Записки Санкт-Петербургского горного института им.Г.В.Плеханова.
Т. 138. СПб, 1993

УДК 621.926

В.В.ДЕНЕГИН

К ВОПРОСУ О ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Традиционно принято определять производительность щековой дробилки, исходя из объема так называемой призмы выпадения в лимитирующей зоне. При прямолинейных очертаниях щек эта зона находится в самом низу рабочего пространства. При этом предполагается, что материал разгружается только во время отхода подвижной щеки. При сближении же щек материал дробится, а разгрузки не происходит. Высота призмы выпадения (рис.I) определяется углом захвата α и ходом щеки s в зоне разгрузки: $h = s/\operatorname{tg}\alpha$. Площадь поперечного сечения (площадь трапеции HAED) $F = (2b - s)s/2\operatorname{tg}\alpha$.

Между тем при сближении щек материал может разгружаться и тем в большей степени, чем он мельче. Наибольший теоретический объем материала определяется площадью F_1. Высота h_1 равна расстоянию, проходимому частицей при свободном падении за время, равное одному циклу качания щеки. Очевидно, такое расстояние пройдут куски, находящиеся в слое материала толщиной $b - s$ при условии свободного падения. Линия AF является отрезком параболы. Нетрудно показать, что $h_1 = 4h$. Заменив параболу прямой линией, оценим отношение площадей F_1/F:

$$F_1 = (2b - s)\cdot 3h/2 \simeq 3F; \quad F_1/F \simeq 3.$$

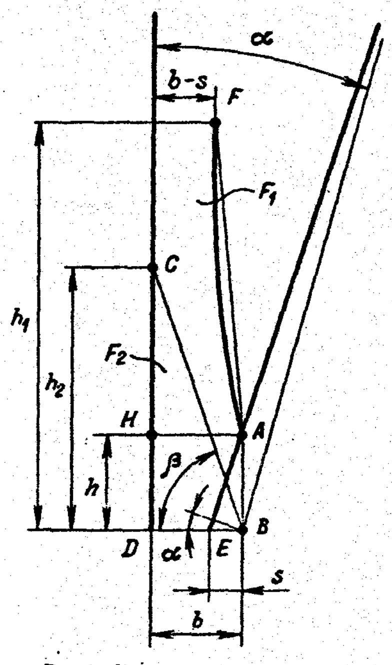

Рис.1. Конфигурации призмы выпадения при различных условиях дробления материала

При определении площади F_1 мы исходили из предположения о свободном истечении материала при сближении щек. Но это означает отсутствие процесса дробления, что может иметь место лишь в отдельные моменты работы дробилки. При достаточном заполнении материалом рабочего пространства, в особенности при наличии кусков крупнее $b - s$, при сближении щек возможны самые различные случаи передачи усилия сжатия от одного куска к другому. Если упрощенно считать, что усилие от подвижной щеки к неподвижной передается по некоторому направлению в виде луча, исходящего из точки B, то весь диапазон направлений передачи усилия можно характеризовать величиной угла β, считая от линии DB, наименьшее значение которого равно нулю. Наибольшее значение этого угла оценить трудно. Учитывая результаты экспериментов по разрушению материалов при сжатии, а также принимая во внимание, что усилие на материал со стороны щеки передается перпендикулярно ее поверхности, т.е. под углом α к горизонту, можно принять $\beta_{max} = \alpha + 45°$. При реальных значениях $\alpha = 20 \div 30°$ получим $\beta = 65 \div 75°$.

Высота зоны выпадения, очевидно, $h_2 = b\,\mathrm{tg}\,\beta$. При $\beta = 70°$ $h_2 = 2{,}74b$. Полагая $s = 0{,}4b$, получим $h_2 \simeq 6{,}8h$. Выше было показано, что наибольшее расстояние, которое может пройти материал при сближении щек, $h_1 - h = 3h$. Эта величина соответствует $\beta = 50°$. При этом площадь $F_2 = DB \cdot DC/2 = 1{,}5bs/\mathrm{t}$ Следовательно, отношение площадей

$$F_2/F = 2 \cdot 1{,}5bh/(2b-s)h = 3b/(2b-s). \tag{I}$$

При $s = 0{,}4b$ $F_2/F = 1{,}88$.

Как показано выше, теоретически это отношение может быть и бо́льшим, но при этом $\beta = \mathrm{arctg}\,(3h/s) = 82°$. При $\beta = 75°$ отношение площадей $F_2/F = 3(2b - 0{,}8h)/(2b - 0{,}4h) < 3$.

Итак, теоретически при работе дробилки при сближении щек дробленый или мелкий недробленый материал может разгружаться в дополнительных объемах, соответствующих площадям F_1 или F_2. Это означает, что в действительности производительность дробилки может превышать теоретическую, определенную по призме выпадения, в m раз:

$$1 < m < m_{1max} = (F_1 + F)/F \simeq 3,$$

или

$$1 < m < m_{2max} = (F_2 + F)/F = 3 - 0{,}4h/(2b - 0{,}4h).$$

Учитывая изложенное, для определения производительности дробилки можно рекомендовать зависимость

$$Q = K_1 L n \frac{(2b-s)s}{2\,\mathrm{tg}\,\alpha}(K+1), \tag{2}$$

где K_1 - коэффициент размерности; L - длина рабочего пространства; n - скорость вращения эксцентрикового вала; K - поправочный коэффициент.

Коэффициент K зависит не только от характера передачи усилия в рабочем пространстве, т.е. от угла β, но и от отношения s/b, а также от угла α. В самом деле, зависимость (I) можно записать

$$F_1/F = K = b^2\,\mathrm{tg}\,\alpha \cdot \mathrm{tg}\,\beta/(2b-s)s. \tag{3}$$

В практике проектирования дробилок приняты следующие диапазоны изменения входящих в зависимость (2) величин: $\alpha = 20 \div 30°$, $s = (0{,}25 \div 0{,}4)b$.

В качестве примера рассмотрим дробилку ЩДП 15 х 21 со следующими параметрами: $L = 2{,}5$ м, $b = 0{,}18$ м, $s = 0{,}044$ м, $\alpha = 23°$, $n = 125$ мин$^{-1}$. Производительность ее по формуле (2)

$$Q = \frac{60 \cdot 2,5 \cdot 125(2 \cdot 0,18 - 0,044) \cdot 0,044}{2\ \mathrm{tg}\ 23^{\circ}}(K + 1);$$

$$Q = 307,4(K + 1).$$

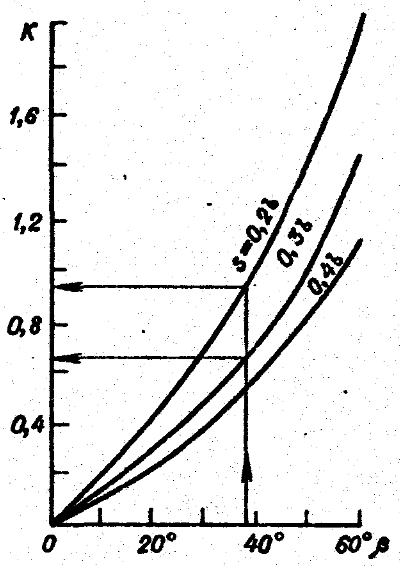

Рис.2. Зависимость коэффициента K от величины разгрузочной щели s и угла β

Паспортная производительность дробилки 550 м^3/ч, что соответствует $K = 0,8$.

Пользуясь зависимостью (3), при этом значении K получим угол $\beta = 39^{\circ}$. Это соответствует углу давления $\beta - \alpha = 18^{\circ}$. Полагая, таким образом, в формуле (2) коэффициент $K = 0,8$, получим близкие к действительности результаты для $s = 0,24b$. Пользуясь графиками (рис.2), легко найти значения коэффициента K для других соотношений s и b. Так, при $s = 0,3b$ $K = 0,65$, а для $s = 0,2b$ $K = 0,93$.

Итак, с уменьшением относительного хода щеки в зоне разгрузки коэффициент K растет. Этот эффект можно объяснить меньшим блокирующим действием дробящего усилия на истекающий из рабочего пространства материал.