

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«М И С и С»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра математики и естествознания

Е.В. Нефедова

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

для студентов направления подготовки
18.03.01 Химическая технология
заочной формы обучения

Новотроицк, 2020 г.

УДК 62-82: 669.013

ББК 34.5

Н 58

Рецензенты:

*Доцент кафедры металлургии и химических технологий ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», к.т.н., **Т.Г. Волощук***

*Заведующий кафедрой металлургических технологий и оборудования Новотроицкого филиала ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», к.т.н., **А.Н. Шаповалов***

Нефедова Е.В. Обогащение полезных ископаемых: лабораторный практикум. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2020. - 16 с.

Лабораторный практикум по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» предназначен для приобретения практических навыков по методам обогащения руд, формирования умения самостоятельного проведения экспериментальных работ и обработки полученных результатов.

Рассмотрена методика проведения лабораторных работ, теоретические основы изучаемых вопросов, приведены требования к оформлению отчетов и вопросы для самопроверки.

Лабораторный практикум составлен в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования НИТУ «МИСиС» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, обучающихся по всем профилям, реализуемым в НФ НИТУ «МИСиС».

Рекомендовано Методическим советом НФ НИТУ «МИСиС»

© Новотроицкий филиал
ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический
университет «МИСиС», 2020

Содержание

Введение	4
1 Порядок выполнения, оформления и защиты лабораторных работ	5
2 Лабораторная работа № 1. Изучение работы щековой дробилки и производство ситового анализа.....	6
2.1 Теоретическое введение	6
2.2 Методика выполнения работы	7
2.3 Контрольные вопросы	8
3 Лабораторная работа № 2. Изучение работы гирационного грохота и определение эффективности грохочения.....	9
3.1 Теоретическое введение	9
3.2 Методика выполнения работы	10
3.3 Контрольные вопросы	12
4 Лабораторная работа № 3.Изучение процесса измельчения руд в шаровой мельнице...	12
4.1 Теоретическое введение	12
4.2 Методика выполнения работы	13
4.3 Контрольные вопросы	15
Библиографический список	15

Введение

Лабораторный практикум предназначен для проведения лабораторных работ по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология, всех профилей обучения, реализуемых в НФ НИТУ «МИСиС». Целью лабораторных работ является закрепление теоретических разделов курса, освоение методики и техники проведения экспериментальных исследований.

В практикум включены три лабораторные работы, тематика которых охватывает второй раздел изучаемой дисциплины: «Основные методы обогащения». Лабораторные работы проводятся в лаборатории кафедры математики и естествознания (МиЕ) по форме «Групповые работы».

При выполнении представленных в практикуме лабораторных работ, студенты приобретают профессиональные и профессиональные специализированные компетенции, предусмотренные учебным планом подготовки бакалавров направления 18.03.01 Химическая технология по дисциплине «Обогащение полезных ископаемых», а именно ПК-3.3; УК-10.3.

Большинство лабораторных работ являются, по существу, небольшими исследованиями, поэтому для их проведения, обработки полученных данных требуется необходимая теоретическая подготовка и активное творческое участие студентов.

1 Порядок выполнения, оформления и защиты лабораторных работ

В лабораториях кафедры МиЕ НФ НИТУ «МИСиС» находится оборудование, позволяющее моделировать процессы обогащения полезных ископаемых, изучения эффективности разных методов обогащения.

Все лабораторные работы выполняются парами студентов (по 2 человека). Количество и наименование выполняемых лабораторных работ отражено в рабочей программе дисциплины (РПД) и зависит от направления подготовки и формы обучения. Также эта информация доводится ведущим преподавателем до обучающихся на первом лекционном занятии, в совокупности со всеми остальными данными по организации процесса изучения дисциплины. Предпочтительно последовательное выполнение лабораторных работ в соответствии с содержанием практикума.

В случае применения дистанционной или смешанной формы обучения информация об изучаемых лабораторных работах добавляется в описание курса в LMS Canvas.

На первом лабораторном занятии преподаватель должен ознакомить студентов с задачами лабораторного практикума, требованиями, предъявляемыми к отчетам, правилами внутреннего распорядка лаборатории. В ряде случаев преподаватель должен напомнить студентам некоторые теоретические сведения, непосредственно относящиеся к той или иной работе, либо организовать показ тех или иных операций.

После вводной беседы преподаватель знакомит студентов с правилами техники безопасности, что фиксируется в специальном журнале.

Приступая к выполнению работы, студент должен изучить ее описание, методику выполнения и подготовить необходимые таблицы для записи фиксируемых в ходе работы данных.

В начале каждого лабораторного занятия студенты должны защитить отчет по предыдущей работе и получить допуск к выполнению следующей работы.

После окончания каждой работы студенты предъявляют преподавателю на подпись результаты опытов и наводят порядок на рабочем месте.

По каждой лабораторной работе оформляется отчет, который должен начинаться с названия работы и содержать следующие разделы: цель работы, краткое теоретическое введение, методика проведения работы, схемы и описание лабораторных установок, результаты измерений, расчетов и выводы. Индивидуальные требования по оформлению отчетов изложены в описании представленных в практикуме лабораторных работ.

Отчеты по выполнению лабораторных работ предъявляются преподавателю при их защите, и/или загружаются в курс на платформе LMS Canvas до проведения процедуры защиты. При использовании кусков на открытых образовательных платформах, например openedu.ru, допускается перезачет лабораторных работ практикума дистанционного курса платформы.

Перед выполнением лабораторных работ обязателен вводный инструктаж, проводимый преподавателем в часы, отведенные для выполнения работы, о чем составляется соответствующая запись в журнале инструктажа за подписью обучающихся и преподавателя.

Каждый обучающийся должен следить за условиями и приемами выполнения порученной ему работы, ставить в известность преподавателя о замеченной опасности в работе, своевременно принимать меры по её устранению.

Обучающимся запрещается трогать оборудование без разрешения преподавателя и без соответствующих инструкций по его работе.

До работы на оборудовании обучающийся должен быть предварительно ознакомлен с его основными деталями, принципом действия, порядком работы.

До работы с электроприборами необходимо убедиться в исправности прибора, целостности изоляции, исправности розеток включения.

Обучающиеся должны бережно относиться к лабораторному оборудованию, во всем следовать указаниям преподавателя.

2 Лабораторная работа № 1. Изучение работы щековой дробилки и производство ситового анализа

Целью работы является ознакомление с подготовительным процессом дробления полезных ископаемых; методикой производства ситового анализа для определения гранулометрической характеристики продукта дробления; изучение принципа работы, конструктивных особенностей и регулирования щековой дробилки со сложным качанием щеки.

2.1. Теоретическое введение

Дробление на обогатительных фабриках наряду с измельчением является подготовительной операцией перед обогащением и способствует разрушению монолитных кусков полезного ископаемого и превращению его в механическую смесь зерен рудных и нерудных минералов.

Степень дробления (S) – количественная характеристика процесса, рассчитывается по формулам (1.1) и (1.2):

$$S = D_{\max} / d_{\max} \quad (1.1)$$

$$S = D_{cp} / d_{cp} \quad (1.2)$$

где D_{\max} и d_{\max} – диаметры максимального куска материала до и после дробления, мм; D_{cp} и d_{cp} – средние медианные диаметры кусков до и после дробления, мм.

Контроль работы дробильно-измельчительного оборудования производится при помощи ситового анализа пробы материала и представляет собой рассев ее на классы крупности (для материалов крупнее 0,04 мм.) с определением их массы путем взвешивания. По данным ситового анализа рассчитываются частные и суммарные выходы классов в процентах, и строится гранулометрическая характеристика сыпучего материала. По графику определяется средний медианный диаметр зерна (d_{cp}), соответствующий суммарному выходу 50%.

Для крупного дробления руд и горных пород применяются щековые дробилки, в которых материал раздавливается между двумя щеками, из которых одна неподвижная, а другая – подвижная, качающаяся.

Описание конструкции и принципа действия щековой дробилки со сложным качанием подвижной щеки

Принципиальная схема щековой дробилки со сложным качанием щеки приведена на рис. 1.1. Рабочая камера в щековой дробилке со сложным качанием подвижной щеки образуется неподвижной 1 и подвижной 2 щеками и двумя боковыми стенками. Подвижная щека 2 подвешена непосредственно на эксцентриковом валу 3, нижняя часть ее шарнирно соединяется с распорной плитой 7, другим концом распорная плита опирается на регулировочное устройство 5. Благодаря такой подвеске, каждая точка поверхности подвижной щеки движется по эллипсoidalной линии. За счет такого движения щеки в процессе дробления наблюдается не только раздавливание, но и частичное истирание дробимого материала. Достоинства дробилки – простота конструкции, малые габариты и малая масса.

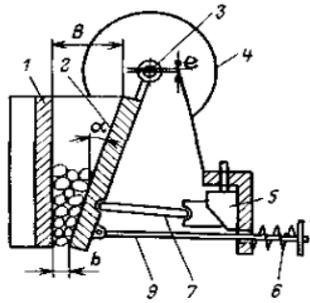


Рис. 1.1. Схема щековой дробилки со сложным качанием щеки:
 1 – неподвижная щека; 2 – подвижная щека; 3 – эксцентриковый вал; 4 – маховик; 5 – регулировочные клинья; 6 – пружина; 7 – распорная плита; 9 – тяга; e – эксцентриситет вала; B – ширина приемного отверстия; b – ширина разгрузочного отверстия; α – угол захвата (не более 25°)

2.2. Методика выполнения работы

Материалы и оборудование

- Щековая дробилка со сложным качанием щеки
- Навеска руды 3 -5 кг крупностью –50 (70) мм
- Пластилиновый шарик для замера разгрузочной щели
- Весы технические с разновесом
- Секундомер
- Штангенциркуль
- Набор сит для ручного отсева

Изучить конструкцию лабораторной щековой дробилки со сложным качанием щеки и выполнить эскиз установки. Взять пробу материала массой 3 кг, крупностью –50+0 мм. Для определения крупности максимального куска отобрать из пробы три наибольших куска и измерить штангенциркулем длину (а), ширину (b) и толщину (с) каждого. Рассчитать среднее значение D (мм) для каждого куска. Принять за размер максимального куска в пробе (D_{max}) среднее арифметическое по трем рассчитанным значениям D. Сделать ситовый анализ исходной пробы, отсеивая ее на ситах 40, 20, 10, 5 мм. Данные занести в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Результаты ситового анализа исходной руды и дробленого продукта

Класс крупности, мм	Исходная руда			Дробленый продукт при $i_1=$		
	Частный выход		Суммарный выход (сверху), %	Частный выход		Суммарный выход (сверху), %
	кг	%		кг	%	
+40						
-40+20						
-20+10						
-10+5						
-5+0						
всего		100			100	

Произвести внешний осмотр дробилки и убедиться в ее исправности. Приготовить приемник дробленой руды и сделать пробный запуск дробилки вхолостую. При помощи пластилинового шарика проверить размер разгрузочной щели дробилки. Вращением регулировочного винта изменить положение нижней части подвижной щеки и провести дробление в три приема при различных величинах разгрузочной щели i_1, i_2, i_3 (назначается преподавателем). Включить дробилку. Равномерно загружая куски материала с лотка в пасть дробилки, пропустить пробу

руды при установленной щели i , измеряя секундомером чистое время дробления t , мин. Сделать ситовый анализ продукта дробления. Для этого произвести рассев дробленого продукта на ситах 40, 20, 10 и 5 мм. Данные занести в табл. 1.1. Из самого крупного класса отобрать три наибольших куски и определить размер d_{\max} по методике, приведенной выше.

Обработка и оформление результатов

Определить производительность дробилки Q (кг/ч), зная время дробления t (мин.) и массу пробы материала G (кг): $Q = \frac{G}{t} \cdot 60$. По данным выполненных ситовых анализов рассчитать частные и суммарные выходы классов крупности, заполнить табл. 1.1 и 1.2. Построить гранулометрические характеристики исходной руды, дробленых продуктов и определить средний медианный диаметр зерна ($d_{\text{ср}}$).

Таблица 1.2 - Результаты ситового анализа дробленых продуктов

Класс крупности, мм	Исходная руда			Дробленый продукт при $i_1 =$		
	Частный выход		Суммарный выход (сверху), %	Частный выход		Суммарный выход (сверху), %
	кг	%		кг	%	
+40						
-40+20						
-20+10						
-10+5						
-5+0						
всего		100			100	

Рассчитать степень дробления по формулам (1.1), (1.2) и сопоставить эти величины. Результаты опыта дробления занести в табл. 1.3.

Таблица 1.3 - Результаты опытов дробления

Масса пробы, кг	Размер разгрузочной щели, мм	Крупность максимального куска, мм		Крупность среднее медианных кусков, мм		Время дробления, мин	Степень дробления по уравнению		Производительность дробилки Q , кг/ч
		До дробления D_{\max}	После дробления d_{\max}	До дробления $D_{\text{ср}}$	После дробления $D_{\text{ср}}$		(1.1)	(1.2)	

Сделать выводы по работе.

2.3 Контрольные вопросы

1. Что такое степень дробления?
2. Назвать факторы, влияющие на производительность дробилки.
3. Как регулируется разгрузочная щель в щековых дробилках?
4. Дать определение понятия «модуль шкалы сит».
5. Как построить характеристики крупности по классам крупности и суммарному выходу по плюсу, по минусу?
6. По суммарной характеристике крупности определить выход заданного класса крупности.

3 Лабораторная работа № 2. Изучение работы гирационного грохота и определение эффективности грохочения

Целью работы является ознакомление с процессом грохочения полезных ископаемых; конструктивными особенностями, принципом работы гирационного грохота, методикой определения и расчета эффективности грохочения.

3.1 Теоретическое введение

Грохочение – процесс разделения сыпучих материалов на классы крупности в производственных условиях. Грохот имеет одну или несколько рабочих (просеивающих) поверхностей – сит, установленных в одном или нескольких коробах, совершающих качательные или встряхивающие движения. Параметрами механического режима работы грохота являются: амплитуда «г» (полуразмах, мм) колебаний короба и скорость вращения рабочего вала n (об/мин), определяющая частоту этих колебаний.

Для количественной оценки полноты выделения из исходной руды мелкого материала при грохочении введено понятие «эффективность грохочения». Эффективностью грохочения называется выраженное в процентах или в долях единицы отношение массы подрешетного продукта к массе такого же по крупности продукта в исходном материале. Эффективность грохочения E (%) может быть определена по одному из уравнений:

$$E = \frac{T}{Q} \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot 10^4, \quad (2.1)$$

$$E = \frac{\alpha - \theta}{(100 - \theta) \cdot \alpha} \cdot 10^4, \quad (2.2)$$

где α - массовая доля мелкого класса (менее размера отверстий сита грохота) в исходном продукте (определяется из гранулометрической характеристики исходной руды), %;

θ - массовая доля такого же по крупности класса в надрешетном продукте (определяется из гранулометрической характеристики надрешетного продукта), %;

Q - масса исходного продукта, кг;

T - масса подрешетного продукта, кг.

На эффективность грохочения влияют амплитуда и частота колебаний короба грохота, гранулометрическая характеристика исходного продукта, его влажность и другие факторы. При увеличении амплитуды и частоты колебаний увеличивается число контактов зерен с просеивающей поверхностью, улучшаются условия самоочистки сита от зерен материала, в результате чего увеличиваются производительность и эффективность грохочения.

В данной работе предлагается определить эффективность грохочения при одной заданной частоте колебаний вала грохота (частота колебаний назначается преподавателем).

Описание конструкции и принципа работы гирационного грохота

Принципиальная схема полувибрационного (гирационного) наклонного грохота с эксцентриковым приводом показана на рис. 2.1.

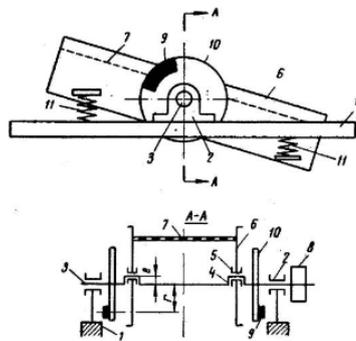


Рис. 2.1. Общий вид (а) и кинематическая схема (б)
гирационного грохота

На неподвижной раме 1 в подшипниках качения 2 горизонтально установлен вал 3, имеющий две эксцентриковые заточки 4. На заточки насажены подшипники 5, наружная обойма которых укреплена в коробе 6. Короб с натянутым на нем ситом 7 устанавливается наклонно под углом от 10 до 30° к горизонту путем поворота относительно оси вала и удерживания в таком положении при помощи эластичных связей - амортизаторов 11.

При движении короба грохота по круговой траектории с радиусом e возникает центробежная сила. Эта переменная по направлению радиальная, центробежная сила через подшипники передается на неподвижную раму грохота и могла бы вызвать колебания опорных конструкций. Для уравновешивания этой силы на валу закрепляются два маховика 10 с неуравновешенными грузами 9.

3.2 Методика выполнения работы

Материалы и оборудование

- Руда крупностью -10 мм
- Грохот гирационный
- Весы технические
- Штангенциркуль
- Секундомер
- Набор сит

Изучить конструкцию грохота, выполнить общий эскиз установки. Отобрать пробу руды массой 3 кг и хорошо ее перемешать. Методом вычерпывания из пробы отобрать навеску массой 300 г и выполнить ситовый анализ на наборе сит: 10, 7, 5, 3, 2, 1 и 0,5 мм с помощью механического встряхивателя. Данные занести в табл. 2.1. По данным анализа построить гранулометрическую характеристику исходной руды. Пробу загрузить в бункер грохота, предварительно закрыв шибером разгрузочное отверстие бункера. Установить заданное напряжение на ЛАТРе. Затем открыть разгрузочную щель бункера и произвести грохочение, одновременно замера секундомером время грохочения до полного схода материала с просеивающей поверхности. Определить массы полученных продуктов грохочения. Провести следующий опыт при другом напряжении на ЛАТРе. Замерить размер отверстий сита грохота и его площадь. Для определения эффективности грохочения по формуле (2.1) взвесить подрешетный продукт (T , кг), а по гранулометрической характеристике исходной руды определить массовую долю в ней отсеваемого класса (α , %). Размер отсеваемого мелкого класса определяется размером отверстий сита грохота. Отобрать из надрешетного продукта методом вычерпывания пробу массой 300 г и выполнить ситовый анализ на том же наборе сит. Построить гранулометрические характеристики надрешетных продуктов, по которым определить содержание мелкого класса в надрешетном продукте грохота θ , %. Данные занести в табл. 2.2.

Таблица 2.1 - Результаты ситового анализа исходной руды

Класс крупности, мм	Исходная руда		
	частный выход		суммарный выход по плюсу, %
	кг	%	
+10			
-10 +7			
-7 +5			
-5 +3			
-3 +2			
-2 +1			
-1 +0,5			
-0,5 +0			
Итого:		100	

Таблица 2.2 - Результаты ситового анализа надрешетных продуктов

Класс крупности, мм	Надрешетный продукт при $u_1=$			Надрешетный продукт при $u_2=$		
	частный выход		суммарный выход по плюсу, %	частный выход		суммарный выход по плюсу, %
	кг	%		кг	%	
+10						
-10 +7						
-7 +5						
-5 +3						
-3 +2						
-2 +1						
-1 +0,5						
-0,5 +0						
Итого:		100		100		

Рассчитать эффективность грохочения по формуле (2.2).

Общая Q (кг/ч) и удельная q (кг/м³ч) производительности грохота определяются по формулам:

$$Q = \frac{G}{t} \cdot 60 \quad (2.3)$$

$$q = \frac{Q}{S}, \quad (2.4)$$

где Q -масса исходной навески, кг;

t -время грохочения, ч;

S -площадь сита грохота, м³

Полученные результаты свести в табл. 2.3

Таблица 2.3 - Экспериментальные данные по грохочению пробы руды

Напряжение u , В	Время грохочения, мин	Масса продуктов, кг			Производительность		Эффективность грохочения E , %	
		исходного, Q	подрешетного, T	надрешетного, P	общая, кг/ч	удельная, кг/м ² ч	по формуле 2.1	по формуле 2.2

3.3 Контрольные вопросы

1. Что такое эффективность грохочения?
2. Назовите факторы, влияющие на эффективность грохочения и производительность грохота.
3. Укажите назначение операций грохочения в технологии переработки руд.
4. Укажите, какие зерна – крупные или мелкие, преобладают в исходной руде и в надрешетном продукте?

4 Лабораторная работа № 3. Изучение процесса измельчения руд в шаровой мельнице

Целью работы является ознакомление с подготовительным процессом измельчения полезных ископаемых в лабораторной шаровой мельнице, методикой выполнения мокросухого ситового анализа и определение удельной производительности мельницы.

4.1 Теоретическое введение

Измельчение является подготовительным процессом при обогащении и гидрометаллургической обработке руд. В процессе измельчения происходит не только уменьшение размеров руды, но и высвобождение зерен, раскрытие сростков ценных минералов друг с другом и с сопутствующими минералами. После измельчения руда выходит крупностью 0,1-0,05 мм.

Для измельчения руд наибольшее применение получили барабанные, центробежные, вибрационные и струйные мельницы. В зависимости от вида измельчающей среды различают мельницы: стержневые, шаровые, рудного самоизмельчения и галечные. Размеры и тип мельницы характеризуются внутренним диаметром D барабана (при снятой футеровке), рабочей длиной L и способом разгрузки продукта из барабана (через решетку и с 15 центральной разгрузкой). Стержневые и шаровые мельницы с разгрузкой через решетку применяются в первых стадиях измельчения, а шаровые с центральной разгрузкой – для получения окончательного тонкого помола (рис. 3.1).

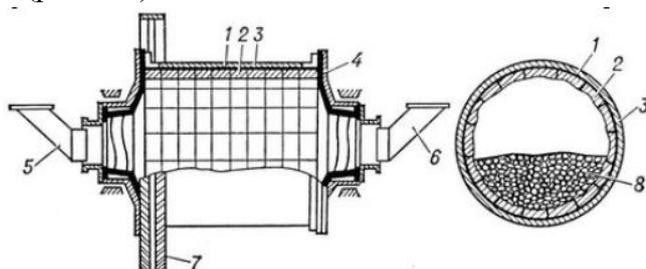


Рис. 3.1. Схема барабанно-шаровой мельницы:

1 – барабан; 2 – броневые плиты; 3 – изоляция (от шума и тепловая); 4 – торцовый фланец мельницы; 5 – входной патрубок; 6 – выходной патрубок; 7 – ведомая шестерня; 8 – шары

Дробленая руда подается конвейером в рудные мельницы, установленные в первой стадии измельчения. Оптимальный максимальный кусок для стержневой мельницы равен 15-16 мм, а для шаровой – 10-12 мм. Измельчение производится стержнями и шарами, которые занимают объем, несколько меньший половины объема барабана. Вращение мельницы осуществляется электромотором через редуктор и венцовую шестерню. Мельницы, работающие во второй и третьей стадиях измельчения, питаются песками классификатора или гидроциклона.

Основными факторами, влияющими на производительность мельницы, являются: характер исходной руды по измельчаемости (твердость, плотность и пр.); крупность исходной руды и измельченного продукта; конструктивные особенности мельниц; степень заполнения мельницы дробящими телами; разжижение пульпы (отношение Ж:Т в пульпе при мокром измельчении); крупность шаров шаровой загрузки; величина циркулирующей нагрузки при работе мельницы в замкнутом цикле с классифицирующими аппаратами (механические классификаторы, гидроциклоны).

Эффективность измельчения материала в мельницах определяется: скоростью вращения барабана, физическими характеристиками материала и пульпы, способом соединения мельницы в схеме «измельчение-классификация». Работу барабанных мельниц оценивают по удельной производительности по вновь образованному (готовому или расчетному) классу крупности (обычно – 0,074 мм). Удельная производительность по расчетному классу крупности показывает массу полученного расчетного класса крупности на единицу объема мельницы в единицу времени g, т/м³ ч.

4.2 Методика выполнения работы

Материалы и оборудование

- Мельница шаровая, лабораторная
- Рольганговый привод
- Весы технические, разновесы
- Мензурка
- Руда крупностью минус 3 мм
- Набор сит для гранулометрического анализа

Для расчета удельной производительности мельницы по готовому классу крупности необходимо определить массовую долю готового (расчетного) класса крупности в исходной руде и в измельченном продукте. В данной работе готовым классом считают продукт крупностью минус 0,25 мм. Для определения массовой доли этого класса в исходной руде и построения ее гранулометрической характеристики выполнить мокросухой ситовый анализ по схеме, приведенной на рис. 3.2.

Масса навески 300 г. Пробу засыпают на сито с размером отверстий 0,25 мм и отмывают мелкий класс слабой струей воды. Операция промывки на самом тонком сите позволяет повысить точность анализа, так как при сухом рассеве тончайшие частицы руды прочно удерживаются на поверхности крупных зерен, будут переходить с ними в крупные классы.

Выход класса минус 0,25 мм γ_6 , % (см. рис. 3.2) определяют по разности

$$\gamma_6 = 100 - (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4 + \gamma_5)$$

Это есть массовая доля готового класса крупности в исходной руде $\beta^{-0,25}_{и.}$

Результаты мокросухого ситового анализа занести в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Результаты ситового анализа исходной руды

Размер класса, мм	Частный выход		Суммарный выход по плюсу, %
	г	%	
+3			100,0
-3+2			
-2+1			
-1+0,5			
-0,5+0,25			
-0,25+0			
Всего		100	

Замерить размеры лабораторной мельницы D и L и рассчитать массу шаровой нагрузки (кг) по формуле

$$G_{ш} = \varphi V \gamma = \varphi \frac{\pi D^2}{4} L \gamma, \quad (3.2.)$$

где V - объем мельницы, м³;

D - внутренний диаметр мельницы, м;

L - рабочая длина барабана мельницы, м;

φ - степень заполнения объема мельницы шарами в долях единицы, $\varphi = 0,3 - 0,5$ (задается преподавателем);

γ - плотность шаровой загрузки, принять равной 4800 кг/м³.

Оптимальным для измельчения в лабораторной шаровой мельнице принимают соотношение T : Ж : Ш = 1 : 0,5 : 6, где T - масса руды (Q); Ж - масса воды (W); Ш - масса шаровой загрузки (Gш).

Из приведенного соотношения рассчитать навеску руды для измельчения и массу (объем) воды, добавляемой в мельницу. Провести измельчение навески руды в лабораторной мельнице. Порядок загрузки следующий: в мельницу засыпают шары, затем заливают половину объема воды, засыпают навеску руды и заливают оставшуюся воду. Мельницу закрывают крышкой с замком и ставят на рольганг (валки). Время измельчения задается преподавателем. По окончании времени измельчения рольганг остановить, снять мельницу.

Содержимое мельницы разгрузить на решето с отверстиями 10 мм, установленное на поддоне, чтобы отделить пульпу от шаров. Шары промыть водой. Измельченный продукт из поддона промыть на контрольном сите (0,25 мм) слабой струей воды. Промывку проводят до тех пор, пока промывная вода не станет прозрачной.

Остаток на сите (класс плюс 0,25 мм) высушить и выполнить контрольный просев высушенного продукта на сите 0,25 мм. Класс плюс 0,25 мм взвесить, массу класса минус 0,25 мм в измельченном продукте вычислить по разности. Рассчитать выход класса минус 0,25 мм. Это есть массовая доля готового класса крупности в измельченном конечном продукте $\beta^{-0,25}_к$.

Обработка и оформление результатов

Данные эксперимента занести в табл. 3.1 и 3.2. По результатам ситового анализа (табл. 3.1) построить гранулометрическую характеристику исходной руды $\Sigma \gamma = f(d)$

Таблица 3.2 - Результаты измельчения руды в шаровой мельнице

Показатели	Данные опыта
Масса исходной навески, кг	
Масса класса +0,25, кг	
Масса класса -0,25, кг	
Массовая доля класса -0,25 мм, ($\beta_k^{-0,25\text{мм}}$), %	
Удельная производительность мельницы по классу -0,25 мм, кг/м ³ ·ч	

По результатам опыта измельчения руды (таблица 3.2) рассчитать удельную производительность шаровой мельницы по вновь образованному классу крупности минус 0,25 мм, q (кг/м³·ч)

$$q = \frac{Q \cdot (\beta_k - \beta_u)}{100 \cdot V \cdot t}, \quad (3.3)$$

где Q - масса исходной навески, кг;

V - объем мельницы, м³

t - время измельчения, ч

β_k - массовая доля класса -0,25 мм в измельченном продукте, %;

β_u - массовая доля класса -0,25 мм в исходной руде, %.

4.3 Контрольные вопросы

1. Для чего используют процесс измельчения при обогащении полезных ископаемых?
2. Перечислите основные виды измельчающей среды.
3. Какие факторы влияют на производительность мельниц?
4. Что показывает удельная производительность мельницы по готовому (расчетному) классу крупности?

Библиографический список

1. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т.1. Основы обогащения полезных ископаемых: учеб. для вузов. – М.: Издательство МГГУ, 2001.
2. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование сырья: В 2 т. – М.: МГГУ, 2004. – Т.1.
3. Абрамов А.А. Технология переработки и обогащения руд: учеб. пособие в 2 т. – М.: МГГУ, 2005.
4. Верхотуров М.В. Гравитационные методы обогащения: учеб. для вузов – М.: МАКС Пресс, 2006.
5. Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых: в 2 т. – М.: МГГУ, 2005.
6. Уразбаева Г.Н., Дускиреев Н.Е. Основы обогащения полезных ископаемых: методические указания по выполнению лабораторных работ. – Актобе, 2016.

НЕФЕДОВА ЕВГЕНИЯ ВИКТОРОВНА

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

для студентов направления подготовки

18.03.01 Химическая технология

заочной формы обучения

Подписано в печать 16.11.2020 г.		
Формат 60x90 $\frac{1}{16}$ Рег. № 219	Печать цифровая Тираж 10 экз.	Уч.-изд.л. 1,0

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Новотроицкий филиал

462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, 8.

E-mail: nf@misis.ru

Контактный тел. 8 (3537) 679729.