

ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическая работа 1. РАСЧЕТ ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК	5
Практическая работа 2. РАСЧЕТ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК.....	13
Практическая работа 3. РАСЧЕТ ВАЛКОВЫХ ДРОБИЛОК	18
Практическая работа 4. РАСЧЕТ РОТОРНЫХ ДРОБИЛОК	22
Практическая работа 5. РАСЧЕТ БАРАБАННЫХ МЕЛЬНИЦ	25
Практическая работа 6. РАСЧЕТ УДАРНЫХ МЕЛЬНИЦ	28
Практическая работа 7. РАСЧЕТ ВИБРАЦИОННОГО ГРОХОТА	29
Практическая работа 8. РАСЧЕТ БУНКЕРА.....	38
Практическая работа 9. РАСЧЕТ ДОЗАТОРОВ.....	42
Практическая работа 10. РАСЧЕТ ПИТАТЕЛЯ	46
Практическая работа 11. РАСЧЕТ ГРАВИТАЦИОННОГО БЕТНОСМЕСИТЕЛЯ.....	49
Практическая работа 12. РАСЧЕТ СМЕСИТЕЛЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ	53
Практическая работа 13. РАСЧЕТ ДВУХЛОПАСТНОГО СМЕСИТЕЛЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ	56
Практическая работа 14. РАСЧЕТ ГЛИНОРАСТИРАТЕЛЕЙ	59
Практическая работа 15. РАСЧЕТ БЕТНОУКЛАДЧИКА	62
Практическая работа 16. РАСЧЕТ ВИБРОПЛОЩАДКИ.....	66
Практическая работа 17. РАСЧЕТ РОЛИКОВЫХ ЦЕНТРИФУГ	69
Практическая работа 18. РАСЧЕТ ПРЕССА ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА	72
Практическая работа 19. РАСЧЕТ РЕВОЛЬВЕРНЫХ И КОЛЕННО-РЫЧАЖНЫХ ПРЕССОВ	75
Практическая работа 20. РАСЧЕТ ГАСИЛЬНЫХ БАРАБАНОВ.....	77
Практическая работа 21. РАСЧЕТ КОЛОСНИКОВОГО ОХЛАДИТЕЛЯ.....	80
Практическая работа 22. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЦИКЛОНОВ	84
Практическая работа 23. РАСЧЕТ ВОЗДУШНЫХ СЕПАРАТОРОВ.....	85
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА	87
Библиографический список.....	88

Практическая работа 1 РАСЧЕТ ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК

При производстве строительных материалов на первых стадиях дробления используют в основном щековые дробилки крупного и среднего дробления. По характеру движения подвижной щеки щековые дробилки разделяют на два типа: с простым движением щеки (рис. 1.1, а) и со сложным движением щеки (рис. 1.1, б).

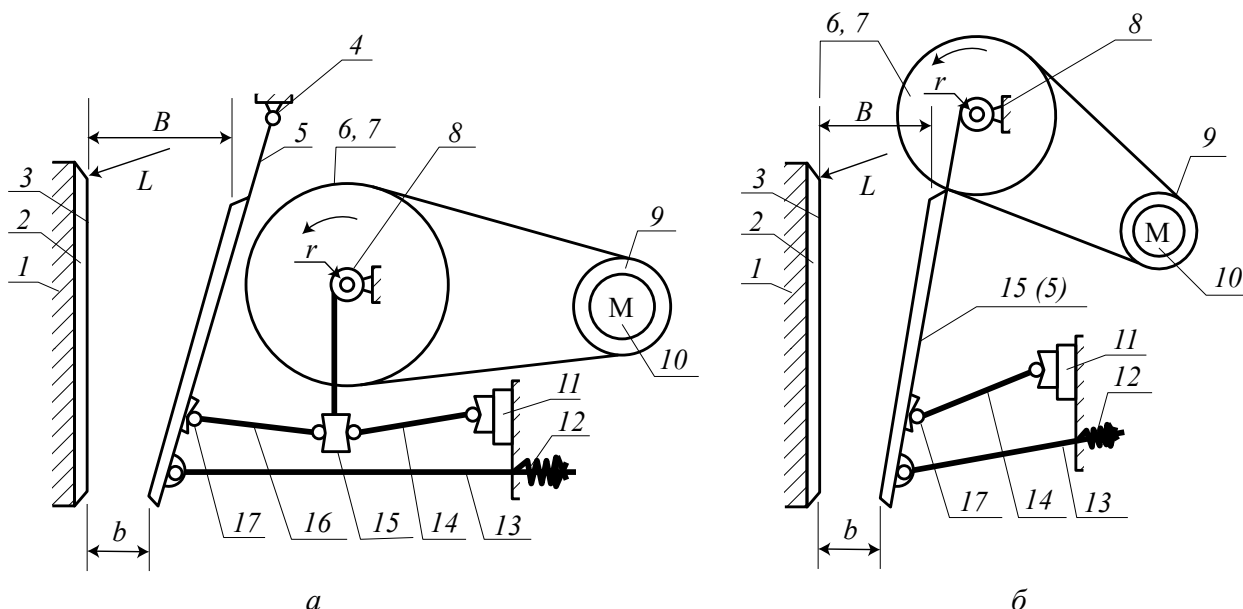


Рис. 1.1. Кинематические схемы щековых дробилок
с простым (а) и сложным (б) движением подвижной щеки:
1 — неподвижная щека; 2 — дробящая плита; 3 — боковая стенка; 4 — ось подвески подвижной щеки; 5 — подвижная щека; 6 — шкив; 7 — маховик;
8 — эксцентриковый вал; 9 — ведущий шкив; 10 — электродвигатель;
11 — регулировочное устройство; 12, 13 — пружина и тяга замыкающего устройства;
14, 16 — распорные плиты; 15 — шатун; 17 — опоры качения;
 b — ширина выходной щели; B — ширина загрузочного отверстия;
 L — длина камеры; r — эксцентриситет вала

В дробилках с простым движением подвижная щека подвешена с помощью оси к неподвижной опоре и при работе траектории перемещения ее точек они представляют собой дуги окружности [8]. В дробилках со сложным движением подвижная щека закреплена на эксцентриковом приводном валу и при работе траектории движения ее точек они представляют собой геометрические фигуры — эллипсы [1].

Ширина загрузочного отверстия B , мм, должна обеспечивать свободный прием кусков материала, при этом должно соблюдаться условие

$$B \geq \frac{D_{\max}}{0,85}, \quad (1.1)$$

где $D_{\max}$ — максимальный размер исходного материала, мм.

При использовании стандартных дробящих плит ширина выходной щели b , мм, связана с максимальным размером выходящих кусков породы $d_{\max}$, мм:

$$d_{\max} = 1,2b. \quad (1.2)$$

Для построения профиля камеры дробления, кроме B и b , необходимо определять угол захвата α , или иначе — угол между неподвижной и подвижной щеками (рис. 1.2).

Определение угла захвата

Угол захвата α «должен быть таким, чтобы материал, находящийся между щеками, при нажатии разрушался, а не выталкивался вверх» [1].

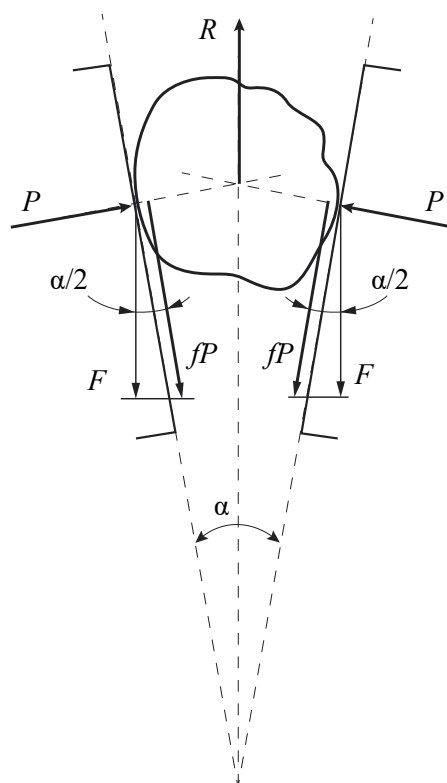


Рис. 1.2. Схема расчета угла захвата щековой дробилки

Силы трения, вызванные сжимающими усилиями, равны fP , массой куса материала из-за незначительности можно пренебречь. Кусок материала при сжатии не будет выталкиваться вверх, если удерживающая сила F , вызываемая силами трения:

$$F = fP \cos \frac{\alpha}{2}, \quad (1.3)$$

будет больше или равна выталкивающей силе R [1].

Для нормальной работы дробилки должны выполняться условия:

$$2fP \cos \frac{\alpha}{2} \geq R; \quad (1.4)$$

$$2fP \cos \frac{\alpha}{2} \geq 2P \sin \frac{\alpha}{2}; \quad (1.5)$$

$$f \cos \frac{\alpha}{2} \geq \sin \frac{\alpha}{2} \text{ или } f \geq \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (1.6)$$

где f — коэффициент трения; P — сжимающее усилие, Н; α — угол захвата, град.

Вводим вместо коэффициента трения f выражение: $f \geq \operatorname{tg} \varphi$ (φ — угол трения), тогда получаем

$$\operatorname{tg} \varphi \cos \frac{\alpha}{2} \geq \sin \frac{\alpha}{2} \text{ или } \operatorname{tg} \varphi \geq \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}. \quad (1.7)$$

Дробление возможно, когда угол захвата равен или меньше двойного угла трения: $\alpha \leq 2\varphi$, $\varphi = 0,3 \dots 0,35$; $\varphi = 16 \dots 17^\circ$ (на практике $\alpha = 15 \dots 22^\circ$).

При угле захвата $\alpha = 18 \dots 19^\circ$ возможна работа крупных щековых дробилок в тяжелых условиях. Увеличение угла захвата может привести к снижению производительности, увеличению габаритных размеров и массы [1].

Определение частоты вращения эксцентрикового вала (или числа качания подвижной щеки)

Рассмотрим движение материала вниз камеры дробления при работе дробилки. Ширина выходной щели определяется как

$$b = e + S_H, \quad (1.8)$$

где e — расстояние между дробящими плитами в момент их максимального сближения; S_H — ход подвижной щеки вниз камеры дробления [1] (рис. 1.3).

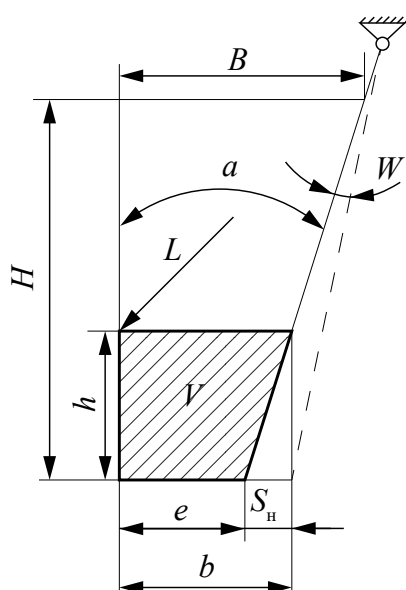


Рис. 1.3. Схема разгрузки щековой дробилки

Требуется, чтобы время отхода подвижной щеки $t_{отх}$, с, из левого положения в крайнее правое было равно времени $t_{с.п.}$, с, необходимому для прохождения свободно падающим телом пути h :

$$t_{с.п.} = t_{отх}. \quad (1.9)$$

Высота h , м, слоя раздробленного и выпадающего из дробилки материала (см. рис. 1.3) определяется по формуле

$$h = \frac{S_H}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (1.10)$$

где α — угол захвата, град.

На основании закона свободного падения путь h , м, пройденный телом за время $t_{с.п.}$, с, определяется по формуле

$$h = \frac{gt_{с.п.}^2}{2}, \quad (1.11)$$

где g — ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ [1].

Приравнивая значения h по (1.10) и (1.11):

$$\frac{S_H}{\operatorname{tg}\alpha} = \frac{gt_{c.п}^2}{2},$$

получаем

$$t_{c.п} = \sqrt{\frac{2S_H}{g\operatorname{tg}\alpha}}. \quad (1.12)$$

Поскольку щека отходит за поворот эксцентрикового вала, то материал дробится в течение времени:

$$t_{отх} = \frac{60}{n} \frac{1}{2} = \frac{30}{n}, \quad (1.13)$$

где n — частота вращения вала, об/с, определяемая по формуле

$$n = 30 \sqrt{\frac{g\operatorname{tg}\alpha}{2S_H}}. \quad (1.14)$$

На практике частоту вращения нужно уменьшить в 1,50–1,75 раза.

Формула (1.14) не учитывает факторы, которые сопутствуют процессу дробления, и конструктивные особенности машины. Поэтому значением n вводят поправки с шириной приемного отверстия $B = 600$ мм и менее $n = 17b^{-0,3}$, $B = 900$ мм и более $n = 13b^{-0,3}$, где b — ширина выходной щели [1].

Ход подвижной щеки

Для разрушения куска материала при сжатии ход щеки должен быть не меньше

$$S \geq eD, \quad (1.15)$$

где e — сжатие относительное, $e = \tau_{сж}/E$ ($\tau_{сж}$ — предел прочности на сжатие дробимого материала; E — модуль упругости); D — размер куска материала [1].

Ход сжатия для щековых дробилок:

– со сложным движением:

$$S_B = (0,06...0,03)B, \quad S_H = 7 + 0,10b; \quad (1.16)$$

– с простым движением:

$$S_B = (0,01...0,03)B, \quad S_H = 8 + 0,26b, \quad (1.17)$$

где B и b — размеры входного отверстия и выходной щели, мм; S_B — ход сжатия в верхней точке камеры, мм; S_H — ход сжатия в нижней точке камеры, мм [1].

Определение производительности

За один оборот вала из дробилки выпадает объем V , м^3 , заключенный в призме высотой h (см. рис. 1.3).

Производительность щековых дробилок Q , $\text{м}^3/\text{с}$, можно определить по формуле Л.Б. Левенсона:

$$Q = \mu V n, \quad (1.18)$$

где μ — коэффициент, учитывающий разрыхление материала в объеме призмы, $\mu = 0,35...0,45$; n — частота вращения, об/с; V — объем призмы, м^3 .

Объем призмы V , м^3 , вычисляется по формуле

$$V = FL = \frac{(2b - S_{\text{н}})S_{\text{н}}L}{2\text{tg}\alpha}, \quad (1.19)$$

где F — площадь слоя раздробленного и выпадающего из дробилки материала, м^2 ,

$$F = \frac{(2b - S_{\text{н}})h}{2}; \quad (1.20)$$

высота h определяется по формуле (1.10);

L — длина камеры дробления, м.

Тогда

$$Q = \frac{30\mu n S_{\text{н}} L (2b - S_{\text{н}})}{\text{tg}\alpha}. \quad (1.21)$$

Производительность щековых дробилок Q , $\text{м}^3/\text{с}$, можно определить по формуле Б.В. Клушанцева:

$$Q = \frac{c S_{\text{ср}} L b n (B + b)}{2 D_{\text{с/в}} \text{tg}\alpha}, \quad (1.22)$$

где c — коэффициент кинематики, учитывающий характер траектории движения подвижной щеки, $c = 0,84$ — для дробилок с простым движением; $c = 1$ — для дробилок со сложным движением; $S_{\text{ср}}$ — величина среднего (эквивалентного) хода щеки, м, рассчитываемая как

$$S_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{в}} + S_{\text{н}}}{2}; \quad (1.23)$$

$D_{\text{с/в}}$ — средневзвешенный размер кусков в исходном материале, м [1].

Для дробилок с шириной приемного отверстия $B = 0,6$ м и менее значение $D_{\text{с/в}}$ принимается равным ширине приемного отверстия B ; для дробилок, у которых $B = 0,9$ м и более, значение $D_{\text{с/в}} = (0,3 \dots 0,4)B$.

Определение мощности

Аналитическая зависимость определения производительности щековой дробилки предложена проф. В.А. Олевским:

$$N = \frac{P S n}{102\eta}, \quad (1.24)$$

где P — среднее равнодействующее усилие дробления; S — ход сжатия в месте приложения силы, м; n — число оборотов вала в секунду; η — КПД дробилки [1].

При определении необходимой мощности N , кВт, используют следующие эмпирические (экспериментальные) зависимости:

– для дробилок с простым движением щеки:

$$N = 700 m L H S_{\text{н}} n; \quad (1.25)$$

– для дробилок со сложным движением щеки:

$$N = 720 L H r n, \quad (1.26)$$

где m — конструктивный коэффициент, равный 0,56...0,60; L — длина камеры дробления, м; H — высота неподвижной плиты, м; S_n — ход сжатия в нижней зоне, м; r — эксцентриситет вала, м; n — число оборотов вала в секунду [1].

Для повышения надежности выбирают двигатель мощностью, превышающей расчетную на 50 %, исходя из необходимости преодолевать пиковые нагрузки при пуске загруженной дробилки.

Проф. Л.Б. Левенсон вывел формулу для определения установочной мощности привода щековой дробилки, основываясь на законе Кирпичева – Кика:

$$N = \frac{\tau_{сж}^2 L n (D^2 - d^2)}{3820 E}, \text{ кВт.} \quad (1.27)$$

Данная формула долгое время приводилась в учебной и специальной литературе. Впоследствии проф. М.Я. Сапожников ввел некоторые уточнения и окончательно формула приняла вид

$$N = \frac{K_{пр} K_k \tau_{сж}^2 \pi L n (D_{ср}^2 - d_{ср}^2)}{12 E \eta}, \text{ Вт,} \quad (1.28)$$

где $K_{пр}$ — коэффициент пропорциональности, учитывающий удельную прочность материала в зависимости от его размеров (принимается по графику на рис. 1.4); K_k — коэффициент, учитывающий использование полной длины камеры дробления; $\tau_{сж}$ — предел прочности при сжатии дробимого материала, Н/м²; L — длина камеры дробления, м; n — частота вращения эксцентрикового вала в секунду; E — модуль упругости, Н/м²; η — КПД дробилки; $D_{ср}$ — средняя крупность кусков в исходном материале, принимаемая равной $0,5D_{\max}$, м; $d_{ср}$ — средняя крупность кусков готового продукта, м [1].

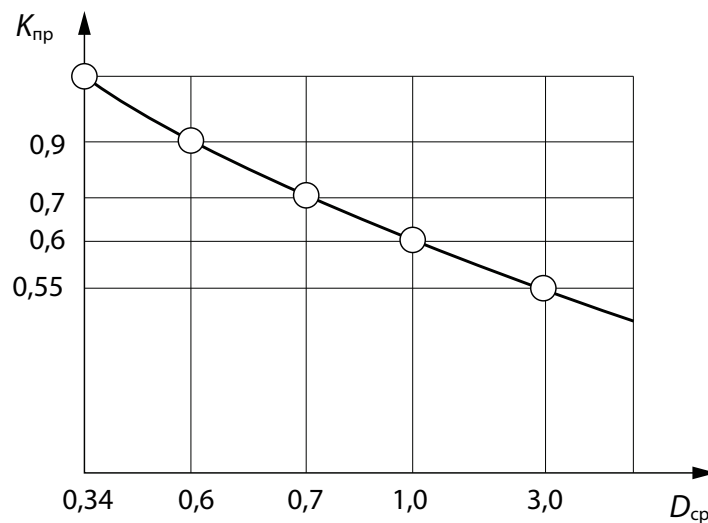


Рис. 1.4. График изменения удельной прочности кусков в зависимости от его размеров

Расчет нагрузок на основные элементы

Для вычисления усилий в элементах дробилки следует выделить равнодействующую сил дробления P . Основным видом является разрушение от τ_p . По теории упругости растягивающие напряжения по сечению куска равны

$$\tau_p = \frac{2P}{\pi F}, \quad (1.29)$$

где P — сила сжатия, Н; F — площадь разрыва, м² [1].

Принимая условие, что все дробящее пространство заполнено шарообразными кусками, получим нагрузку на дробящую плиту $P_{\text{дроб}}$, Н:

$$P_{\text{дроб}} = \frac{K\pi^2\tau_p F_{\text{дроб}}}{8}, \quad (1.30)$$

где K — коэффициент, учитывающий разрыхление и одновременность раздавливания в пределах одного качания щеки; $F_{\text{дроб}}$ — активная площадь дробящей плиты, м^2 [1].

При дроблении гранита с пределом прочности до 300 МПа и $\tau_p = 6...7$ МПа коэффициент $K = 0,3$, а нагрузка максимальная на дробящую плиту составляет 2,7 МПа.

Для определения мощности установленного электродвигателя N_y может быть также рекомендована формула

$$N_y = 1,5WLH(b_2 - b_1)n, \quad (1.31)$$

где W — удельная работа дробления, для дробилок с простым движением $W = 5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$, для дробилок со сложным движением $W = 4,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$; H — высота подвижной щеки, м (зависит от ширины приемного отверстия B), при $B = 0,4 \text{ м}; 0,6 \text{ м}; 0,8 \text{ м}; 1,2 \text{ м}; 1,5 \text{ м}$ высота подвижной щеки соответственно равна $H = 1,1 \text{ м}; 2,2 \text{ м}; 2,7 \text{ м}; 3,1 \text{ м}; 3,6 \text{ м}$; b_1 — минимальная ширина выходной щели, м; b_2 — максимальная ширина выходной щели, м [1].

Окончательная формула, выведенная во ВНИИСтройдормаше для определения мощности электродвигателя щековой дробилки N , кВт:

$$N = 0,13E_i K_m \frac{\sqrt{i} - 1}{\sqrt{D_{\text{с/в}}}} Q \gamma, \quad (1.32)$$

где E_i — энергетический показатель — единица затрат энергии, приходящаяся на 1 т материала при дроблении его от «бесконечной» крупности до размера, равного 1 мм; K_m — коэффициент масштабного фактора, характеризующий изменение энергетического показателя E_i исходного материала с изменением его крупности (табл. 1.1); i — степень дробления — отношение средневзвешенных размеров кусков исходного материала и продукта дробления; $D_{\text{с/в}}$ — средневзвешенный размер исходного материала, м; Q — производительность, $\text{м}^3/\text{с}$; γ — объемная масса материала, $\text{кг}/\text{м}^3$ [1].

Величина энергетического показателя E_i «принимается по специальным таблицам в зависимости от вида горной породы и месторождения. Так, для гранита Могилянського месторождения $E_i = 4,56 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{т}$, для гранита Житомирського месторождения $E_i = 6,94 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{т}$, для диорита Клесовського месторождения $E_i = 8,51 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{т}$ » [1].

Было бы правильнее рассчитать и поставлять двигатель дробилки исходя из конкретных условий эксплуатации, однако на практике с дробилкой поставляется универсальный привод, обеспечивающий ее работу на любых горных породах, и поэтому для расчета двигателя принимается значение энергетического показателя, равное $E_i = 8 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{т}$ [1], что близко к наибольшему [3].

Таблица 1.1

**Значения коэффициента K_m
в зависимости от средневзвешенного размера исходного материала**

Средневзвешенный размер исходного материала $D_{\text{с/в}}$, мм	65	100	160	240	280	370	460
Коэффициент масштабного фактора K_m	1,85	1,40	1,20	1,00	0,95	0,85	0,80

Задание. Определить производительность и мощность щековой дробилки, используя геометрические размеры дробилки и размеры исходного материала (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Варианты заданий

№ варианта*	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Параметр	Размеры приемного отверстия, мм									
	с простым движением щеки				со сложным движением щеки					
	600×900	900×1200	1200×1500	1500×2100	160×250	250×400	250×900	400×600	400×900	600×900
Наибольшая крупность исходного материала $D_{\max}$, мм	510	700	1000	1300	140	210	210	340	340	510
Угол захвата α , град., не более	19	20	20	20	15	15	15	17	17	19
Номинальная выходная щель b , мм	100	130	150	180	30	40	40	60	60	100
Минимальный диапазон изменения выходной щели, %, не менее	±25	±25	±25	±25	±50	±50	±50	-30 +50	-30 +50	±25
Производительность при номинальной щели Q , м ³ /ч	50,0	160,0	280,0	550,0	2,8	7,0	14,0	15,0	25,0	55,0
Мощность электродвигателя N , кВт, не более	75	100	160	250	10	17	40	30	55	75
Масса дробилки без электродвигателя, т, не более	27,0	70,0	140,0	240,0	1,5	3,0	8,0	7,0	12,0	20,0
Габаритные размеры дробилки, м, не более:										
длина	3,9	5,0	6,4	7,5	1,0	1,4	1,7	1,7	2,2	2,7
ширина	2,5	6,0	6,8	7,0	1,0	1,3	1,7	1,8	2,2	2,6
высота	3,0	4,0	5,0	6,0	1,1	1,5	2,3	1,6	2,6	2,5

* вариант согласно последней цифре в зачетной книжке обучающегося

Практическая работа 2 РАСЧЕТ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК

В промышленности строительных материалов «конусные дробилки применяют для крупного, среднего и мелкого дробления горных пород с пределом прочности на сжатие $\sigma < 250$ МПа. Материал в конусных дробилках измельчается раздавливанием, раскалыванием, изгибом и истиранием между наружным неподвижным и внутренним подвижным конусами. Степень измельчения конусных дробилок составляет от 3 до 8» [2].

Дробление материала происходит непрерывно, а «зона дробления последовательно перемещается вдоль окружности конусов. Материал непрерывно разгружается под действием силы тяжести по всей длине окружности» [2].

По технологическому назначению конусные дробилки классифицируют: для крупного дробления (ККД) (рис. 2.1, а); для среднего (КСД) и мелкого дробления (КМД) (рис. 2.1, б) [2].

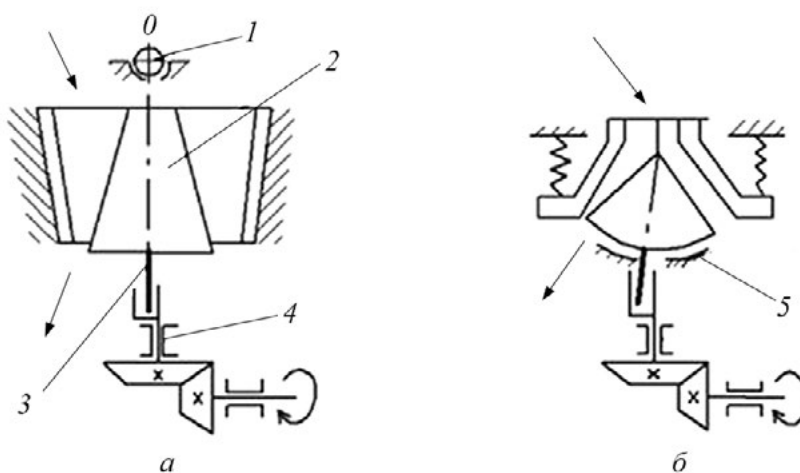


Рис. 2.1. Кинематические схемы конусных дробилок:
а — крупного дробления; б — среднего и мелкого дробления;
1 — траверса; 2 — подвижный конус; 3 — вал;
4 — эксцентриковая муфта; 5 — сферический подпятник

Условия дробления куска материала в конусных дробилках «подобны условиям дробления в щековых дробилках, поэтому методы расчета технологических параметров этих дробилок во многом аналогичны рассмотренным» [2]. Расчетная схема конусной дробилки показана на рис. 2.2.

Угол захвата α , град., в конусных дробилках, как и в щековых дробилках, не должен превышать двойного угла трения φ , т.е. $\alpha = \beta_1 + \beta_2 \leq 2\varphi$, причем $\beta_1 > \beta_2$ (для прочных материалов $\beta_1 = \beta_2 + (4...5^\circ)$, для непрочных материалов $\beta_1 = \beta_2 + (6...7^\circ)$). У конусных дробилок среднего и мелкого дробления угол захвата $\alpha = 12...18^\circ$, а крупного дробления $\alpha = 21...23^\circ$ в зависимости от вида футеровки [2].

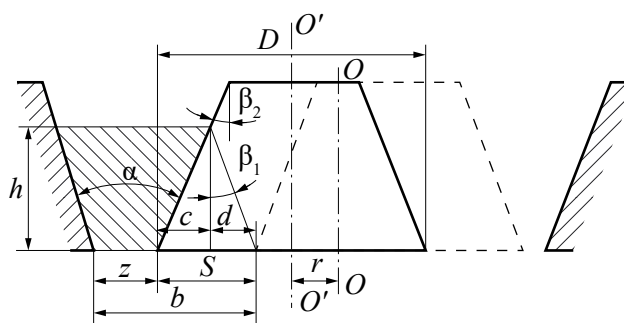


Рис. 2.2. Расчетная схема конусной дробилки ККД

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru