

## Кинематический синтез прямолинейно-огibaющего механизма щековой дробилки

Кузнецов С. А., Владимиров А. В., Белубекова Ю. В.

ФБГОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса»,  
г. Шахты

Повышение уровня экологической безопасности в сочетании с расширяющимся ассортиментом стеклянных изделий, в частности, стеклотары, требует нового подхода к их утилизации – через предварительное измельчение, которое облегчает транспортировку стеклобоя к потребителю. В странах Евросоюза эта задача решается при помощи компактного дробильного оборудования, которое устанавливается в подсобных помещениях учреждений, торговых центров, гостиниц и т.д. Опыт их эксплуатации позволяет сформулировать комплекс требований, предъявляемый к дробилкам нового поколения: они должны быть компактны, малошумны, безопасны и энергоэффективны. Кроме того, потребитель измельченного сырья заинтересован в однородности получаемой фракции по размерам осколков.

Перспективным решением в контексте заявленных требований представляется использование в качестве исполнительного механизма щековой дробилки прямолинейно-огibaющего механизма на базе кривошипно-кулисного привода [1]. Такой выбор обусловлен двумя факторами:

- незначительными требованиями к точности огibaния и
- значительным углом рабочего хода для данной схемы, превышающим  $180^\circ$

Указанные факторы позволяют применить к данной схеме интерполяционный метод синтеза по трем точкам, что соответствует промежуточному приближению, так как симметричная шатунная кривая кривошипно-кулисного механизма является кривой шестого порядка. В случае промежуточного приближения приравниваются абсциссы направляющей точки  $M$  в среднем положении (при  $\varphi_1=0$ ) и в крайнем положении, соответствующем концу интервала приближения (для кривошипно-ползунного механизма с шатунной кривой четвертого порядка такое приближение соответствует наилучшему) [3].

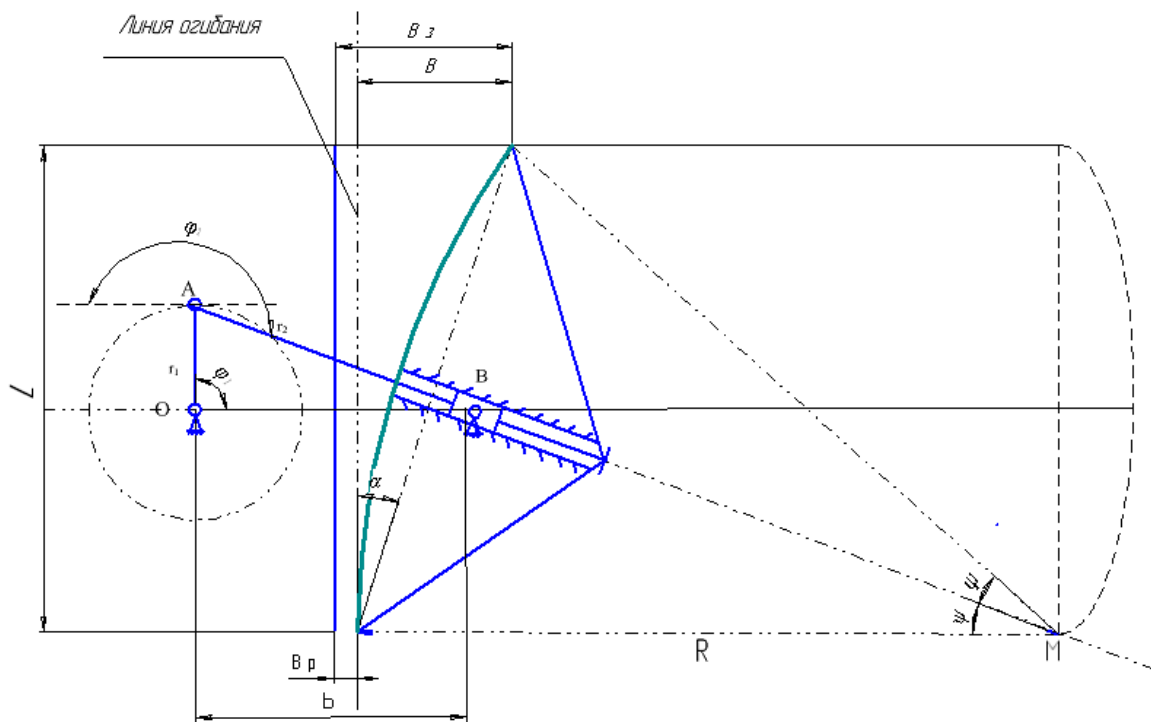


Рис. 1 - Прямолинейно-огibaющий механизм щековой дробилки со сложным движением щеки

На рисунке 1 представлен прямолинейно-огibaющий механизм щековой дробилки, который характеризуется следующими параметрами рабочего пространства – камеры

дробления:  $\alpha$  - угол раскрытия рабочего органа,  $B_3$  – ширина загрузочной щели,  $B_p$  – ширина разгрузочной щели,  $L$  – высота камеры дробления, соответствующая длине интервала приближения.

Кинематический синтез параметров прямолинейно-огibaющего механизма дробилки требует определения неизвестных параметров: длины кривошипа  $r_1$ , расстояния между точкой сочленения кривошипа и шатуна и направляющей точкой  $r_2$ , длины шатуна  $b$ , радиуса кривизны дуги  $R$ , образующего поверхность подвижной щеки и длину дуги  $l$  подвижной выпуклой щеки из условия промежуточного приближения при заданных параметрах  $L$ ,  $\varphi_1$ ,  $B_3$ ,  $B_p$ . [2].

Угол раскрытия рабочего органа щековой дробилки (рис.1):

$$\alpha = \psi = \arctg \frac{B}{L}, \text{ где } B = B_3 - B_p \quad (1)$$

Ширина  $B_3$  загрузочной щели камеры дробления задается от размеров принимаемой на переработку стеклотары (стеклобоя), а ширина  $B_p$  разгрузочной щели соответствует размерам получаемой фракции стеклобоя после переработки.

Условие равенства абсцисс направляющей точки  $M$  в середине и конце интервала приближения можно выразить в виде:

$$r_1 \cos \varphi_1^0 + r_2 \cos \varphi_2^0 - r_1 \cos \varphi_1 - r_2 \cos \varphi_2 = 0;$$

где  $\varphi_1^0 = \pi$  - угол поворота кривошипа, соответствующий середине интервала приближения,

$\varphi_2^0 = 2\pi$  - значение функции положения шатунной плоскости в середине интервала приближения при  $\varphi_1^0$ ;

$\varphi_1 = \pi/2$  - угол поворота кривошипа, соответствующий концу интервала приближения;

$\varphi_2 = 2\pi - \psi$  - функция положения шатунной плоскости в конце интервала приближения.

С учетом функции положения шатунной плоскости  $\varphi_2$  имеем:

$$\Delta = r_1(1 - \cos \varphi_1) - r_2(1 - \cos(\pi + \psi)) = 0. \quad (2)$$

Преобразовав уравнение (2) выразим параметр  $r_2$ :

$$r_2 = \frac{r_1(1 - \cos \varphi_1)}{1 + \sin \psi}. \quad (3)$$

Длину прямолинейного участка траектории движения точки  $M$  или высоту камеры дробления можно представить в виде:

$$L = 2(r_1 \sin \varphi_1 + r_2 \sin \varphi_2),$$

Поскольку  $L$  задается с учетом габаритной высоты устройства и является известным, можно найти  $r_1$  с учетом  $r_2$  и функции поворота шатунной плоскости  $\varphi_2$ :

$$r_1 = \frac{L - 2r_2 \sin(\pi + \psi)}{2 \sin \varphi_1}. \quad (4)$$

По теореме синусов из треугольника  $OAB$  составим соотношение:

$$\frac{r_1}{\sin \psi} = \frac{b}{\sin(\varphi_1 - \psi)},$$

отсюда длина стойки

$$b = \frac{r_1 \sin(\varphi_1 - \psi)}{\sin \psi}, \quad (5)$$

Движение «огибание» рабочим органом не должно сопровождаться скольжением  $\varepsilon$  между прямой и огibaемой дугой окружности, то есть между выпуклой поверхностью

подвижной щеки и прямолинейной поверхностью неподвижной щеки дробилки. Это позволяет избежать возникновения сил трения в пятне контакта, обеспечить стойкость инструмента и одномерность получаемой фракции продуктов дробления. Скольжение равно нулю, если разность между перемещением точки  $M$  на расстояние  $L$  и перемещением огибающей дуги длиной  $l$  за это же время равна нулю:

$$\varepsilon = L - l = 0$$

где  $l$  - длина дуги, образующей поверхность рабочего органа, которая рассчитывается по формуле:

$$l = 2R\psi \quad (6)$$

Подставив функции для  $L$  и  $l$  в уравнение (6), определим радиус дуги окружности при условии нулевого суммарного скольжения:

$$r_1 \sin \varphi_1 + r_2 \sin(\pi + \psi) = 2R\psi,$$

отсюда 
$$R = \frac{r_1 \sin \varphi_1 + r_2 \sin(\pi + \psi)}{2\psi}. \quad (7)$$

Таким образом, решая последовательно уравнения (1),(3),(4),(5),(6),(7), определяем кинематические параметры механизма дробилки, исходя из заданных геометрических размеров камеры дробления щековой дробилки.

### Литература

1. А.С. 1646596 СССР, МКИ<sup>3</sup> В02С 1/02. Лабораторная щековая дробилка [Текст] / А.Н. Дровников, С.А. Кузнецов, Г.Г. Демиденко, Е.Б. Кузнецова. - № 4440074/33 ; заявл. 18.04.88 ; опубл. 07.05.91, Бюл. № 17. - 4 с. : ил.
2. Кузнецов С.А. Прямолинейно-огibaющие механизмы. Анализ и синтез: монография. [Текст] / С.А. Кузнецов, А.В. Владимиров. - Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2007. - 139 с.