

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Бойко В.С., Копосов П.В.

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург

Ключевые слова: щековая дробилка, дробление, горная порода, двхщековая дробильная машина.

Аннотация. Статья посвящена кинематическому исследованию новой конструкции щековой дробильной машины, оснащенной двумя подвижными щеками. По результатам исследования делается вывод о необходимости изменения геометрических параметров элементов дробилки с целью отыскания варианта, обеспечивающего синхронное движение щек.

KINEMATIC ANALYSIS OF THE JAW CRUSHING MACHINE

Boyko V.S., Kopusov P.V.

Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg

Keywords: jaw crusher, crushing, rock, double-jaw crushing machine.

Abstract. The article is devoted to the kinematic study of a new design of a jaw crushing machine equipped with two movable cheeks. According to the results of the study, it is concluded that it is necessary to change the geometric parameters of the elements of the crusher in order to find a variant that provides synchronous movement of the cheeks.

Процесс измельчения горных пород играет жизненно важную роль в любом горнодобывающем предприятии. Степень дробления горных пород в последнее время стала популярной областью исследований с точки зрения экономической эффективности. В горнодобывающей промышленности процессы измельчения горных пород в основном осуществляются с помощью вращательных (роторные), ударных (т.е. горизонтальных и вертикальных шахтных ударных устройств), щековых, и конусных дробилках в операциях первичного, вторичного и третичного дробления [1].

Преимуществами щековой дробилки являются простая конструкция, а также легкость в обслуживании и ремонте. Конструктивно щековая дробилка имеет две высокопрочные износостойкие щековые пластины, закрепленные под определенным углом, причем для создания достаточного напряжения разрушения при сжатии одна пластина остается неподвижной, в то время как другая пластина подвергается непрерывным двумерным перемещениям (как в направлении x , так и в направлении y).

Схема одного из новых вариантов щековой дробильной машины [2] представлена на рисунке 1.

Для кинематического исследования представленной модели строится план скоростей, с помощью которого реализуется возможность получения наглядного изображения скоростей различных точек механизма в данный момент времени в виде векторов, показывающих величины этих скоростей (в масштабе) и их направление.

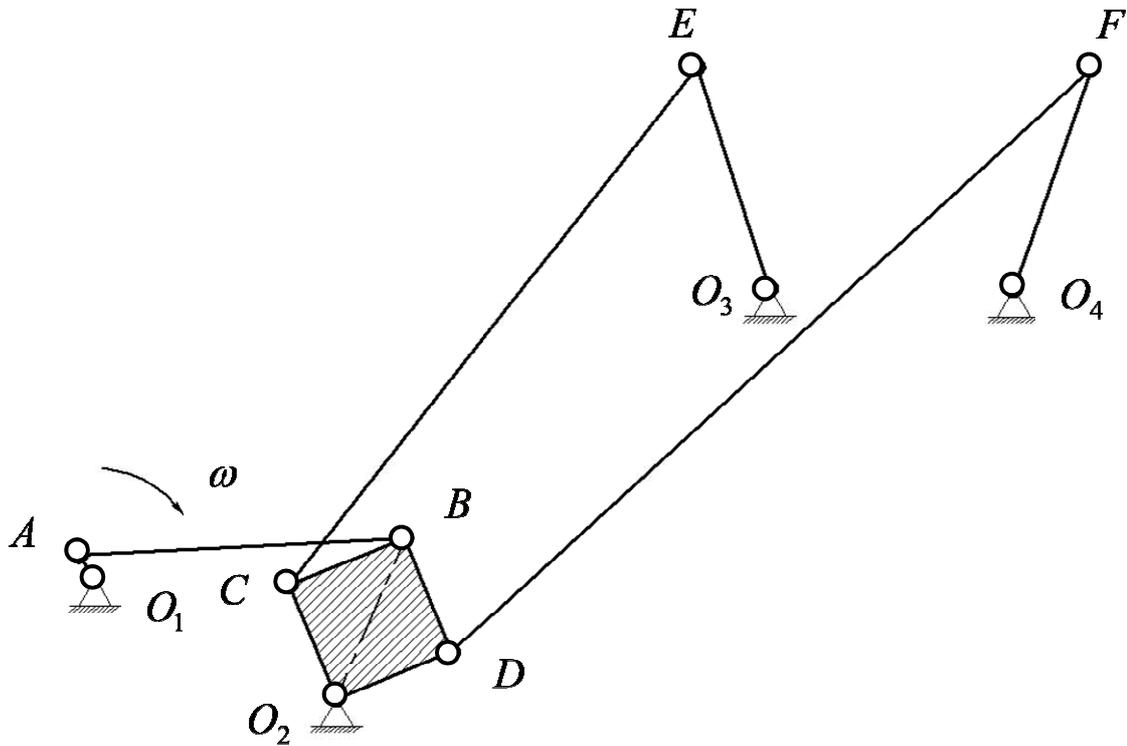


Рис. 1. Схема механизма

Построим произвольную точку p , которая является полюсом плана скоростей. От полюса отложим вектор pa произвольной длины (пусть $pa = 115 \text{ мм}$), перпендикулярный O_1A и направленный в сторону вращения кривошипа. Полученный отрезок характеризует величину скорости точки A механизма.

Скорости остальных точек механизма найдём с помощью векторных уравнений.

Распишем скорость точки B относительно точки A и опоры O_2 . Получаем:

$$\begin{cases} \bar{V}_B = \bar{V}_A + \bar{V}_{BA}; \\ \bar{V}_B = \bar{V}_{O_2} + \bar{V}_{BO_2}, \end{cases} \quad \text{где } V_A \text{ известна; } \bar{V}_{BA} \perp AB; V_{O_2} = 0; \bar{V}_{BO_2} \perp BO_2.$$

Отсюда точку b находим на пересечении отрезков, перпендикулярных AB и BO_2 . Причём перпендикуляр к AB проводим из точки a , перпендикуляр к BO_2 из полюса p .

Аналогичным образом определяем векторы скорости для точек C, D, E, F .

Векторные уравнения для точки C относительно точки B и опоры O_2 :

$$\begin{cases} \bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB}; \\ \bar{V}_C = \bar{V}_{O_2} + \bar{V}_{CO_2}, \end{cases} \quad \text{где } V_B \text{ известна; } \bar{V}_{CB} \perp BC; V_{O_2} = 0; \bar{V}_{CO_2} \perp CO_2.$$

Точку c находим на пересечении отрезков, перпендикулярных BC и CO_2 . Перпендикуляр к BC проводим из точки b , перпендикуляр к CO_2 из полюса p .

Векторные уравнения для точки D относительно точки B и опоры O_2 :

$$\begin{cases} \bar{V}_D = \bar{V}_B + \bar{V}_{DB}; \\ \bar{V}_D = \bar{V}_{O_2} + \bar{V}_{DO_2}, \end{cases} \text{ где } V_B \text{ известна; } \bar{V}_{DB} \perp BD; V_{O_2} = 0; \bar{V}_{DO_2} \perp DO_2.$$

Точку d находим на пересечении отрезков, перпендикулярных BD и DO_2 .

Перпендикуляр к BD проводим из точки b , перпендикуляр к DO_2 из полюса p .

Векторные уравнения для точки E относительно точки C и опоры O_3 :

$$\begin{cases} \bar{V}_E = \bar{V}_C + \bar{V}_{EC}; \\ \bar{V}_E = \bar{V}_{O_3} + \bar{V}_{EO_3}, \end{cases} \text{ где } V_C \text{ известна; } \bar{V}_{EC} \perp CE; V_{O_3} = 0; \bar{V}_{EO_3} \perp EO_3.$$

Точку e находим на пересечении отрезков, перпендикулярных CE и EO_3 .

Перпендикуляр к CE проводим из точки c , перпендикуляр к EO_3 из полюса p .

Векторные уравнения для точки F относительно точки D и опоры O_4 :

$$\begin{cases} \bar{V}_F = \bar{V}_D + \bar{V}_{FD}; \\ \bar{V}_F = \bar{V}_{O_4} + \bar{V}_{FO_4}, \end{cases} \text{ где } V_D \text{ известна; } \bar{V}_{FD} \perp DF; V_{O_4} = 0; \bar{V}_{FO_4} \perp FO_4.$$

Точку f находим на пересечении отрезков, перпендикулярных DF и FO_4 .

Перпендикуляр к DF проводим из точки d , перпендикуляр к FO_4 из полюса p .

Определив векторы всех точек, получим план скоростей исследуемого механизма дробильной машины (рис. 2).

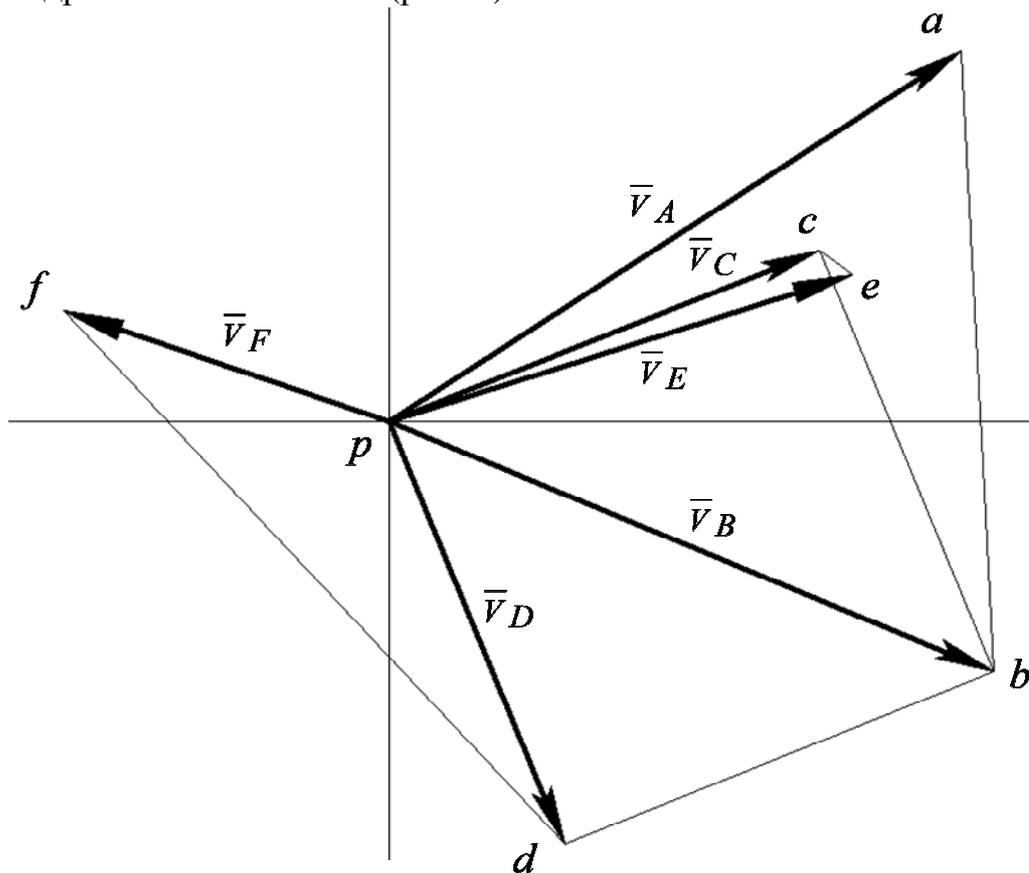


Рис. 2. План скоростей

Векторы pe и pf определяют скорости движения щёк. Для рациональной и правильной работы всего механизма дробильной машины необходимо, чтобы

данные вектора в любой момент времени были равны между собой и направлены в противоположные стороны.

При помощи программы «T-FLEX CAD» построим анимацию из 8 положений механизма (рис. 3).

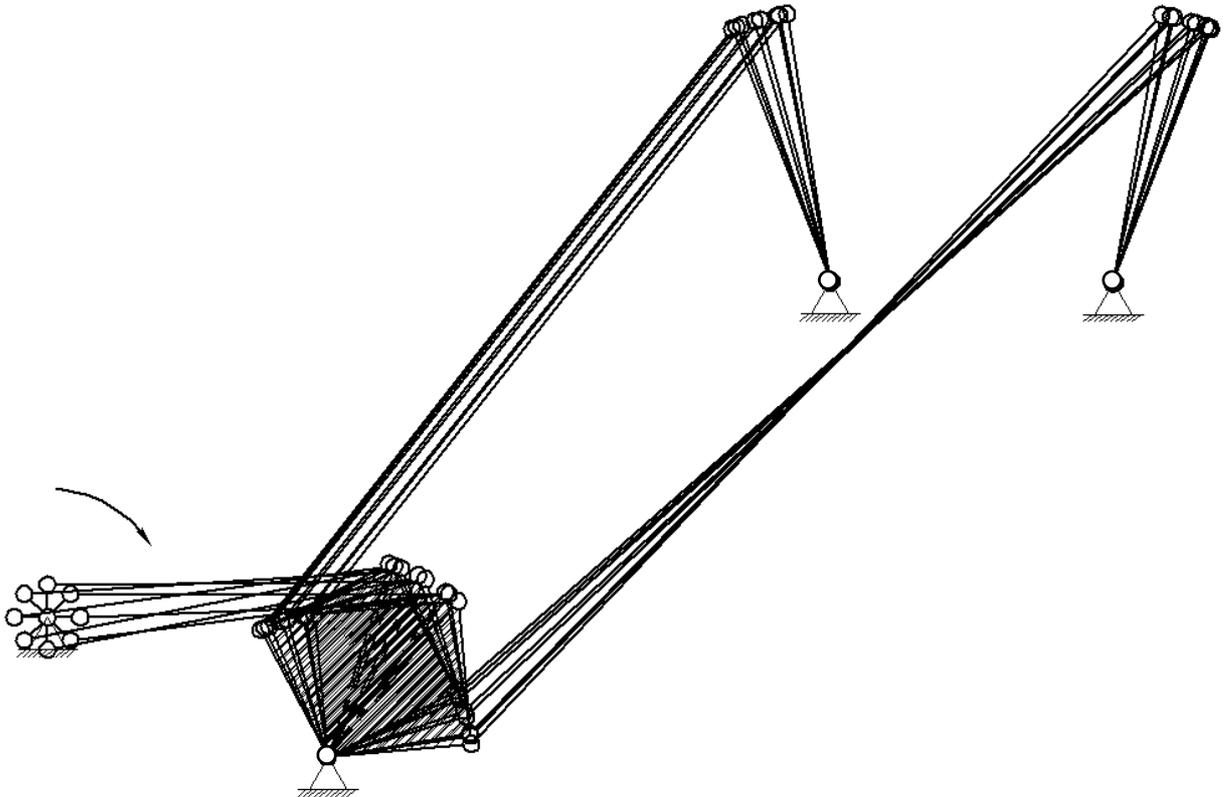


Рис. 3. 8 положений механизма дробильной машины

Для каждого из 8 положений определим скорости щёк по построенному плану скоростей (векторы pe и pf) и найдём их отношение (табл. 1).

Табл. 1. Соотношение скоростей подвижных щёк

Положение кривошипа №	V_E	V_F	$\frac{V_E}{V_F}$
1	5,66	4,35	1,30
2	85,70	99,23	0,86
3	104,08	87,74	1,19
4	55,33	31,21	1,77
5	13,62	6,69	2,04
6	71,34	45,97	1,55
7	95,34	88,62	1,08
8	69,17	82,55	0,84

Анализ полученных практических результатов кинематического анализа двухщечковой дробильной машины свидетельствует о различиях в величинах скоростей движения щёк в разный момент времени, что не позволяет обеспечить их синхронную работу. Следовательно, необходимо вносить изменения в конструкцию машины путем корректировки геометрических размеров с целью

отыскания такого варианта схемы, при которой движение щек будет в любой момент времени характеризоваться разнонаправленными равными по величине скоростями. Описанный подход к решению задачи кинематики позволяет автоматизировать процесс исследования средствами современных САД-систем, что несомненно упрощает и ускоряет решение поставленной задачи.

Работа выполнена под научным руководством д.т.н., профессора Жукова И.А.

Список литературы

1. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
2. Дворников Л.Т., Чернов П.Е. К вопросу о совершенствовании двухщечковых дробильных машин // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2020. – №7. – С. 33-36.

Сведения об авторах:

Бойко Вероника Сергеевна – студент;

Копосов Павел Вячеславович – аспирант.

Научный руководитель:

Жуков Иван Алексеевич – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой машиностроения.