

Рис. 2 - Кривошипно-ползунный механизм с трексом

При этом движение звена 1 передается непосредственно на звено 3, т.к. ось вращательной кинематической пары между звеньями 2 и 3 проходит через центр сферической пары звеньев 1 и 2, и поэтому геометрический размер звена 2 никак не влияет на относительное движение звеньев. Если рассмотреть подвижность звена 3 по отношению к звену 1, приняв его за неподвижное, то окажется, что  $W_{1-3} = 6n - 5p_5 - 3p_3 = 12 - 5 - 3 = 4$ , т.е. установка описанного трекса в кинематическую цепь соответствует установке четырехподвижной пары второго класса  $p_2$ .

На рисунке 2 показан кривошипно – ползунный механизм, в котором шатун 2 ползун 4 образуют трекс (рис. 1). Этот механизм по формуле (1) имеет подвижность  $W=1$ . Причём этот результат можно получить, сосчитав все звенья и пары –  $n=4, p_5=4, p_3=1, W=24-20-3=1$ , или принимая трекс за кинематическую пару  $p_2$ , тогда  $n=3, p_5=3, W=18-15-2=1$ .

Отметить, что проблема использования трексов в кинематических цепях ещё не получила должного развития.

Научный руководитель: Дворников Л.Т., д.т.н., профессор

**Список литературы**

1. Дворников Л.Т., Гудимова Л.Н., Большаков Н.С. Опыт исключения избыточных связей в шестизвенных плоских механизмах. Известие ВУЗов. Машиностроение, 2007, №5, с.29-38.
2. Дворников, Л.Т. К проблеме синтеза многоподвижных соединений звеньев механических систем/ Л.Т. Дворников// Материалы одиннадцатой научно-практической конференции по проблемам механики и машиностроения, Новокузнецк: СибГИУ.- 2001.- С. 9-21.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО БОЙКА УДАРНОЙ СИСТЕМЫ**

Молчанов В.В., Жуков И.А.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия, e-mail: prosto\_yiktor@mail.ru

В практике создания машин ударного действия, как правило, боек представляет собой сложное тело вращения, образующая боковой поверхности которого состоит из нескольких простых кривых, т.е. он является сложным многоступенчатым (рисунок 1).

$$y = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{f_i(x)}{2} \cdot \left( \frac{x_i - x}{|x_i - x|} - \frac{x_{i-1} - x}{|x_{i-1} - x|} \right) \right]$$

Такая модель бойка позволяет использовать формулу (1) для его аппроксимации и дальнейшего применения графоаналитического метода решения задачи определения ударного импульса посредством современных пакетов математических программ.

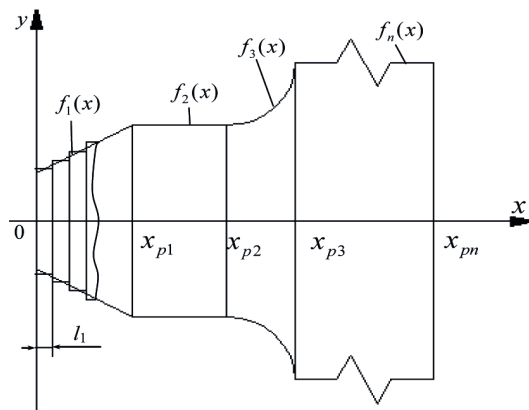


Рисунок 1 – Сложный боек

Решение задачи определения формы ударного импульса, генерируемого сложным бойком, осуществляется с применением графоаналитического метода положенного в основу компьютерной программы [1], в соответствии с которым боек сложной геометрической формы должен быть аппроксимирован ступенчатым цилиндрическим телом (рисунок 1, слева). Количество ступеней бойка выбирается максимально возможным с целью обеспечения наибольшей точности расчетов. Длины ступеней задаются одинаковыми, а диаметры определяются из условия равенства объемов исходного и ступенчатого бойков

$$d_i = 2 \sqrt{\frac{1}{l_1} \int_0^{x_{pn}} y^2 \cdot dx} \tag{1}$$

где  $l_1$  – длина одной цилиндрической ступени,  $x_{pn}$  – значение координаты  $x$  неударного торца бойка,  $y$  – функция, описывающая боковую поверхность бойка.

Применение формулы (1) возможно только в том случае, если математическая модель бойка задана таким образом, что функция изменения его поперечного сечения описывается одним выражением вида  $y=f(x)$ .

Такой ударник в общем случае моделируется несколькими функциями, область определения которых ограничена

$$y = \begin{cases} f_1 = f_1(x), & 0 \leq x \leq x_{p1}, \\ f_2 = f_2(x), & x_{p1} \leq x \leq x_{p2}, \\ f_n = f_n(x), & x_{p(n-1)} \leq x \leq x_{pn}, \end{cases}$$

где  $n$  – количество ступеней бойка,  $x_{pn}$  – координаты переходных сечений. На этом основании математическая модель многоступенчатого бойка может быть задана в виде

Научный руководитель: Дворников Л.Т., д.т.н., профессор

**Список литературы**

1. Жуков И.А. Анализ форм бойков ударных систем графоаналитическим методом / И.А. Жуков, Л.Т. Дворников // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2009. №1. – С. 15-19.

**ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА С ИЗМЕНЯЕМОМ ЗАКОНОМ ДВИЖЕНИЯ ТОЛКАТЕЛЯ**

Суджаян А.А.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия e-mail: aramzes@mail.ru

В работе [1] был описан новый четырехзвенный кулачковый механизм с изменяемым законом движения толкателя. В настоящей статье показывается метод его кинематического анализа. Механизм показан на рисунке 1-а. Движение механизма задается от кулачка 1. Скорости точек  $A_1$   $V_{A1} = \omega_1 \cdot l_{OA}$  и  $B_1$   $V_{B1} = \omega_1 \cdot l_{OB}$ , принадлежащих звену 1, перпендикулярны радиусам  $l_{OA}$  и  $l_{OB}$  соответственно и направлены в сторону вращения звена 1. Величины векторов этих скоростей показаны на плане скоростей (рисунок 2-б), как  $pa_1$  и  $pb_1$ .

Мгновенный центр поворота  $F_2$  звена 2 находится на пересечении перпендикуляров  $n_1n_1$  и  $n_2n_2$ , про-

веденных из точек  $A$  и  $B$  к касательным  $\tau_1\tau_1$  и  $\tau_2\tau_2$  к профилю кулачка. Скорость мгновенного центра  $F_2$  находится из решения системы уравнений

$$\begin{cases} \vec{V}_{F_2} = \vec{V}_{A_1} + \vec{V}_{F_2A_1}, \\ \vec{V}_{F_2} = \vec{V}_{B_1} + \vec{V}_{F_2B_1}, \end{cases}$$

где  $\vec{V}_{F_2A_1}$  и  $\vec{V}_{F_2B_1}$  - скорости точки  $F_2$  относительно точек  $A_1$  и  $B_1$  соответственно. Известными являются направления этих скоростей.

Скорость точки  $M_2$ , принадлежащей звену 2, теперь может быть определена по уравнениям

$$\begin{cases} \vec{V}_{M_2} = \vec{V}_{F_2} + \vec{V}_{M_2F_2}, \\ \vec{V}_{M_2} = \vec{V}_{M_3}. \end{cases}$$

Направление вектора  $\vec{V}_{M_3}$  известно, оно параллельно оси  $yy$ .

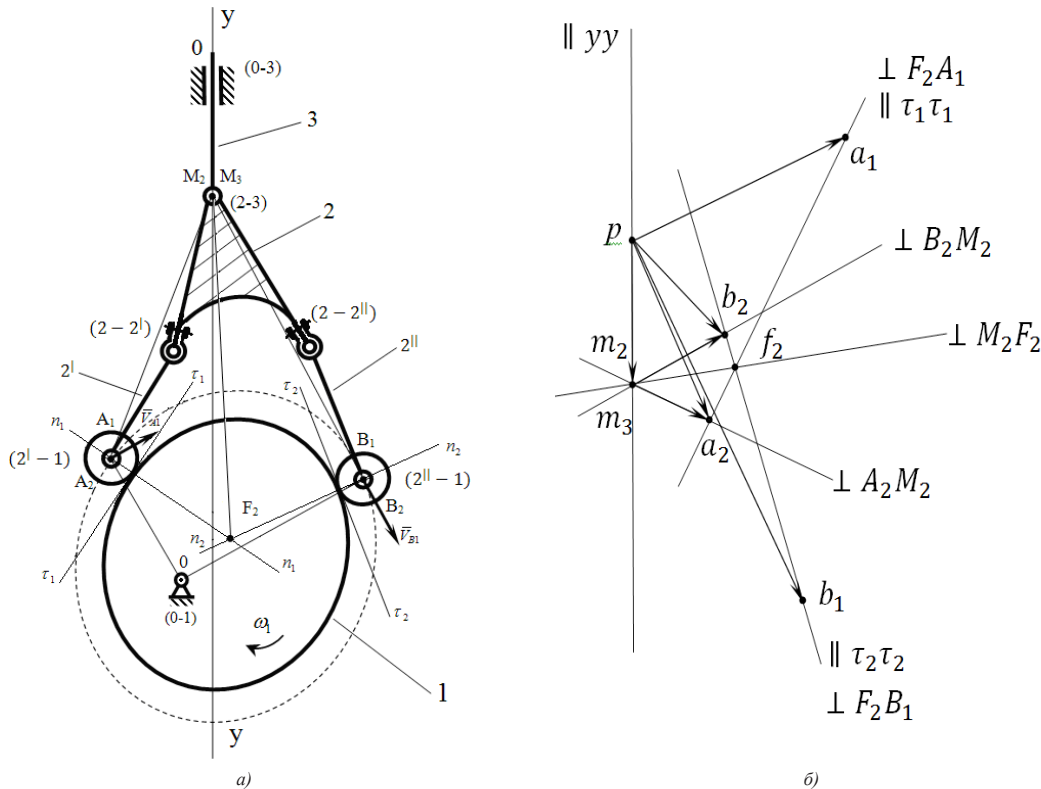


Рисунок 1 – Четырехзвенный кулачковый механизм с изменяемым законом движения толкателя и его план скоростей

Относительная скорость точки  $M_2$   $\vec{V}_{M_2F_2}$  перпендикулярна линии  $M_2F_2$ . Если из точки  $f_2$  на плане скоростей провести линию, перпендикулярную линии  $M_2F_2$ , то на пересечении ее с линией, параллельной  $yy$ , найдем точку  $m_2$  – конец вектора абсолютной скорости точки  $M_2$  равной вектору скорости  $M_3$ . Зная скорость точки  $M_2$ , можно найти скорости точек  $A_2$  и  $B_2$ , принадлежащих звену 2, по уравнениям

$$\begin{cases} \vec{V}_{A_2} = \vec{V}_{M_2} + \vec{V}_{A_2M_2}, \\ \vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{M_2} + \vec{V}_{B_2M_2}, \\ \vec{V}_{A_2} = \vec{V}_{A_1} + \vec{V}_{A_2A_1}, \\ \vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{B_1} + \vec{V}_{B_2B_1}. \end{cases}$$

Относительные скорости точек  $A_2$   $\vec{V}_{A_2M_2}$ ,  $B_2$   $\vec{V}_{B_2M_2}$  перпендикулярны отрезкам  $A_2M_2$  и  $B_2M_2$  соответственно. Вектор  $\vec{V}_{A_2A_1}$  направлен параллельно прямой  $\tau_1\tau_1$ , а вектор  $\vec{V}_{B_2B_1}$  параллелен прямой  $\tau_2\tau_2$ . Закон движения толкателя 3 может быть изменен использованием клеммовых соединений  $(2-2^I)$  и  $(2-2^{II})$  позволяющих отклонять звенья  $2^I$  и  $2^{II}$  относительно звена 2.

Научный руководитель: Дворников Л.Т., д.т.н., профессор

**Список литературы**

1. Заявка №2013105985. Четырехзвенный кулачковый механизм / Дворников Л.Т., Ермолаева Н.Ю., Суджаян А.А.– приоритет от 12.02.2013.