МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**»

УТВЕРЖДАЮ
Директор

_____О.Ю. Долматов
« __ » _____ 2014 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики

Составители: **А.С. Кантаев, И.Д. Брус**

Издательство
Томского политехнического университета
2014

УДК 66.045.2
ББК Л1/7 35

Определение гранулометрического состава дисперсных материалов: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Кантаев А.С., Брус И.Д.; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 12 с.

УДК 66.045.2
ББК Л1/7 35

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры химической технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов (№43) ФТИ «__»_____20__ г.

Зав. кафедрой ХТРЭ
доктор технических наук,
профессор _____ *А.Н.Дьяченко*

Председатель
учебно-методической комиссии _____

Рецензент
Кандидат химических наук
Доцент
Р.И. Крайденко

© Составление. ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2014
© Кантаев А.С., Брус И.Д. составление, 2014

Цель работы

1. Изучение теоретических основ ситового анализа.
2. Определение процентного содержания отдельных фракций порошка и построение графика распределения частиц порошка по размеру отверстий сит.

Основы теории

Определение гранулометрического состава имеет очень важное техническое и гигиеническое значение. Размеры частиц и их распределение по крупности влияют почти на все свойства пылевидных материалов. Например, на их реологические (текучесть), тепловые и реакционно-кинетические характеристики, а также на оптические и механические свойства пигментов и на прочность керамических материалов. Размеры зерен и гранулометрический состав являются также одним из факторов оценки влияния запыленности воздуха на человека и выбора соответствующих средств борьбы с пылью. Размер частиц пыли, которые могут проникнуть в легкие, составляет около 0,01–5 мкм.

Диапазон размеров частиц, встречающихся при анализе гранулометрического состава, охватывает более пяти порядков – от крупнозернистых материалов до коллоидов. Отсюда видна не только важность этой области, но также и ее проблематика.

При анализе гранулометрического состава подлежат решению две задачи: определение размеров частиц (такие измерения могут быть осуществлены различными методами) и определение доли в процентах частиц различных классов крупности. Для решения второй задачи требуется разделение частиц по крупности. Методы анализа гранулометрического состава можно классифицировать следующим образом: исследование под микроскопом; ситовый анализ; метод разделения частиц по скорости их осаждения, а также счетный метод (определение числа частиц),

центробежный метод разделения; более простые методы разделения – декантация, отсеивание.

Отбор пробы. Пробы для определения гранулометрического состава следует отбирать из сравнительно большого количества материала, а иногда из потока аэродисперсий или суспензий. Проба должна быть представительной, поэтому при отборе возникают технические и статистические проблемы. Наиболее частый источник погрешностей при отборе пробы – расслоение потока.

Перерабатываемые руды гидрометаллургических производств состоят из минералов пустой породы с вкраплениями в них ценных минералов. Для ведения технологического процесса в оптимальных условиях необходимо знать размер вкраплённости отдельных минералов и крупность материала по стадиям дробления и особенно измельчения, как последней стадии при подготовке его к обогащению.

Крупность руды и продуктов обогащения характеризуется гранулометрическим составом.

Куски руды крупностью более 5мм характеризуются средним диаметром $d_{ср}$, который определяется линейными размерами куска в трёх взаимно перпендикулярных направлениях, как среднее двух или трёх измерений

$$d_{ср} = \frac{l + b + h}{3} \quad \text{или} \quad d_{ср} = \sqrt[3]{l \cdot b \cdot h}$$

$$d_{ср} = \frac{l + b}{2} \quad \text{или} \quad d_{ср} = \sqrt{l \cdot b}$$

где l – длина;

b – ширина;

h – высота куска.

В тех случаях, когда размер частицы руды меньше 5мм и достигает микронных размеров для определения гранулометрического состава всей массы руды, проводят следующие анализы: ситовые, седиментационные или дисперсионные, микроскопические.

Ситовой анализ

Ситовой анализ основан на механическом разделении частиц по крупности на решетах или ситах с отверстиями различной величины на классы крупности. Материал, который остался на сите после просева называется «ОСТАТОК», а прошедший через сито – «ПРОХОД».

Ситовые анализы позволяют определить крупность частиц до 40 мкм (минимальный размер отверстий применяемых сит).

Существует несколько систем стандартных сит (ГОСТ 8032-56). Последовательный ряд размеров отверстий сит, применяемых для грохочения или классификации, называется **шкалой классификации**, а отношение размеров отверстий двух соседних сит называется **модулем шкалы**. При крупном и среднем грохочении модуль равен двум. Например, набор сит с этим модулем будет состоять из сит с отверстиями размером 50, 25, 12, 6 и 3 мм. Для более мелких сит применяется стандартная система с модулем $\sqrt{2}$. В этой системе за основу принято сито 200 меш с отверстиями размером 0,074 мм. Меш – это число отверстий, приходящееся на один линейный дюйм (25,4 мм). Этот модуль используется для сит с отверстиями размером от 2,362 мм (8 меш) до 0,104 мм (150 меш). Пользуясь модулем можно определить размер отверстий предыдущего и последующего сит. Например, если при модуле $\sqrt{2}=1{,}414$ имеется сито с отверстиями диаметром 0,074 мм, то предыдущее сито этой серии должно иметь отверстия 0,104мм, так как 0,074·1,414=0,104. Для сит с более узкой шкалой классификации применяют стандартную систему сит с модулем $\sqrt[4]{2}=1{,}189$. Сита с этим модулем изготавливаются от 0,104 до 0,043мм (325меш).

В США и Великобритании сохранилась нумерация сит по числу отверстий на протяжении одного дюйма (25,4 мм). Это число, или номер сита, имеет название «меш», которое часто употребляется при обозначении сит. Например, сито №200 или 200 меш имеет 200 отверстий на протяжении одного дюйма.

В практике германской пылевой техники сита ранее характеризовались числом отверстий на 1см. встречаются также обозначения сит по количеству отверстий на 1 $см^2$. например, на обечайке сита №100 (сто отверстий на линейный сантиметр) гравируется число 10000, показывающее сколько отверстий приходится на 1 $см^2$ сита. Ширина отверстий в таком сите а=60 мк и толщина волокна (проволоки) b=40 мк.

Полотно сита представляет собой сетку из термически обработанной проволоки из сплавов цветных металлов.

Средний арифметический размер «а» стороны ячейки сита в свету, допустимые отклонения от которого указаны в ГОСТе, определяется по формуле:

$$a = \frac{l}{n} - b$$

где b – фактический диаметр проволоки, мм;

n – число отсчитанных ячеек на участке l;

l – длина участка, мм.

Для ситового анализа берётся набор стандартных сит. Лабораторное стандартное сито представляет собой круглую обечайку диаметром 200 мм и высотой 50 мм, в которой натянута сетка. Сита изготавливают таким образом, чтобы, вставляя одно сито в другое, можно было составить комплект сит. Верхняя часть этого комплекта закрывается крышкой, а нижняя вставляется в поддон для приёма самого мелкого класса, прошедшего через последнее сито комплекта.

Навеска материала помещается на верхнее сито комплекта, затем весь набор сит встряхивается на механическом встряхивателе в течении 10-30 мин. Рассев считается законченным, если при контрольном просеивании материала вручную за 1 мин через сито проходит не более 1 % материала, находящегося на сите. Оставшийся на каждом сите материал взвешивают и выход каждого класса в граммах и в процентах от общей массы пробы записывают в таблицу.

Материал, оставшийся на сите, обозначается знаком плюс (+), а прошедший через это сито знаком минус (-).

В табл. 1 приведён пример записи результатов ситового анализа.

Таблица 1. Результаты ситового анализа

Размер отверстий сит		Выход		Суммарный выход, %
мм	меш	г	%	
-0,59+0,42	-23+35	15	7,32	7,32
-0,42+0,3	-35+48	13	6,34	13,66
-0,3+0,21	-48+65	21	10,25	23,91
-0,21+0,15	-65+100	17	8,29	32,20
-0,15+0,1	-100+150	35	17,07	49,27
-0,1+0,074	-150+200	41	20,0	69,27
-0,074+0	-200+0	63	30,73	100,00
Исходный продукт	-	205	100,00	-

Рисунок – 1 Анализатор ситовой ВП-30Т

Данные ситового анализа можно изобразить графически, получим характеристику крупности материала. Обычно строят кривую суммарной

характеристики «по плюсу», т.е. по суммарному остатку материала на ситах, начиная с самых крупных. При этом на оси абсцисс в масштабе откладывается размер отверстий сит, на которых производился ситовой анализ, в миллиметрах, а на оси ординат – суммарный остаток на ситах в процентах.

На рисунке 2 приведена характеристика крупности материала, построенная по данным таблицы 1.

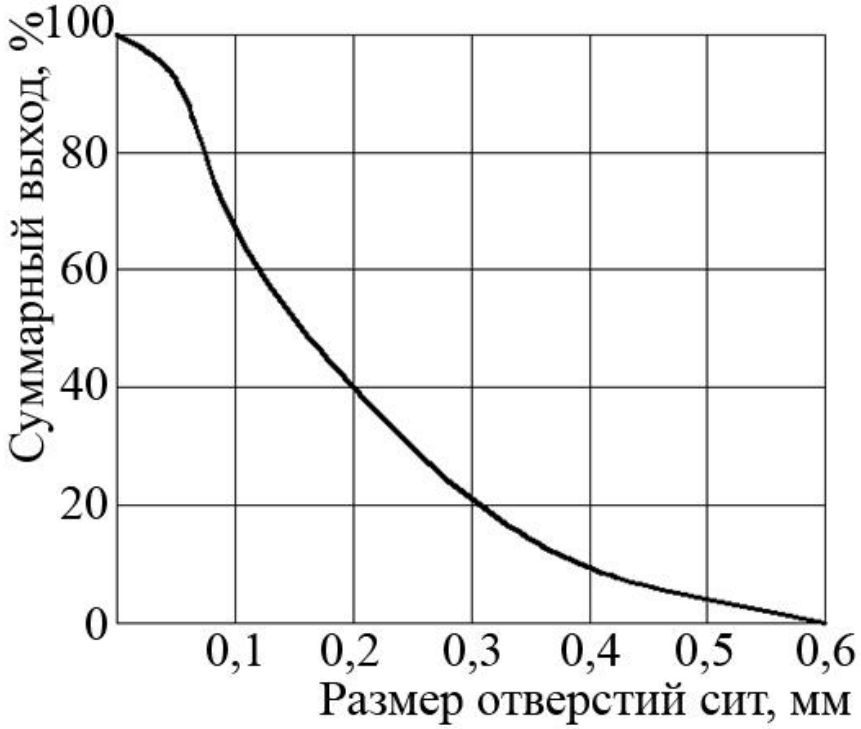

Рисунок – 2 Характеристика крупности материала

Суммарные характеристики крупности (рисунок 3) бывают: выпуклыми (кривая 1), прямолинейными (кривая 2) и вогнутыми (кривая 3). По характеру кривой можно судить о крупности материала. Если кривая имеет прямолинейный характер, значит материал характеризуется равномерным распределением зёрен всех размеров. При преобладании в материале крупных зёрен кривая имеет выпуклый характер, а при преобладании мелких зёрен - вогнутый характер.

Пользуясь кривой суммарной характеристики, можно определить выход класса любой крупности. Для этого из точки, лежащей на оси абсцисс и соответствующей определённому размеру отверстия сита, восстанавливают перпендикуляр до пересечения с кривой и через полученную точку

пересечения проводят прямую, параллельную оси абсцисс до пересечения с осью ординат. Точка пересечения соответствует выходу (в процентах) класса (+).

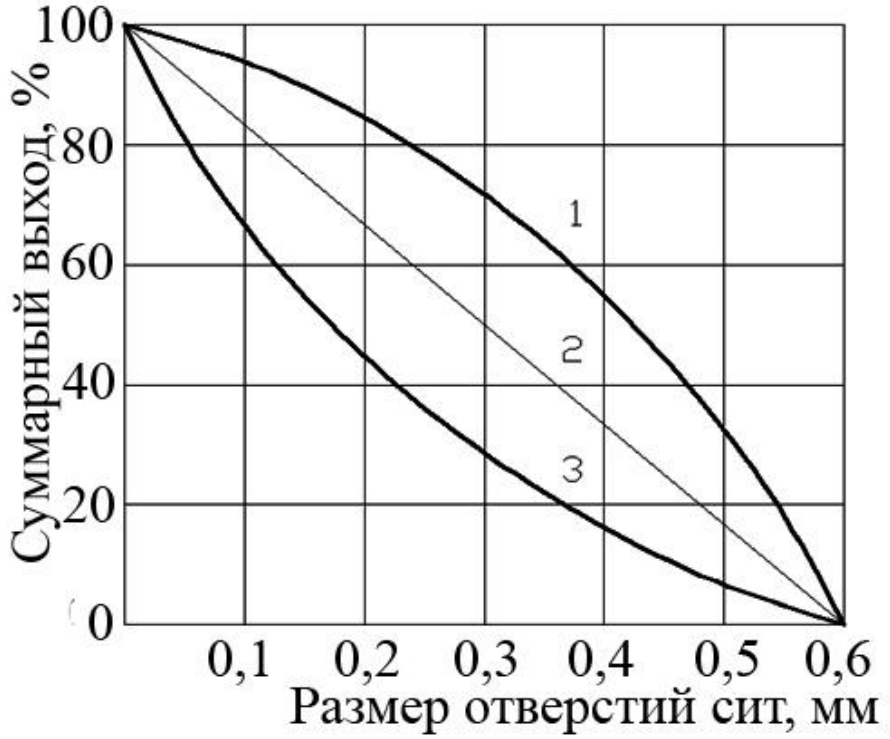

Рисунок – 3 Кривые суммарных характеристик крупности

Таким образом, пользуясь графическим изображением результатов ситового анализа, можно определить промежуточные значения выходов классов крупности исходного материала, а также сравнить результаты нескольких ситовых анализов, определить эффективность работы дробильного и измельчительного оборудования.

Такие характеристики можно строить лишь при узком диапазоне крупности зерен материала, т.е. при небольшом количестве классов материала. При более полном анализе крупности, включающем и результаты седиментационного анализа, построение таких кривых затруднено ввиду того, что график по оси абсцисс получается или очень растянутым или линии в области тонких классов будут сливаться. В этом случае результаты анализа крупности изображают в системе с полулогарифмическими или логарифмическими шкалами. При полулогарифмической сетке по оси абсцисс откладываются логарифмы размеров отверстий сита, а по оси ординат –

суммарный выход классов. При построении логарифмической кривой по оси ординат откладываются логарифмы суммарных выходов классов, а по оси абсцисс – логарифмы размеров сит.

Ход работы

1. Для проведения ситового анализа сита устанавливаются друг над другом. Наверху помещается сито с самыми крупными ячейками, а внизу – с самыми мелкими. Для анализа берется навеска порошка в 200 г, которая насыпается на верхнее сито и просеивается с помощью вибратора в течение 10 – 15 мин.
2. После просева каждая фракция порошка взвешивается.
3. Вычислить процентное содержание каждой фракции по формуле:

$$X = \frac{m_n}{M} \cdot 100\%$$

где m_n – масса фракции

M – масса навески порошка

4. Результаты анализа записать в таблицу 2:

Таблица 2. Результаты ситового анализа

Размер отверстий сит	Выход		Суммарный выход
мм	г	%	%

5. Построить график зависимости размеров частиц от суммарного выхода

Контрольные вопросы

1. С какой целью определяют гранулометрический состав?
2. Какие методы анализа используют для определения гранулометрического состава?
3. Ситовой анализ, системы стандартных сит?
4. Отображение данных ситового анализа?
5. Поясните ход лабораторной работы?

Литература

1. Полькин С.И., Адамов Э.В. Обогащение руд цветных и редких металлов. М., 1975.
2. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельчённых материалов. Л.: Химия, 1971.

Учебное издание

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРОШКОВ

Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики

Составители

КАНТАЕВ Александр Сергеевич
БРУС Иван Дмитриевич

Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета

Подписано к печати 05.05.2014. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.
Заказ 1153 Тираж 10 экз.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета
сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru