



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология вяжущих веществ, бетонов
и строительной керамики»

Методические указания
к практической работе по дисциплине
«Контроль параметров работы
оборудования промышленности
строительных материалов»

«Контроль параметров работы молотковой дробилки»

Автор
Егорочкина И.О.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания к практической работе «Контроль параметров работы молотковой дробилки» по дисциплине «Контроль параметров работы оборудования промышленности строительных материалов» предназначены для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Механическое оборудование и технологические комплексы предприятий строительных материалов, изделий и конструкций».

Автор

к.т.н., доцент
кафедры «ТВВБиСК»
Егорочкина И.О.





Оглавление

Введение	4
1. Общие положения	6
1.1. Область применения и классификация молотковых дробилок 6	
1.2. Устройство и конструктивные особенности молотковых дробилок	9
1.3. Принцип действия молотковых дробилок	12
2. Экспериментальная часть.....	14
2.1. Используемые сырьевые материалы	14
2.2. Используемые оборудование и средства измерений 15	
2.3. Определение основных технико-экономических показателей работы молотковой дробилки	15
3. Анализ результатов исследований, выполнение расчетов, подготовка и защита отчета по практической работе.....	19
Список источников литературы	20
Приложение 1	21
Приложение 2 Справочные данные по параметрам качества сырья для дробления	23
Приложение 3 Технические характеристики однороторных молотковых дробилок	24

ВВЕДЕНИЕ

Для производства строительных материалов машиностроительные заводы выпускают самые разнообразные машины и оборудование, причем на ряду с созданием новых происходит непрерывное изменение и совершенствование существующих машин и общее увеличение объема их выпуска. Большое внимание при создании новых машин и технологических линий отводится вопросам улучшения условий труда обслуживающего персонала, а именно механизации и автоматизации опасных и трудоемких процессов [1].

Колоссальные издержки, связанные с процессами измельчения, на современном уровне развития производства, вызывают острую необходимость разработки принципиально новых способов измельчения материалов, а также создания на их основе новых технологий и оборудования. Дробильно-размольная техника прошла свой исторический путь развития, базируясь на достижениях современных ей наук. Это отражено в таких принципах измельчения, как шаровой, вибрационный, самоизмельчение, ударный, ударно-центробежный, струйный и другие. Практически все существующие способы дезинтеграции осуществляются механическим путем. При этом энергетические потери огромны и избежать их можно только путем точечного или линейного силового воздействия. Все перечисленные выше способы измельчения малоэффективны по многим показателям на современном уровне развития техники. Поэтому с целью увеличения производительности, снижения металлоемкости и материалоемкости, уменьшения капитальных затрат необходимо искать новые пути совершенствования оборудования для измельчения материалов [2].

Молотковые дробилки в их современном виде были предложены американцем Уильямсом в 1895 году. В настоящее время молотковые дробилки нашли широкое применение в различных отраслях промышленности строительных материалов [3]. Дробилки ударного действия применяются для дробления пород мягкой и средней твердости.

Цель работы: изучить область применения, конструкцию и принцип действия молотковой дробилки; определить степень измельчения материала, ознакомиться с методикой расчета производительности и потребляемой мощности молотковой дробилки и определить данные величины.

Контроль параметров работы молотковой дробилки

Выполнение практической работы студентами предполагает:

- изучение методики расчета технических показателей работы молотковых дробилок;
- установление геометрических параметров кинематической схемы современных молотковых дробилок по каталогу [4];
- установление функциональных взаимосвязей между геометрическими параметрами кинематической схемы и техническими показателями работы;
- обоснование и выбор рациональных значений геометрических параметров кинематической схемы молотковых дробилок;
- оформление расчета, подготовку и защиту отчета по практической работе.

Последовательность выполнения практической работы:

1 Определить средний наименьший диаметр наибольших кусков материала (d_n), который необходимо измельчить. Взвесить материал.

2 Измерить длину (L) и диаметр (D) молотков (бил).

3 Включить дробилку, непрерывно подавать материал на измельчение, секундомером зафиксировать время (τ) прохождения массы материала через дробилку.

4 Измельченный материал подвергнуть классификации рассевом на стандартном наборе сит, определить средневзвешенный размер кусков измельченного материала в каждой фракции.

5 Определить степень измельчения материала (I).

6 Рассчитать теоретическую производительность молотковой дробилки.

7 Определить действительную производительность молотковой дробилки.

8 Все измерения и расчетные данные занести в итоговую таблицу 4.

9 Сделать выводы по работе: оценить основные геометрические и технические параметры работы молотковой дробилки.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Область применения и классификация молотковых дробилок

Для получения заполнителей для приготовления бетонов используются дробильные машины, позволяющие измельчить крупнокусковой сырьевой материал до размеров необходимых для строительного производства. Дробление осуществляется в несколько приемов, называемых стадиями дробления [5]. Схема двухстадийного дробления, наиболее эффективная для получения заполнителя рабочей фракции для производства тяжелого бетона представлена на рисунке 1.

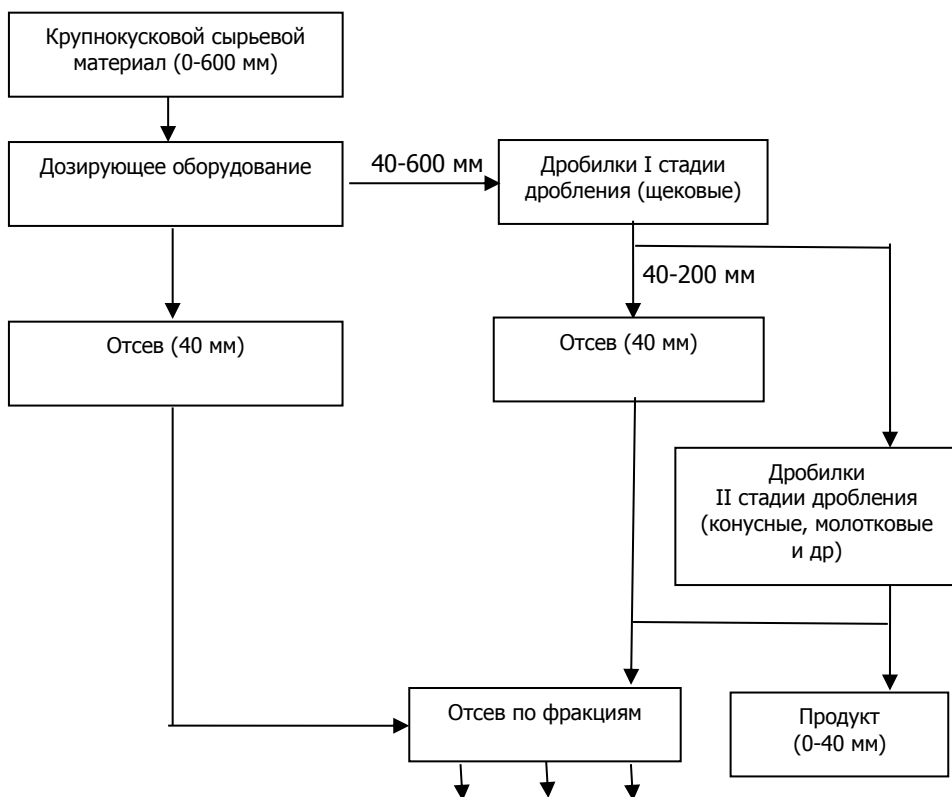


Рисунок 1 – Схема производства щебня для строительных работ

Контроль параметров работы молотковой дробилки

Молотковые дробилки в настоящее время применяют для крупного, среднего и мелкого дробления, в основном для измельчения малоабразивных материалов средней прочности (известняка, доломитов, мергеля, угля, каменной соли и т. п.). Размер готового продукта регулируется изменением частоты вращения ротора, количеством и формой молотков, зазором между колосниками и расстоянием между молотками (в нижнем положении) и окружностью колосниковой решетки.

К молотковым дробилкам относятся дробилки ударного действия с шарнирно закрепленными на роторе ударными элементами – молотками. Материал разрушается механическим ударом, причем кинетическая энергия движущихся тел (в данном случае молотков) полностью или частично переходит в энергию их деформации и разрушения.

По конструктивным признакам все существующие типы дробилок ударного действия могут быть разделены на следующие типы: молотковые дробилки с ударным ротором; молотковые дробилки с безударным разгонным ротором (центробежным).

К машинам с ударным ротором относятся: молотковые, с шарнирно подвешенными молотками; роторные, с жестко закрепленными билами (лопатками); стержневые дробилки (дезинтеграторы).

Молотковые дробилки по количеству валов классифицируются на дробилки однороторные, у которых диски с молотками посажены на один горизонтально расположенный вал; двухроторные – диски с молотками посажены на два горизонтально расположенных вала, вращающихся навстречу друг другу.

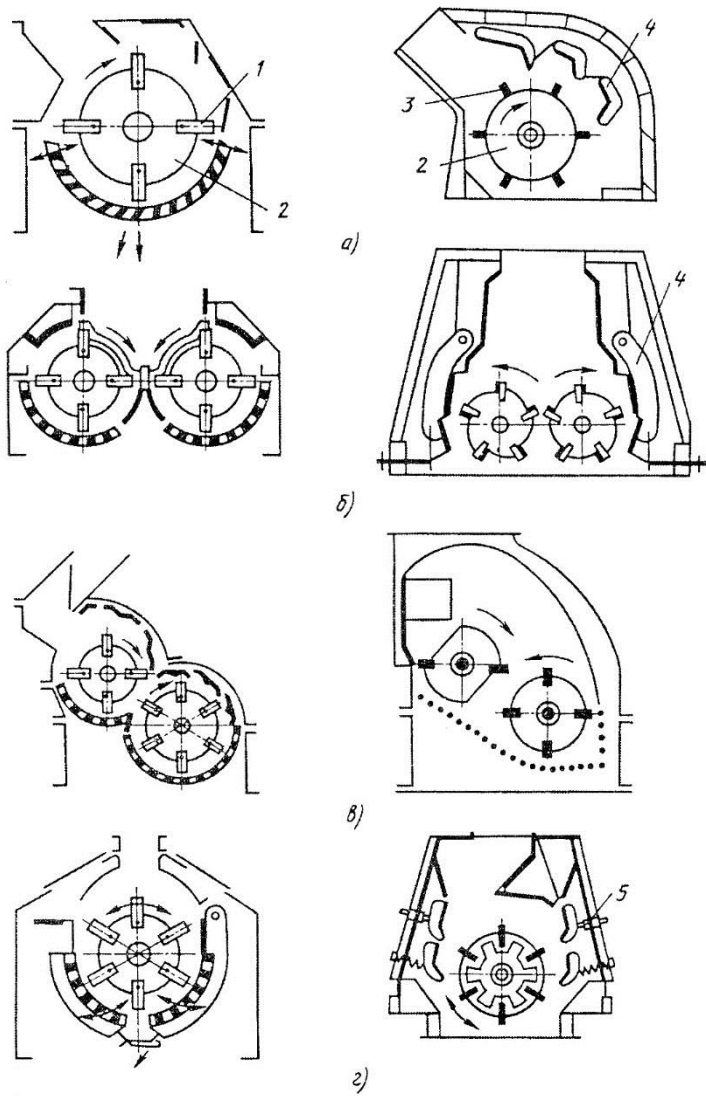
По расположению молотков разделяются на дробилки однорядные, молотки которых располагаются в одном ряду, используемые для мелкого дробления твердых пород и грубого помола мягких материалов; дробилки одновальные и двухвальные, с молотками, подвешенными на ротор в несколько рядов. Из молотковых дробилок различных типов наибольшее распространение получили однороторные нереверсивные дробилки.

По ГОСТ 7090-72 [6] выпускают следующие типы дробилок:

- М6-4Б – для дробления малоабразивных материалов;
- М8-6Б – для дробления хрупких и мягких материалов;
- М13-16Б – для дробления материалов;
- М20-30Г – для дробления малоабразивных мягких и хрупких материалов;
- ДМРЭ 10х10, ДМРИЭ 14,5х13 – для дробления угля и известняка;

Контроль параметров работы молотковой дробилки

- ОМД-97А, СМД-102 – для дробления влажных и липких малоабразивных материалов;
 - С-599 – для дробления хрупких и мягких материалов.
- Основные схемы молотковых дробилок представлены на рисунке 2.



Контроль параметров работы молотковой дробилки

Рисунок 2 – Основные схемы молотковых роторных дробилок:
 а – однороторные; б – двухроторные одноступенчатого дробления; в – двухроторные двухступенчатые; г – реверсивные;
 1 – молоток; 2 – ротор; 3 – била; 4 – отражательные плиты;
 5 – механизм регулировки зазора между биллами и плитами.

Разнообразие схем (рис. 2, а-г) роторных и молотковых дробилок вызвано различным назначением дробилок. Наиболее распространенными являются однороторные дробилки (рис. 2, а). Двухроторные дробилки одноступенчатого дробления (рис. 2, б) применяют тогда, когда требуется большая производительность. Оба ротора дробилки работают самостоятельно, и исходный материал поступает равномерно на оба ротора. Двухроторные дробилки двухступенчатого дробления (рис. 2, в) применяют тогда, когда необходимо совместить две стадии дробления. Для лучшего использования рабочей поверхности бил и молотков применяют реверсивные дробилки (рис. 2, г). Эти дробилки имеют симметричную камеру дробления и могут работать при различных направлениях вращения ротора, что позволяет использовать билы и молотки с двух сторон без переустановки.

Несмотря на многообразие видов машин для измельчения материалов существуют требования, которым должны удовлетворять эти машины: простота конструкции, удобство обслуживания, минимальное число изнашиваемых материалов, наличие предохранительных устройств.

Недостаток молотковых дробилок: быстрый износ молотков, при влажности материала более 15% дробилки замазываются, при попадании в дробилку кусков металла возможна авария, непригодность молотковых дробилок для дробления очень твердых пород.

1.2. Устройство и конструктивные особенности молотковых дробилок

Особенностью конструкции молотковых дробилок является такое расположение ударных бил, лопастей в полости дробилки, что обеспечивается ударно-вращательное перемешивание материала с последующим его измельчением.

Главными параметрами дробилки ударного действия являются диаметр и длина ротора, которые входят в ее условное обозначение. Билы и молотки роторных и молотковых дробилок обладают высокой износостойкостью, выдерживают большие ударные нагрузки и нагрузки от центробежных сил и легко

Контроль параметров работы молотковой дробилки

заменяются. При разработке конструкции бил и молотков обеспечивается возможность их многократного использования.

Молотковая дробилка состоит: из корпуса (1), ротора (2), молотков (3), отбойных плит (4), колосниковой решетки (5) и привода, включающего электродвигатель и клиноременную передачу (рис. 3).

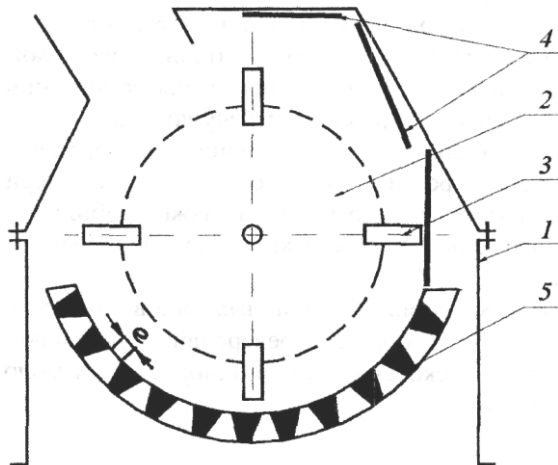


Рисунок 3 – Схема молотковой дробилки

Молотковая дробилка имеет сварной корпус из листовой стали или чугуна. Внутренние стенки корпуса в зоне камеры дробления облицованы сменными плитами из износостойкого материала. Для регулировки крупности готового продукта использован отбойный брус, установленный в специальных направляющих, перемещаемый и фиксируемый с помощью винтов. Колосниковая решетка шарнирно подвешена на оси, укрепленной в корпусе дробилки. Щели между колосниками делают расширяющимися в сторону разгрузки под углом 10–20° и наклоненными к радиусу ротора под углом 40–50° в сторону движения материала. Это обеспечивает переработку в дробилках материалов повышенной влажности, без забивания щелей колосниковых решеток. Число рядов молотков на роторе определяется размерами и его назначением. Вал ротора опирается на два вынесенных из корпуса дробилки и установленных на специальные кронштейны подшипника.



Контроль параметров работы молотковой дробилки

Конструктивная схема и технические характеристики некоторых типов однороторных молотковых дробилок приведены в приложении 1.

1.3. Принцип действия молотковых дробилок

Исходный материал загружается в дробилку сверху, под действием силы тяжести свободно скользит по лотку и попадает на быстро вращающийся ротор.

Под действием силы удара кусок разрушается, и его части отбрасываются на футеровку и колосники, образующие камеру дробления. Ударяясь о футеровку, материал дополнительно измельчается и вновь попадает в зону действия молотков. Это повторяется многократно, до тех пор, пока куски, достигнув определенной крупности, не выйдут из щели колосниковой решетки.

Кроме того, кусок материала под воздействием эксцентричного удара начинает вращаться вокруг своего центра тяжести со скоростью, близкой к скорости рабочего органа дробилки, и разрушается от действия центробежных сил, так как при этом в куске материала возникает напряжение, превышающее предел прочности при растяжении.

Таким образом, в молотковых дробилках куски материала измельчаются, во-первых, от удара быстродвижущихся молотков, во-вторых, от соударения кусков материала друг о друга, в-третьих, от удара о неподвижную футеровку камеры дробления и под действием центробежных сил, в-четвертых.

Методы измельчения материалов разнообразны [5] (рис. 4).

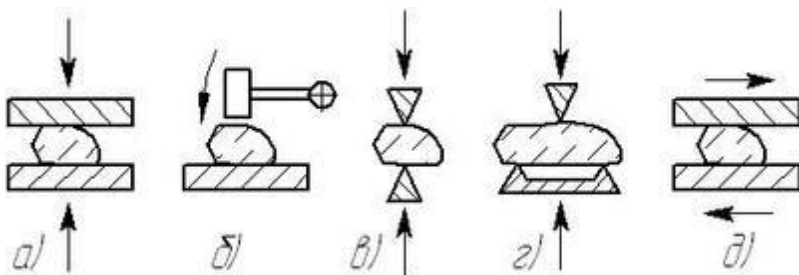


Рисунок 4 – Схемы методов измельчения сырьевого материала

Основными методами измельчения материала являются:

- раздавливание (рис. 4, а). Кусок материала зажимается между двумя поверхностями и раздавливается при сравнительно медленном нарастании давления;
- удар (рис. 4, б). Материал измельчается путем: удара по кускам материала, лежащего на какой-либо поверхности; удара

Контроль параметров работы молотковой дробилки

быстродвижущейся детали (молотка, била) по кускам; удара куска материала движущегося с относительно большой скоростью, о неподвижную плиту; удара кусков материала друг о друга;

– раскалывание (рис. 4, в). Кусок материала измельчается в результате раскалывающего действия клиновидных тел;

– излом (рис. 4, г);

– истирание (рис. 4, д). Материал измельчается путем трения между движущимися поверхностями, а также при трении кусков материала друг о друга.

В большинстве случаев различные нагрузки действуют одновременно, например, раздавливание и истирание, удар и истирание и т. д. За последние годы были предложены новые способы измельчения: электрогидравлический, ультразвуковой, гравитационный способ применения высоких быстроменяющихся и низких температур и, наконец, измельчение световым лучом, получаемым при помощи квантового генератора.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Используемые сырьевые материалы

При выполнении практической работы используется сырьевой материал, подвергнутый первой стадии дробления.

Используется природный сырьевой материал – гравий-валун Сочинского карьера, а также сырьевой материал, относящийся к промышленным отходам – бетонный лом крупнокусковой, полученный при демонтаже некондиционных бетонных конструкций и кирпичный бой, бракованная продукция кирпичных заводов.

В результате выполнения Практической работы № 1 [7] получен крупный заполнитель, характеризующийся степенью измельчения, крупностью не более 70 (80) мм. Для получения рабочих фракций 10-20 мм, 20-40 мм используются дробилки 2 стадии измельчения, в частности молотковые, ударного типа.

В зависимости от вида исследуемого сырья, подгруппа студентов делится на 3 бригады.

Характеристики сырьевых материалов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сводные данные по характеристикам сырьевых материалов

Вид сырьевого материала	Исходный размер, мм	Плотность в куске, кг/м ³	Марка по прочности	Требуемый размер, мм
Гравий-валун Сочинского карьера	≤ 80	2450-2500	1000	5-10;10-20; 20-40
Бетонный лом	≤ 80	2420-2450	800	≤ 40
Кирпичный бой	≤ 80	1200-1400	M150	≤ 40

2.2. Используемые оборудование и средства измерений

Для проведения испытаний и установления зависимости параметров качества обрабатываемого сырья от геометрических и метрологических параметров работы молотковой дробилки применяют следующее оборудование и средства измерений:

- 1) молотковая однороторная дробилка, конструктивная схема и основные технические характеристики которой выбираются по каталогу [4] и представлены в приложении 1.
- 2) стандартный комплект сит КСИ для определения гранулометрического состава плотного заполнителя по ГОСТ 8269-87;
- 3) металлическая линейка по ГОСТ 427 – 75;
- 4) рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-89;
- 5) штангенциркуль с ценой деления 0,1 мм по ГОСТ 166 – 73;
- 6) весы по ГОСТ 13882 – 68.

2.3. Определение основных технико-экономических показателей работы молотковой дробилки

Основным технико-экономическим показателем работы машин для дробления являются степень измельчения и удельный расход энергии на измельчение единицы объема готовой продукции.

2.3.1 Определение степени измельчения материала

Степень измельчения определяется как отношение размеров куска (зерен) исходного продукта к размеру кусков (зерен) конечного продукта:

$$I = D_{cp} / d_{cp}, \quad (1)$$

где I – степень измельчения материала,
 D_{cp} – средний размер куска исходного продукта, мм;
 d_{cp} – средний размер куска конечного продукта, мм.

Степень измельчения показывает, во сколько раз уменьшился размер куска материала при его измельчении. Степень измельчения зависит от физико-механических параметров качества сырья, основные из которых – прочность, плотность, деформативность. Справочные данные параметров качества ряда материалов представлены в приложении 2.

Контроль параметров работы молотковой дробилки

Смесь материала конечного или исходного продукта с помощью набора сит или решет разделяют на несколько фракций. В каждой фракции определяется средний размер куска как полу-сумма размеров максимального и минимального кусков:

$$d_{cp} = (d_1 + d_2) / 2, \quad (2)$$

где d_1 – средний размер максимального куска, мм.
 d_2 – средний размер минимального куска, мм.

Затем определяется средневзвешенный размер куска в конечном или исходном продукте:

$$d_{cp.в} = (C_1 \cdot d_{cp1} + C_2 \cdot d_{cp2} + C_3 \cdot d_{cp3} + \dots + C_n \cdot d_{cpn}) / (C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n) \quad (3)$$

где $d_{cp1}, d_{cp2}, d_{cp3}, d_{cpn}$ – средние размеры кусков каждой фракции, мм;

C_1, C_2, C_3, C_n – процентное содержание каждой фракции в продукте.

Измерения осуществляются стандартизированными средствами измерений в соответствии с требованиями ГОСТ 26433.0-85 [8].

Зерновой состав конечного продукта по крупности не является постоянным для одной и той же дробильной машины. Он зависит от вида и физико-механических свойств исходного продукта, от процентного содержания кусков различной крупности в исходном продукте, а так же от конструкции машины, применяемой для измельчения.

При тонком и сверх тонком помол качество измельчения характеризуется количеством остатков (%) при просеивании на ситах, или величиной удельной поверхности, определяемой как поверхность всех частиц измельченного материала в единице массы (m^2/kg или cm^2/g) или в единице объема (cm^2/m^3 или cm^2/cm^3).

При дроблении получить материал высокой степени измельчения невозможно, поэтому в ряде случаев приходится процесс дробления условно можно разделить на:

- крупное дробление – до кусков размером 125-250 мм;
- среднее дробление – до кусков размером 20 – 125 мм;
- мелкое дробление – до кусков размером 3-20 мм.

Результаты испытаний заносятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Параметры степени измельчения сырьевого материала

Параметры качества измельчения материала	№ бригады, вид сырьевого материала		
	1	2	3
	Гравий-валун Сочинского карьера	Бетонный лом	Кирпичный бой
Масса пробы, кг			
Время затраченное на измельчение, ч			
Средний размер куска исходного продукта, $D_{ср}$, мм			
Средний размер куска конечного продукта, ($d_{ср}$), мм			
Процентное содержание каждой фракции в продукте			
Степень измельчения (I)			

2.3.2. Расчет технических параметров работы молотковых дробилок

Процессы взаимодействия рабочих органов с измельчаемым материалом в молотковых дробилках весьма сложные. Энергия при работе расходуется на удар молотка о материал, на преодоление трения молотка о слой материала, на работу ротора как вентилятора и другие потери. Математически описать эти процессы трудно из-за неопределенности вида удара (упругий или неупругий, центральный или скользящий и т. д.), непостоянства режимов работы вследствие изменяющихся условий подачи материала, крупности кусков и неоднородности физико-механических свойств дробимого материала. Для расчета

Контроль параметров работы молотковой дробилки

параметров молотковой дробилки целесообразнее пользоваться приближенными эмпирическими зависимостями.

Производительность молотковой дробилки (Q), т/ч, определяется по формуле:

$$V = L \cdot D \cdot e, \quad (4)$$

где L – длина ротора, мм;

D – диаметр ротора (диаметр окружности, описываемой концами молотков), м;

e – ширина щелей, мм.

Мощность двигателей молотковых дробилок находят по эмпирической зависимости:

$$N = (0,1 \div 0,15) \cdot I \cdot Q, \quad (5)$$

где N – мощность двигателя, кВт;

I – степень измельчения материала;

Q – производительность дробилки, т/ч.

По тем же причинам трудно точно рассчитать рабочие органы молотковых дробилок на прочность. При ориентировочных расчетах в дробилках с шарнирными молотками нагрузка (H) на стержень молотка и пальцы определяется по формуле:

$$T = K_d \cdot P_i, \quad (6)$$

где K_d – коэффициент динамичности приложения нагрузки;

P_i – центробежная сила инерции вращающейся массы молотка, Н

При соударении молотка и материала молоток теряет скорость, а затем быстро разгоняется до номинальной. Ввиду этого нагрузка прикладывается, как бы мгновенно. При режимах, имеющих место при работе дробилок, коэффициент K_d можно принять равным 1,8–2,0.

Замеры и расчеты заносят в таблицу 3. Основные сравнительные технические показатели молотковых дробилок параметрического ряда представлены в приложении 3.

Таблица 3 – Результаты замеров и расчетов

Диаметр ротора D , м	Длина ротора L , м	Ширина щелей, e , мм	Степень измельчения, I	Производительность, Q , т/ч	Мощность двигателя, N , кВт

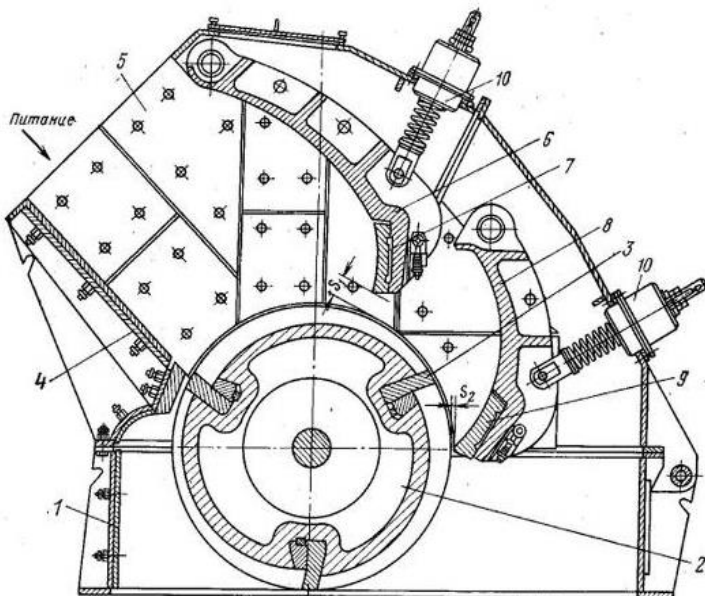
3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ, ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЕТОВ, ПОДГОТОВКА И ЗАЩИТА ОТЧЕТА ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Каждая бригада оформляет и защищает отчет по проделанной работе. В результате совместного обсуждения выделяются основные геометрические параметры кинематической схемы, рациональные значения которых определяют эффективность работы оборудования. В конце работы студентами делается вывод, например, изучены область применения и классификация, достоинства и недостатки, конструктивные особенности и принцип работы молотковых дробилок; обоснованы рациональные значения геометрических параметров кинематической схемы, обеспечивающие оптимальную степень измельчения материала, увеличение скорости разгрузки материала из рабочей камеры, уменьшение интенсивности процессов истирания отражательных лопастей в рабочей камере, уменьшение нагрузки на дробящие молотки (била), что позволяет повысить производительность, надежность и долговечность, увеличить межремонтный срок службы молотковых роторных дробилок.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пешкова Г. Ю. Анализ развития рынка нерудных строительных материалов: основные тенденции и перспективы развития // Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права и управления Сыктывкарского государственного университета, 2014. № 4. – С. 53-64.
2. Гамрат-Курек Л.И. Экономическое обоснование инженерных решений в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2010. – 254 с.
3. Сайт Агентства строительных новостей. URL: <http://as-ninfo.ru/tags/vvod-zhilya>
4. Дробильно-сортировочное оборудование и установки. Каталог справочник / сост. Б.В. Клушанцев, Л.П. Степанов. -М: ЦНИИТЭстроймаш, 1978, – 126 с.
5. Севостьянов В.С., Дубинин Н.Н. Теоретические основы дезинтеграции нерудных материалов: Учеб. Пособие. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2000. – 216 с.
6. ГОСТ 7090-72 Дробилки молотковые однороторные. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 14 с.
7. Контроль параметров работы молотковых дробилок: методические указания к практической работе № 1. – Ростов н/Д: Рост.гос.ун-т, 2015. – 30 с.
8. ГОСТ 26433.0-85 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 24 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



Молотковая дробилка ДРК (СМД)

1 – рама, 2 – ротор, 3 – била, 4 – верхняя часть корпуса для загрузки исходного материала, 5 – футеровка корпуса, 6 и 8 – соответственно верхняя и нижняя отражательные плиты, 7 и 9 – футеровка плит, 10 – механизм для регулирования зазора отражательных плит.

Контроль параметров работы молотковой дробилки

Технические характеристики лабораторной молотковой дробилки МПС-200

Модель: МПС-200 завод-изготовитель – Завод дробильного оборудования «Тульские машины», г. Тула, Россия, 2008 г.	
Максимальный размер куска исходного материала (входящая фракция), мм	75-80
Размеры ротора (в рабочем положении), мм: диаметр (D_p) длина (L_p)	300±2 200±2
Номинальная частота вращения ротора, об/мин	1500
Габаритные размеры, мм: длина (L) ширина (B) высота (H)	450 ±20 500 ±20 520±20
Производительность, м ³ /ч	5-14
Масса дробилки с электродвигателем, т	0,5
Мощность двигателя, кВт	9

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПО ПАРАМЕТРАМ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ

Горная порода	Плотность породы, ρ , кг/м ³	Предел прочности дробимого материала при сжатии, $\sigma_{сж}$, кг/м ²	Модуль упругости, E , кг/м ²
Известняк мягкий	1400	5 10^6	0,42 10^{10}
Известняк прочный	2700	11 10^6	0,42 10^{10}
Песчаник желтый	2000	7 10^6	0,42 10^{10}
Песчаник серый	2700	11 10^6	0,42 10^{10}
Сланец глинистый	1200	4 10^6	0,15 10^{10}
Порфир	2700	21 10^6	0,70 10^{10}
Диабаз	2700	22 10^6	0,72 10^{10}
Базальт	2700	25 10^6	0,77 10^{10}
Мрамор	2800	10 10^6	0,62 10^{10}
Гранит крупнозернистый	2700	13 10^6	0,56 10^{10}
Гранит мелкозернистый	3300	19 10^6	0,65 10^{10}

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОДНОРОТОРНЫХ МОЛОТКОВЫХ ДРОБИЛОК

Параметры	Марка, тип			
	МПС-200	МПС-300Л	МПС-600	МД-90А
Производительность при дроблении, т/ч	5	11	15	20
Наибольший диаметр загружаемого материала, мм	80	100	150	300
Диаметр ротора, мм	300	400	600	790
Частота вращения ротора, с ⁻¹	1500	1700	2000	1200
Мощность электродвигателя, кВт	7,5	15,0	22,0	55,0
Напряжение, В	380	380	380	380
Габаритные размеры, мм:				
длина	450	880	1100	4000
ширина	500	800	1100	5000
высота	520	750	1500	3100
Масса (без электродвигателя), т	0,5	0,8	1,0	3,5