

УДК 621.926

ПРОФИЛИРОВАНИЕ КАМЕРЫ ДРОБЛЕНИЯ ДЛИННОКОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ

Р.К.Рыжиков, В.А.Романова, М.В.Егоров

Кафедра конструкций машин
Российского университета дружбы народов
Россия, 117198 Москва, ул.Миклухо-Маклая, 6

В статье излагаются результаты исследований, направленных на оценку пропускной способности камер дробления дробилок с крутым конусом. В основу разрабатываемой методики положен учет деформационных характеристик дробимой породы и вероятности захвата кусков породы дробящими поверхностями.

Производственные испытания длинноконусных дробилок на различных ГОКах бывшего СССР показали, что оценка производительности дробилок, основанная на вычислении объема призмы выпадения, не дает достоверных результатов, поскольку их пропускная способность в большой степени определяется крупностью питания. В частности, отмечалось трехкратное изменение пропускной способности дробилок ККД-1500/180 при варьировании среднего размера питания от 160 до 500 мм. На этом основании становится целесообразной попытка произвести оценку пропускной способности по крупным фракциям горной массы при допущении, что фракции, размер которых меньше размера разгрузочной щели, дроблению не подвергаются, а скорость их движения по рабочей камере, по крайней мере, не меньше скорости движения крупных фракций.

Пропускная способность произвольного i -того ($i = 1 \dots k$) горизонтального сечения камеры дробления, расположенного на расстоянии z_i от точки подвеса описывается соотношением

$$P_i = 10\pi n h_i^2 l_i k_{1i} k_{2i} \frac{1}{m_i}, \quad (1)$$

где n – частота вращения вала-эксцентрика, об/мин; h_i – средняя ширина камеры дробления, м; l_i – окружная длина камеры дробления, м; m_i – число зажатий куска породы в i -том сечении до его разрушения; k_{1i}, k_{2i} – коэффициенты, определяемые геометрией камеры и ее загрузкой.

$$h_i = \frac{D_{2i} - D_{1i}}{2}, \quad (2)$$

$$l_i = \frac{\pi(D_{1i} + D_{2i})}{2}, \quad (3)$$

где D_{2i} – внутренний диаметр наружного конуса в i -том сечении; D_{1i} – наружный диаметр подвижного конуса в том же сечении.

$$k_{1i} = \frac{2 \sin \beta_i}{\operatorname{tg} \alpha_i}, \quad (4)$$

где $\beta_i = \operatorname{arctg} \frac{D_{1i}}{2z_i}$ – угол передачи движения; α_i – угол захвата.

$$k_{2i} = 1 - F(\mu_i), \quad (5)$$

где μ_i – коэффициент трения породы по дробящим поверхностям; $F(\mu_i)$ – функция распределения значений μ_i .

Исследования, выполненные на образцах горных пород, показывают, что разброс значений коэффициента трения тесно описывается законом нормального распределения:

$$F(\mu_i) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-(\mu-\bar{\mu})^2 / 2\sigma^2} d\mu, \quad (6)$$

где $\bar{\mu}$ – среднее значение коэффициента трения; σ – среднее квадратичное отклонение.

Число нажатий куска в рассматриваемом сечении

$$m_i = \frac{\varepsilon_i h_i}{2z_i \operatorname{tg} \delta}, \quad (7)$$

где ε_i – относительная разрушающая деформация; z_i – вертикальная координата сечения камеры; δ – угол гирации конуса. Под относительной разрушающей деформацией в данном случае подразумевается отношение величины сближения дробящих поверхностей, необходимой для разрушения куска, к его первоначальному размеру.

Кусок горной породы может быть захвачен дробящими поверхностями, если угол трения между породой и футеровками больше или равен половине угла захвата. В этой связи в каждом сечении должна быть рассчитана вероятность захвата куска, которая и выражается формулой (5), а соответствующее значение $F(\mu_i)$ определяется соотношением:

$$F(\mu_i) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\mu-3\sigma}^{\mu+\frac{\alpha}{2}} e^{-(\mu-\bar{\mu})^2 / 2\sigma^2} d\mu. \quad (8)$$

В качестве первого этапа исследований по описанной методике был произведен расчет пропускной способности дробилки ККД-1500/180 со стандартным профилем камеры дробления. Результаты расчета иллюстрируются кривой на рис. 1 и табл. 1.

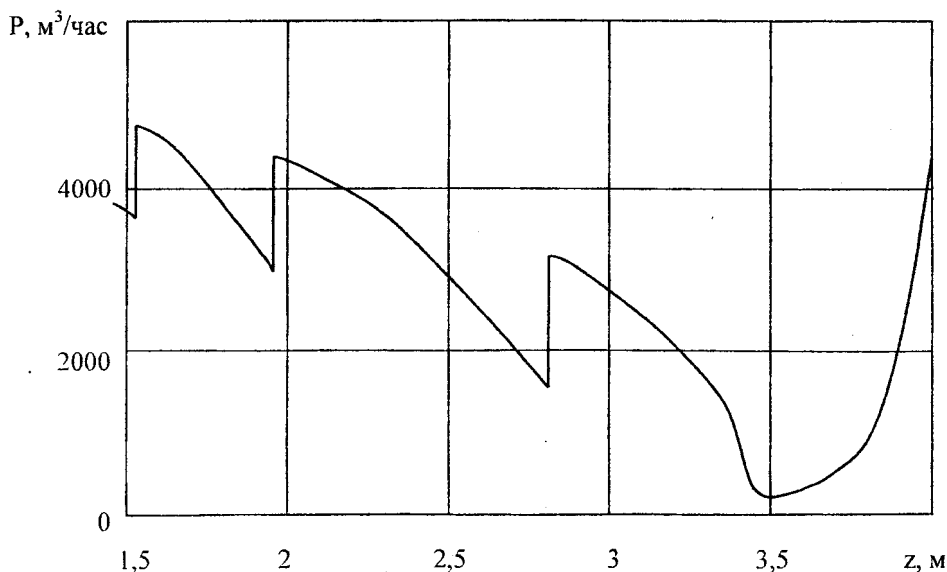


Рис.1. Пропускная способность камеры дробления ККД 1500/180

Характер кривой на рисунке требует некоторых пояснений, касающихся резких перепадов пропускной способности в некоторых зонах камеры дробления. Три перепада в зонах $Z=1,55$ м, $Z=1,95$ м и $Z=2,8$ м объясняются тем, что здесь с изменением размера кусков породы на единицу изменяется количество оборотов дробящего конуса, необходимое для их разрушения. И поскольку это число дискретно, то образуется перепад. Кроме того, четко

выделяется зона ограничения производительности на уровне $Z=3,4 \dots 3,8$ м. Это объясняется тем, что в этой зоне начинается выполаживание образующей дробящего конуса, вследствие чего увеличивается угол захвата и уменьшается вероятность захвата куска футеровками. Кстати, полное отсутствие захвата отмечалось при работе дробилки в условиях низких температур (ниже -50°C в атмосфере и -10°C в машинном зале). В камере образовывался "плавающий" слой породы, не подвергавшийся дроблению без выполнения дополнительных технологических приемов. В некоторых случаях достаточно было загрузить дробилку новой порцией породы, а иногда требовалось механическое изменение ориентации кусков в камере дробления.

Авторами была осуществлена попытка определения параметров профиля камеры дробления, который обеспечивал бы примерно равную производительность в любом горизонтальном сечении камеры. За основу была принята производительность, соответствующая $1500 \text{ м}^3/\text{ч}$. При этом предусматривалась необходимость внесения наименьших изменений в конструкцию машины. Поэтому все параметры подвижного конуса были сохранены, как это видно в табл. 1, а изменены лишь параметры профиля внешнего конуса. Рассчитанные методом последовательного приближения координаты профиля внешнего конуса, отвечающие поставленным требованиям, приведены в табл. 1 (столбец "Расчетная дробилка"). Что касается оптимального варианта профиля, он потребует существенного изменения конструкции футеровок.

Таблица 1

Результаты расчета производительности стандартной дробилки и ее модификации, обеспечивающей повышение пропускной способности

№ сечения	z, мм	D_{ii} , мм	Стандартная дробилка		Расчетная дробилка
			D_{2i} , мм	P_i , $\text{м}^3/\text{час}$	D_{2i} , мм
1	1200	1333	4332	4000	4332
2	1400	1414	4232	4250	4222
3	1600	1496	4132	4450	4122
4	1800	1578	4033	3725	3970
5	2000	1660	3933	4550	3851
6	2200	1742	3833	3770	3734
7	2400	1827	3733	2380	3600
8	2600	1913	3633	1840	3512
9	2800	1999	3533	2840	3415
10	3000	2084	3416	2170	3316
11	3200	2170	3317	1540	3212
12	3400	2283	3217	60	3122
13	3600	2140	3120	70	3042
14	3800	2537	3060	840	3033
15	4000	2664	3085	4440	3031
16	4100	2728	3130	10500	3035

В заключение необходимо отметить, что выполненные расчеты основываются на предположении, что питание дробилки осуществляется отборной горной массой крупностью 1200 мм, т.е. в качестве расчетных приняты наиболее тяжелые условия работы дробилки. Уточнение расчетов и их приближение к реальным условиям может быть достигнуто при использовании данных о фактическом грансоставе горной массы и вероятности разрушения кусков при определенном числе циклов нагружения. Последнее обстоятельство требует дополнительных исследований, связанных с оценкой характера разрушения образцов и влияния на этот характер масштабного эффекта.

THE CRUSHING ZONE PROFILE OF PRIMARY CRUSHERS

R.K.Ryzhikov, V.A.Romanova, M.V.Egorov

Department of Mashine Design
Peoples' Friendship University of Russia.
Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow 117198, Russia

The article deals with some principles of the primary cone crushers' capacity calculation based on using mechanical properties of materials to be crushed and the real value of the coefficient of friction between the material and crushing surfaces. The attempt of the calculation of crushing zone profile that has an equal capacity in any horizontal section is also described in the article.

Рыжиков Роман Клавдиевич родился в 1932 г., окончил в 1955 г. Московский институт инженеров городского строительства. Канд. техн. наук, доцент кафедры Конструкций машин РУДН. Автор более 50 публикаций.

Ryzhikov R.K. (b. 1932) graduated from the Moscow Municipal Institute of Civil Engineering in 1955. PhD(Eng), ass. professor of the Machine Design Department of the Peoples' Friendship University of Russia. Author of more than 50 publications.



Егоров Михаил Владимирович родился в 1937 г., окончил в 1959 г. МИСИ. Канд. техн. наук, доцент кафедры Конструкций машин РУДН. Автор более 40 публикаций.

Egorov M.V. (b. 1937) graduated from the Moscow Institute of Civil Engineering in 1959. PhD(Eng), ass. professor of the Machine Design Department of the Peoples' Friendship University of Russia. Author of more than 40 publications.



Романова Викторина Анатольевна родилась в 1938 г., окончила в 1960 г. Московский горный институт. Доцент кафедры Конструкций машин РУДН. Автор более 30 публикаций.

Romanova V.A. (b. 1938) graduated from the Moscow Mining Institute in 1960. Ass. professor of the Machine Design Department of the Peoples' Friendship University of Russia. Author of more than 30 publications.

