опытов;
- выводы по результатам проведенной работы.

Результаты опытов должны быть представлены в виде таблиц и графических зависимостей. Все графики, рисунки, таблицы должны иметь порядковый номер и название. Записи должны быть выполнены аккуратно, без сокращения слов. Защищается отчет индивидуально каждым сту-

дентом. При защите отчета необходимо знать основы теории по данному разделу дисциплины, устройство и правила регулировки аппаратов, методику проведения работы, расчетные формулы, значения и размерности величин, входящих в них, уметь анализировать полученные данные.

Общие правила по технике безопасности при проведении лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ по дисциплине «Магнитные, электрические и специальные методы обогащения» необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

- 1) студенты допускаются к проведению лабораторных работ после прохождения инструктажа по технике безопасности, ознакомления с заданием и инструкцией пользования приборами и оборудованием в присутствии преподавателя;
- 2) перед включением установок и приборов необходимо убедиться в наличии и надежности закрепления заземления, проверить исправность оборудования, наличие ограждений движущихся частей;
- 3) ремонт оборудования выполняется после его полной остановки лицами, имеющими право проведения ремонтных работ;
- 4) работы, связанные с выделением пыли, вредных и ядовитых газов и паров, должны производиться только в вытяжных шкафах при включенном вентиляторе;
- 5) включение электроприборов в сеть производить только с разрешения преподавателя;
- 6) запрещается включать приборы и установки, не относящиеся к данной работе;
- 7) после окончания работы выключить аппараты и нагревательные приборы. Водопроводные краны должны быть закрыты.

Студент в административном порядке несет персональную ответственность за несоблюдение правил техники безопасности, а в случае порчи приборов и оборудования — также и материальную ответственность.

После ознакомления с правилами техники безопасности и записи о прохождении инструктажа в соответствующем журнале студенты могут быть допущены к выполнению лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1

Обогащение руды на лабораторном однорольковом электромагнитном сепараторе 138Т-СЭМ

1.1. Теоретическое введение

Сепаратор (рис. 1.1) представляет собой конструкцию, состоящую из электромагнитной системы 1, лоткового питателя 2 с загрузочной воронкой 3, привода 4, приемного желоба 5 и рамы 6.

Основным рабочим органом сепаратора является цилиндрический ролик 7, вращающийся в зазоре замкнутой электромагнитной системы, и снабженный кольцевыми выступами. Ролик установлен в подшипниках качения, корпус которых крепится к магнитной системе. Лотковый питатель состоит из лотка, изготовленного из немагнитного материала, подвешенного на плоских пружинах к кронштейну 10. Возвратно-поступательное движение лотку передается от эксцентрикового вибратора 11 через тягу 12. Загрузочная воронка 3 представляет собой емкость из немагнитного материала, расположенную под лотком, имеющим наклонное дно, и снабженную в нижней части разгрузочной щелью, которая закрывается шибером.

Привод сепаратора состоит из асинхронного двигателя, соединенного с помощью эластичной муфты с цилиндрическим редуктором. Вал двигателя с помощью ременной передачи приводит во вращение эксцентриковый вибратор лотка, тихоходный вал редуктора с помощью клиноременной передачи соединен с валом ролика.

Приемный желоб 5 из немагнитного материала обеспечивает раздельную выгрузку магнитной и немагнитной фракций и снабжен поворотным шибером.

Рама сепаратора представляет собой отливку из немагнитного сплава, на которой закреплены основные сборочные единицы сепаратора.

Работа сепаратора осуществляется следующим образом. Исходный материал через щель в загрузочной воронке поступает на лотковый вибратор, который доставляется в рабочий зазор под вращающийся ролик. Зазор между роликом и питающим лотком устанавливается за счет сменных прокладок. Магнитная фракция, притянутая к цилиндрическому кольцевым выступам ролика, выносятся из рабочей зоны за шибер и разгружается в приемный желоб, немагнитная фракция свободно сыпается в приемный желоб с края вибрирующего лотка.

Индукционные катушки магнитной системы питаются от выпрямителя ВСА-3К.

Лабораторный роликовый электромагнитный сепаратор 138-СЭМ с нижней подачей материала получил применение в лабораторной практике для сухого обогащения небольших навесок слабомагнитных руд и материалов. Ролик сепаратора диаметром 100 и длиной 80 мм, напряженность поля достигает 950 А/м, ток в обмотке изменяется до 4 А, масса сепаратора составляет 150 кг. Габариты сепаратора: длина — 900 мм, ширина — 520 мм, высота — 545 мм.

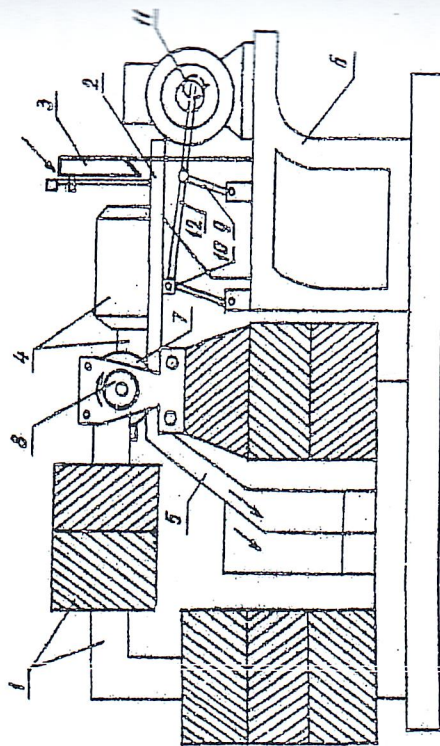


Рис. 1.1. Роликовый электромагнитный сепаратор 138Т-СЭМ

1.2. Оборудование и материалы

1. Продукт крупностью 1,5...2 мм.
2. Роликовый сепаратор.
3. Постоянный магнит.
4. Весы электронные.
5. Совки.

1.3. Порядок проведения работы

1. Познакомиться с конструкцией, принципом действия, способом регулировки сепаратора. Составить эскиз.
2. От исходного материала крупностью 1,5...2 мм, содержащего магнетит, отобрать среднюю пробу массой 5...10 г для определения содержания магнетита в исходном материале и пробу массой 150...200 г для опыта.
3. Включить питание постоянным током обмоток катушек сепаратора и двигателя, приводящий в движение ролик и питатель.
4. Осуществить регулировку сепаратора, подобрав соответствующее значение напряженности магнитного сило-

вого поля, положение делительного шибера и количество подаваемого материала в единицу времени, необходимого для выделения магнетита. С этой целью на небольшом количестве материала определить опытным путем силу тока и положение прибора, соответствующие хорошему отделению магнетита от других минералов.

5. Произвести сепарацию ранее приготовленной пробы; полученный концентрат (магнитную фракцию) взвесить.
6. При помощи постоянного магнита определить содержание магнетита в исходной руде и концентрате.
7. Содержание магнетита в немагнитной фракции (отходах) определить из уравнения баланса.
8. Определить извлечение и продукты обогащения по формулам:

$$\varepsilon_k = \gamma_k \frac{\beta_k}{\alpha} \quad (1.1)$$

$$\varepsilon_{\text{хв}} = \gamma_{\text{хв}} \cdot \frac{v_{\text{хв}}}{\alpha} \cdot 100, \% \quad (1.2)$$

где ε_k , $\varepsilon_{\text{хв}}$ — соответственно извлечение магнетита в концентрат и хвосты, %; γ_k , $\gamma_{\text{хв}}$ — соответственно выход продукта обогащения в концентрат и хвосты, %; α — содержание магнетита в исходном продукте, %; β_k , $v_{\text{хв}}$ — содержание магнетита в концентрате и хвостах, %

10. Повторить работу при разной силе тока в обмотках магнита и изучить зависимость результатов обогащения от силы тока (напряженности магнитного поля).

1.4. Меры безопасности

См. правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ).

1.5. Оформление работы

Результаты, полученные в результате проведения лабораторной работы, необходимо отобразить в табл. 1.1 и графически. Сделать необходимые выводы.

Таблица 1.1
Результаты обогащения руды на лабораторном
однороликовом электромагнитном сепараторе И38Т-СЭМ

Наименование продуктов обогащения	Выход %, %	Содержание магнетита, %	Извлечение магнетита, %
Магнитная фракция (концентрат)			
Немагнитная фракция (хвосты)			
Исходный материал	100		100

1.6. Контрольные вопросы

1. В чем отличие магнитного поля между зубчатыми и гладкими (или рифлеными) полюсами?
2. Опишите движение частиц руды в магнитных сепараторах с нижней подачей.
3. От чего зависит сила сцепления частиц при сухой сепарации?
4. В чем заключается подготовка руды перед сухим магнитным обогащением?
5. Опишите конструкцию и порядок работы сепаратора сухого магнитного обогащения сильноманитных руд.
6. Опишите конструкцию и порядок работы сепаратора сухого магнитного обогащения слабомагнитных руд.
7. В чем заключается регулировка работы и обслуживание магнитных сепараторов?

Список рекомендуемой литературы

1. Абрамов А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование сырья: учебник. М.: МГТУ, 2004. 471 с.
2. Кармазин В. В., Кармазин В. И. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. М.: МГТУ, 2005. 669 с.
3. Авдохин В. М. Основы обогащения полезных ископаемых. М.: МГТУ, 2008. 417 с.
4. Гриндин О. М., Гончаров С. А. Электромагнитные процессы: учебник для вузов. М.: МГТУ, 2009. 498 с.

Лабораторная работа № 2

Сухое магнитное обогащение на сепараторе СБ (Разработка – В. И. Килин (ООО «ЕВРАЗ-Руда»))

2.1. Теоретическое введение

Магнитный сепаратор СБ (рис. 2.1) представляет собой однобарабанный магнитный сепаратор с открытой магнитной системой с четырьмя полюсами чередующейся полярности (по окружности барабана).

Сепаратор работает в воздушной среде с прямоточным направлением движения руды и продуктов сепарации.

Магнитный сепаратор имеет следующие основные узлы: магнитную систему, лотковый питатель, барабан, корпус с разделительным шибром, панель управления с пульта скорректирующим устройством.

Сепараторы со слабым магнитным полем с верхней подачей материала используются главным образом для сухого обогащения относительно крупного и зернистого материала. По способу подачи питания в рабочую зону сепаратора СБ относится к сепараторам с верхней подачей материала, в котором руда подается непосредственно на транспортирующие устройство, удаляющее магнитный продукт из рабочей зоны.

Сепаратор предназначен для сухого магнитного обогащения сильномагнитных руд. Разделение материалов проводится на два продукта: магнитный и немагнитный.

Барабан 4 магнитного сепаратора установлен на специальной раме 6 с опорными элементами 7 и вращается вокруг магнитной системы 3, закрепленной в определенном положении относительно корпуса. Обечайка барабана выполнена из немагнитного материала.

Подлежащий сепарации сухой материал (крупностью до 50–0 мм) загружается в бункер 1. С наклонной плоскости 2 материал поступает на вращающуюся обечайку барабана.

Под воздействием магнитного поля неподвижной магнитной системы сильномагнитные частицы удерживаются на поверхности барабана при движении вдоль всей зоны расположения магнитов. При выходе из зоны действия магнитного поля магнитные системы магнитные частицы разгружаются в отделение для магнитного продукта.

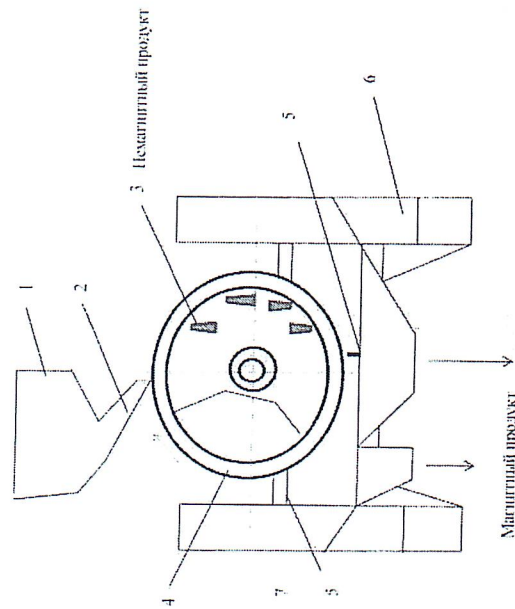


Рис. 2.1. Сепаратор одnobарабанный СБ

Немагнитный материал отделяется от барабана под действием гравитационных и центробежных сил и разгружается в отделение для немагнитного продукта. Выход продуктов обогащения регулируется положением шиберов 5.

2.2. Оборудование и материалы

1. Сильномагнитная руда крупностью до 50 мм.
2. Барабанный сепаратор для магнитного обогащения.
3. Весы электронные.
4. Приемники продуктов.
5. Совки.

2.3. Порядок проведения работы

1. Отобрать пробу сильномагнитной железной руды, усреднить, сократить и выделить 3 пробы, массой по 10 кг.
2. Включить сепаратор.
3. Установить разделительный шибер в положение «от барабана». Убедиться в нормальной работе сепаратора без подачи питания.
4. Приготовленную руду непрерывно и равномерно подавать в приемный бункер, предварительно установив приемники для магнитной и немагнитной фракций.
5. По окончании процесса обогащения сепаратор выключить.
6. В той же последовательности (п. 2-5) провести разделение в положениях разделительного шиберов «прижат» и «вертикально».
7. Результаты исследований оформить в виде табл. 2.1.
8. По данным табл. 2.1 построить зависимость извлечения железа в концентрат от положения разделительного шиберов (рис. 2.1).
9. Сделать вывод о влиянии положения разделительного шиберов на качественно-количественные показатели процесса обогащения.

Технологические показатели процесса обогащения корректируют изменением положения разделительного шиберов.

В процессе работы следует разделить пробу руды при различных положениях разделительного шиберов, определить выход магнитной (концентрат) и немагнитной (отходы) фракций и содержание в них железа.

Выход продуктов обогащения определяют следующим образом:

$$\gamma_K = \frac{m_K}{m_K + m_{XB}} \cdot 100 \quad (2.1)$$

$$\gamma_{XB} = \frac{m_{XB}}{m_K + m_{XB}} \cdot 100 \quad (2.2)$$

$$\gamma_{\text{и}} = \gamma_{\text{к}} + \gamma_{\text{хв}} \quad (2.3)$$

где $\gamma_{\text{к}}$, $\gamma_{\text{хв}}$ и $\gamma_{\text{и}}$ – выходы концентрата, хвостов и исходной руды, %; $m_{\text{к}}$ и $m_{\text{хв}}$ – массы концентрата и хвостов, кг.

Массовую долю компонентов ($\text{Fe}_{\text{общ}}$, $\text{Fe}_{\text{хв}}$) в исходной руде вычисляют по формуле:

$$\alpha = (\gamma_{\text{к}} \cdot \beta + \gamma_{\text{хв}} \cdot \theta) / 100, \quad (2.4)$$

где α , β , θ – соответственно содержание железа общего (магнетитового) в исходной руде, концентрате и хвостах; $\gamma_{\text{к}}$ – выход концентрата, %; $\gamma_{\text{хв}}$ – выход хвостов, %.

Извлечение железа в продукты обогащения определяют по формуле:

$$\varepsilon = \gamma_{\text{к}} \cdot \frac{\beta_{\text{к}}}{\alpha} \quad (2.5)$$

Проверку правильности определения выполнить по уравнению баланса:

$$100 \cdot \alpha = \gamma_{\text{к}} \cdot \beta_{\text{к}} + (100 - \gamma_{\text{к}}) \cdot v_{\text{хв}} \quad (2.6)$$

где α , $\beta_{\text{к}}$, $\theta_{\text{хв}}$ – соответственно содержание железа общего (магнетитового) в исходной руде, концентрате и хвостах; $\gamma_{\text{к}}$ – выход концентрата, %; $\gamma_{\text{хв}}$ – выход хвостов, %.

2.4. Меры безопасности

(См. правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ).

2.5. Оформление работы

Полученные данные свести в табл. 2.2.

Таблица 2.2
Результаты сухого магнитного обогащения

Наименование продуктов обогащения	Положение разделительного шибера	Выход		Массовая доля компонентов, %			Извлечение железа, %	
		%	z	e _{общ}	Fe _{хв}	Общ.	Мagne- титов.	
Исходная руда								
Магнитная фракция (к-т 1)	Прижат							
Немагнитная фракция (хвосты 1)								
Магнитная фракция (к-т 2)	Вертикально							
Немагнитная фракция (хвосты 2)								
Магнитная фракция (к-т 3)	Откинут							
Немагнитная фракция (хвосты 3)								

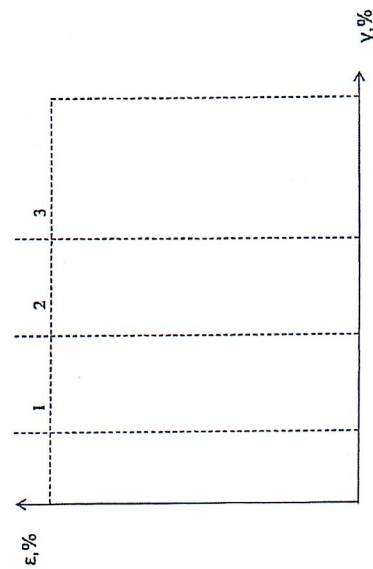


Рис. 2.2. Зависимость извлечения железа в концентрат от положения разделительного шибера: 1 – положение разделительного шибера «прижат»; 2 – положение разделительного шибера «вертикально»; 3 – положение разделительного шибера «от барабана»

2.6. Контрольные вопросы

1. Опишите характер движения частиц руды в магнитных сепараторах с верхней подачей исходного питания.
2. Приведите примеры магнитных сепараторов сухого магнитного обогащения, опишите коротко их конструкцию и порядок работы.
3. Дайте определение понятию обогащения.
4. Классификация минералов по магнитным свойствам.

Список рекомендуемой литературы

1. Абрамов А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование сырья: учебник. М.: МГГУ, 2004. – 471 с.
2. Кармазин В. В., Кармазин В. И. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. М.: МГГУ, 2005. 669 с.
3. Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых. М.: МГГУ, 2008. 417 с.

Лабораторная работа № 3

Мокрое магнитное обогащение на сепараторе 237-СЭ с прямоточной ванной

3.1. Теоретическое введение

Магнитный сепаратор 237-СЭ представляет собой лабораторный одновалабанный магнитный сепаратор с разомкнутой магнитной системой с тремя полюсами чередующейся полярности (по окружности барабана). Сепаратор работает при постоянном уровне пульпы в прямоточной ванне с неглубоким погружением барабана (рис. 3.1).

Сепаратор состоит из следующих основных частей: магнитного барабана, ванны, привода, брызгала и отстойника.

Основной рабочий орган сепаратора – магнитный барабан. Он представляет собой тонкостенный цилиндрический кожух из магнитной стали с торцевыми силовыми

крышками. Внутри барабана на оси консольно закреплена трехполюсная магнитная система. Магниты системы отлиты из алюминий-никель-кобальтового сплава.

Ось магнитной системы представляет собой консоль, конец которой закреплен в отверстии стойки.

Магнитная система внутри барабана повернута относительно вертикальной оси на 15° в сторону разгрузки концентрата. С помощью рычага, установленного на конце оси барабана, и зажимной гайки этот угол можно вручную несколько изменить.

Передача вращения от двигателя к барабану осуществляется через червячный редуктор и зубчатую передачу.

Привод установлен на площадке стойки сепаратора. Ванна закреплена консольно на кронштейнах, установленных на боковой стенке стойки. С помощью двух установочных винтов можно регулировать зазор между барабаном и ванной в пределах от 5 до 20 мм.

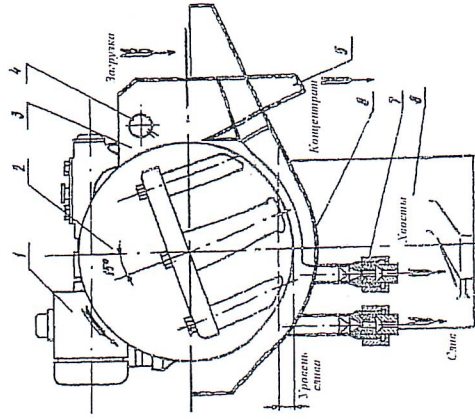


Рис. 3.1. Сепаратор лабораторный барабанный магнитный противоточный: 1 – двигатель; 2 – барабан с магнитной системой; 3 – ванна; 4 – брызгало; 5 – желоб концентрата; 6 – фундамент исходной руды; 7 – выпускные патрубки; 8 – фундамент

Подлежащий сепарации материал в виде пульпы поступает на питающий лоток ванны и далее – самотеком под барабан.

Вращение барабана осуществляется па ходу сепарируемого материала.

Под воздействием магнитного поля сильномагнитные частицы материала притягиваются к поверхности барабана, вращающегося в сторону разгрузки магнитного материала.

Выйдя из зоны действия магнитного поля магнитные частицы попадают на лоток, отводящий их в приемник магнитной фракции. Для лучшего отделения магнитных частиц от поверхности барабана и продвижения их по лотку над барабаном установлено брызгало.

Немагнитный материал (хвосты) проваливается в щель под барабаном и разгружается через разгрузочную насадку. Внутри ванны расположен сливной карман с патрубком для разгрузки слива.

Установка для мокрого магнитного обогащения состоит из магнитного сепаратора 237-СЭ с прямой точной ванной, мешалки для перемешивания исходного материала с водой и подачи пульпы в магнитный сепаратор, приемников магнитной и немагнитной фракций, снабженных насосом возврата всех продуктов в мешалку исходного материала. Таким образом, магнитный сепаратор может работать длительное время при непрерывной подаче разделяемого материала. В случае необходимости – подвергнуть обогащению сравнительно небольшую пробу материала; магнитный сепаратор может работать в кратковременном периодическом режиме, для чего насос возврата выключается, а продукты разделения не объединяются.

3.2. Оборудование и материалы

1. Продукт обогащения, содержащий магнетит с крупностью зерен 2 мм.

2. Барабанный сепаратор для магнитного обогащения.

3. Постоянный магнит.

4. Весы электронные.

5. Приемники фракций.

6. Совки.

7. Клеенка.

3.3. Порядок проведения работы

1. Изучить конструкцию, принцип действия, способ регулировки барабанного сепаратора для мокрого магнитного обогащения сильномагнитных руд. Составить эскиз установки.

2. Подготовить пробу испытуемого продукта, содержащего магнетит, крупностью 2 мм. Отобрать среднюю пробу 0,5...1 кг для определения содержания магнетита в исходном материале.

3. Остальную часть исходного материала массой 5...10 кг смешать с водой, чтобы пульпа характеризовалась отношением $T : Ж = 1 : 3$.

4. Отрегулировать положение ванны сепаратора и режим его работы (т. е. положение магнитной системы), включить двигатель. Убедиться в нормальной работе сепаратора без подачи питания.

5. Включить мешалку и загрузить в нее приготовленную пульпу.

6. Включить насос возврата пульпы.

7. Отрегулировать подачу смывной воды, добиться нормального перелива.

8. Приготовленную пульпу непрерывно и равномерно подавать из мешалки в ванну сепаратора, предварительно установить приемники для магнитной и немагнитной фракций. В процессе сепарации следить за уровнем пульпы в ванне, не допуская ее переполнения. В случае необходимости произвести частичный дополнительный выпуск немагнитной фракции или произвести замену насадки на выпускном патрубке ванны.

Таблица 3.1
Результаты мокрого магнитного обогащения

Наименование продуктов обогащения	Выход		Содержание магнетита		Извлечение магнетита, %
	г	%	г	%	
Магнитная фракция (концентрат)					
Немагнитная фракция (хвосты)					
Исходный материал		100			100

3.6. Контрольные вопросы

1. Опишите характер движения частиц руды в магнитных сепараторах с нижней подачей исходного материала.
2. Каково влияние водной среды при магнитной сепарации?
3. Опишите характер потока пульпы в сепараторах мокрого магнитного обогащения.
4. Приведите примеры магнитных сепараторов мокрого магнитного обогащения.

Список рекомендуемой литературы

1. Абрамов А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование сырья: учебник. М.: МГТУ, 2004. 471 с.
2. Кармазин В. В., Кармазин В. И. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. М.: МГТУ, 2005. 669 с.
3. Авдохин В. М. Основы обогащения полезных ископаемых. М.: МГТУ, 2008. – 417 с.
4. Гридин О. М., Гончаров С. А. Электромагнитные процессы: учебник для вузов. М.: МГТУ, 2009. 498 с.
5. Кармазин В. И., Младецкий И. К., Пилов П. И. Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых. М.: МГТУ, 2009. 221 с.

9. Добиться стабильной работы установки, периодически замерять выход концентрата.

10. При стабилизации выхода концентрата в единицу времени произвести одномерное опробование исходного материала, магнитной и немагнитной фракций. Полученные пробы продуктов дренировать, высушить в сушильном шкафу и взвесить.

11. Определить содержание магнетита в продуктах одним из следующих способов:

- а) с помощью магнитного анализатора;
- б) вытяжкой магнитных зерен постоянным магнитом.

12. Определить извлечение магнетита в продукты обогащения по формуле

$$\varepsilon_{\kappa} = \gamma_{\kappa} \frac{\beta_{\kappa}}{\alpha} \quad (3.1)$$

Убедиться в правильности определения по уравнению баланса

$$100\alpha = \gamma_{\kappa}\beta_{\kappa} + (100 - \gamma_{\kappa})\nu_{\text{хв}} \quad (3.2)$$

где α , β_{κ} , $\nu_{\text{хв}}$ – соответственно содержание магнетита в исходном материале, концентрате и хвостах; γ_{κ} – выход концентрата; $\gamma_{\text{хв}}$ – выход хвостов.

13. На основании полученных результатов сделать выводы о применимости данного метода обогащения и о влиянии основных параметров работы сепаратора на результаты обогащения, для чего следует повторить работу, изменяя положение магнитной системы, ванны сепаратора, скорости подачи питания, изменяя насадки сброса хвостов, расхода смывной воды.

3.4. Меры безопасности

(См. правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ).

3.5. Оформление работы

Полученные данные свести в табл. 3.1.

Измерение сопротивления минеральных частиц

4.1. Теоретическое введение

Для прогноза процессов разделения различных компонентов, входящих в состав обрабатываемых материалов, измеряют сопротивление их отдельных частиц. Измерения производят в условиях, идентичных с условиями разряда частиц на поверхности осадительного барабана. Погрешность этого метода оценки электропроводности достигает 50...70 %, однако для практических целей она оказывается вполне удовлетворительной.

Сопротивление измеряют по способу вольтметра и амперметра. При этом измеряется ток, проходящий через частицы, при определенном напряжении. Этот способ обладает тем недостатком, что измеренное сопротивление включает в себя не только сопротивление частиц, помещенных между электродами, но и сопротивление контактов.

Схема установки для измерения сопротивления минеральных частиц приведена на рис. 4.1. Между двумя металлическими цилиндрами укладывается несколько минеральных частиц. Размер частиц определяется как средний из общего их числа. Расстояние между цилиндрами, определяемое крупностью частиц, регулируется винтовой подачей.

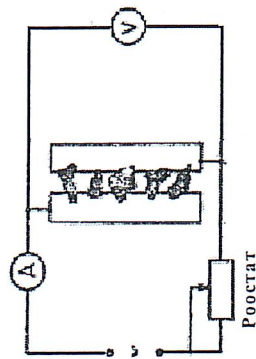


Рис. 4.1. Электрическая схема для измерения сопротивления минеральных частиц

4.2. Оборудование и материалы

1. Датчик для измерения сопротивления частиц.
2. Милливольтметр универсальный типа В7-21, В3-38А.
3. Источник питания (батарея).
4. Минералы, относящиеся к различным классам по электропроводности.

4.3. Порядок проведения работы

1. Составить электрическую цепь для измерения сопротивления согласно рис. 4.1.
2. Между электродами поместить 5...7 частиц измеряемого минерала.
3. Универсальный измерительный прибор включить в схему в режиме измерения тока и произвести измерение тока I . Результат занести в табл. 4.1.
4. Универсальный измерительный прибор включить в схему в режиме измерения напряжения U . Результат занести в таблицу.
5. Определить R , ($R = U/I$) и полученное значение занести в таблицу.
6. Минеральные частицы повернуть между электродами датчика и повторить операции по 3...5. Результаты измерений занести в таблицу.
7. Сопротивление частиц определить по средним значениям токов и напряжений при 5...7 различных укладках частиц между электродами.
8. Аналогичные измерения провести для других минералов.

4.4. Меры безопасности

(См. правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ).

4.5. Оформление работы

Результаты измерений сопротивления минеральных частиц свести в табл. 4.1.

Таблица 4.1
Результаты измерения сопротивления минеральных частиц

Измеряемый материал	Укладка	$I, \text{мА}$	$U, \text{мВ}$	$R, \text{Ом}$
Пирит	1			
	2			
	3			

4.6. Контрольные вопросы

1. Поясните термины: сопротивление, электропроводность, удельное сопротивление. Укажите размерность.
2. Какими методами определяется электропроводность минералов?
3. Чем определяется величина тока через образец минерала при измерении его электропроводности?
4. Назовите минералы, относящиеся к классам проводников, полупроводников, диэлектриков.

Список рекомендуемой литературы

1. Кармазин В. В., Кармазин В. И. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. М.: МГТУ, 2005. 669 с.
2. Авдохин В. М. Основы обогащения полезных ископаемых. М.: МГТУ, 2008. 417 с.
3. Гридин О. М., Гончаров С. А. Электромагнитные процессы: учебник для вузов. М.: МГТУ, 2009. 498 с.

Лабораторная работа № 5

Сопоставление эффективности различных видов электросепарации

5.1. Теоретическое введение

Сепаратор ПС-1, предназначенный для электрической сепарации минерального сырья, может работать в режиме электростатической, коронной и коронно-электростатической сепарации.

Лабораторный коронно-электростатический сепаратор ПС-1 предназначен для разделения минералов, отличающихся друг от друга электрической проводимостью.

Принципиальная схема устройства сепаратора ПС-1 показана на рис. 5.1.

Сепаратор состоит из корпуса 1, коронирующего электрода 2, отклоняющего электрода 3, осадительного электрода 4, бункера 5 с регулятором производительности 6, вибропитателя 7, регулировочных шибров 8, приемников для продуктов деления 9, 10, 11, блока управления 12 и щетки 13.

Исследуемая проба руды из бункера 5, величина разгрузочного отверстия которого регулируется с помощью винта 6, поступает на вибропитатель 7. Вибропитатель подает руду на вращающийся осадительный электрод 4. Попадая в поле коронного разряда, все частицы получают заряд. Проводники, обладающие высокой электрической проводимостью, передают свой заряд осадительному электроду, получают от него заряд одноименного знака и отталкиваются. Попадая в электростатическое поле отклоняющего электрода, проводники еще изменяют траекторию своего движения и разгружаются в приемник 9.

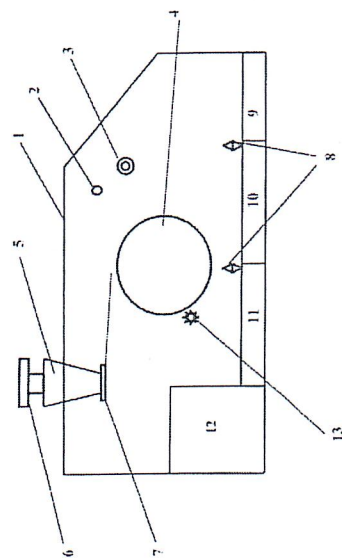


Рис. 5.1. Принципиальная схема устройства сепаратора ПС-1