

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):
ДРОБЛЕНИЕ**

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 ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРСТИК.....	3
Лабораторная работа № 2. ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКИ	6
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	9

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие лабораторные работы по дисциплине «Подготовительные процессы обогащения (дробление, грохочение, измельчение): дробление» предусматриваются для получения практических навыков работы с оборудованием для дробления полезных ископаемых 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.

Дробление. Общие сведения

Дроблением называется процесс уменьшения размеров кусков полезных ископаемых путем разрушения их действием внешних сил, преодолевающих внутренние силы сцепления, связывающие между собой частицы твердого вещества. Сущность процесса дробления заключается в разъединении зерен различных минералов, содержащихся в полезном ископаемом, тесно переплетенных и сросшихся между собой. Чем полнее раскрываются минералы при дроблении, тем успешнее последующее обогащение полезного ископаемого. Для дробления применяют дробилки.

Процесс дробления может быть подготовительными операциями (например, на обогатительных фабриках перед обогаще-

нием полезного ископаемого) или иметь самостоятельное значение (дробление угля перед коксованием и т. д.).

Дробимый материал отличается большим разнообразием, как по прочности, так и по размеру кусков. Требования, предъявляемые к дробленому продукту, также разнообразны. Поэтому имеется большое количество конструкций дробильных машин, вызванное стремлением приспособить дробильные машины к свойствам дробимого материала и требованиям, предъявляемым к продукту дробления. Однако, несмотря на разнообразие конструкций дробилок, количество методов или способов разрушения материала (т. е. видов разрушающей силы на куски дробимого материала) весьма невелико. Основными из них являются: раздавливание, раскалывание, удар, частично истирание, излом, срезывание. Кроме того, можно применять комбинацию из двух или более методов. Довольно часто раскалыванию и раздавливанию сопутствует излом.

Для характеристики прочностных свойств горных пород существует общий показатель (коэффициент) крепости, разработанный проф. М. М. Протоdjаконовым. По шкале, им разработанной, все горные породы делятся на 10 категорий, характеризуемых коэффициентом крепости от 0,3 для самых слабых, плавучих грунтов до 20 для наиболее прочных кварцитов и базальтов.

Крупность зерен, до которой надо дробить исходный материал перед обогащением, определяется размером вкрапленности полезных минералов и процессом, принятым для обогащения данного ископаемого. Эта крупность устанавливается опытным путем при исследовании обогатимости каждого полезного ископаемого.

Обычно используют сухой способ дробления. В тех случаях, когда горная масса содержит глину, применяют мокрое дробление.

При дроблении не следует допускать переизмельчения материала, так как это ухудшает результаты обогащения и удорожает процесс. Необходимо соблюдать принцип «не дробить ничего лишнего».

Лабораторная работа № 1
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ И
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Цель работы: ознакомиться с конструкцией щековой дробилки, определить ее конструктивные и технологические характеристики.

Теоретические положения

Щековые дробилки чаще всего применяют для крупного дробления твердых и средней твердости полезных ископаемых. Степень дробления в щековых дробилках $i = 3 \div 5$. В дробилках материал раздавливается между двумя щеками, из которых одна неподвижная, а другая подвижная – качающаяся.

Щековые дробилки разделяются на два основных типа: с простым (ЩДП) и сложным (ЩДС) движением щеки.

Оборудование и материалы: щековая дробилка, тахометр, линейка, пластилин.

Порядок выполнения работы

1. После ознакомления с конструкцией дробилки определить ее тип.

2. Начертить принципиальную схему дробилки, включив основные детали и узлы дробилки, составить спецификацию.

3. Ознакомиться со способом регулировки разгрузочной щели дробилки.

4. Начертить схему движения щеки при вращении приводного вала с указанием положений, в которых ширина загрузочного (B) и разгрузочного (b) отверстий будут иметь максимальные и минимальные значения. Установить какая часть оборота приводного вала будет соответствовать рабочему или холостому ходу дробилки.

5. Определить размеры приемного отверстия дробилки: длину, ширину, высоту.

6. Размер выпускной щели (разгрузочного отверстия) задает преподаватель. Ширину разгрузочного отверстия можно установить путем замера толщины куска пластилина, пропущенного через дробилку. Ход щеки S определяют, как разность значений максимального b_{\max} и минимального b_{\min} размеров щели при двух

крайних положениях щеки:

$$S = b_{\max} - b_{\min}. \quad (1)$$

Проверить полученное значение, учитывая, что ход щеки пропорционален ширине приемного отверстия [5]:

$$S = 0,054B \quad (2)$$

7. Начертить схему для определения угла захвата. Определить его значение из выражения

$$\alpha = \arctg \left[\frac{B - b_{\min}}{H} \right], \quad (3)$$

где α – угол захвата, град; B – ширина загрузочного отверстия, см; H – высота рабочей камеры, см; b_{\min} – минимальный размер разгрузочной щели, см.

8. Определить практическую степень дробления. Для этого отбирают три максимальных по крупности куска руды и пропускают через дробилку (ширина разгрузочной щели задается преподавателем). Для определения размера кусков вычисляют средний диаметр до, и после дробления, для этого измеряют величины по трем взаимно перпендикулярным направлениям: l – длины, b – ширины и h – высоты параллелепипеда, в который вписывается измеряемый кусок. Максимальный размер зерен до и после дробления определяют по формулам, приведенным в лабораторной работе № 1 методических указаний «Подготовительные процессы обогащения: определение крупности полезных ископаемых».

9. Определить теоретическую степень дробления, учитывая, что $D_{\max} = 0,85B$ и $b_{\max} = 0,8d_{\max}$:

$$i = D_{\max} / d_{\max}, \quad (4)$$

10. Измерить при помощи тахометра число оборотов вала дробилки и определить число качаний в минуту подвижной щеки. Если это невозможно по каким-либо причинам, определить теоретическое число качаний щеки из выражения [1, 2]

$$n = \frac{182,6}{\sqrt{B}}, \quad (5)$$

где n – число качаний в минуту подвижной щеки, об/мин; B – ширина приемного отверстия, м.

11. Производительность щековой дробилки определяют по эмпирической формуле

$$Q \approx 0,1Lb_{\max}, \quad (6)$$

где Q – производительность дробилки, т/ч; L – длина загрузочного отверстия, см; b_{\max} – заданная максимальная ширина выходной щели, см.

Обработка и оформление результатов работы

Необходимо провести все измерения и расчеты согласно пунктам 1–11 сначала для щековой дробилки с простым движением щеки, затем для щековой дробилки со сложным движением щеки. Все найденные характеристики каждой дробилки сводят в табл. 1.1, соответственно.

Таблица 1.1

Техническая характеристика ЩДП или ЩДС

Размер загрузочного отверстия $V \times L$, мм	Размер загрузочного отверстия, мм		Высота рабочей камеры, мм	Ход щеки, мм	Число качаний щеки		Производительность, т/ч
	b_{\min}	b_{\max}			теоретическое	практическое	

Контрольные вопросы

1. Дать определение процессам дробления и измельчения.
2. Назначение операций дробления.
3. Назвать условную крупность продукта, получаемого в результате дробления.
4. Перечислить основные способы разрушения материала при дроблении.
5. Перечислить стадии дробления.
6. Назвать основной принцип дробления.
7. Дать определение степени дробления или измельчения.
8. Перечислить законы дробления.
9. Назвать область применения каждого закона.
10. Дать определение углу захвата щековых дробилок.
11. Для чего предназначена футеровка камеры дробления?
12. Назвать особенности футеровки щековых дробилок.
13. Назвать способы предохранения щековых дробилок от поломок.
14. Изложить порядок запуска и остановки щековых дробилок.

Лабораторная работа № 2 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Цель работы: ознакомиться с конструкцией валковой дробилки, определить ее конструктивные и технологические характеристики.

Теоретические положения

Валковые дробилки непрерывного действия работают в основном по принципу раздавливания и раскалывания материала, находящегося в рабочем пространстве между вращающимися гладкими, рифлеными или зубчатыми валками. Эти дробилки не переизмельчают материал.

Для крупного и среднего дробления применяют зубчатые дробилки. Для среднего и мелкого дробления применяют дробилки с гладкими или рифлеными валками. Степень дробления 3–6, иногда до 10. Валковые дробилки отличает простота конструкции, надежность работы, удобство обслуживания и ремонта. К недостаткам относятся низкая производительность, быстрый и неравномерный износ футеровки валков.

Оборудование и инструменты: валковая дробилка с гладкими валками, линейка, штангенциркуль.

Порядок выполнения работы

1. После ознакомления с конструкцией валковой дробилки начертить принципиальную схему машины с указанием размеров и спецификацией основных частей.

2. Определить фактическое число оборотов каждого валка с помощью тахометра или предельное число оборотов валков (n , об/мин) по формуле проф. Л. Б. Левенсона

$$n = 616 \sqrt{\frac{f}{\delta d D}}, \quad (1)$$

где δ – плотность материала в монолите, т/м³ (для руды средней твердости $\delta = 2,7$ т/м³); f – коэффициент трения между рудой и футеровкой валков (0,2÷0,3); d – диаметр максимального куска исходной руды, см; D – диаметр валка, см.

При выборе валковых дробилок с гладкими валками считают, что диаметр валка должен быть больше диаметра максимального куска в 20 раз [1].

4. Отношение между диаметром валков и диаметром максимального куска руды можно определить из выражения

$$2r = [2R(1 - \cos \alpha) + s] / \cos \alpha, \quad (2)$$

где s – расстояние между валками, см; α – угол захвата валковой дробилки, град.

При сдвинутых вплотную валках формула (2) примет вид

$$2r = [2R(1 - \cos \alpha)] / \cos \alpha. \quad (3)$$

Произвести необходимые преобразования формулы (3) для определения угла захвата α .

5. Окружную скорость гладких валков (v , м/с) определяют по формуле

$$v = (\pi D n) / 60, \quad (4)$$

где D – диаметр валка, м; n – частота вращения валков, об/мин.

Действующие практические рекомендациям для валков диаметром меньше 1000 мм: $v < 5$ м/с [5].

6. Теоретическая производительность валковой дробилки Q , т/час, определить по формуле [5]

$$Q = 60 n \pi D L s \mu \delta, \quad (5)$$

где μ – коэффициент разрыхления руды (0,24–0,40); δ – насыпная плотность руды, $1,6 \text{ т/м}^3$; L – длина валков, м; D – диаметр валков, м; n – частота вращения валков, об/мин; s – ширина щели между валками, м. При расчете производительности по формуле (5) установленную ширину щели между валками увеличивают на 20–30 %, учитывая неизбежное их раздвигание.

Обработка и оформление результатов работы

Необходимо провести все измерения и расчеты согласно пунктам 1–6, а также выполнить эскизы с проставлением размеров и спецификации. Все найденные характеристики валковой дробилки сводятся в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Техническая характеристика валковой дробилки

Диаметр валка, мм	Длина валка, мм	Теоретическая частота вращения валков, об/мин	Производительность, т/ч

Контрольные вопросы

- 1. Виды валковых дробилок, применяемых для дробления руды.*
- 2. Назвать область применения валковых дробилок.*
- 3. Способы разрушения материала в валковых дробилках различного типа.*
- 4. Перечислить преимущества и недостатки валковых дробилок.*
- 5. Дать определение углу захвата валковых дробилок.*

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.

5. 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):
ДРОБЛЕНИЕ**

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. 0,5.

Тираж 12 экз. Заказ

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

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