

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИСЛАМА КАРИМОВА**

**МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ**

Лабораторная работа

МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ

Ташкент - 2022

УДК 669.

Методическое указание. **«Механическое оборудование металлургических заводов»**. Для лабораторных работ. С.Б.Мирзажонова, Б.Р.Каримжонов. – Ташкент. ТашГТУ. 2022. 32 стр.

В методическом указании приведены лабораторные работы на основе металлургических оборудований. Каждая работа рассчитана на два часа, раскрывается цель работы, необходимые материалы для работы, учет процессов, происходящих на заводах, рассчитывается эффективность производства механических оборудований.

(Издан на основании решения научно-методического совета Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова. Утверждено на заседании учебно-методического совета. Протокол № 10. 28.06.2022.)

Рецензенты:

1. Маткаримов С.Т. заведующий лабораторией «Горные работы и переработка минерально-сырьевых ресурсов» Узбекско-Японского молодежного инновационного центра, к.т.н., доцент;
2. Бердияров Б.Т. заведующий кафедрой «Металлургия» факультета «Геологоразведки и горно-металлургии», ТашГТУ, к.т.н., доцент.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ МАССЫ МИНЕРАЛОВ

Цель работы: Приобретение навыков в изучении физических свойств минералов, концентратов и руд.

Краткие теоретические сведения для выполнения работы.

Удельная масса минералов является основной характеристикой, определяющей порядок их разделения в гравитационном поле.

В обогащательной практике определение удельной массы производят путем взвешивания на аналитических весах отдельных кусков минералов (монокристаллов) в воздухе и в воде с точностью до 0,01 – 0,02 г. или навески порошков минералов с помощью пикнометра или небольшой мерной колбы (10 – 15 мл).

Зная вес монокристалла в воздухе и в воде, удельный вес монокристалла интересующего нас минерала рассчитывают по формуле:

$$\delta = \frac{\text{вес минерала в воздухе}}{\text{разница весов в воздухе и в воде}} = \frac{q}{q - q_1} \quad (1.1)$$

Так как отбор монокристаллов минералов в исследуемой пробе руды не всегда представляется возможным, то для определения удельного веса минералов используют порошки крупностью 1–2 мм. Кусочки исследуемых минералов тщательно отделяются под лупой от сростков с пустой породой или другими полезными минералами.

Таким методом можно определить удельные массы любого материала (руды, концентрата и т.д.).

Необходимые приборы и материалы

1. Пикнометр - 3
2. Минералы, материалы – измельченные до крупности 1 – 2 мм (5кг).
3. Дистиллированная вода - 1 л.
4. Бюретки - 1 и 5 мл.

5. Аналитические весы с разновесами. 1 шт.
6. Сушильная печь. 1 шт.
7. Вакуум – эксикатор – 3. шт.

Порядок выполнения работы

Перед опытом пикнометр емкостью 10 мл промывают сначала горячей хромовой смесью, затем последовательно водопроводной и дистиллированной водой, высушивают в сушильном шкафу и взвешивают. После определения веса пикнометра находят вес пикнометра с водой, для чего пикнометр из бюретки заполняют до метки дистиллированной водой. Далее пикнометр вновь высушивают, высыпают в него навеску минерала около 5-10 гр и определяют вес пикнометра с материалом. Затем пикнометр с порошком минерала заливают примерно на две трети дистиллированной водой. Для удаления пузырьков воздуха из порошков пикнометр продолжительное время переворачивают и встряхивают или помещают в вакуум – эксикатор на 2 часа (для точного определения).

Если минерал полностью смочен водой, то выделения пузырьков не наблюдается и в пикнометр можно долить дистиллированной воды до метки. Определив вес пикнометра с водой и минералом, по формуле определяют удельную массу:

$$\delta = \frac{A - B}{(A + C) - (D + B)} \text{ г/см}^3 \quad (1.2)$$

где: A – вес пикнометра с материалом, гр.

B – вес пикнометра, гр.

C – вес пикнометра с водой, гр.

D – вес пикнометра с водой и материалом, гр.

Обработка результатов

Полученные результаты взвешивания пикнометра (значение A, B, C, D) подставляют в формулу (1.2) и вычисляют удельную массу минералов. Результаты опытов сводятся в таблицу 1. Из справочника находят значение удельной массы данного минерала,

сравнивают и определяют расхождения в процентах определенного значения удельной массы минерала.

Таблица 1.

Определенные опытом удельные массы минералов

№	Наименование минерала, материала	Удельная масса, г/см ³		Разница
1	Галенит			
	Первое измерение			
2	Второе измерение			
3	Третье измерение			
4	Средне-арифметическая величина			

Контрольные вопросы

1. Необходимость определения удельных масс минералов (материалов).
2. Необходимые приборы для определения удельной массы минералов.
3. Порядок выполнения работы.
4. Единицы измерения величины удельной массы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО ДИАМЕТРА ОТДЕЛЬНЫХ КУСКОВ

Цель работы: Приобретение практических навыков в определении среднего диаметра отдельных кусков руды, которая подвергается дроблению, грохочению, измельчению.

Содержание работы

- а) ознакомиться с основными способами определения среднего диаметра отдельных кусков руды;
- б) определить среднего диаметра смеси кусков руды по нескольким формулам;

в) определить средний диаметр трех кусков руды по нескольким формулам.

Необходимые принадлежности

1. Три куска руды разной крупности
2. Линейка

Краткие теоретические сведения для выполнения работы

Определение величины среднего диаметра кусков руды необходимо при выборе оборудования для дробления, грохочения, измельчения и классификации руд, а также для определения эффективности работы вышеперечисленных аппаратов.

Исходная руда состоит из кусков различной крупности, имеющих неправильную форму. Неправильность формы создаёт большие трудности и вносит известную условность в определении крупности руды. Только для куска правильной сферической формы один размер полностью определяет его крупность.

Крупность куска руды неправильной формы условно характеризуется средним диаметром d_{cp} , зависящим от его линейных размеров по трем взаимоперпендикулярным; l – длина, b – ширина, h – высота.

При определении среднего диаметра используют все размеры или только некоторые из них. За средний диаметр куска принимают: ширина параллелепипеда - b

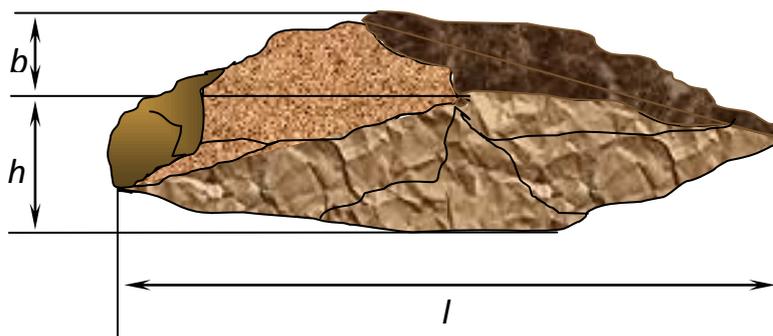


Рис.1. Кусок руды неправильной

$$d = \frac{l+b}{2}; \quad (2.1)$$

среднее арифметическое из длины и ширины,

$$d = \frac{l+b+h}{3}; \quad (2.2)$$

среднее арифметическое из трех размеров куска,

$$d = \sqrt{l \cdot b} \quad (2.3)$$

среднее геометрическое из длины и ширины

$$d = \sqrt[3]{l \cdot b \cdot h}; \quad (2.4)$$

среднее геометрическое из трех размеров, что соответствует ребру куба, равновеликого параллелепипеду по объему,

$$d = \sqrt{\frac{l \cdot b + l \cdot h + b \cdot h}{3}}; \quad (2.5)$$

ребро куба, равновеликого параллелепипеду по отдельным навескам (средняя геометрическая из трех измерений параллелепипеда)

$$d = \frac{3 \cdot l \cdot b \cdot h}{l \cdot b + l \cdot h + b \cdot h}; \quad (2.6)$$

ребру куба, эквивалентного параллелепипеду по поверхности (средняя геометрическая из трех измерений параллелепипеда).

При грохочении для массовых определений размера частиц за средний принимают размер наименьшего квадратного отверстия, через которое это зерно может пройти.

Из пробы необходимо отобрать три куска руды и определить их длину, ширину и высоту. Результаты замеров занести в табл.2.1.

Таблица 2.1.

Результаты замеров образцов руды

Номер образцов	Линейные размеры, в мм.		
	Длина	Ширина	Высота
1			
2			
3			
4			

По данным произведенных замеров вычисляем средний диаметр. Табл.2.2.

Таблица 2.2.
Вычисление среднего диаметра руды по различным формулам

Номер образцов	Значение среднего диаметра по формулам (2 – 6)					
	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5						

Значение среднего диаметра смеси кусков определяется по величине их крайних кусков. Вычисления производятся по формулам, в которых d_1 – средний диаметр смеси, d_2 – средний диаметр крайних кусков.

Средний арифметический $D_a = \frac{d_1 + d_2}{2};$ (2.7)

Средний геометрический $D_g = \sqrt{d_1 \cdot d_2};$ (2.8)

Среднее гармоническое $D_h = \frac{2d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2};$ (2-9)

Среднее Лашингера. $D_c = \frac{d_2 - d_1}{\ln d_2 - \ln d_1}$ (2.10)

По средним диаметрам отдельных кусков руды, вычисленным по одной из формул (2.1 – 2.6), нужно определить средний диаметр смеси в интервалах образцов 1.2, 2.3, 1.3, по формулам (2.7 – 2.10) и результаты представить в виде таблицы 4.

Таблица 2.3.

Результаты определения среднего диаметра смеси

По формулам	Значения среднего диаметра смеси в кусках		
	1-2	2-3	1-3
2-7			
2-8			
2-9			
2-10			

Контрольные вопросы:

1. Необходимость определения диаметра средних кусков.
2. Методики определения линейных размеров кусков
3. Методы определения диаметра неправильных формы кусков

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3
ИЗУЧЕНИЕ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУД В
ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

Цель работы: Приобретение навыков степени измельчение руд и знакомства с конструкциями измельчительных аппаратов.

Краткие теоретические сведения для выполнения работы.

Процесс измельчения является подготовительной операцией руд перед обогащением. В зависимости от метода обогащения, руды измельчаются до различной степени крупности частиц (куски) руды (от 20 – 10 мм до 0,074 – 0,04 мм и ниже). Зависимость от размеров кусков исходного сырья и конечного продукта измельчение делится на несколько классов по таблице 3.1.

Таблица 3.1.

В зависимости от размера кусков исходного сырья и конечного продукта измельчение условно делят на несколько классов:

Класс измельчения	Размер кусков до измельчения, мм	Размер кусков после измельчения, мм
Дробление:		
Крупное	1000	250
Среднее	250	20

Мелкое	20	1 – 5
<i>Помол:</i>		
Грубый	1 – 5	0,1 – 0,04
Средний	0,1 – 0,04	0,05 – 0,015
Тонкий	0,1 – 0,04	0,001 – 0,005
Коллоидный	0,1	0,001

Отношение размеров кусков (наиболее крупных) до и после измельчения называется степенью измельчения.

Различают линейную ($i=d_n/d_k$) и объемную ($d=v_n/v_k$) степени измельчения. Здесь d и v размер и объем кусков до (с индексом «н») и после измельчения (с индексом «к»).

Практически размер «наибольших кусков» определяется отверстием сита, через которое проходного и измельченного материалов должна быть одинаковой (круглой, квадратной, прямоугольной и т.п.).

Рудное тело можно разрушать и измельчать до частиц желаемого размера раздавливанием, раскалыванием, резанием, распиливанием, истиранием, ударом и различными комбинациями этих способов.

Раздавливание (рис.3.1.а) – тело под действием нагрузки деформируется по всему объему, и когда внутреннее напряжение в нем превышает предел прочности (сжатие) – разрушается.

1. Раскалывание (рис.3.1,б) – тело разрушается на части в местах концентрации наибольших нагрузок, передробящих клинообразными рабочими элементами измельчителя.

2. Разламывание (рис.3.1,в) – тело разрушается под действием изгибающих сил.

3. Резание (рис.3.1, г) – тело делится на части заранее заданных размеров и форм.

4. Распиливание (рис. 3.1, д) – результаты получаются такие же, как и при резании; сопровождается отделением опилок.

5. Истирание (рис. 3.1, с) – тело измельчается под действием сжимающих, растягивающих и срезающих сил.

6. Удар (рис.3.1) – тело распадается на части под действием динамической нагрузки. При сосредоточенной нагрузке получается эффект, подобный тому, что происходит при раскалывании, а при распределении нагрузки по всему объему эффект разрушения аналогичен раздавливанию.

Стесненный удар (рис. 3.1, ж) – тело разрушается между двумя рабочими органами измельчителя. Эффект такого разрушения зависит от кинетической энергии ударяющего тела.

8. Свободный удар (рис.3.1,з) – разрушение тело наступает в результате столкновения его с рабочим органом измельчителя или другими телами в полёте (кусок руды с другими кусками). Эффект такого разрушения определяется скоростью их столкновения независимо от того, движется разрушаемое тело или рабочей орган измельчителя.

В промышленности для дробления применяются дробилки – щековые, работающие по принципу «раздавливание», конусные – по принципу «раздавливание и истирание»; для измельчения – мельницы: шаровые, работающие по принципу «стесненный удар», и самоизмельчающие мельницы – по принципу «свободный удар». Кроме того имеются различные виды мельниц, в том числе «молотковые».

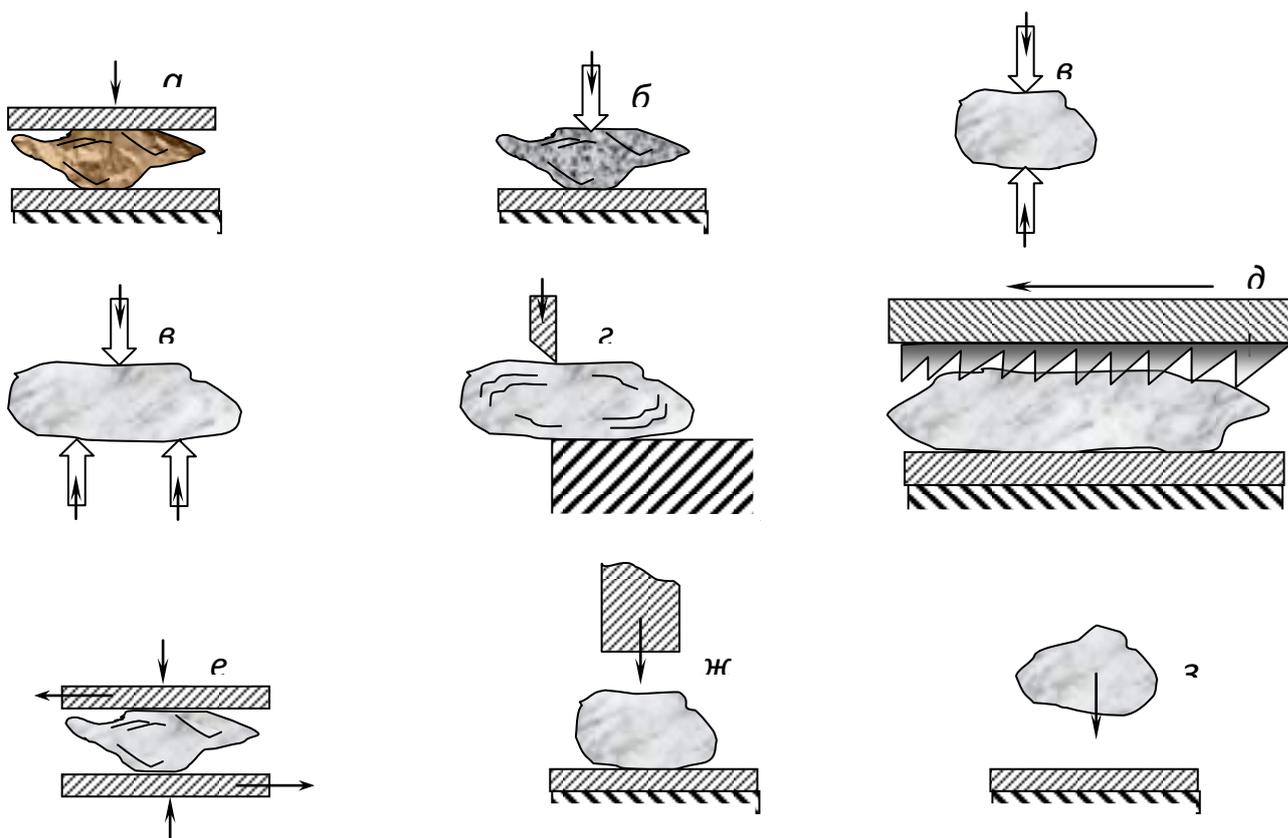


Рис. 3.1. способы измельчения: а) раздавливание; б) аскальвание; в) разламывание; г) резание; д) распиливание; е) истирание; ж) стесненный удар; з) свободный удар

Необходимые аппараты, приборы и материалы

1. Пробы руды различной крупности из различных месторождений (3 пробы по 1 кг).
2. Набор сит, ротап.....2 шт.
3. Щековая дробилка..... 1шт.
4. Валковая дробилка.....1 шт.
5. Дисковые истиратели.....1 шт.
6. Выброистиратель.....1 шт.
7. Шаровая мельница.....1 шт.
8. Приемники исходного и измельченного материала, совок и др.

Варианты

1. Работа на щековой дробилке (3 различными рудами).
2. Работа на дисковом истирателе (3 различными рудами).
3. Работа на шаровой мельнице (1 проба).

Порядок выполнения работы

Получив задание от преподавателя на работу в одном из измельчительных аппаратах и пробы руды, студент приступает к выполнению работы в следующем порядке:

1. Определить при помощи комплекта сит характеристику крупности руд.
2. Изучить конструкции и принцип работы измельчающего аппарата, начертить эскиз аппарата.
3. Пропустить исходную руду через измельчительный аппарат (щековая дробилка, дисковый истиратель), определить гранулометрический состав продукта, и следовательно, определить степень измельчения каждой пробы, производительность аппарата.
4. Работающие на шаровой мельницы изучают зависимость степени измельчения руды от времени (20, 40 и 60 мин).

Для этого, исходную руду загружают в мельницу, измельчают в течение 20 мин., останавливают мельницу, выгружают руду из мельницы и определяют гранулометрический состав и степень измельчения. Далее руду снова загружают в аппарат, измельчают ещё 20 мин. и т.д., повторяется то же самое, и строят график зависимости измельчения от продолжительности измельчения. При этом по оси абсцисс откладывают величину продолжительности измельчения. Производительность барабанных мельниц зависят от

диаметра рабочего объема и скорости вращения барабана, от массы и размера мелющих тел, от конструктивных особенностей мельницы, от измельчаемости руды, крупности исходного и измельченного материала, от выхода циркулирующего продукта, от плотности пульпы в исходном питании. Производительность мельниц подсчитывают по методу подобия, по удельной производительности или по эффективности (по удельной затрате энергии) измельчение в любой мельнице, работающей на действующей фабрике.

$$Q = \frac{q}{\alpha - \beta} N_{изм} \cdot N_{кр} N_D N_{уч} N_{\delta}, m/час \quad (3.1)$$

где: α, β - соответственно содержание расчетного тонкого класса в исходной руды и в измельченном продукты, доли единицы;

q – удельная производительность работающей (эталонной) мельницы по тонкому классу, $т/ч \cdot м^3$;

$N_{изм}, N_{кр}, N_{\delta}$ – поправочные коэффициенты, учитывающие различие в измельчаемости, крупности и плотности руды;

$N_D, N_{уч}$ - коэффициенты, учитывающие различие диаметров барабанов и конструкций работающей мельницы, принятой за эталон и расчетной; V – полезный объем расчетной мельницы, $м^3$.

Обработка результатов

Обработка результатов опытов сводится к заполнению таблицы 3.2 (работа на щековой, валковой дробилке, дисковом истирателе) и таблицы 3.3. (работа в мельнице), построение графика степени измельчения, определение производительности аппарата, определение расхода электроэнергии.

Таблица 3.2.

Результаты измельчения на (тип аппарата)

Руда (тип, название месторождения)	Исходная крупность, $d_H, мм$	Конечная крупность, $d_K, мм$	d_H / d_K	Производительность машин, $т/ч$.

Таблица 3.3.

Результаты измельчения на (тип аппарата, руда, тип, название месторождения)

Продолжительность измельчения, в мин.	Исходная крупность, d_H , мм	Конечная крупность, d_K , мм	d_H/d_K	Производительность машин, т/ч.

Контрольные вопросы

1. Способы измельчения, их особенности.
2. Класс измельчения.
3. Степень измельчения.
4. Типы и конструкции измельчающих аппаратов, применяемых в промышленности.
2. Последовательность проведения работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: Знакомство с методикой получения практических навыков при определении гранулометрического состава мелкого продукта.

Необходимые приборы и материалы

1. Исследуемый материал
2. Градуированный стакан
3. Сифон
4. Фарфоровая чашка
5. Аналитические весы
6. Сушильный шкаф

Краткие теоретические сведения для выполнения работы

Сущность седиментационного анализа заключается в том, что крупность зёрен порошкового материала определяется по

конечным скоростям падения частиц в воде, исходя из известной зависимости Стокса между v_0 и d

$$v_0 = \frac{1}{18} q \left(\frac{\delta - \Delta}{\mu} \right) d^2 \quad (4.1)$$

Задание: Определить гранулометрический состав порошкового материала при разделении его на фракции по крупности

-50 + 20 микрон
-30 + 10 микрон
- 10 микрон

Конечная скорость падения частиц может быть определена из опыта

$$v_0 = \frac{n}{Z} \text{ из (1) и (2) получим } v_0 = \frac{1}{18} q \left(\frac{\delta - \Delta}{\mu} \right) d^2 = \lambda d^2, \quad (4.2)$$

где δ – удельный вес, $г/см^3$.

Для разделения материала по крупности частиц заданного диаметра d при осаждении их в сосуде с водой на глубину h необходимо знать время t , которое может быть определено из формулы (3).

Порядок выполнения работы

Исследуемый материал (навеска 25 гр) в фарфоровой чашке тщательно распределяется или кипятится с водой и помещается в стакан Сабанина.

Стакан наполняется водой до верхней метки. В стакан опускается трубка – сифон на принятую глубину h . Материал тщательно перемешивается стеклянной палочкой. По окончании перемешивания секундомером замечается время отстаивания t . Через рассчитанное время отстаивания суспензии чистая вода отсифонивается в приемник. Перемешивают суспензию и отстаивают в течении времени t_1 . Эта операция повторяется до получения чистого слива.

После этого слива в стакан доливается вода, суспензия перемешивается и производится отстаивание в течении времени t_2 и т.д.

Полученные продукты отстаиваются в приемниках, декантируются, высушиваются и взвешиваются. Результаты оформляются в таблице 4.1.

Таблица 4.1.

Результаты седиментационного анализа пробы
порошкового материала

Класс, микрон	Выход	Суммарный выход, %	Примечание

Контрольные вопросы

1. Минералогический состав и гранулометрический состав руды. Что означает?
2. Для чего нужно – процесс грануляция? Какие агрегаты используется для получения одномерную шихту.
3. Стержневая мельница для каких материалов используется?
4. Принцип работы окомкователей и применение этих агрегатов.
5. Питатели – это какой агрегат?
6. Какие виды питателей знаете?
7. Для каких процессов требуется однокомпонентные шихты?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ РУД СОДЕРЖАЩИХ ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Цель работы: провести опыты на флотационных машинах, приготовить флотореагенты, способы их добавления, изучить правила флотации.

Краткая теоретическая информация для выполнения работы

Известно, что в рудах цветных металлов минералы встречаются в основном в виде сульфидов. (Cu_2S , CuS , MoS_2 , RbS , ZnS , FeS_2 , Sb_2S_3 и др.).

Флотация – важнейший способ обогащения сульфидных руд цветных металлов. Обогащение флотационным методом – это способ обогащения, основанный на различии физико-химических свойств поверхности минеральных частиц, которое зависит от pH среды, размеров частиц, вида и количества флотореагентов, ионной силы раствора и ряд других факторов.

Флотореагенты – это химические вещества, которые добавляют в шлам для создания благоприятных условий для флотации. В зависимости от функции, которую они выполняют в процессе флотации, флотореагенты подразделяются на следующие группы: собиратели, тушители, активаторы, пенообразователи и регуляторы среды.

Аккумуляторы повышают гидрофобность поверхности минеральных частиц. В качестве заполнителей используются органические соединения, содержащие углеводороды. При флотации сульфидных минералов в качестве собирателей используют ксантогенаты и аэрофлоты, при флотации несulfидных полезных ископаемых - жирные кислоты и их мыла, а при флотации силикатных минералов - амины и их соли. Пенообразователи. Поверхностно-активные вещества, образующие крепкую пену, которая не исчезает, называются пенообразователями. Если пену сдуть преждевременно, то флоточастицы осядут на дно и обогащения не произойдет. В процессе флотации пеногенераторы выполняют следующие функции.

1. Препятствует слипанию пузырьков воздуха, то есть увеличению их размеров.

2. Препятствует лопанию пузырьков в сусле, когда они всплывают на поверхность сусла. В качестве пенообразователей применяют следующие вещества: Масло березовое, крезоловая кислота, тяжелый пиридин, ИМ-68, Т-66, пропиленоксид бутилового спирта ОПСБ или пропиленоксид метилового спирта ОПСМ. Гасители увеличивают смачиваемость водой поверхности нефлотирующих минеральных частиц и снижают флотационную

способность нефлотирующих минеральных частиц. Гаситель должен действовать избирательно. Эффект гасителя может быть потерян с другим реагентом.

В практике флотации в качестве гасителей применяют щелочи (обычно известь), цианиды, сульфат цинка, смесь цианида с сульфатом цинка, сульфид натрия, бихромат калия, жидкое стекло, органические коллоиды. Активаторы. Они используются для повышения флотационной способности минеральных частиц или для восстановления флотационной способности минеральной частицы, если ее флотационная способность была погашена. В качестве активаторов используют медный купорос, серную кислоту, сульфид натрия и кислород воздуха. Модификаторы окружения. С их помощью изменяют рН жидкой фазы шлама, уменьшают количество ионов ила, нарушающих процесс флотации, коагулируют шламы, затрудняющие флотацию полезных ископаемых. Увлажнение поверхности минеральных частиц, механизм действия и сила многих реагентов, т. е. результаты флотации, зависят от концентрации ионов водорода в растворе. Для этого систематически контролируют жидкую фазу бульона и поддерживают щелочность или кислотность среды добавлением реагентов. Для создания щелочной среды добавляют известь или соду, а для создания кислой среды добавляют серную кислоту.

Подготовка к проведению эксперимента

Получив задание, студент приступает к сбору сосудов, необходимых для проведения эксперимента, отбору проб руды, приготовлению флотореагентов, выполнению соответствующих расчетов по расходу флотореагентов. Например, вам поручили изучить зависимость степени извлечения меди при обогащении при флотации меди от расхода флотореагентов. Предварительные данные для эксперимента: количество меди в руде - 0,5%. Вес образца 500 грамм. Аккумулятор-бутилксантогенат (50, 150, 200 г/т); пенообразователь - Т - 66. (100 г/т), огнегасящий агент - сернистый натрий (70 г/т), регулятор среды - известь (3 кг/т).

1. 1,5 кг руды взвешивают на технических весах и измельчают до крупности 1 мм в шаровой мельнице в течение 15-20 мин.

2. Проба делится на три части полукругом и помещается в отдельные пакеты.

3. В мерной колбе вместимостью 50 мл готовят 1% раствор бутилового ксантогената, т. е. 0,5 г ксантогената растворяют в 50 мл воды.

4. Готовят 1% раствор сернистого натрия.

5. Готовится 1% раствор извести. Расход реагентов рассчитывают следующим образом: по условиям опыта на 1 т руды добавляют 50 г ксантогената, а на 500 г руды $\frac{50 \cdot 0,5}{1000} = 0,025 \text{ g}$ или потому что 25 мг приготовленного раствора содержат 0,5 г ксантогената $\frac{50 \cdot 0,025}{0,5} = 2,5 \text{ ml}$

Так, на 500 г руды необходимо добавить 2,5 мл 1%-го раствора бутилксантогената. Аналогичным образом рассчитывается количество добавляемых сульфида натрия и извести.

Необходимые инструменты и продукты

1. Флотационная машина;
 2. Контейнер для обогащения и приема отходов;
 3. Проба руды измельчена до -0,1 мм (500 г);
 4. Растворы реагентов;
 5. Сушильный шкаф;
 6. Технические и аналитические весы (с камнями);
- Процедура флотации

Во флотационную машину объемом 3 л заливают около 2 л воды, включают импеллер для перемешивания, постепенно добавляют 0,5 кг руды и доливают воду до постоянного уровня. После этого начинается добавление реагентов.

1. Известковый раствор (из расчета 3кг/т) - перемешивать 5 минут;
2. Сульфид натрия (70 г/т) – перемешивание 2 мин;
1. Бутилксантогенат (50 г/т) – перемешивание в течение 1 минуты;
2. Перемешивайте воздух в течение 1 минуты.

Затем включают механизм привода пены и проводят флотацию в течение 10 минут. После завершения флотации останавливают механизм подачи пены, выключают флотомашину, обезвоживают полученное обогащение и оставшийся в камере флотомашинны продукт, сушат в сушильном шкафу при

температуре 110-120°C, обогащают. отходы взвешиваются на технических весах. Аналогичный опыт при 100 и 200 г/т бутилксантогената возвращается без изменения расхода других реагентов и анализируется для определения количества ценного компонента.

Обработка результатов опытов

Баланс металлов составляется на основании фактической массы полученных продуктов и химических результатов. Обычно в ходе эксперимента происходит потеря продуктов (особенно отходов). Кроме того, вес исходного продукта и продуктов, полученных опытным путем, отличаются из-за того, что содержание влаги различно. Необходимо тщательно собирать обогащение. Даже небольшая его потеря приводит к нарушению баланса металлов. Во всех опытах продукты должны быть высушены в одинаковых условиях (чтобы их влажность была одинаковой). Продукты нельзя взвешивать в теплице.

Таблица 5.1.

Наименование руды	Выход руды γ_k		Количество драгоценного компонента, β		Выделение драгоценных компоненты, ε	
	г	%	г	%	г	%
Концентрат						
Отходы						
Пустая порода						

Контрольные вопросы

1. Сущность флотационного обогащения.
2. Что такое смачивание?
3. Классификация флотореагентов и цели использования.
4. Типы и принцип действия флотационных машин.
5. В каком порядке в бак добавляют флотореагенты?
6. Как рассчитывается выход компонента затрат и разделение?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ИЗУЧЕНИЕ ОБОГАТИМОСТИ РУД НА КОНЦЕНТРАЦИОННОМ СТОЛЕ

Цель работы: приобретение навыков в проведении опытов на действующем концентрационном столе, ознакомление с работой стола. Изучение обогатимости руд методом гравитации.

Краткие теоретические сведения для выполнения работы

Гравитационные методы обогащения руд (разделение минералов) основаны на различии удельных масс минералов и пустой породы. С включают: обогащение на концентрационных столах, винтовых и конусных сепараторах, в шлюзах, желобах и т.д. Эти методы целесообразно применять при мелковкрапленности извлекаемых минералов.

Обогащение по плотности материала крупностью $-2\pm 0,2$ мм производится в струе воды на плоскости (концентрационные столы). На этих аппаратах более высокие технологические показатели обогащения можно получить при предварительной гидравлической классификации руды на шламовой деке, имеющей меньшее число более низких рифлей.

В зависимости от крупности обогащаемого материала изменяется режим работы стола: число качаний деки, ее амплитуда, угол наклона деки, расход воды. Концентрационные столы применяются для обогащения мелковкрапленных руд олова, вольфрама и других редких и благородных металлов, для обогащения россыпей, реже для обогащения руд черных металлов и угля.

Разделение материала по плотности происходит на деке стола (1), представляющей наклонную плоскость, поверхность которой покрыта линолеумом или дюралюминием. На поверхности деки имеются рифления из дерева или резины (2). Высота рифлений у верхней части стола небольшая, по мере приближения к нижней части увеличивается. Исходный материал вместе с водой подается в загрузочную камеру (3), дополнительная вода подается в продольный желоб (4), в котором имеются для распределения воды вдоль стола (5). Дека стола получает возвратно – поступательное движение от электродвигателя (6).

Необходимые приборы и материалы

1. Концентрационный – 1 шт.
2. Угломер – 1 шт.
3. Рулетка. – 1 шт.
4. Линейка – 1 шт.
5. Кисточки – 2 шт.
6. Клеенки – 2 шт.
7. Стекло. – 1 шт.
8. Промывалка. – 2 шт.
9. Совок. – 1 шт.
10. Фильтровальная бумага .
11. Мерный цилиндр, емкостью 50, 100, 250 мл – по 1 шт.
12. Три навески руды – по 1 кг каждая.

Варианты заданий

Изучить зависимость технологических показателей работы на столе от; а) качаний деки; б) величины хода деки; в) наклона деки; г) крупности материала; д) условий подготовки материала, классифицированного. Изучить распределение по деке стола частиц материала по удельным массам и крупности.

Подготовка стола для испытания

Прежде всего, с помощью счетчика по частоте вращения приводного шкива стола проверяют число качаний стола, которое должно быть равным 275-325 в 1 мин. Величину хода стола порядка 10-16 мм проверяют следующим образом: с боку к деке стола прикрепляют карандаш острием вниз, пускают стол; под карандаш подводят и неподвижно устанавливают листок бумаги так, чтобы карандаш прочертил на нем линию, повторив эту операцию несколько раз, измеряют полученные отрезки. Средне арифметическое из длины отрезков равно длине хода стола. Если этот же листок двигать перпендикулярно направлению движения стола в течение отрезка времени, отмеченного секундомером, то число вершин зигзагов с одной стороны равно числу ходов стола за время, отмеченное секундомером.

При лабораторных испытаниях ход стола должен быть таким, чтобы было заметное продвижение всех частиц в

направлении к загрузочному концу стола. Для проверки этого всю деку стола смачивают водой, наносят на нее небольшое количество испытуемого материала и наблюдают характер перемещения всех частиц (все частицы должны быть в воде). Если некоторые частицы задерживаются или перемещаются очень медленно, то ход стола увеличивают и снова проверяют движение частиц. Если перемещение частиц происходит слишком энергично, ход стола убавляют.

Таким образом, составляют техническую характеристику стола:

- число качаний деки;
- величина хода;
- угол наклона деки стола.

После снятия характеристики деки, тщательно промывают деку водой и очищают щеткой, направляя все загрязнения к разгрузочному концу. Потом промывают приемные желоба для концентратов и хвостов, устанавливают одну приемную коробку под разгрузочный конец для концентрата и другую – под разгрузочную сторону для хвостов.

Порядок проведения работы

После получения технической характеристики стола, начинают выполнение работы. Группы студентов должны выполнять одну из серий опытов по указанию преподавателя. Серия должна включать минимум три опыта, изменение одного из факторов производят при постоянстве всех других.

Сначала подается вода в количестве, достаточном для покрытия тонким слоем всей поверхности стола. После этого начинают загрузку материала в загрузочную коробку. Каждый опыт производят с навеской руды по 1 кг.

Наблюдая за образованием веера на столе, регулируют наклон и количество воды в средней и концевой части стола. Наклон регулируют так, чтобы граница и крупнозернистой фракции хвостов попадала в первый хвостовой приемник.

Пропустив весь материал, несколько уменьшают наклон стола и щеткой смывают осевший на деке материал, не останавливая стола. Смыв весь материал, стол останавливают, каждую из полученных фракций обезвоживают, сушат и анализируют после

взвешивания на содержание ценного компонента. Результаты опытов сводят в таблицу 6.1.

Таблица 6.1.

Результаты обогащения на концентрационном столе

Продукты	γ		β		ε	
	<i>гр.</i>	%	<i>гр.</i>	%	<i>гр.</i>	%
Концентрат						
Хвосты						
Исходная руда		100		100		100

где: γ - выход продукта

β - содержание ценного компонента в продуктах

ε - извлечение ценного компонента из продуктов.

По результатам 3-х опытов по исследованию зависимости извлечения, ценного компонента от каких-то факторов строится график обогатимости руды.

Для этого по оси абсцисс откладывается значение влияющего фактора, а по оси ординат – степень извлечения металла.

Контрольные вопросы

1. В каких аппаратах осуществляются гравитационные методы обогащения руд? Какие руды обогащаются методом гравитации?
2. Конструкция и принцип работы концентрационного стола.
3. Каким образом определяют число качаний деки? Величины хода деки?
4. Последовательность операций, проводимых при выполнении работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБА МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ В ОБОГАЩЕНИИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

Цель работы: приобретение навыков проведения магнитной сепарации, для выделения магнитной фракции из золотосодержащих руды концентратов.

Краткие теоретические сведения

Как известно, наряду с флотационными методами разделения минералов цветных металлов от пустой породы используется и магнитное обогащение. Магнитная сепарация минералов основана на различии магнитных свойств (магнитной восприимчивости) минералов и пустой породы.

При выборе способов обогащения золотосодержащих руд, необходимо учитывать магнитные свойства золота. Само золото не обладает магнитными свойствами, но самородное золото может иметь значительную магнитную восприимчивость, что может объяснить наличие в нём железа. Железо является практически постоянной примесью самородного золота. Наиболее распространено золото с микропримесью железа 0,01 – 0,3 %. Магнитные свойства золота многих месторождений объясняются содержанием в нём железа в виде микроскопических включений магнетита, с поверхностными плёнками с высоким содержанием железа, приповерхностными магнитными включениями магнетита и других магнитных минералов. Самородное золото с магнитными свойствами характеризуется как ферромагнитный материал.

В целом магнитные свойства золота обусловлены:

- содержанием магнитных минералов в виде вкраплений;
- наклёпом на поверхности золотины магнитных частиц (скрап, магнетит);
- плёнками гидроксидов железа;
- сростками магнитных минералов с золотом;
- включениями магнитных минералов в частицу золота;
- «магнитным» золотом без видимых чужеродных включений.

Для магнитного обогащения разработаны различные конструкции магнитных сепараторов, которые классифицируются:

1. По напряженности электромагнитного поля: до 1600 э (э - эрстед), используется для сильномагнитных руд; от 1600 до 4000 э - для руд средней магнитности; от 4000 до 12000-14000 э - для слабомагнитных руд.

2. По качеству среды: в качестве среды, в которой осуществляется процесс разделения минералов по магнитным свойствам, применяется либо воздух (сухое магнитное обогащение), либо вода (мокрое магнитное обогащение).

Необходимые приборы и материалы

1. Руда, измельченная до крупности -0,1 мм.
2. Весы.
3. Сушильная печь.
4. Магнитный анализатор СЭМ-1.
5. Стеклянные стаканы.

Магнитный анализатор СЭМ-1 (рис.7.1) предназначен для исследования вещественного состава, обогатимости, контроля работы магнитных сепараторов. Он используется для обогащения сильномагнитных минералов.

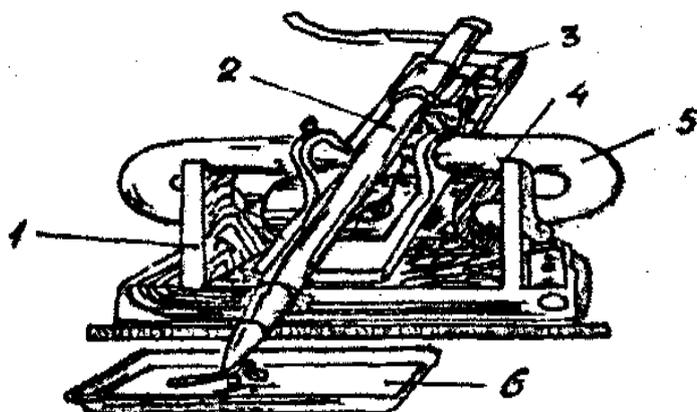


Рис.7.1. Трубчатый магнитный анализатор СЭМ-1:
1-станина. 2-стеклянная трубка, 3-салазки, 4-катушка, 5-магнитная скоба, 6-приемная чашка.

Аппарат состоит из электромагнитной системы, питаемой постоянным током, в зазоре между полюсами располагается стеклянная трубка,¹ заполненная водой и анализируемой пробой. Расстояние между полюсами может меняться, сила тока в обмотках регулируется автотрансформатором, вмонтированным в прибор.

Трубка с пробой приводится в возвратно-поступательное движение с помощью электромотора. Такое движение позволяет отмывать задержанную между полюсами магнитную фракцию от немагнитных частиц.

Напряженность магнитного поля анализатора можно устанавливать от 0 до 10000 э с помощью установки нужной силы тока и расстояния между полюсами. Максимально допустимый ток равен 2 а.

Выполнения работы

Стеклянная трубка заполняется водой выше уровня полюсов. Устанавливается минимальный зазор между полюсами. Включается ток в обмотке магнита таким образом, чтобы стрелка амперметра установилась на I. В трубку высыпается навеска анализируемого вещества в количестве 10-15 г. Включается привод трубки. Спустя одну минуту, через трубку пропускают воду. Уровень воды не должен касаться пробы или опускаться ниже ее. Он должен быть всегда выше полюсов. Промывка водой производится до тех пор, пока не будет удалена из трубки вся немагнитная часть пробы. Затем магнитная часть пробы выливается и промывается водой. Для этого отключается ток в магнитах и электромоторе. Жидкость из трубки выпускается в отдельный чистый стакан. Трубка несколько раз промывается водой. Слив собирается в тот же стакан. Таким образом, вся магнитная фракция собирается в стакан. Вода сливается с магнитной фракции, осадок сушится и взвешивается. Сухой остаток сушится в фарфоровой чашке до постоянной массы, затем по полученному весу и весу исходной пробы рассчитывается процентное содержание магнитной части пробы. Результаты расчета заносятся в таблицу.

Обработка результатов

Пример. Исходная навеска руды равна 8 г. Получено 2 г магнитной фракции, содержание магнитного вещества в пробе равно

$$\frac{2 \cdot 100}{8} = 25\%$$

Контрольные вопросы

1. Магнитный анализатор для каких материалов используется?
2. Каким путем обогащают золотосодержащую руду.
3. Какие методы обогащения знаете? Привести примеры

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ СГУЩЕНИЯ СУСПЕНЗИИ

Цель работы: путем исследования процесса сгущения различных рудных пульп устанавливаются функциональные

зависимость скорости осаждения твердых частиц от различных условий.

Краткие теоретические сведения для выполнения работы.

Сгущением называются операции обезвоживания мелкозернистых пульп и суспензий, основанные на расслоении их путем осаждения взвешенных в пульпах твердых частиц под действием силы тяжести и отделения их в виде осадка – сгущенного продукта от жидкости – слива.

Для сгущения применяют: 1. Устройства и аппараты, в которых расслоение пульпы происходит под действием силы тяжести (пирамидальные, конусные, цилиндрические сгустители, шламовые бассейны, пруды); 2. Аппараты, в которых расслоение пульпы происходит под действием центробежной силы (гидроциклоны – сгустители, осадительные центрифуги).

В верхних слоях пульпы в аппаратах, где осаждение происходит под действием силы тяжести, концентрация твердых частиц обычно невысокая, и поэтому частицы осаждаются в условиях свободного падения с максимальной скоростью, зависящей от крупности и плотности или от удельного веса частиц.

Скорость осаждения твердых частиц шарообразной формы в условиях свободного падения может быть определена по известным формулам:

а) по формуле Стокса для размеров $< 0,1$ мм

$$v_0 = \frac{54,5 \cdot d^2 (\rho - 1)}{\mu}, \text{ см/сек} \quad (8.1)$$

б) по формуле Аллена для частиц размером $0,1 - 1,5$ мм

$$v_0 = 25,83 \sqrt{\frac{(\rho - 1) d^3}{\mu}}, \text{ см/сек} \quad (8.2)$$

где: d - диаметр частиц, см

ρ - плотность частиц, г/см³

μ - вязкость жидкости (воды – 0,01 пз).

По мере увеличения концентрации частиц в нижних слоях пульпы скорость осаждения их уменьшается. Когда концентрация частиц достигает определенного предела, осаждение их

происходит в условиях стесненного падения, характеризуемого оседанием частиц всей массы. При этом крупные, быстро оседающие частицы, задерживаются падением мелкими частицами и осаждаются вместе с ними.

При уплотнении осадка концентрация твердых частиц достигает максимума, а скорость осаждения их приближается к нулю.

Скорость стесненного осаждения частиц может быть выражена уравнением

$$v_{cm} = k \cdot v_0 \quad (8.3)$$

где: k – коэффициент снижения скорости свободного осаждения частиц в стесненных условиях.

Величина коэффициента k зависит от многих факторов, влияние которых трудно поддается учету, поэтому обычно для расчетов сгустителей скорость осаждения твердых частиц в пульпе определяют опытным путем. Необходимая поверхность сгущения определяется по формуле:

$$F = Q \cdot f \quad (8.4)$$

где: q – количество твердого в пульпе;
 f – удельная поверхность сгущения.

$$f = \frac{a - b}{k \cdot v_0 \cdot \gamma_{ж}} \quad (8.5)$$

где: a – отношение жидкого к твердому в исходной пульпе;
 b – отношение жидкого к твердому в сгущенном продукте;
 k – коэффициент эффективного использования поверхности сгущения (0,7 – 0,8);
 $\gamma_{ж}$ – плотность жидкости (воды = 1).

Подвергаемые сгущению суспензии разделяют по крупности взвешенных в них твердых частиц типы: грубые суспензии, содержащие частицы крупности >100 мкм; тонкие суспензии с частицами от 0,5 до 100 мкм; мутные с частицами от 0,1 до 0,5 мкм; коллоидные растворы с частицами 0,1 мкм (1 мм = 1000 мкм).

Твердые частицы в грубых суспензиях легко осаждаются под действием силы тяжести собственной массы. В тонких, мутных и коллоидных суспензиях частицы под действием силы тяжести почти не осаждаются.

В суспензии вводят следующие реагенты: электролиты, флотационные реагенты, коллоидные коагулянты, неорганические реагенты (известь, едкий натр, силикаты, хлорное железо и др.) И органические (крахмал, сепаран, полиакриламид).

Действие полиакриламида (паа) основано на том, что при растворении в воде его молекулы диссоциируют анионы и катионы, которые, нейтрализуя электрические заряды твердых частиц, вызывают коагуляцию.

Необходимые приборы и реактивы

В стеклянных цилиндрах емкостью 50 мл, с наклеенной вертикальной полоской миллиметровой бумаги пульпа с различными соотношениями жидкость – твердое тело (ж:т), растворы паа, известь, серная кислота, секундомер.

Таблица 8.1.

Пульпа	Флокулянты			
	Без	Паа	Известь	H_2SO_4
Т:Ж =1:10	+	0,2; 1,0; 2г/м ³	-	-
Т:Ж =1:15	+	0,2 г/м ³	5 г/м ³	-
Т:Ж =1:20	+	0,2 г/м ³	-	5 г/м ³

Порядок выполнения работы

В цилиндр № 1 помещают пробу пульпы без добавки реагентов, в цилиндр №2 – пробу пульпы с добавкой реагента, указанного в задании. Затем проводят наблюдения по скорости осветления пульпы и делают соответствующие записи в таблице 8.2. Отсчет высоты осветленного столба воды производится через каждые 5 – 10 мин. В течение 1 – 2 часа. На основании полученных данных строят кривую скорости осветления воды и определяют скорость осветления.

Таблица 8.2.

Время осветления пульпы, мин.	Высоты осветленного столба жидкости, <i>h</i> , мм	Плотность пульпы, Ж:Т	Без реагента	Скорость осветления, см/сек.
			С реагентом	
10				
20				

30				
40				
50				
60				

Обработка результатов измерения

а) построение графика сгущения.

В цилиндре №1 показана исходная пульпа. Через некоторый промежуток времени (цилиндр №2) появляются зоны: осветленной жидкости *a*, осаждения твердых частиц *b*, переходная *c* и уплотнения осадка *d*. На дне цилиндра образуется слой из быстро выпавших крупных частиц.

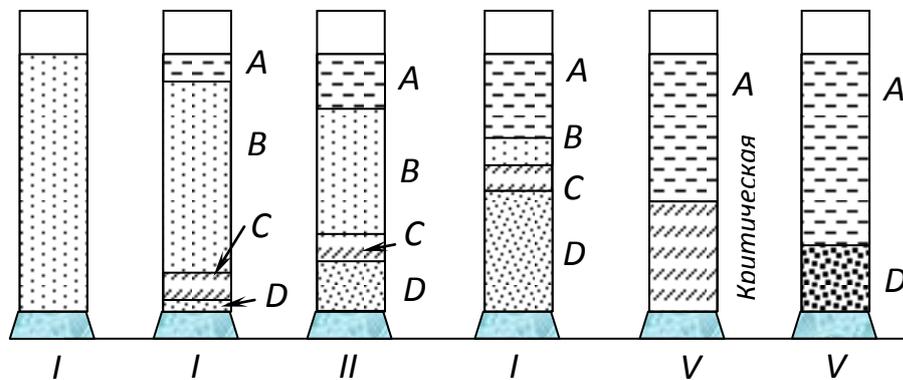


Рис. 8.1. Цилиндры для осаждения пульпы

Далее (цилиндры №3 и №4) приходит расширение *a* и *d*, сокращение зоны *b*, зона *c* остается практически неизменной. В цилиндре №5 зоны *b* и *c* исчезают, а зона *a* соприкасается с зоной *d*. Это происходит критически точке и тот момент, когда скорость осаждения твердых частиц в пульпе резко снижается и дальнейшее сгущение ее считается невыгодным. В цилиндре №6 показано пульпа после дальнейшего некоторого уплотнения осадки замедленным темпом.

Контрольные вопросы

1. Перечень необходимых материалов, приборов, посуды.
2. Последовательность операции при выполнении работы.
3. Цель определения скорости сгущения.
4. Что такое «стесненное» и «свободное» падения твердых частиц?
5. Как определяется средняя скорость сгущения?

СОДЕРЖАНИЕ

1	Определение удельной массы минералов.....	3
2	Определение среднего диаметра отдельных кусков.....	5
3	Изучение степени измельчения руд в измельчительных аппаратах.....	9
4	Определение гранулометрического состава порошковых материалов.....	14
5	Изучение процесса флотационного обогащения руд содержащих цветные металлы.....	16
6	Изучение обогатимости руд на концентрационном столе.....	21
7	Изучение способа магнитной сепарации в обогащении золотосодержащих руд.....	24
8	Определение скорости сгущения суспензии.....	27

Редактор: Сидикова К.М.

Подписано к печати 24.12.2022. Объем 1 п.л.
Формат 60x84 1/16. Тираж 50 экз. Отпечатано в типографии ТГТУ.
г.Ташкент. ул. Университетская 54.