

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет»
имени Т. Ф. Горбачева

Кафедра обогащения полезных ископаемых

**ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБОГАЩЕНИЯ
(ДРОБЛЕНИЕ, ГРОХОЧЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ):
ГРОХОЧЕНИЕ**

Методические указания к лабораторным работам
для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело,
специализации Обогащение полезных ископаемых,
всех форм обучения

Составитель **Г. Л. Евменова**

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 33 от 29.04.2019
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04
Горное дело
Протокол № 10 от 29.04.2019
Электронная копия хранится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	2
Лабораторная работа № 1. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЛОСКОГО КАЧАЮЩЕГОСЯ ГРОХОТА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	3
Лабораторная работа № 2. ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ МАТЕ- РИАЛА НА ПРОЦЕСС ГРОХОЧЕНИЯ.....	8
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	11

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие лабораторные работы по дисциплине «Подготовительные процессы обогащения (дробление, грохочение, измельчение): грохочение» предусматриваются для получения практических навыков работы с классифицирующим оборудованием и приобретения студентами определенных навыков ведения исследовательской работы.

Общие требования

Прежде чем приступить к выполнению лабораторных работ, необходимо пройти инструктаж по технике безопасности, ознакомиться с порядком проведения конкретной лабораторной работы и рабочим местом, получить необходимые материалы и лабораторный инвентарь у учебного мастера или инженера. Лабораторная работа выполняется группой студентов, состоящей из 3–4 человек.

По окончании лабораторной работы необходимо убрать свое рабочее место и сдать лабораторный инвентарь и приступить к обработке и оформлению результатов работы. Отчет должен быть представлен преподавателю для проверки каждым студентом на листах формата А4.

Студент полностью завершил лабораторный практикум, если выполнил лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой, представил все отчеты, объяснил полученные результаты и ответил на контрольные вопросы.

Грохочение. Общие сведения

Грохочение – процесс разделения сыпучих материалов на классы крупности путем просеивания через одно или несколько сит, или классификация материала на просеивающих поверхностях.

Зерна (куски) материала, размер которых больше размера отверстий сита, остаются при просеивании на сите, а зерна меньших размеров проваливаются через отверстия.

Материал, поступающий на грохочение, называется *исходным продуктом*, остающийся на сите – *надрешетным (верхним)* продуктом, проваливающийся через отверстия сита – *подрешетным (нижним)* продуктом.

При последовательном просеивании материала на n ситах получают $(n + 1)$ продуктов. В этом случае один из продуктов предыдущего просеивания служит исходным материалом для последующего просеивания.

Последовательный ряд абсолютных значений величин отверстий сит (от больших к меньшим), применяемых при грохочении, называется *шкалой грохочения или классификации*.

Модуль шкалы классификации – постоянное отношение размера отверстий предыдущих сит к размеру отверстий последующих. Например, для шкалы классификации 100; 50; 25; 12,5; 6,25 мм модуль равен 2.

Размер d наибольших зерен (кусков) подрешетного продукта, так же как и размер наименьших кусков надрешетного продукта, условно принимают равным величине отверстий сита, через которое производится просеивание материала, т. е. $d = l$. Соответственно обозначают: подрешетный продукт $-l$ (минус l) или $-d$ (минус d); надрешетный продукт $+l$ (плюс l) или $+d$ (плюс d).

Материал, прошедший через сито с отверстиями l_1 и оставшийся на сите с отверстиями l_2 , причем $l_2 < l_1$, называется *классом*. Крупность класса обозначают следующими тремя способами: $-l_1+l_2$ (минус l_1 , плюс l_2) или $-d_1+d_2$; l_1-l_2 или d_1-d_2 ; l_2-l_1 или d_2-d_1 . Например, класс $-25+10$ мм, класс $20-10$ мм, класс $10-25$ мм. Из приведенных способов обозначения крупности классов наиболее широко применяют первый и третий, обязательный для применения при грохочении углей.

Операции грохочения широко применяют на обогатительных фабриках и сортировках, в промышленности строительных материалов, химической и многих других отраслях промышленности.

По технологическому назначению различают четыре вида операций грохочения:

– *вспомогательное грохочение*, применяемое в схемах дробления исходного материала, в том числе *предварительное* (перед дробилкой), *контрольное*, или *поверочное* (после дробилки), и *совмещенное*, когда обе операции соединяют в одну;

– *подготовительное грохочение* – для отсева материала на несколько классов крупности, предназначенных для последующей отдельной обработки;

– *самостоятельное грохочение* – для выделения классов, представляющих собой готовые, отправляемые потребителю продукты (сорта); эту операцию также называют механической сортировкой;

– *обезвоживающее грохочение* (обесшламливание на грохотах) – для удаления основной массы воды, содержащейся в руде после ее промывки, или для отделения суспензии от конечных продуктов.

Лабораторная работа № 1 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЛОСКОГО КАЧАЮЩЕГОСЯ ГРОХОТА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Цель работы: ознакомиться с конструкцией плоского качающегося грохота, определить его конструктивные и технологические характеристики.

Теоретические положения

Устройство, предназначенное для реализации процесса грохочения, называется грохотом. По принципу действия грохоты различных типов аналогичны: просеивание мелких классов через отверстия происходит при движении, подвергаемого грохочению, материала по просеивающей поверхности. Перемещение материала осуществляется под действием силы тяжести (гравитационное перемещение), вибраций сита (вибрационное перемещение), а также струи жидкости (гидравлическое перемещение). Различие между грохотами состоит, главным образом, в способе перемещения просеиваемого материала, который, в свою очередь, зависит от конструкции грохота.

Грохоты характеризуются следующими главными особенностями:

– характером движения просеивающей поверхности или способом перемещения материала;

- геометрической формой просеивающей поверхности и конструкцией ее элементов;
- расположением просеивающей поверхности относительно горизонтальной плоскости.

Основным показателем, характеризующим процесс грохочения, является эффективность грохочения, зависящая от ряда факторов. К ним относятся: насыпная плотность, геометрическая форма и относительный размер зерен, влажность материала, гранулометрический состав, форма отверстий просеивающей поверхности, размер поверхности грохочения, высота слоя материала, угол наклона просеивающей поверхности, скорость движения зерен по просеивающей поверхности, питание грохота, амплитуда и частота колебаний короба.

По условиям работы грохота операции грохочения подразделяют на несколько видов соответственно крупности наибольших кусков в исходном питании и размерам отверстий просеивающих поверхностей. В зависимости от этих условий различают крупное, среднее, мелкое, тонкое и особо тонкое грохочение.

Конструкция просеивающей поверхности зависит от технологического назначения и условий его работы.

Оборудование и материалы: плоский качающийся грохот, линейка, штангенциркуль, тахометр, угломер.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторной установкой. Начертить схему грохота и составить спецификацию основных узлов и деталей.
2. Определить размеры просеивающей поверхности и вычислить ее площадь.
3. Определить тип просеивающей поверхности.
4. Определить размеры отверстий и их шаг.
5. Начертить эскиз просеивающей поверхности с обозначением всех размеров.
6. Определить коэффициент живого сечения просеивающей поверхности.

Коэффициент живого сечения L представляет собой отношение площади, занятой отверстиями, ко всей площади поверхности, выраженное в процентах.

В нашем случае при расчете живого сечения просеивающей поверхности определяют количество отверстий (n) и их общую площадь на части просеивающей поверхности грохота. Например, выбирают размер площади 100 мм × 100 мм.

7. Найти размер квадратной ячейки эквивалентной, круглому отверстию просеивающей поверхности грохота.

Пересчет на квадратные ячейки производится в соответствии с принципом С. Е. Андреева, исходя из условия приближительной эквивалентности площадей круга ($F_1 = \pi d^2/4$) и квадрата со стороной a ($F_2 = a^2$), т. е.:

$$\pi d^2/4 = a^2, \quad (1)$$

откуда

$$a = 0,88d. \quad (2)$$

8. Определить число качаний грохота при помощи тахометра.

9. Вычислить амплитуду качаний грохота.

Для этого необходимо измерить диаметры приводного вала и эксцентриковой втулки, определить численное значение эксцентриситета.

10. Найти пределы изменения угла наклона короба грохота при помощи угломера.

11. Определить теоретическую скорость перемещения материала по ситам плоского качающегося грохота:

$$v = 0,21 f n r \sin \alpha, \quad (3)$$

где v – скорость перемещения материала по ситам, м/с; f – коэффициент трения материала по ситам (0,3–0,45); n – число качаний грохота в минуту; r – эксцентриситет, м; α – угол наклона опор к вертикали, град.

12. Отобрать три куса руды максимального размера. Определить на практике среднюю скорость движения материала по ситам при минимальном и максимальном углах наклона просеивающей поверхности грохота.

13. Определить теоретическую производительность грохота.

Производительность плоского качающегося грохота, определяют по формуле

$$Q = 3600 B h v k \delta, \text{ т/ч}, \quad (4)$$

где B – ширина сита грохота, м; h – высота слоя материала на сите, м (высоту слоя материала на грохоте принимают равной раз-

меру максимального куска исходного материала); v – скорость перемещения материала по ситам, м/с; δ – плотность материала в монолите (для руды средней твердости $\delta = 2,7 \text{ т/м}^3$); k – коэффициент разрыхления материала на сите (0,4–0,6).

Обработка и оформление результатов работы

Необходимо провести все измерения и расчеты согласно пунктам 1–13. Составить техническую характеристику грохота в виде табл. 1.1.

Таблица 1.1

Техническая характеристика грохота

Размеры отверстий сита грохота, мм	Коэффициент живого сечения сита, %	Пределы угла наклона короба, град.	Площадь просеивающей поверхности, мм ²	Амплитуда колебаний короба, мм	Теоретическая производительность грохота, т/ч

Контрольные вопросы

1. Назвать виды операций грохочения при обогащении полезных ископаемых?
2. Перечислить виды просеивающей поверхности грохотов. Назвать области их применения.
3. Дать определение коэффициенту живого сечения просеивающей поверхности грохота.
4. Перечислить факторы, определяющие износ сит.
5. Дать определение «трудным», «затрудняющим» и «легким» зернам.
6. Дать определение эффективности грохочения.
7. Как влияет на эффективность процесса грохочения:
 - амплитуда и частота колебаний;
 - скорость движения зерен по просеивающей поверхности;
 - форма отверстий просеивающей поверхности;
 - наличие в материале «трудных», «затрудняющих» и «легких» зерен;
 - форма зерен;
 - влажность материала;
 - наклон просеивающей поверхности?

Лабораторная работа № 2
ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ МАТЕРИАЛА
НА ПРОЦЕСС ГРОХОЧЕНИЯ

Цель работы определить эффективность грохочения при изменении влажности материала.

Теоретические положения. Связь влаги с материалом может быть механической, физико-химической и химической. Влага, находящаяся между частицами материала и на их поверхности, имеет механическую связь с материалом и называется гравитационной (свободной) влагой. Физико-химическую связь с материалом имеет та влага, которая проникает в поры частиц (капиллярная влага) или закрепляется на поверхности в виде гидратной пленки за счет адсорбции или диффузии (адсорбированная влага). Химически связанной является влага гидратная или кристаллизационная.

Для характеристики количества влаги, содержащейся в твердых телах, используют понятие влажности W , %, т. е. отношение массы влаги, содержащейся в сыпучем материале, к массе влажного материала:

$$W = 100(G_B - G_C) / G_B,$$

где G_B , G_C – масса влажного и масса сухого материала, соответственно.

Для грохочения имеет значение содержание внешней влаги, покрывающей пленкой поверхность зерен материала. Вода, находящаяся в порах и трещинах зерен, а также химически связанная, на процесс грохочения влияния не оказывает.

Особенно сильно влияет влажность материала при грохочении его на ситах с мелкими отверстиями. Мелкие классы имеют наибольшую внешнюю влажность вследствие их большой удельной поверхности. Внешняя влага в материале вызывает слипание мелких частиц между собой, налипание их на более крупные куски и замазывание отверстий сит вязким материалом. Кроме того, вода смачивает проволоки сита и может под действием сил поверхностного натяжения образовывать пленки, затягивающие отверстия. Все это препятствует расслоению материала по крупности на сите и затрудняет прохождение мелких зерен через отвер-

ствия, в результате чего они остаются в надрешетном продукте.

При некотором предельном содержании влаги, зависящем от свойств материала и размера отверстий сита, эффективность грохочения резко падает. С увеличением влажности материала сверх этого предела подвижность зерен возрастает, и постепенно наступают условия для мокрого грохочения, т. е. грохочения материала с водой.

Конкретно о влиянии влажности на грохочение данного материала можно судить только на основании экспериментальных работ.

Оборудование и материалы. Сито (размер отверстия 2–3 мм) с поддоном и крышкой, уголь крупностью –5+0 мм, весы технические, набор гирь, механический встряхиватель, часы, емкости для сыпучего материала, мерная посуда объемом 200 мл, лопатка.

Порядок выполнения работы

Взвешивают 4 навески исходного материала массой 200–400 г (задается преподавателем). Одну навеску помещают на сито (размер отверстий 2–3 мм) с поддоном, закрывают крышкой и рассеивают на механическом встряхивателе в течение 10 минут. Исходный материал считаем воздушно-сухим материалом.

Эффективность грохочения определяют по формуле

$$E = (\alpha - \upsilon) 10^4 / (100 - \upsilon) \alpha,$$

где α – содержание подрешетного класса в исходном материале, %, υ – содержание подрешетного класса в надрешетном продукте, %.

Массу нижнего класса в исходном материале можно определить, как сумму масс нижнего класса, прошедшего под решето при грохочении, и массу нижнего класса, оставшегося на решете надрешетного продукта. В этом случае надрешетный продукт грохочения пропускают через сито до тех пор, пока прекратится выделение мелочи под решето, т. е. многократно:

Содержание нижнего класса в надрешетном продукте b определяют следующим образом: после однократного грохочения исходного материала подрешетный продукт удаляют, а затем надрешетный продукт дополнительно подвергают рассеву на этом же сите, до тех пор, пока выделение мелочи под решето

прекратится. Полученный материал (под решетом) взвешивают и рассчитывают содержание нижнего класса в надрешетном продукте.

Влажность материала лежит в пределах 4–11 % (задается преподавателем). По формуле (1) и заданным трем значениям влажности рассчитывается необходимое количество воды для равномерного смачивания остальных навесок материала.

Полученные три навески заданной влажности последовательно рассеивают с определением нижнего класса в надрешетном продукте. При взвешивании продуктов следует ввести поправку на влажность. Например, если масса подрешетного продукта при влажности угля 5 % составляет Q_1 г, то масса воды в продукте будет $5Q_1/100$. При этом масса сухого угля Q в подрешетном продукте составит

$$Q = Q_1 - 5Q_1/100.$$

Необходимо вычислить эффективность грохочения при различной влажности исходного продукта с учетом поправки на влажность.

Обработка и оформление результатов работы

Результаты опыта заносят в табл. 2.1, по данным которой строится график зависимости эффективности грохочения от влажности продукта $E = f(W)$, обсуждаются результаты эксперимента и делаются выводы.

Таблица 2.1.

Зависимость эффективности грохочения от влажности угля

Но- мер опыта	Влаж- ность мате- риала, %	Выход продуктов грохочения, %		Содержание нижне- го класса, %		Эффектив- ность гро- хочения, %
		надре- шетного	подре- шетного	в исход- ном ма- териале	в надре- шетном продукте	

Контрольные вопросы

1. Назвать виды влаги.
2. Как влияет влажность материала на процесс грохочения?
3. Назвать способы улучшения условий грохочения влажного материала.
4. Назвать способы эффективного грохочения глинистых и вяз-

ких материалов.

5. Какое грохочение считается мокрым?

6. Перечислить виды грохотов для мокрого грохочения. Знать схему, преимущества и недостатки каждой конструкции

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев, С. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: учебник для вузов / С. Е. Андреев, В. М. Зверевич, В. А. Перов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Недра, 1980. – 415 с.

2. Перов, В. А. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: учеб. пособие для вузов / В. А. Перов, С. Е. Андреев, Л. Ф. Биленко. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва: Недра, 1990. – 301 с.

3. Серго, Е. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: учебник для вузов. – Москва: Недра, 1985. – 285 с.

Составитель
Галина Львовна Евменова

**ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБОГАЩЕНИЯ
(ДРОБЛЕНИЕ, ГРОХОЧЕНИЕ, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ):
ГРОХОЧЕНИЕ**

Методические указания к лабораторным работам
для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело,
специализации Обогащение полезных ископаемых,
всех форм обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 27.05.2019. Формат 60×84/16.

Печать офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 0,6.

Тираж 12 экз. Заказ

КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр УИП КузГТУ, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.