

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра МОА

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ по ТТЖ

на тему: Разработка щековой дробилки

Выполнил: студент группы Б201-01 Волкова А.П.

Проверил: Кашапов И.И.

Казань – 2023

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ	3
1.ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ УСТАНОВОК ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ ИЗВЕСТНИКА	4
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ Д ОЛОМИТОВОЙ МУКИ.....	11
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ	13
3.1. Выбор типа размера дробилки.....	13
3.2. Определение размеров механизма дробилки.....	14
3.3. Определение конструктивных технологических параметров дробилки...16	3.3.1. Ход подвижной щеки..... 15
3.3.2. Число оборотов эксцентрикового вала дробилки	15
3.3.3. Производительность щековой дробилки.....	16
3.3.4. Мощность привода дробилки	17
3.4. Выбор расчета кинематической схемы привода дробилки.....	18
3.5. Определение нагрузок в элементах дробилки	19
3.6. Расчет основных деталей дробилки на прочность.....	22
3.6.1. Расчет станины	22
3.6.2. Расчет подвижной щеки	23
4. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	26
4.1. Инструкция по технике безопасности при работе.	26
ВЫВОДЫ.....	29
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	30

ВВЕДЕНИЕ

Технологическая схема дробления при производстве доломитовой муки должна обеспечивать получение максимального выхода продуктивных фракций в настоящее время наиболее востребованной фракцией является 0-5 мм. Именно эти показатели характеризуют эффективность технологической схемы дробления при производстве доломитовой муки.

Разработка технологической схемы дробления является составной частью проекта карьера и должна включать следующие последовательные разделы:

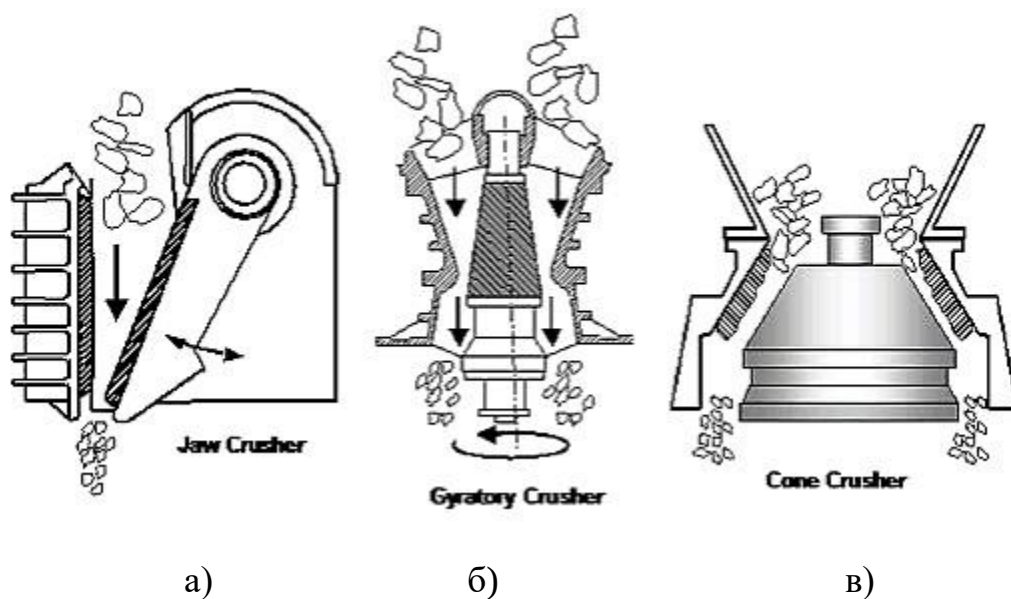
- обоснование и выбор дробильного оборудования;
- обоснование компоновочного решения схемы дробления,
- расчет качественно-количественной схемы и выбор технологических параметров.

1. ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ УСТАНОВОК ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ ИЗВЕСТНИКА

Анализ многочисленных схем дробилок для дробления горных пород показывает, что выбор расчет качественно-количественной схемы производит либо фирма-изготовитель оборудования на основании технического задания заказчика, либо проектирующая организация на основании типовой схемы, принятой на аналогичных предприятиях. за-

Основные схемы конструкций дробилок можно разделить на 3 основные группы:

1. щековые;
2. роторная;
3. конусные.



а-щековые дробилки; б-вибрационные дробилки; в- конусные дробилки.

Рисунок 1.1-Основные схемы конструкций дробилок.

На рисунке 1.2 показана щековая дробилка PE-150×250.



Рисунок 1.2-Щековая дробилка PE-150×250.

Принцип работы щековой дробилки основан на сжатии и рабочими поверхностями (щеками) материала, что приводит к возникновению больших напряжений сжатия и сдвига, разрушающих материал. Одна из щеков дробилки делается неподвижной. Вторая щека крепится на шатуне, обеспечивающем перемещение верхнего края щеки так, что щека совершает качающееся движение. Вал шатуна приводится во вращение через клиноременную передачу от двигателя (электрический, дизельный). На этом же валу крепится второй шкив, играющий роль маховика и противовеса для основного шкива. Нижний край подвижной щеки имеет возможность регулировки положения в горизонтальном направлении (механический привод или гидравлический привод), которое влияет на ширину минимальной щели, определяющую максимальную крупность материала на выходе из дробилки. Щеки образуют клинообразную форму камеры дробления, в которой материал под действием силы тяжести и после разрушения продвигается от верхней части, в которую загружаются крупные куски, до выходной (разгрузочной) щели. Боковые стенки в процессе дробления не участвуют. Сейчас применяют щековые дробилки простого и сложного качения щеки. В последних дробилках достигается более высокая степень нагрузки на материал (большие напряжения сдвига). Одно из относительно недавних новшеств — это виброщековые дробилки, которые должны найти применение на очень прочных материалах.

В силу больших нормальных и сдвиговых напряжений материал щековой дробилки разрушается с образованием вытянутых кусков: пластин — содержание которых в дробленном материале может достигать большого количества (в процентном отношении по массе) от 25 до 50%. Поэтому материал по одному из характерных направлений проходит через разгрузочную щель, а по двум другим может превышать размер щели. Поэтому, если ширина разгрузочной щели задана и равна D , то в дробленном 95% материала будет меньше размера $1.5 \cdot D$, а 100% материала должно быть меньше $2 \cdot D$. Обычная степень сокращения крупности материала щековой дробилки соответствует 2-3 (уменьшение средней крупности в 2-3 раза). Реальные характеристики работы щековой дробилки и дробленого материала зависят от свойств исходного материала, его происхождения (геологии) и способа добычи.

Наиболее надежными и дешевыми в эксплуатации оказались три разновидности щековых дробилок:

- щековая дробилка с простым движением щеки,
- щековая дробилка со сложным движением,
- щековая дробилка с роликом (дробилка серии «ЩЕДР»).

Щековые дробилки применяются на различных прочных и хрупких материалах в промышленности по переработке первичной горной породы, производству строительного камня и щебня, в металлургии на шлаках, конечно, в лабораторных условиях. Крупность питания может достигать 1500 мм. Длительная промышленная эксплуатация дробилок позволяет заранее говорить о крупности дробленого продукта в зависимости от выставленной ширины разгрузочной щели. Работа щековой дробилки хорошо прогнозируется. Материал в дробилку может поступать с естественной влажностью, нормальная работа происходит при влажности материала до 6-8%. Щековые дробилки просты в обслуживании и эксплуатации. После дробления материал подлежит разделению на классифицирующем оборудовании по крупностям готовых фракций.

Широко представлены щековые дробилки стационарного и мобильного исполнения (на гусеничном или колёсном шасси). Для щековой дробилки стационарного исполнения требуется специальный фундамент.

Так как дробленый материал может содержать большую массу пластин или щадных зерен (до 50%), то для задач получения дробленого продукта с высокими требованиями к форме зерен щековые дробилки находят применение только на первой и второй стадиях дробления. Готовый продукт получается на конусных или роторных дробилках (молотковых, ударно-отражательных или центробежно-ударных дробилках).

Рабочими элементами щековых дробилок являются две щеки (рис. 1.3): неподвижная 1 и качающаяся 2. Щеки образуют пасть. Материал поступает в пасть сверху. При сближении щеки куски материала разрушаются, а при расхождении измельченный материал высыпается через нижнюю щель пасти.

Подвижную щеку подвешивают на оси за верхний конец, как показано на рис. 1.3, а, б, в, и е, либо за нижний рис. 1.3, г и д.

При верхнем подвесе на больший размах совершает нижний конец подвижной щеки. Ширина щели в процессе работы дробилки изменяется. Гранулометрический состав выходящего через эту щель измельченного материала различен.

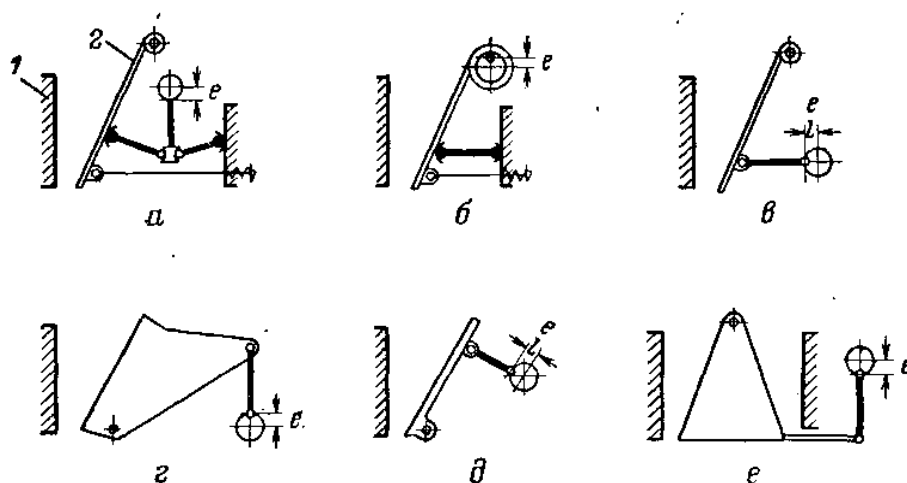


Рисунок 1.3-Варианты подвеса и привода подвижной щеки:

а-верхнийподвесивертикальныйшатун;б-верхнийподвеснаэксцентрикномвалу;в-верхнийподвесигоризонтальныйшатун;г-нижнийподвесивертикальныйшатун;д-нижнийподвесигоризонтальныйшатун;е-верхнийподвесдвусторонней щеки и вертикальный шатун.

КонуснаяДробилкаSymonsширокоприменяютсявразличныхобластяхкамнедробленияповсемумирувтечениепоследнихтрехдесятилетий.КонуснаядробилкаSymonsразработанаШанхайскойкомпаниейZenithнаоснованиимноголетнегоопытаи развития ...



Рисунок1.4-Конусная Дробилка Symons.

2.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУДОЛОМИТОВОЙ МУКИ

Привыборедробильногооборудованияучитываютсятолькодвафактора-размермаксимальногокуска,поступающеговдробилку,ирасчетнаяпроизводительность.Такиехарактеристики,кактипгорнойпороды,еепрочностные характеристики,гранулометрическийсоставпродукта,поступающегонадробление,не учитываются.

Подобныйподходкпроектированиюдробильно-сортировочныхкомплексовприводитктому,чтофактическипоказателиработыдробильно-сортировочныхкомплексовнесоответствуютпроектным,ДСКработаютвнеоптимальныхрежимах,чтовбольшинствеслучаевсвязаносвысокимвыходомотсевадробления и низким качеством производимогощепня.

Вэтойсвязисовершенствованиеметодикирасчетатехнологическихсхемдроблениягорныхпороднащепеньявляетсяважнойнаучнойипрактическойзадачей.

Врезультатеанализаработыдробильно-сортировочныхкомплексоввыделеныдвегруппыфакторов,приводящиекнесоответствиюфактическихпоказателейработы ДСК проектным данным.

Факторыпервойгруппы-допущения,принятыевпроекте.Кихчислуотносятся следующие.

однаитажесхемапредлагаетсядляпородсразнымпределомпрочности на сжатие;

привыборетехнологическойсхемы(числостадийдробления,компоновочное решение) неучитывается тип горной породы;

неучитываетсяфактическийгранулометрическийсостависходнойпороды,поступающей на дробление первойстадии.

прирасчетесхемыгранулометрическийсоставдробленогопродуктаопределяетсяпотиповымхарактеристикамкрупностидляданноймодели(типоразмера)дробилки и размера разгрузочной щелибезучета свойств породы.

Факторы второй группы - отклонения от проектных технологических параметров при эксплуатации.

Проведенными исследованиями установлено следующее:

выход отдельных фракций щебня от сева дробления находится в прямой пропорциональной зависимости от предела прочности на сжатие, что необходимо учитывать при выборе параметров дробилок;

гранулометрический состав горной породы, поступающей на дробление, зависит не только от предела прочности на сжатие, но и от способа выполнения взрывных работ. Установлены зависимости гранулометрического состава горной массы от основных параметров технологии и взрыва для различных типов пород;

некоторые физико-механические свойства щебня (в частности, прочность и морозостойкость), характеризующие его качество, зависят от технологических параметров дробления. В частности, показано, что морозостойкость и прочность щебня зависят от количества микротрещин, образованных в результате дробления. Этот факт необходимо учитывать при выборе компоновочного решения схемы дробления и типа размеров дробилок второй и третьей стадий, что особенно важно для низкопрочных пород;

обоснованы факторы, являющиеся информативными характеристиками типа породы при дроблении;

показана принципиальная возможность перехода на двухстадийную схему дробления для некоторых типов пород.

В результате анализа и обобщения полученных зависимостей предложены варианты компоновочных решений технологических схем дробления для горных пород различных типов, характеризующихся различными физико-механическими свойствами.

1. Получение кубовидного щебня с дробилкой ДЦ.

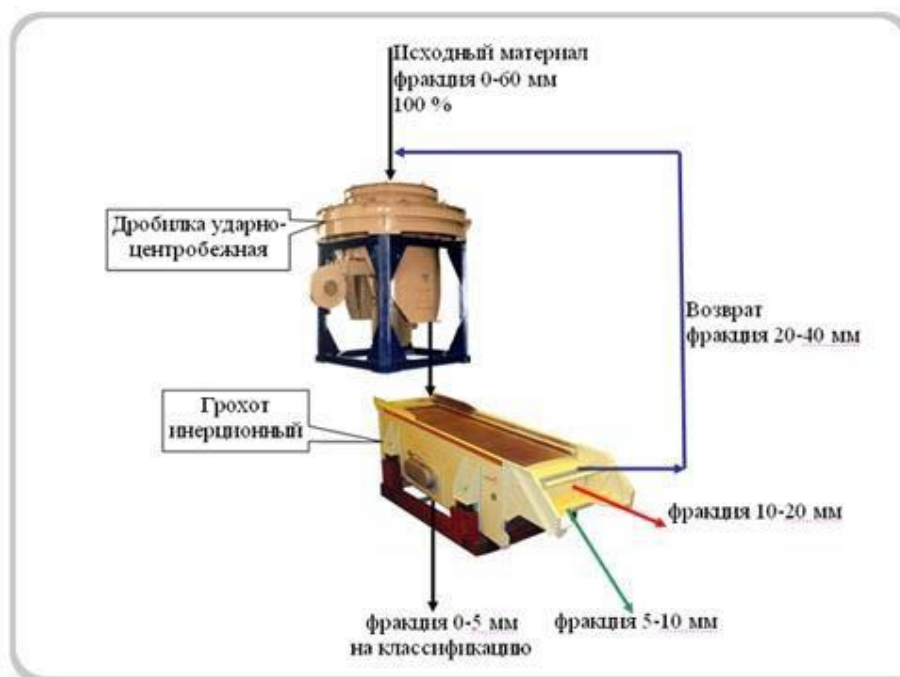


Рисунок 2.1 – Технологическая схема получения кубовидного щебня с дробилкой ДЦ конусной дробилкой с исходный материал фракции 0-60 мм.

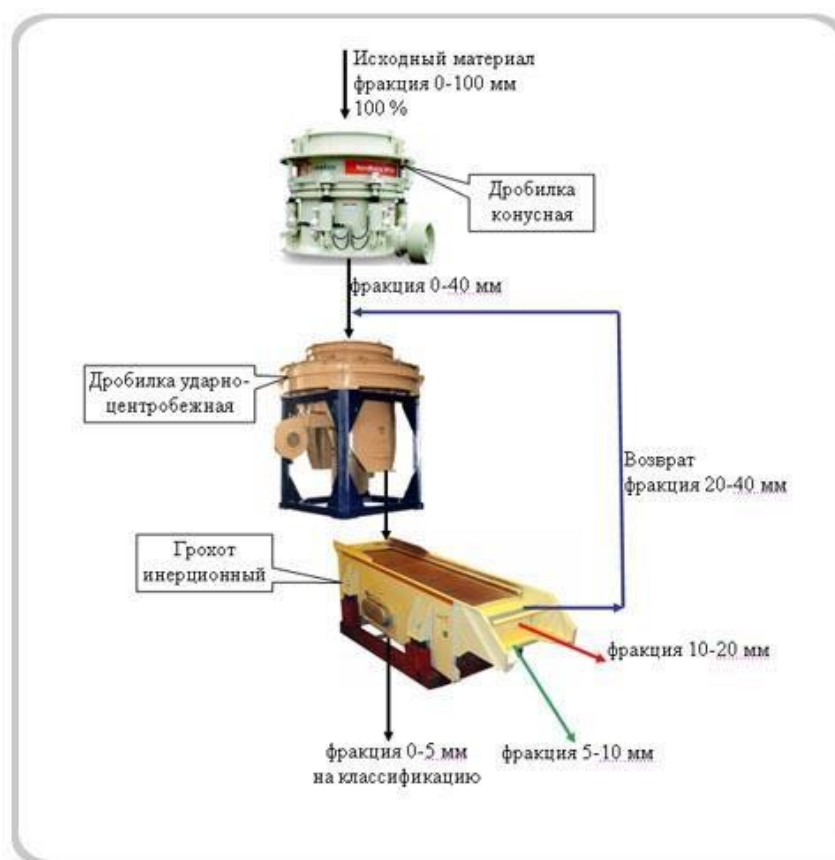


Рисунок 2.2 – Технологическая схема получения кубовидного щебня с дробилкой ДЦ конусной дробилкой с исходный материал фракции 0-100 мм.

ПолучениекубовидногощебнясдробилкойДЦ, конуснойищековойдробил- кой

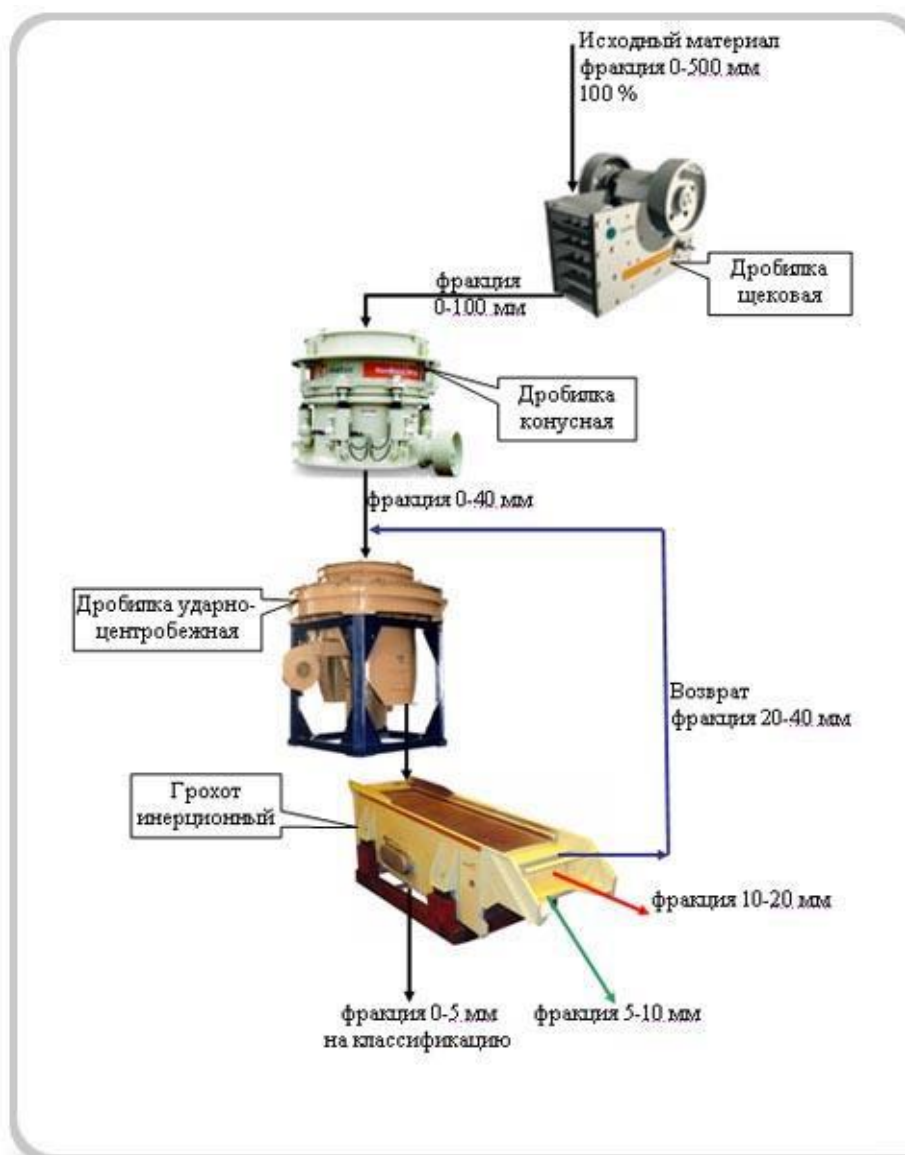


Рисунок 2.3—Технологическая схема получения кубовидного щебня с дробилкой ДЦ и конусной дробилкой с исходным материалом фракции 0-500 мм.

За основу технологической линии по производству доломитовой муки берем схему, представленную на рисунке 2.3, в которую вносим некоторые изменения.

Для доломитной муки, которую можно использовать для известкования почвы, годится фракция размером не более 8...10 мм. Поэтому фракции размером более 10 мм отправляются обратно в ударно-центробежную дробилку.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕЩЕКОВОЙДРОБИЛКИ

3.1. Выбортипоразмерадробилки

Исходные данные:

Максимальная крупностьисходной горной породы– 700мм;

Максимальная крупностьпродукта дробления– 100мм;

Физико-механические свойствагорнойпороды: доломит

$$\sigma = 180 \text{ МПа}, E = (6 \dots 7) \cdot 10^4 \text{ МПа}$$

Главнымипараметрамищековойдробилки,определяющимеетипоразмер,являютсяразмерприемногоотверстияиразмервыходной щели($B \times L \times b$).

Ширинаприемногоотверстиядолжнаобеспечитьсвободныйприемкусковмаксимальной крупности [3,с.141]:

$$B = D_{\max} / 0,5 \quad (3.1)$$

где $D_{\max}$ – максимальный размерисходногоматериала.

$$B = 0,7 / 0,5 = 1,4 \text{ м}$$

Принимаем $B = 1420 \text{ мм}$.

Длина камеры дробления L находится в зависимостиот B как: $L =$

$$(1,2 \dots 2,3) \cdot B = 1,25 \cdot 1420 = 1775 \text{ мм}$$

Принимаем $L = 1800 \text{ мм}$.

Ширинабвыходнойщелиприиспользованииистандартныхдробящих плитсвязанасмаксимальнойкрупностьюкусковвготовомпродуктезависимостью[3, с.144]:

$$b = d_{\max} K'_{ок} \quad (3.2)$$

где $K_{ок}$ –коэффициентотносительнойкрупностипродуктадробленияв щековых

дробилках, $K_{ок} = 1,2 \div 1,9$.

$$b = 0,32 / 1,2 = 0,266 \text{ м}$$

Размер выходной щели составляет 20...80 мм для дробилок мелкого дробления, 40...120 мм – для среднего дробления и 100...250 мм – для крупного. В нашем случае дробление – крупное.

Принимаем $b = 150$ мм.

3.2. Определения размеров механизма дробилки.

Размеры основных элементов механизма щековой дробилки определяются конструктивно.

Высота камеры дробления:

$$H = \frac{B - b}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (3.3)$$

где α – угол захвата; $\alpha = 17^\circ$;

$$H = \frac{1420 - 150}{\operatorname{tg} 17^\circ} \approx 3759,6 \text{ мм}$$

Принимаем $H = 3760$ мм.

Остальные размеры щековой дробилки (рис. 2) вычислим по соотношениям, приведенным в таблице 1.

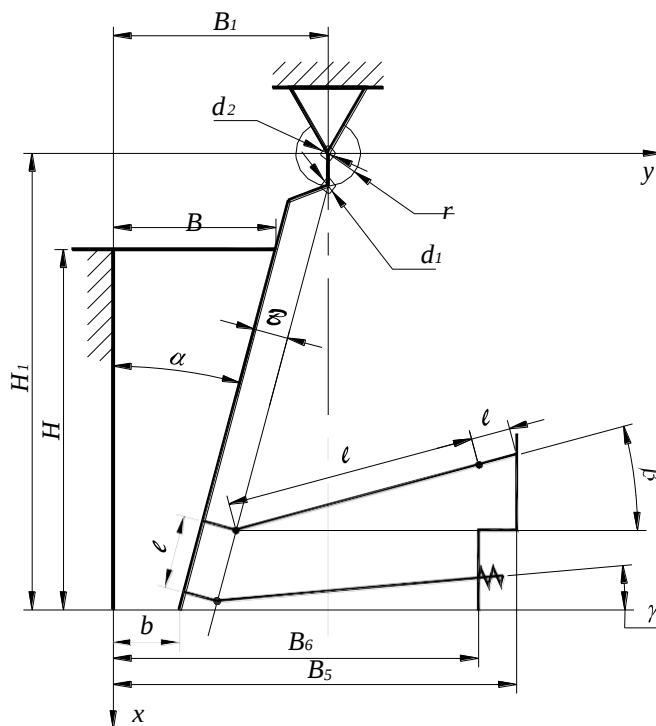


Рис. 3.1 – Схема механизма щековой дробилки.

3.3. Определение конструктивных и технологических параметров дробилки.

3.3.1. Ход подвижной щеки.

Оптимальные значения хода сжатия для щековых дробилок с различной кинематикой определены экспериментально.

Для дробилок со сложным движением [5, стр.28]:

Ход подвижной щеки вверх:

$$S_{\text{в}} = (0,06 \dots 0,03) \cdot B \quad (3.4)$$

$$S_{\text{в}} = 0,05 \cdot 1420 = 71 \text{ мм}$$

Ход подвижной щеки вниз:

$$S_{\text{н}} = 7 + 0,18 \cdot b \quad (3.5)$$

$$S_{\text{н}} = 7 + 0,18 \cdot 150 = 34 \text{ мм}$$

Величина среднего хода подвижной щеки дробилки:

$$S_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{в}} + S_{\text{н}}}{2} \quad (3.6)$$

$$S_{\text{ср}} = \frac{71 + 34}{2} = 52,5 \text{ мм}$$

3.3.2. Число оборотов эксцентрикового вала дробилки.

Определим число оборотов эксцентрикового вала дробилки.

Число оборотов эксцентрикового вала дробилки определим по формуле:

$$n = 0,5 \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{СТ}} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot \tan \alpha}{2 \cdot S}}, \quad (3.7)$$

где $K_{\text{д}}$ – коэффициент динамичности, для проектируемой дробилки $K_{\text{д}} = 0,8$;

$K_{\text{СТ}}$ – коэффициент, учитывающий стесненное падение дробимого материала

изкамерыдробилки, $K_{CT}=(0,9\div 0,95)$;

α -уголзахвата,град;

S_n — ходподвижной щеки внизукамерыдробления, м.

$$n = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{\frac{9,81 \cdot \operatorname{tg} 17}{2 \cdot 0,034}} = 2,39 \text{ об/с}$$

Оптимальное число оборотов вала должно соответствовать максимальной производительности дробилки.

3.3.3. Производительность щековой дробилки.

Производительность щековых дробилок определяется по формуле:

$$P = \frac{K_k \cdot S_{cp} \cdot L \cdot b \cdot n \cdot (B + b)}{2 \cdot D_{св} \cdot \operatorname{tg} \alpha}, \quad (3.8)$$

где K_k — коэффициент кинематики, для дробилок с сложным движением $K_k=1$;

S_{cp} — средний ход подвижной щеки, м;

L — длина приемного отверстия, м;

b - ширина выходной щели, м;

n — частота оборотов эксцентрикового вала дробилки, об/с;

B — ширина приемного отверстия, м;

$D_{св}$ — средневзвешенный размер кусков исходного материала, м; α — угол захвата, град.

Для дробилок, работающих на рядовой горной массе, преимущественно с шириной приемного отверстия 900 мм и более средневзвешенный размер кусков $D_{св}$ можно определить из выражения:

$$D_{св} = 0,31 \cdot B \quad (3.9)$$

$$D_{св} = 0,31 \cdot 1420 = 440,2 \text{ мм}$$

$$P = \frac{1 \cdot 0,0525 \cdot 1,8 \cdot 0,27 \cdot 2,39 \cdot (1,42 + 0,15)}{2 \cdot 0,4402 \cdot \operatorname{tg} 17} = 0,383 \text{ м}^3/\text{с}$$

Средневзвешенный размер дробленого продукта равен:

$$d_{св} = 0,6 \cdot b \quad (3.10)$$

$$d_{св} = 0,6 \cdot 150 = 90 \text{ мм}$$

3.3.4. Мощность привода дробилки.

Мощность определим по формуле:

$$N = \frac{K_{пр} \cdot \sigma^2 \cdot \pi \cdot L \cdot n}{0,01224 \cdot E \cdot \eta} \cdot (D_{св}^2 - d^2), \quad (3.11)$$

где $K_{пр}$ – коэффициент пропорциональности, учитывающий изменения прочности материала с изменением его размеров, $K_{пр} = 0,92$ [7, стр.15];

σ – временное сопротивление сжатию дробимого материала, МПа; L – длина приемного отверстия дробилки, м;

n – частота вращения эксцентрикового вала, с^{-1} ;

E – модуль упругости материала, МПа;

$D_{св}$ и $d_{св}$ – средневзвешенный размер соответственно исходного материала и продукта дробления, м;

η – механический КПД привода, $\eta = 0,8 \div 0,9$ [7, стр.15].

$$N = \frac{0,92 \cdot 180^2 \cdot 3,14 \cdot 1,8 \cdot 2,39}{0,01224 \cdot 60000 \cdot 0,9} \cdot (0,4402^2 - 0,9^2) = 89,63 \text{ кВт}$$

Установочная мощность электродвигателей для щековых дробилок достаточно близка к фактической. Поэтому выбираем асинхронный трехфазный закрытый обдуваемый двигатель 4А355S10У3. Параметры двигателя:

- мощность $N = 90 \text{ кВт}$;
- номинальная частота вращения $n = 575 \text{ об/мин}$;

3.4. Выборы расчеткинематической схемы привода дробилки

Общее передаточное отношение определяется из выражения:

$$i_{общ} = \frac{n_{дв}}{n}, \quad (3.12)$$

где $n_{дв}$ – число оборотов электродвигателя;

n – число оборотов эксцентрикового вала.

$$i_{общ} = \frac{575}{143,4} = 4,01$$

Полученное значение округляем до стандартного $i_{общ} = 4$.

Определяем тип ремня по диапазону передаваемой мощности: тип Д [8, стр. 83].

Максимальный диаметр шкива $D_1 = 630$ мм.

$$V = \frac{D_1 \cdot \pi \cdot n_{дв}}{60}, \quad (3.13)$$

$$V = \frac{0,8 \cdot 3,14 \cdot 575}{60} = 24,073 \text{ м/с}$$

Мощность, передаваемая одним ремнем $N_0 = 34,7$ кВт.

Диаметры шкивов определяются из соотношения:

$$i_{общ} = \frac{D}{D_1} \quad (3.14)$$

Определим диаметр ведомого шкива.

$$D = i_{общ} \cdot D_1$$

$$D = 4 \cdot 630 = 2520 \text{ мм}$$

Расчетные параметры дробилки:

$$W = \pi \cdot (D_2 + D_1) = 3,14 \cdot (2520 + 630) = 9891 \text{ мм}$$

$$Y = (D_2 - D_1)^2, \quad (3.15)$$

$$Y = (2520 - 630)^2 = 3572100 \text{ мм}^2.$$

Определяем длину ремня:

$$L_p = 2 \cdot l + W/2 + Y/4l, \quad (3.16)$$

где l – ориентировочное межосевое расстояние, мм.

$$l = 0,55(d_2 + d_1) + h \quad (3.17)$$

$$l = 0,55(2520 + 630) + 40 = 1772,5 \text{ мм}$$

$$L_p = 2 \cdot 1772,5 + 9891/2 + 3572100/(4 \cdot 1772,5) = 8994,32 \text{ мм}$$

Определяем по ГОСТ-1284-68 ближайшее значение $L = 9000 \text{ мм}$.

Межосевое расстояние:

$$A = \frac{1}{8} \left\{ 2 \cdot L_p - W + \sqrt{[2 \cdot L_p - W]^2 - 8 \cdot Y} \right\} \quad (3.18)$$

$$A = \frac{1}{8} \left\{ 2 \cdot 9000 - 9891 + \sqrt{[2 \cdot 9000 - 9891]^2 - 8 \cdot 3572100} \right\} = 1775,81 \text{ мм}$$

Находим угол обхвата малого шкива:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ(d_2 - d_1)/A_p \quad (3.19)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ(2520 - 630)/1775,81 = 119,34^\circ \approx 120^\circ$$

Мощность, передаваемая одним ремнем с учетом условий работы:

$$N_p = N_0 \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (3.20)$$

где k_1 – коэффициент, учитывающий угол обхвата шкива, $k_1 = 0,86$;

k_2 – коэффициент, учитывающий условия работы, $k_2 = 0,87$.

$$N_p = 34,7 \cdot 0,86 \cdot 0,87 = 25,96 \text{ кВт.}$$

Количество необходимых ремней:

$$Z = 90/25,96 = 3,47$$

Округляем количество ремней до 4.

3.5. Определение нагрузок в элементах дробилки.

Силовой расчет дробилки состоит в определении внешних неизвестных сил, действующих на звенья механизма, а также сил взаимодействия звеньев в местах их соприкосновения, то есть реакций в кинематических парах.

Усилие, приходящееся на дробящую плиту, то есть усилие дробления P ,

определяется по формуле:

$$P = p \cdot F_{\text{дроб}}, \quad (3.21)$$

где $F_{\text{дроб}}$ – активная площадь дробящей плиты (рабочая поверхность плиты без сколов), м^2 , определяется из конструктивной схемы

$$F_{\text{др}} = H \cdot L = 6768000 \text{ мм}^2;$$

p – удельное усилие дробления, Н/м^2 .

Значение p рекомендуется определять из выражения:

$$p = \frac{180}{300} \cdot \left(1,85 + \frac{0,25}{B} \right) \cdot K_{\alpha}, \quad (3.22)$$

где σ – предел прочности (временное сопротивление сжатию) исходной горной породы на сжатие, Н/м^2 ;

K_{α} – коэффициент, учитывающий изменение r в зависимости от изме-

нения

угла захвата дробилки, при $\alpha = 17^\circ K_{\alpha} = 1,14$ [7, стр.18].

$$p = \frac{180}{300} \cdot \left(1,85 + \frac{0,25}{1,42} \right) \cdot 1,14 = 1,386 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$$

$$P = 1,386 \cdot 10^6 \cdot 6768 = 9,38 \text{ МН}$$

Расчетное (максимальное) значение усилия дробления принимается с учетом коэффициента запаса на случай попадания недробимых тел:

$$P_{\text{max}} = K_{\text{зан}} \cdot P, \quad (3.23)$$

где $K_{\text{зан}}$ – коэффициент запаса, $K_{\text{зан}} = 1,4 \div 1,5$.

$$P_{\text{max}} = 1,4 \cdot 9,38 = 13,132 \text{ МН}$$

Равнодействующая сил дробления для дробилок со сложным движением щеки ориентируется и прикладывается в точку, расположенную на расстоянии $(0,3 \div 0,4)H$ от низа камеры дробления, и направлена перпендикулярно биссектрисе угла захвата.

Схема действующих усилий в элементах дробилки показана на рисунке

Diagram illustrating a mechanical system, likely a lever or a crane component, showing forces and geometry.

The diagram includes a vertical structure on the left with a horizontal bar of height h and a total height H . A circular weight is attached to the lever. The lever is pivoted at point O and makes an angle α with the horizontal. At point A , a horizontal force H acts on the bar. At point B , the lever is pivoted to a horizontal base. At point C , a cable is attached to the lever and passes over a pulley to a weight. Various force vectors (P , $P_{\max}$, $P_{\min}$) and angles (α , β) are labeled.

Key parameters and formulas shown:

- $\alpha = (0.3 - 0.4)H$
- $\varphi = P_{\max}$

Составляя далее уравнения равновесия сил относительно выбранной системы координат, найдем неизвестные усилия, действующие в элементах дробилки.

где ψ – угол между положительным направлением оси проекции и вектором проектируемой силы.

$$P_{pn} = 13,132 \cdot \cos\left(20^\circ + \frac{17^\circ}{2}\right) = 11,54 \text{ MH}$$

$$P_n = P_{max} \cdot \cos(90 - \psi) \quad (3.25)$$

$$P_n = 13,132 \cdot \cos\left(90^\circ - 20^\circ - \frac{17^\circ}{2}\right) = 6,27 \text{ MH}$$

3.6. Расчет основных деталей дробилки на прочность.

Все детали дробилки должны выдерживать без поломок и большой деформации те максимальные усилия, которые в них развиваются при нормальной работе.

Прочностной расчет щековых дробилок сводится к определению действующих в деталях машины напряжений и сравнению их с допускаемыми напряжениями для материала этих деталей.

3.6.1. расчет станины.

При работе дробилки поперечные стенки станины воспринимают нагрузки от дробящих щек.

Станину дробилки рассчитывают как жесткую раму, передняя и задняя стенки которой равномерно нагружены нагрузкой P_{max} , в жестких углах которой при изгибе возникают опорные моменты M_0 . Поперечные стенки станины рассматриваются как балки на двух опорах, нагруженные силой Q статически неопределимым моментом M_0 . Продольные стенки станины рассматриваются как балки, нагруженные на концах моментом M_0 . Благодаря жесткости соединения при изгибе стенок их углы поворотов θ_1 и θ_2 будут одинаковы, причем каждый из них равен опорной реакции от фиктивной нагрузки стенки, площади эпюры моментов, деленной на жесткость стенки (EJ).

Для поперечной стенки фиктивная нагрузка [5, стр. 36]:

$$F_a = \frac{P_{max} \cdot l_3 \cdot l_3}{4} - \frac{M_0 \cdot l_3}{2} \quad (3.26)$$

Из данной формулы получим момент (Нм):

$$M_0 = \frac{P_{max} \cdot l_3^2}{8} \cdot \frac{1}{l_3 + l_4} \cdot \frac{1}{J_2} \quad (3.27)$$

Наибольший изгибающий момент в поперечной стенке (Нм):

$$M_{изг} = P_{max} \cdot l_3 / 4 - M_0 \quad (3.28)$$

Напряжение в поперечной стенке (Па):

$$\sigma_{изг} = M_{изг} / W_I \leq [\sigma] \quad (3.29)$$

Напряжение в продольной стенке (Па):

$$\sigma = M_0 / W_2 + P_{max} / (2F) \leq [\sigma] \quad (3.30)$$

В приведенных формулах:

l_3 и l_4 – длины поперечной и продольной стенок соответственно,

$$l_3 = 2800 \text{ мм}, l_4 = 4600 \text{ мм}; J_1$$

и J_2 – моменты инерции поперечной и продольной стенок соответственно, $J_1 = 6,3 \cdot 10^9 \text{ мм}^4$, $J_2 = 7,875 \cdot 10^9 \text{ мм}^4$;

W_1 и W_2 – моменты сопротивления поперечной и продольной стенок, соответственно, $W_1 = 42 \cdot 10^6 \text{ мм}^3$, $W_2 = 52,5 \cdot 10^6 \text{ мм}^3$.

$$M_0 = \frac{13,132 \cdot 10^6 \cdot 2,8^2}{8} \cdot \frac{1}{2,8 + 4,6 \cdot 7,875 \cdot 10^9 / 6,3 \cdot 10^9} = 1,505 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$M_{изг, max} = 13,132 \cdot 10^6 \cdot 2,8 / 4 - 1,505 \cdot 10^6 = 7,687 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$\sigma_{изг} = 7,687 \cdot 10^9 / 42 \cdot 10^6 = 183,03 \leq 550 \text{ МПа}$$

$$\sigma = 1,505 \cdot 10^9 / 52,5 \cdot 10^6 + 13,132 \cdot 10^6 / (2 \cdot 1,05 \cdot 10^6) = 34,92 \leq 550 \text{ МПа}$$

3.6.2. Расчет подвижной щеки.

Расчетная схема подвижной дробящей щеки дробилки с сложным движением щеки приведена на рисунке, который представляет собой балку, опирающуюся с одной стороны на распорную плиту и с другой – на плиту, закрепленную на шарнире. Как видно из схемы, подвижная щека подвергается изгибу и растяжению.

Для дробилок крупного дробления нагрузку, передающуюся на щеку со стороны дробящей плиты, можно принимать сосредоточенной.

Суммарное напряжение в рассматриваемом сечении определяется по формуле:

$$\sigma = \sigma_u \pm \sigma_p \leq [\sigma] \quad (3.31)$$

Напряжения от изгиба определяются по формуле:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} \leq [\sigma] \quad (3.32)$$

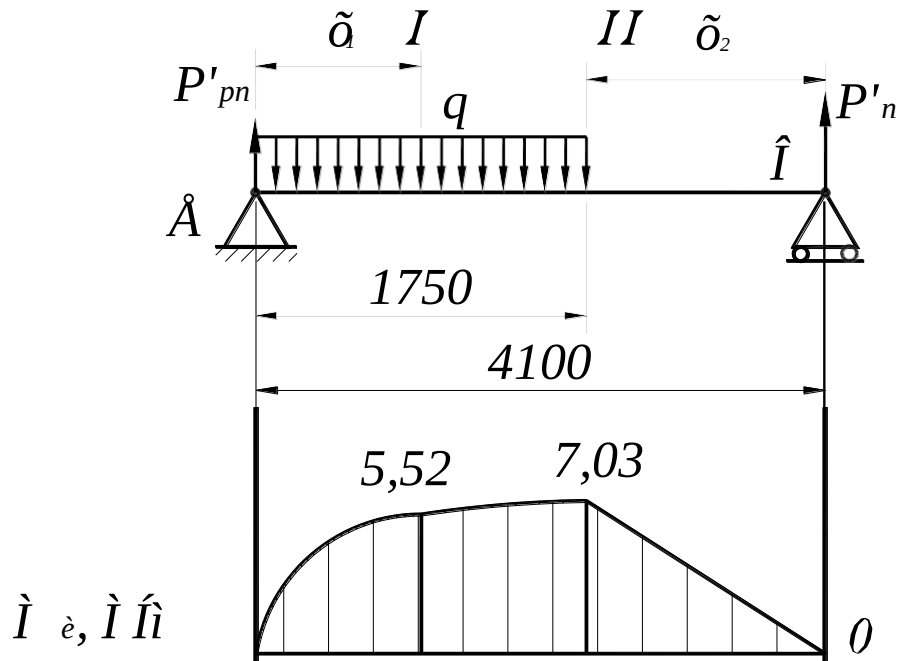


Рисунок 3.3-Расчетная схема подвижной щеки дробилки.

На участке I изгибающий момент изменяется по закону квадратной параболы:

$$M_I = P'_{pn} \cdot x - q \cdot \frac{x^2}{2} \quad (3.33)$$

$$q = \frac{P_{max}}{l}$$

$$q = \frac{13,132}{1,5} = 8,76 \text{ МН/м}$$

$$M_I = 11,54 \cdot \cos 28,5^\circ \cdot 0,875 - 8,76 \cdot \frac{0,875^2}{2} = 5,52$$

На участке II изгибающий момент изменяется по линейному закону:

$$M_{II} = P'_n \cdot x \quad (3.34)$$

$$M_{II} = 6,27 \cdot \cos 61,5^\circ \cdot 2,35 = 7,03 \text{ МНм}$$

Максимальный изгибающий момент будет в сечении, где поперечная сила равна нулю.

Напряжение от растяжения определяется по формуле:

$$\sigma_p = \frac{P_{pn}}{F}, \quad (3.35)$$

где F – площадь расчетного сечения.

$$\sigma_p = \frac{11,54}{1} = 11,54 \text{ МПа.}$$

4. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. Инструкция по технике безопасности при работе.

Общие требования.

К работе допускаются лица не моложе 18-ти лет, прошедшие медицинскую комиссию на допуск к работе и прошедшие инструктаж по технике безопасности;

Соблюдать правила по обеспечению пожаро и взрывобезопасности;

Рабочий должен уметь оказывать первую доврачебную помощь;

За несоблюдение требований инструкции рабочий несет ответственность.

Требования безопасности перед началом работ.

Перед началом работ рабочий обязан одеть спецодежду;

Должен проверить исправность оборудования, приспособлений и инструмента, ограждений, сигнализации, заземления, местного освещения и т.п.

Ответственность за работу установок, наладку и наблюдение за их технической эксплуатацией, приказом директора предприятия должна возлагаться на одного из инженерно-технических работников;

Требование безопасности во время работы.

Следить за показаниями приборов;

Не заезжать за защитные ограждения и под защитные кожухи во время работы оборудования.

Ежедневно и неоднократно производить очистку оборудования по мере их засорения;

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

При возникновении аварийной ситуации немедленно отключить оборудование и прекратить работу;

При получении травмы оказать первую медицинскую помощь и сообщить руководству предприятия.

Требования безопасности по окончании работ.

Отключить оборудование;

Произвести очистку и технический осмотр оборудования;
Сдать в технически исправном состоянии оборудование;
Снять спецодежду, вымыть лицо и руки;
Сообщить начальнику фермы обо окончании работы и недостатках, обнаруженных во время работы.

Мероприятия пожарной и взрывобезопасности.

Для обеспечения пожарной и взрывобезопасности необходимо выполнять следующие требования:

Использование открытого огня и курение в рабочей зоне категорически запрещено;

Применение неисправных электроприборов запрещается;

Лица, ответственные за состояние электроустановок, обязаны систематически контролировать состояние аппаратов защиты от перегрузок, коротких замыканий и других ненормальных режимов работы;

Поверхности оболочек с высокой температурой при работе должны быть отгорожены от случайного соприкосновения с ними во избежание получения ожогов;

Светильники для освещения помещений должны иметь защитные колпаки. Степень защиты от воздействия окружающей среды (ГОСТ 14254-80) должна быть IP54....IP64;

Временные огневые работы должны проводиться в соответствии с Инструкцией по организации безопасного проведения огневых работ в зданиях и сооружениях взрывопожароопасных производств, согласованной с Федеральным горным и промышленным надзором России от 11.06.96 г. № 02–35/263 и Главным управлением Государственной противопожарной службой МВ ДРФ от 4.06.96 г. № 20/2.1./1339;

Производственные помещения должны быть укомплектованы средствами пожаротушения, а также автоматической пожарной сигнализацией.

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения курсовой работы был произведен литературный анализ существующих технологий по производству доломитовой муки и технологии дробления горных пород.

Разработанный проект по производству доломитовой муки отвечает последним требованиям в технологии и производства, что существенно позволит повысить качество вырабатываемой продукции, уменьшить ее себестоимость, улучшить условия труда, а также уменьшить загрязнение окружающей среды.

При строительстве технологической линии по производству доломитовой муки можно будет повысить качество и снизить себестоимость, что принесет предприятию дополнительную прибыль.

Спроектированная щековая дробилка имеет небольшие габаритные размеры, простой механизм дробления и высокие технико-экономические показатели по сравнению с существующими конструкциями, что делает его использование более выгодным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барсов И. П. Строительные машины и оборудование. – М.: Стройиздат, 1978.
2. Гальперин М. И., Домбровский Н. Г. Строительные машины: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1980.
3. Дорожно-строительные машины и комплексы: Учебник для вузов/Под общей редакцией В. И. Баловнева. – М.: Машиностроение, 1988.
4. Крутницкий И. Н. Справочник по строительным машинам и оборудованию. – М.: Воениздат, 1980.
5. Сергеев В. П. Строительные машины и оборудование: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1987.
6. Строительные машины: Справочник в двух томах. – М.: Машиностроение, 1991.
7. Строительные и дорожные машины: Методические указания к выполнению курсового проекта: Учеб.-метод. пособие. – Череповец: ГОУ ВПО ЧГУ, 2006.
8. Шейнблит А. Е. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1991.

