

УДК 621.01

Л.Т. Дворников, В.В. Гаряшин

КИНЕТОСТАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОГО ВОСЬМИЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА ШЕСТОГО КЛАССА С ПОСТУПАТЕЛЬНОЙ ПАРОЙ

На рис. 1 показана кинематическая схема трехщековой дробильной машины, включающей неподвижную щеку 9, основную 6 и промежуточную 5 подвижные щеки, соединенные в шарнир, приводной кривошип 1, трехпарное опорное звено 4, выполненное в виде третьей подвижной щеки. При этом, основная 6 и промежуточная 5 подвижные щеки дробильной машины, трехпарное опорное звено 4, поводки 7 и 3, а также трехшарнирный шатун 2 образуют между собой шестизвездный замкнутый изменяемый контур.

Задачей кинетостатического исследования является определение реакций во всех кинематических парах механизма, возникающих при движении механизма. Скорости и ускорения в дробильных машинах весьма малы, поэтому силами инерции, по крайней мере на первом этапе инженерных расчетов, можно пренебречь. В рамках данной статьи покажем, как определить реакции во всех кинематических парах механизма, возникающих под действием усилий дробления F_i и сил веса звеньев G_i .

Решить эту задачу можно в соответствии с [1], рассмотрев отдельно шестизвездную плоскую группу Ассура, образованную соединением звеньев 2, 3, 4, 5, 6 и 7 в замкнутый изменяемый контур.

Прежде всего, рассмотрим силы, действующие на звено 6 в его соединениях со звеньями 5 (шарнир E) и 7 (шарнир F). Составим для этих звеньев уравнения моментов относительно шарниров D и H и из них найдем тангенциальные со-

ставляющие реакций R_E^τ и R_F^τ в шарнирах E и F

$$\sum_{\text{звено}5} M(D) = 0, \Rightarrow R_E^\tau;$$

$$\sum_{\text{звено}7} M(H) = 0, \Rightarrow R_F^\tau.$$

Найдем на звене 6 точку пересечения перпендикуляров к тангенциальным составляющим реакций R_E^τ и R_F^τ , называемую точкой Ассура звена 6, и обозначим её как S_6 . Она замечательна тем, что через эту точку проходят направления нормальных составляющих реакций R_E^n и R_F^n , и они не дают относительно неё моментов. На этом основании из уравнения моментов сил относительно точки S_6 $\sum_{\text{звено}6} M(S_6) = 0$

при всех известных силах, приложенных к звену 6, может быть найдена тангенциальная составляющая реакции $R_{O_3}^\tau$ в шарнире O_3 . На этом этапе исследования найти полные реакции в шарнирах F , E и O_3 не представляется возможным.

Рассмотрим далее равновесие звена 2. Как и ранее, найдем тангенциальные составляющие реакции в шарнирах B и H из уравнений

$$\sum_{\text{звено}3} M(C) = 0, \Rightarrow R_B^\tau; \quad \sum_{\text{звено}7} M(F) = 0, \Rightarrow R_H^\tau.$$

У звена 2 точка Ассура S_2 находится на пере-

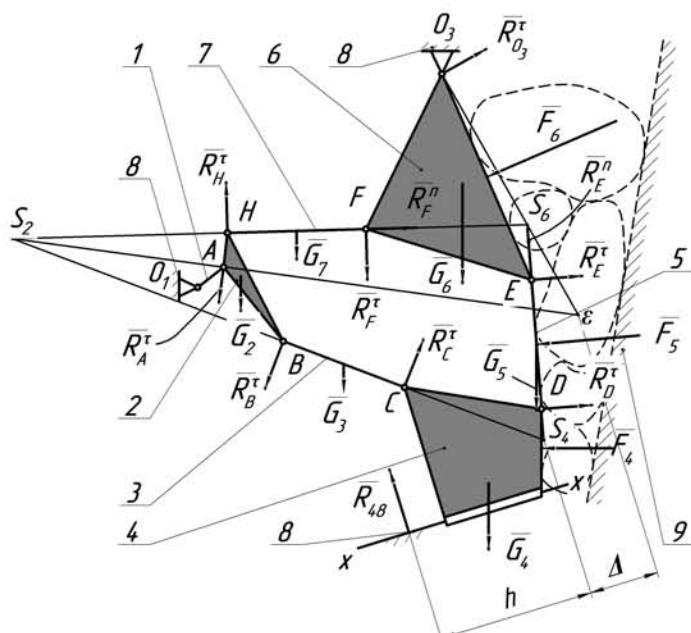


Рис. 1. Схема трехщековой дробильной машины

сечении перпендикуляров к реакциям R_B^τ и R_H^τ , т.е. на продолжении направлений звеньев 3 (BC) и 7 (HF). Из суммы моментов относительно точки S_2 для звена 2

$$\sum_{\text{звено}2} M(S_2) = 0, \Rightarrow R_A^\tau$$

становится возможным найти тангенциальную составляющую реакции R_A^τ в шарнире A .

Оставляя ненайденными нормальные составляющие реакций R_B^n , R_H^n и R_A^n , перейдем к рассмотрению трехпарного звена 4, одна из кинематических пар которого является поступательной. Из уравнений моментов сил, действующих на звенья 3 и 5 найдем тангенциальные составляющие реакций в шарнирах C и D

$$\sum_{\text{звено}3} M(B) = 0, \Rightarrow R_C^\tau; \quad \sum_{\text{звено}5} M(E) = 0, \Rightarrow R_D^\tau.$$

Так как третья пара звена 4 (соединяющая это звено со стойкой) является поступательной, воспользоваться приемом, использованным для звеньев 6 и 2, нельзя. В поступательной паре 4-8 известным является направление реакции R_{48} . Эта реакция перпендикулярна линии перемещения ползуна 4 относительно стойки, то есть линии xx' . Величина этой реакции и точка её приложения требуют определения каким-то иным способом. Сориентируем реакцию R_{48} относительно особых точек группы, в качестве таких выберем точку Ассура звена 4 – S_4 и ещё одну точку, которая находится на пересечении перпендикуляров к тангенциальным составляющим реакций в шарнирах O_3 и A . Эти перпендикуляры пройдут через точки Ассура S_6 и S_2 и пересекутся в точке ε .

Если рассмотреть всю шестизвенную группу $ABCDEO_3FH$, то эта система статически определима, как любая группа Ассура. Реакции в шарнирах B , C , D , E , F и H для группы являются внутренними силами и они в этих шарнирах взаимоуравновешиваются. На этом основании относительно точки ε можно составить уравнение моментов для группы звеньев 2-7 в виде

$$\sum_{2-7} M(\varepsilon) = 0, \text{ в которое войдут все внешние}$$

силы весов звеньев, усилия дробления а также

реакции в парах O_3 , 4-8 и A , т.е. $R_{O_3}^\tau$, R_{48} и R_A^τ .

Плечи реакций $R_{O_3}^\tau$ и R_A^τ известны – это отрезки εO_3 и εA , построенные в масштабе μ_i . Что касается реакции R_{48} , её плечо относительно ε складывается из двух участков – Δ и h , причем Δ также определяется из построения, а h – искомая величина.

Запишем последнее уравнение в виде

$$\sum F_i + \sum G_i + R_{O_3}^\tau \cdot l_{\varepsilon O_3} + \dots + R_A^\tau \cdot l_{\varepsilon A} + R_{48} \cdot (\Delta + h) = 0 \quad (1)$$

В этом уравнении две неизвестные – R_{48} и h , т.е. решить его нельзя. Воспользуемся ещё уравнением равновесия звена 4 относительно точки Ассура S_4 этого звена

$$\sum_{\text{звено}4} M(S_4) = 0.$$

В него войдут известные M_{G4} и M_{F4} , а также $M_{F48} \cdot h$, то есть.

$$M_{G4} + M_{F4} + M_{F48} \cdot h = 0. \quad (2)$$

Совместное решение уравнений (1) и (2) позволит найти как величину реакции R_{48} , так и расстояние h до точки ее приложения. После определения реакции R_{48} , методом планов сил по векторному уравнению

$$\sum_{\text{звено}4} \vec{F} = \vec{R}_C^\tau + \vec{R}_C^n + \vec{R}_{48} + \vec{G}_4 + \vec{F}_4 + \vec{R}_D^\tau + \vec{R}_D^n = 0$$

находятся полные реакции в шарнирах C и D

$$\vec{R}_C = \vec{R}_C^\tau + \vec{R}_C^n \text{ и } \vec{R}_D = \vec{R}_D^\tau + \vec{R}_D^n.$$

С учетом этих полных реакций из векторных уравнений сумм сил, действующих на звенья 3 и 5, находим полные реакции в шарнирах B и E , используя которые, можно из аналогичных уравнений для звеньев 6, 7 и 2 найти полные реакции в шарнирах O_3 , F , H и A . По известной реакции R_A из условия равновесия звена 1 становится можно найти реакцию в шарнире O_1 , а также уравновешивающий момент M_y , приложенный к звену 1, чтобы привести в движение весь механизм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дворников, Л.Т. Структура, кинематическое и силовое исследование плоских шарнирных групп Ассура: Монография / Л.Т. Дворников, С.П. Стариков. – СибГИУ. – Новокузнецк, 2010. – 198с.

□Авторы статьи:

Дворников
Леонид Трофимович,
докт.техн. наук, проф., зав. каф. тео-
рии механизмов и машин и основ
конструирования.(СибГИУ, г. Ново-
кузнецк).Email: tmmiok@yandex.ru

Гаряшин
Владимир Владимирович,
аспирант .(Сибирский гос.
индустримальный университет, г.
Новокузнецк).
Email: grsh@pochta.ru