УДК 621.926.001.66

Н.С.ГОЛИКОВ, И.П.ТИМОФЕЕВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДРОБИЛОК СО СЛОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ

Представлены результаты кинематического и динамического анализа механизма щековой дробилки со сложным движением подвижной щеки. Показана связь между режимными параметрами дробилки и ее технико-эксплуатационными показателями. Описаны такие параметры как положение распорной плиты, угол захвата дробилки, частота вращения и эксцентриситет опорного вала.

In this article, the results of the kinematics and dynamics analysis of a single-toggle jaw crusher mechanism are represented. Connection between operation mode parameters of the crusher and its technical characteristics is shown. Such parameters as position of the toggle plate, pin angle of the crusher, rotation speed and the eccentricity of the main shaft are described.

Щековые дробилки широко применяются во многих отраслях промышленности для дробления хрупких материалов различной прочности. Они, как правило, стоят в первом ряду технологических цепочек по переработке и пробоотборке сырья. Ежегодно дроблению подвергается более 3 млрд т минерального сырья и других материалов[*]. Следует отметить, что операции дробления характеризуется значительными капитальными и эксплуатационными затратами, а также высокой энергоемкостью и большим расходом легированных сталей.

Однако по данным исследований, проведенных во ВНИИСтройдормаше, КПД щековых дробилок не превышает 40 %[**]. Это происходит из-за того, что приблизительно одна треть мощности потребляемой приводом дробилки расходуется на работу упругой деформации ее элементов и одна треть на работу сил трения. Отмеченные обстоятельства подчеркивают необходимость исследования процесса дробления горных пород в щековых дробилках при различных кинематических схемах механизма с целью отыскания путей повышения их технических показателей.

Результаты исследований, проведенных во ВНИИСтройдормаше, позволяют полагать, что повышение эффективности щековых дробилок связано, в основном, с выбором рациональной кинематики движения подвижной щеки и повышением жесткости элементов конструкции механизма. Выбор рациональной кинематики предполагает установление взаимосвязи между техническими показателями работы дробилки и параметрами, характеризующими режим ее работы. Целью данного исследования являлось как раз установление такой взаимосвязи, а также степени влияния режимных параметров щековой дробилки на ее технические показатели.

Как известно, режим работы щековой дробилки характеризуется многими параметрами, наиболее значимыми из которых являются: положение распорной плиты β, град; угол захвата α, град; частота вращения опорного вала n, об/мин; эксцентриситет опорного вала e, мм.

К основным техническим показателям работы щековой дробилки относятся:

- степень дробления

$$i = B/b,$$

[*] *Чирков А.С.* Расчет выхода продукта дробления при эксплуатации щековых и конусных дробилок // Горный журнал. 1994. № 3. С.39-41.

[**] *Косарев А.И.* Энергетические потери в щековых дробилках / А.И.Косарев, Н.С.Овчаренко // Труды ВНИИСтройдормаша. 1977. Т.77. С.21-25.

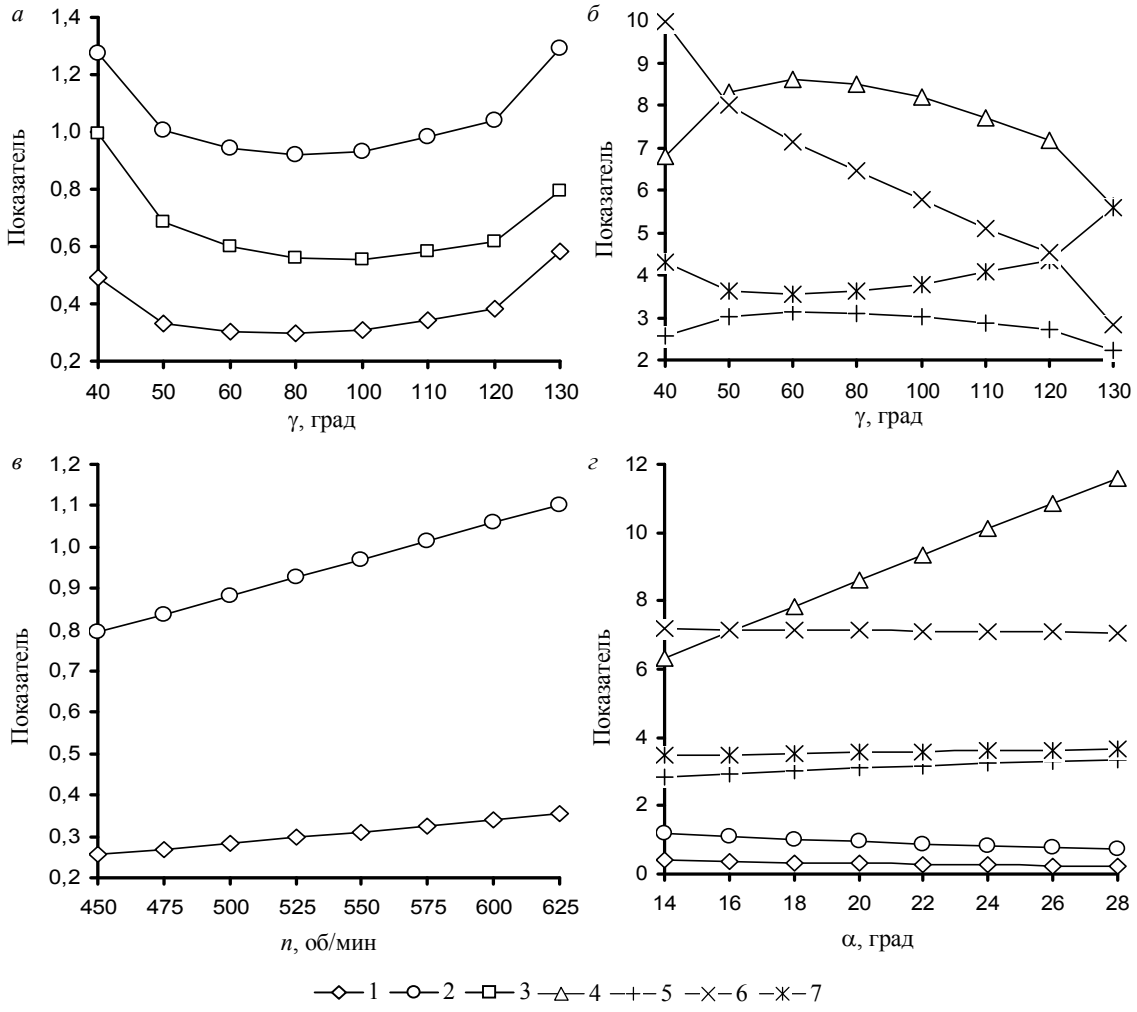


Рис.2. Зависимость технических показателей работы дробилки от: положения распорной плиты (*а*) и (*б*); частоты вращения опорного вала (*в*); угла захвата (*г*)

1 – Q, т/ч; 2 – N, кВт; 3 – P; 4 – i; 5 – q, (кВт·ч)/т; 6 – F, мм; 7 – S, мм

где B – ширина входного отверстия дробилки, м; b – ширина выходного отверстия дробилки, м;

• производительность (т/ч)

$$Q = 30\mu S_{\text{ñð}} Ln(B-b)\gamma/(i\,\mathrm{tg}\,\alpha),$$

где μ – коэффициент разрыхления материала в камере дробления; $S_{\text{ср}}$ – средний ход сжатия подвижной щеки, м; L – длина камеры дробления, м; γ – плотность дробимого материала, т/м^3;

• потребляемая двигателем мощность (кВт)

$$N = \frac{1{,}1E_i k_{\text{ì}}\, Q\gamma_{\text{í}}\,(\sqrt{i}-1)}{\gamma\sqrt{1000D_{\text{ñâ}}}},$$

где E_i – энергетический показатель дробления материала, кВт·ч/т; $k_{\text{м}}$ – коэффициент масштабного фактора, характеризующий изменение E_i исходного материала с изменением крупности материала; $D_{\text{ñâ}}$ – средневзвешенный размер исходного материала, м; $\gamma_{\text{í}}$ – насыпная плотность материала, т/м^3;

• удельная энергоемкость дробления (кВт·ч/т)

$$q = N/Q;$$

• ход сжатия подвижной щеки, мм;

• путь трения подвижной щеки, мм;

• силовая загруженность механизма, P.

Положение распорной плиты в значительной степени влияет на величину и ха-

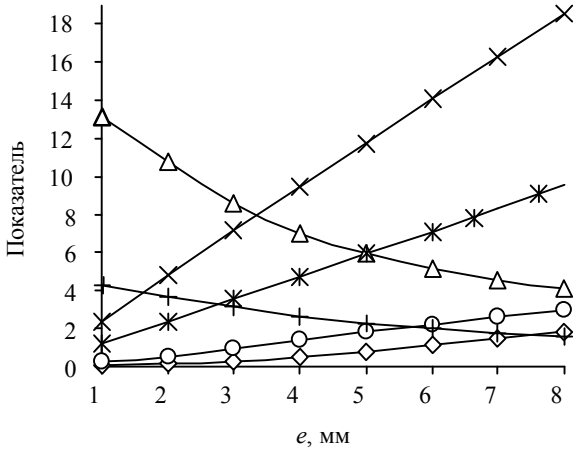


Рис.2. Зависимость технических показателей работы дробилки от величины эксцентриситета

рактер траекторий движения точек подвижной щеки. Траектории, в свою очередь, полностью определяют технические показатели работы дробилки. Основным результатом увеличения наклона распорной плиты следует считать уменьшение пути трения и как следствие снижение износа футеровочных плит (рис.1, *а*, *б*). Это следствие является очень важным, поскольку стоимость дробящих плит составляет до 30 % от общих затрат на дробление. Остальные технические показатели имеют ярко выраженные максимумы, или минимумы сосредоточенные около некоторого значения, при котором распорная плита занимает положение, близкое к горизонтальному.

Частота вращения опорного вала определяет интенсивность дробления материала в рабочей камере. Она оказывает значительное влияние лишь на производительность и потребляемую мощность (рис.1, *в*). Это объясняется тем, что другие показатели работы дробилки в большей степени определяются геометрией механизма дробилки. С увеличением частоты вращения происходит увеличение производительности и увеличение потребляемой мощности.

Угол захвата определяет условия зажатия и дробления куска материала в рабочей камере. Наиболее существенными следствиями увеличения угла захвата следует считать (рис.1, *г*): увеличение степени дробления; уменьшение производительности; потерю хода сжатия; увеличение пути трения. В теории проектирования щековых дробилок значения углов захвата, равные 18-19 град, признаны оптимальными с точки зрения захвата и удержания дробимого куска[*]. Однако добиться существенных изменений технических показателей варьированием этого угла в указанных пределах не представляется возможным.

Эксцентриситет опорного вала определяет величину траекторий движения точек подвижной щеки. Изменение величины эксцентриситета приводит к пропорциональному изменению траекторий и, как следствие, вызывает изменение почти всех основных показателей работы дробилки (рис.2). С увеличением эксцентриситета происходит: уменьшение степени дробления; увеличение производительности; увеличение потребляемой мощности; снижение энергоемкости дробления; увеличение хода сжатия; увеличение пути трения. Как видно из рис.2, эти показатели колеблются в достаточно широких пределах, что позволяет проектировщику корректировать нежелательные изменения, получившиеся в результате оптимизации режимов работы.

На основании данного исследования возможна разработка методики по нахождению оптимальных параметров щековых дробилок.

Полученные функциональные связи между режимными параметрами и техническими показателями могут быть использованы при проектировании, анализе и модернизации кинематических схем дробилок указанного типа.

[*] *Клушанцев Б.В.* Дробилки: Конструкция. Расчет. Особенности эксплуатации / Б.В.Клушанцев, Ю.А.Косарев, Ю.А.Музеймнек. М.: Машиностроение, 1990. 319 с.