

№ 180

МИСиС

---

М.М. Сорокин  
Н.Ф. Пантелеева  
В.Д. Самыгин

# **Флотационные методы обогащения**

Лабораторный практикум

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

№ 180

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ СТАЛИ  
И СПЛАВОВ

МИСиС



Кафедра обогащения руд цветных и редких металлов

М.М. Сорокин

Н.Ф. Пантелеева

В.Д. Самыгин

# **Флотационные методы обогащения**

Лабораторный практикум

Допущено учебно-методическим объединением  
по образованию в области металлургии в качестве  
учебного пособия для студентов высших учебных  
заведений, обучающихся по направлению Металлургия

УДК 622.7  
С65

Рецензент  
д-р техн. наук, проф. *Л.С. Стрижко*

**Сорокин М.М., Пантелеева Н.Ф., Самыгин В.Д.**  
С65 Флотационные методы обогащения: Лаб. практикум. –  
М.: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 69 с.

В лабораторном практикуме рассмотрены параметры и свойства фаз флотационной системы и основные процессы, протекающие при взаимодействии фаз в объеме системы и на поверхности минералов.

Выполнение работ закрепляет теоретический материал, стимулирует студентов к самостоятельной работе, развивает их инициативу и навыки научно-исследовательской работы.

Лабораторный практикум составлен в соответствии с учебным планом и программой дисциплины «Флотационные методы обогащения» для студентов, обучающихся по специальности 130405 «Обогащение полезных ископаемых».

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
Лабораторная работа № 1. Измерение краевых углов смачивания .....	5
Лабораторная работа № 2. Влияние концентрации собирателя в пульпе на флотацию сульфидных минералов.....	14
Лабораторная работа № 3. Влияние концентрации и природы пенообразователя на свойства пены и показатели флотации.....	20
Лабораторная работа № 4. Влияние рН пульпы на флотацию сульфидных минералов.....	27
Лабораторная работа № 5. Условия активации флотации цинковой обманки и других сульфидных минералов .....	34
Лабораторная работа № 6. Влияние концентрации сернистого натрия на флотацию сульфидных минералов цветных металлов .....	39
Лабораторная работа № 7. Депрессирующее действие бихромата калия на сульфидные минералы.....	45
Лабораторная работа № 8. Депрессирующее действие бихромата калия на селекцию коллективного концентрата сульфидных минералов.....	49
Лабораторная работа № 9. Кинетика флотации .....	50
Лабораторная работа № 10. Флотация сульфидных медных руд.....	53
Лабораторная работа № 11. Флотация сульфидной свинцовой руды .....	63
Лабораторная работа № 12. Флотация окисленных руд цветных металлов .....	65

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Флотация является одним из наиболее распространенных физико-химических методов обогащения полезных ископаемых. Роль флотации в современном производстве характеризуется большими масштабами ее промышленного применения. Количество перерабатываемых флотационным методом полезных ископаемых ежегодно достигает нескольких миллиардов тонн. Флотацией обогащают руды цветных, редких и благородных металлов, калийные соли, апатиты, фосфориты, коксующиеся и энергетические угли и некоторые другие виды полезных ископаемых. Флотация позволяет выделить из полезных ископаемых свыше 100 минералов. С ее применением связано получение в промышленных масштабах примерно 70 % химических элементов периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Поскольку флотационный процесс имеет важное значение, его изучению уделяется большое внимание.

Лабораторный практикум по курсу «Флотация» базируется на лабораторных практикумах кафедры, изданных МИСиС в 1970 и 1983 гг.

Перед началом выполнения каждой работы студенты обязаны заранее подготовиться к ней теоретически. Работы выполняются с четырьмя навесками минерала. Отчет о работе аккуратно оформляется в индивидуальном порядке каждым студентом после выполнения задания.

В нем должны содержаться следующие сведения:

1. Название лабораторной работы, ее цель.
2. Краткое описание теоретических основ.
3. Описание методики работы.
4. Результаты работы в виде таблиц и графиков.
5. Обоснование результатов работы с использованием необходимых химических реакций.
6. Выводы.

## Лабораторная работа № 1

### ИЗМЕРЕНИЕ КРАЕВЫХ УГЛОВ СМАЧИВАНИЯ

(2 часа)

#### 1.1. Цель работы

1. Освоение методики измерения краевых углов на приборе П.А. Ребиндера.
2. Изучение действия различных флотационных реагентов на смачиваемость минералов.

#### 1.2. Теоретическое введение

Флотационный процесс обогащения основан на разделении частиц руды по смачиваемости: несмачиваемые или малосмачиваемые частицы руды закрепляются на пузырьках воздуха и выносятся на поверхность пульпы во флотационном аппарате. Таким образом, флотационная система состоит из трех фаз:

1. Жидкая фаза (вода) – дисперсионная среда, в которой проходит процесс разделения частиц руды по смачиваемости их водой. Вода выполняет также функцию реагента-смачивателя подавителя, гидратируя поверхность минерала, который не должен флотироваться.

2. Твердая фаза (объект обогащения) – частицы руды крупностью –150+100 мкм;

3. Газовая фаза (тонкодиспергированные пузырьки воздуха) обеспечивает вынос гидрофобных частиц, закрепившихся на пузырьках, на поверхность пульпы, т.е. газовая фаза выполняет функцию транспорта.

Для поверхности минералов, как и любой поверхности раздела фаз, характерна нескомпенсированность связей кристаллической решетки. Эти связи стремятся насытиться за счет сорбции молекул из окружающей среды (неполярных или полярных молекул). Величина нескомпенсированности связей на минеральной поверхности зависит от природы минерала: типа химической связи между частицами (ионами, атомами), слагающими кристаллическую решетку, величины заряда этих частиц и их радиуса.

В принципе можно выделить два варианта:

1. Минералы с ионным видом связи (связь ненаправленная и ненасыщенная) обладают высокой способностью к смачиванию полярными жидкостями (вода, спирт) и низкой способностью к смачива-

нию неполярными жидкостями; на поверхности таких минералов обнажаются преимущественно полярные связи, хорошо смачивающиеся полярными молекулами, в частности молекулами воды. В этом случае связь молекул (ионов) минерала и молекул воды (работа адгезии) больше работы когезии, т.е. взаимодействия молекул в твердой фазе и жидкой фазе (воде) друг с другом.

2. Минералы с ковалентным типом связи (связь направленная и насыщенная), наоборот, плохо смачиваются полярными жидкостями и хорошо смачиваются неполярными жидкостями. Минералы, на поверхности которых преимущественно обнаруживаются ковалентные и ван-дер-ваальсовы связи, называются природногидрофобными. Они слабо смачиваются полярными жидкостями (водой), так как энергия взаимодействия молекул воды друг с другом больше, чем молекул воды с поверхностью минералов. Основная масса минералов по смачиваемости их водой входит в промежуточную группу. Поверхность любого минерала можно представить состоящей из полярных гидрофильных участков (разорванные полярные связи – некомпенсированные заряды) и малополярных гидрофобных участков, на поверхности которых находятся преимущественно ван-дер-ваальсовы связи. Чем полярнее связь и чем сильнее ее склонность к образованию водородных связей, тем она гидрофильнее, тем сильнее будет смачиваться поверхность. По убывающей гидрофильности связи можно расположить в следующем порядке: ионная и водородная, ковалентная (в зависимости от степени ионности), ван-дер-ваальсовы связи.

В зависимости от числа фаз, участвующих в смачивании, различают:

1) контактное смачивание, в котором наряду с жидкостью и твердым телом контактирует третья фаза – газ или другая жидкость. Например, прилипание частички минерала в водной фазе к пузырьку воздуха или капле масла. Возможны также случаи, когда в смачивании участвует больше фаз. Смачивание происходит в стадии мокрого измельчения руд, когда смачиваются образующиеся мелкие частицы минералов;

2) смачивание при полном погружении твердого тела в жидкость (иммерсионное смачивание), в котором участвуют только две фазы – жидкость и твердое тело.

Для изучения стадии прилипания частицы к пузырьку воздуха и оценки степени гидрофобности минералов обычно применяются следующие методы: определение прочности прилипания и времени ин-