

## К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ДВУХЩЕКОВЫХ ДРОБИЛЬНЫХ МАШИН

*Дворников Л.Т., Чернов П.Е.*

*Сибирский государственный индустриальный университет, г.Новокузнецк*

**Ключевые слова:** дробильные машины, горные породы, эвольвента, звенья, кинематические пары, кривошип, план скоростей.

**Аннотация.** Совершенствование кинематических цепей щечковых дробилок может быть достигнуто использованием особых форм их щек, выполненных по эвольвенте круга, что увеличивает объем рабочей камеры дробилки и улучшает силовое воздействие на разрушаемый материал.

## ON THE ISSUE OF IMPROVING DOUBLE-JAW CRUSHING MACHINES

*Dvornikov L.T., Chernov P.E.*

*Siberian state industrial university, Novokuznetsk*

**Keywords:** crushing machines, rocks, involute, links, kinematic pairs, crank, speed plan.

**Abstract.** Improving the kinematic chains of jaw crushers can be achieved by using special forms of their cheeks, made on the involute of the circle, which increases the volume of the working chamber of the crusher and improves the force effect on the destroyed material.

Одной из важнейших технологических операций в тяжелой промышленности является разрушение крепких горных пород. Широкое применение для этих целей имеют так называемые дробильные машины [1-3] с использованием различных способов воздействия на разрушаемый материал.

Существенные преимущества по сравнению с другими получили в практике щечковые дробильные машины. На рисунке 1 показана дробильная машина с двумя взаимноподвижными рабочими щеками 1 и 2, защищенная патентом РФ 186525 от 25.10.2018г на полезную модель.

Авторы настоящей статьи нашли целесообразным внести в эту схему принципиальные изменения, а именно рабочие щеки выполнить криволинейными, решив при этом как минимум две задачи – увеличение объема рабочей камеры дробления между щеками и обеспечение непараллельности направлений сил воздействия на горную породу. Предпочтительной кривой была выбрана эвольвента круга, которая нашла широкое применение в технике при использовании эвольвентного зубчатого зацепления. Принцип построения эвольвенты круга показан на рисунке 2, где

собственно эвольвента 3 появляется в результате огибания вокруг окружности 1 прямой 2-2 без её проскальзывания относительно окружности.

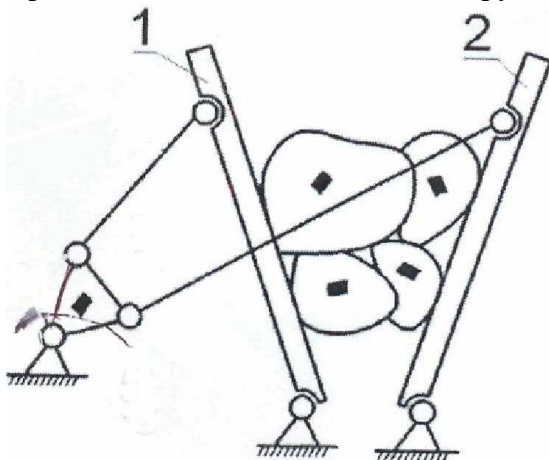


Рис. 1. Двухщечковая дробилка

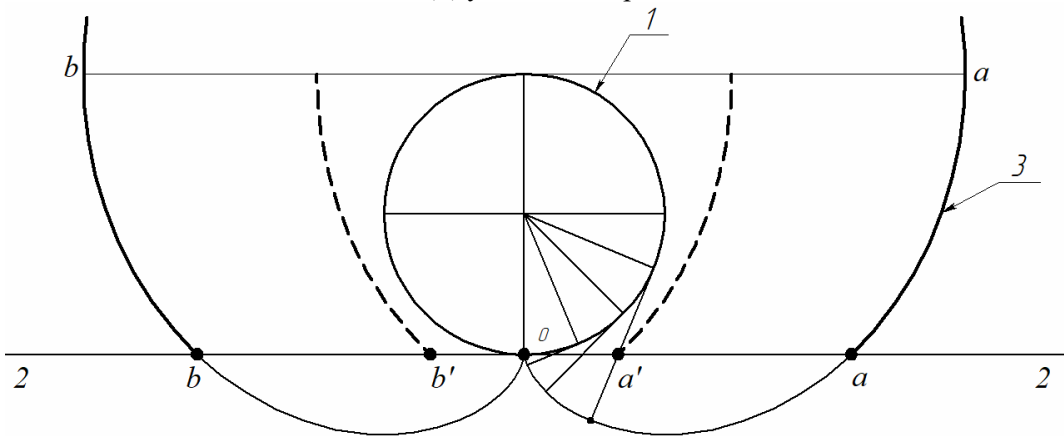


Рис. 2. Принцип построения эвольвентных дуг

В качестве рабочего участка проектируемой щеки дробилки может быть использован участок  $aa$ . Если прямую 2-2 прокрутить в другую сторону, то таким же образом можно определить участок эвольвенты  $bb$ . Именно из этих участков эвольвент могут быть организованы щеки дробилки.

Реализовать эвольвентные дуги в щеки дробильной машины можно, сдвинув их друг к другу до точек  $a'$  и  $b'$ . Расстояние  $a'b'$  может быть определено из технических соображений по заданному размеру дробимого материала на выходе из дробилки. Преимущества таких криволинейных щек по сравнению с прямолинейными, показанными на рисунке 1, очевидны. Во-первых, за счет кривизны щек увеличивается объем камеры дробления, а во-вторых, силы, действующие от щек на разрушаемый материал, оказываются не параллельными и, пересекаясь между собой, фокусируют воздействующие силы на разрушение.

Собранная во вполне рабочее состояние дробильная машина с эвольвентными щеками приведена на рисунке 3.

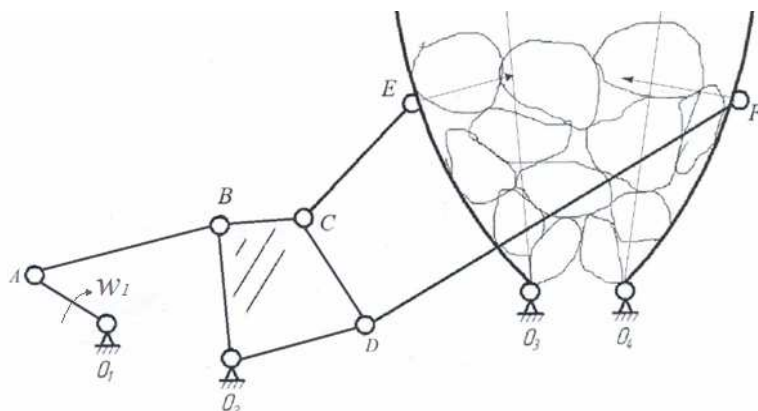


Рис. 3. Двухщелевая дробильная машина с криволинейными эвольвентными щеками

Кинематическое её исследование может быть проведено графоаналитическим методом. Зададим кривошип  $O_1A$  угловую скорость  $\omega_1$ , при этом линейная скорость шарнира  $A$  станет равной  $V_A = \omega_1 \cdot l_{O_1A}$  и направленной перпендикулярно  $O_1A$  в сторону вращения кривошипа. Полный план скоростей для одного из положений кривошипа показан на рисунке 4. Скорость точки  $B$  на нем определится на основании системы уравнений

$$\begin{cases} \vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA}, \\ \vec{V}_B = \vec{V}_{O_2} + \vec{V}_{BO_2}, \end{cases}$$

где  $V_{BA} \perp BA$ ,  $V_{BO_2} \perp BO_2$ .

Все последующие скорости шарниров цепи находятся из зависимостей:

для точки  $C$  
$$\begin{cases} \vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_{CB}, \\ \vec{V}_C = \vec{V}_{O_2} + \vec{V}_{CO_2}, \end{cases}$$

где  $V_{CB} \perp CB$ ,  $V_{CO_2} \perp CO_2$ ,

для точки  $D$  
$$\begin{cases} \vec{V}_D = \vec{V}_C + \vec{V}_{DC}, \\ \vec{V}_D = \vec{V}_{O_2} + \vec{V}_{DO_2}, \end{cases}$$

где  $V_{DC} \perp DC$ ,  $V_{DO_2} \perp DO_2$ ,

для точки  $E$  
$$\begin{cases} \vec{V}_E = \vec{V}_C + \vec{V}_{EC}, \\ \vec{V}_E = \vec{V}_{O_3} + \vec{V}_{EO_3}, \end{cases}$$

где  $V_{EC} \perp EC$ ,  $V_{EO_3} \perp EO_3$ ,

для точки  $F$  
$$\begin{cases} \vec{V}_F = \vec{V}_D + \vec{V}_{FD}, \\ \vec{V}_F = \vec{V}_{O_4} + \vec{V}_{FO_4}, \end{cases}$$

где  $V_{FD} \perp FD$ ,  $V_{FO_4} \perp FO_4$ .

Полный план скоростей показанного на рисунке 3 положения дробильной машины, приведен на рисунке 4.

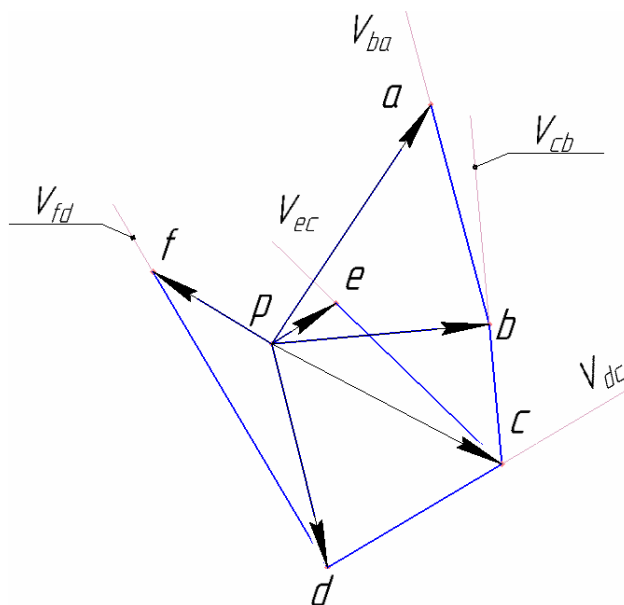


Рис. 4. План скоростей дробилки в положении, показанном на рисунке 3

Используя описанный метод, можно провести полное кинематическое исследование дробилки во всех её положениях и при необходимости корректировать скорости движения звеньев, путем уточнения реальных размеров звеньев.

#### Список литературы

1. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муиземнек Ю.А. Дробилки. Конструкции, расчет, особенности эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1990. – 320с.
2. Патент №192182 РФ. Щековая дробилка / Дворников Л.Т., Макаров А.В., Комилов Д.С. – заявка №2019115412 от 20.05.2019, опубл. 05.09.2019, Бюл. №25.
3. Патент №186525 РФ. Щековая дробилка / Дворников Л.Т., Макаров А.В. – заявка №2018137765 от 25.10.2018, опубл. 23.01.2019, Бюл. №3.

#### References

1. Klushantsev B.V., Kosarev A.I., Muizemnek Yu.A. Crushers. Designs, calculation, features of operation. – М.: Mechanical engineering, 1990. – 320p.
2. Patent №192182 RU. Cheek crusher / Dvornikov L.T., Makarov A.V., Komilov D.S. – application №2019115412 from 20.05.2019, publ. 05.09.2019, Bul. №25.
3. Patent №186525 RU. Cheek crusher / Dvornikov L.T., Makarov A.V. –application №2018137765 from 25.10.2018, publ. 23.01.2019, Bul. №3.

#### Сведения об авторах:

#### Information about authors:

<b>Дворников Леонид Трофимович</b> – д.т.н., профессор, профессор кафедры механики и машиностроения	<b>Dvornikov Leonid Trofimovich</b> – doctor of technical sciences, professor, professor of Department of mechanics and mechanical engineering
<b>Чернов Павел Евгеньевич</b> – студент	<b>Chernov Pavel Evgenievich</b> – student
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	Siberian state industrial university, Novokuznetsk, Russia

Получена 11.06.2020