Перейдем к механизму с кулачком 1, имеющим участков взвода с равной величиной взвода на каждом из них, то есть $h_1 = h_2 = ... h_n = h_i < h$ и упругим элементом 4, имеющим те же самые параметры, что и в механизме с одним участком взвода рассмотренным до этого. Развертка кулачка по среднему радиусу $R_{ср}$ для этого механизма представлена на рис. 3. Энергия, накапливаемая упругим элементом на каждом из участков взвода равна

$$E_i = \frac{c \cdot h_i^2}{2}.$$

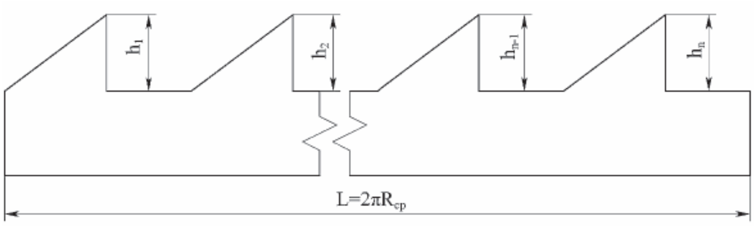

Рис. 3. Развертка кулачка для механизма с участками взвода

Определим величину взвода h_i на каждом из n участков взвода, при условии, что суммарная энергия, передаваемая за один оборот кулачка на инструмент механизмом с n участками взвода, равна энергии E, которая передается на инструмент за тот же период времени механизмом с $n = 1$, рассмотренным ранее, и рассчитывается по формуле (1), то есть

$$E_\Sigma = E_1 + E_2 + ... + E_n = \sum_{i=1}^{n} E_i = E.$$

Так как величины взводов на каждом из n участков взвода равны, то энергия E будет равномерно распределена по участкам взвода и

$$E_1 = E_2 = ... = E_n = E_i = \frac{E}{n}.$$

Из последнего равенства следует, что $\frac{E}{n} = \frac{c \cdot h_i^2}{2}$, подставив в это выражение формулу (1) и проведя сокращения, получим, что величина взвода на каждом из n участков равна $h_i = \frac{h}{\sqrt{n}}$.

Тогда суммарная величина взвода может быть найдена как:

$$h_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} h_i = \frac{n \cdot h}{\sqrt{n}} = \sqrt{n} \cdot h. \qquad (2)$$

Из формулы (2) следует, что так как $\sqrt{n} \cdot h > h$, то суммарная величина взвода рассматриваемого механизма, равная сумме величин взводов на каждом из n участков будет больше, чем величина взвода у механизма, имеющего кулачок с одним участком взвода при условии, что суммарные энергии, передаваемые этими механизмами на инструмент, равны и прочих равных условиях.

Список литературы

1. Нагибин А.В. Обоснование схемы многоударного кулачкового механизма / А.В. Нагибин, Л.Т. Дворников // Международный журнал экспериментального образования. – 2010. – №8. – С. 154-155.

ЗАДАЧА О ПОИСКЕ СТРУКТУР ПЛОСКИХ КУЛАЧКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ С ЧИСЛОМ ВЫСШИХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР БОЛЕЕ ОДНОЙ

Ермолаева Н.Ю., Суджаян А.А.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, e-mail: natalia.er@yandex.ru

Плоские кулачковые механизмы, содержащие в своем составе двухподвижные высшие (точечные) кинематические пары p_4, описываются развернутой формулой Чебышева П.Л.

$$W = 3n - 2p_5 - p_4. \qquad (1)$$

Зададимся условием, что кулачок соприкасается со звеньями, передающими движение на толкатель, через $p_4 > 1$. Если задать подвижность механизма $W = 1$, то число кинематических пар p_5 можно определить из (1) через число звеньев n и число пар p_4 по зависимости

$$p_5 = \frac{3n - (p_4 + 1)}{2}. \qquad (2)$$

Если $p_4 = 2$, то $p_5 = \frac{3}{2}(n-1)$. Минимальное число подвижных звеньев при этом $n = 3$ и $p_5 = 3$. Универсальная структурная система [1] при $\tau = 3$ принимает вид

$$\begin{cases} p_4 + p_5 = 3 + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_2 + n_1, \end{cases}$$

откуда при значениях $n = 3$, $p_4 = 2$ и $p_5 = 3$ следует, что $n_2 = 0$, $n_1 = 2$. Схема кулачкового механизма с параметрами $\tau = 3$, $n = 3$, $p_4 = 2$, $p_5 = 3$, $n_2 = 0$, $n_1 = 2$ приведена на рис. 1.

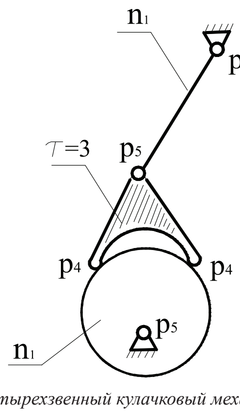

Рис. 1. Четырехзвенный кулачковый механизм (τ = 3)

Если принять $p_4 = 3$, то в соответствии с уравнением (2) получим $p_5 = \frac{3n-4}{2}$, откуда при числе звеньев $n = 4$ получим $p_5 = 4$. Универсальная структурная система при $\tau = 4$ принимает вид

$$\begin{cases} p_4 + p_5 = 4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_3 + n_2 + n_1, \end{cases}$$

откуда при значениях $n = 4$, $p_4 = 3$, $p_5 = 4$ следует, что $n_3 = 0$, $n_2 = 0$, $n_1 = 3$. Схема кулачкового механизма с параметрами $\tau = 4$, $n = 4$, $p_4 = 3$, $p_5 = 4$, $n_3 = 0$, $n_2 = 0$, $n_1 = 3$ представлена на рис. 2.

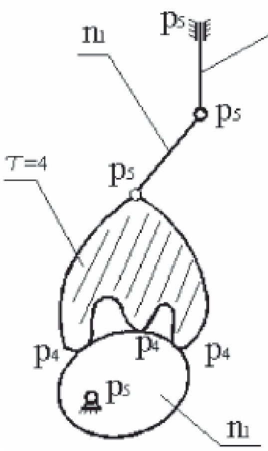

Рис. 2. Пятизвенный кулачковый механизм (τ = 4)

Таким образом, задаваясь различным числом высших кинематических пар $p_4 > 1$, по формуле (2) находя соответствующие значения n и p_5, можно упорядоченно находить структурные схемы кулачковых механизмов с различной сложностью базисного звена τ.

Список литературы

1. Дворников Л.Т. Основания к методам установления групп Ассура и исключение избыточных связей в них // Материалы второй научно-практической конференции по секции машиностроения и горных машин. – Новокузнецк, 1991. – С. 3-10.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОРРЕКЦИИ ПОДВИЖНОСТИ ПЛОСКОЙ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Ковалева М.П.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, e-mail: alexey-nvkz@mail.ru

При анализе подвижности плоских шарнирных цепей используют зависимость (формулу Чебышева)

$$W = 3n - 2p_5, \tag{1}$$

где W – подвижность цепи; n – число подвижных звеньев; p_5 – число кинематических пар пятого класса.

Если полученный результат вполне удовлетворяет исследователя, т.е. подвижность цепи оказывается требуемой, то на этом задача оказывается решенной. Однако, по формуле (1) возможно получить результат неудовлетворяющий условиям поставленной задачи. В этом случае необходимо провести коррекцию (исправление) самой кинематической цепи.

Пусть ΔW будет означать величину подвижности, на которую следует изменить основную подвижность W. Изменение подвижности станет возможным, если изменить число звеньев n на n_k число кинематических пар p_5 на p_{5k}, тогда формула (1) примет вид

$$W + \Delta W = 3(n \pm n_k) - 2(p_5 \pm p_{5k}). \tag{2}$$

Решим это уравнение относительно p_{5k} при задаваемом – n_k

$$p_{5k} = \frac{3(n \pm n_k) - (W \pm \Delta W)}{2} \mp p_5. \tag{3}$$

Полученная зависимость дает возможность корректировать плоские кинематические цепи любой сложности.

В качестве примера рассмотрим широко известный параллелограмм Уатта рис. 1. Паровая машина, известная под названием полный параллелограмм Уатта, была запатентована им в 1784 и с 1836 г. использовалась в технике [1]. Кинематическая схема параллелограмма приведена на рис. 1. В процессе эксплуатации было замечено, что шток поршня паровой машины Уатта изнашивается настолько быстро и часто, что фактически сама машина оказывается сомнительна по конструкции, на что первым обратил внимание Чебышев П.Л. [2]. Найдем подвижность параллелограмма Уатта по формуле (1).

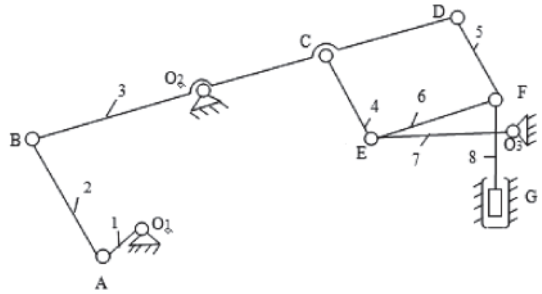

Рис. 1. Кинематическая схема параллелограмма Уатта

При числе звеньев, равном $n = 8$, и числе кинематических пар пятого класса $p_5 = 12$, подвижность всего механизма оказывается равной нулю ($W = 0$).

Чтобы довести подвижность до $W = 1$, надо увеличить ее на $\Delta W = 1$. Этого можно достичь введением дополнительного (корректирующего) звена. Задавая $n_k = 1$, по формуле (3) найдем удовлетворяющее число дополнительных кинематических пар пятого класса $p_{5k} = 1$, то есть потребно введение кроме одного звена одной дополнительной кинематической пары p_5.

Далее становится важным вопрос, где именно должны быть введены n_k и p_{5k}. Разобьем механизм на части между его выходами. Цепь от O_1 к O_2 вполне работоспособна, также работоспособна цепь от O_2 к O_3 через звенья CE и EO_3. Оставшаяся цепь EFDG имеет подвижность, равную –1, именно в эту цепь следует ввести дополнительное звено и дополнительную пару, при этом механизм становится работоспособным.

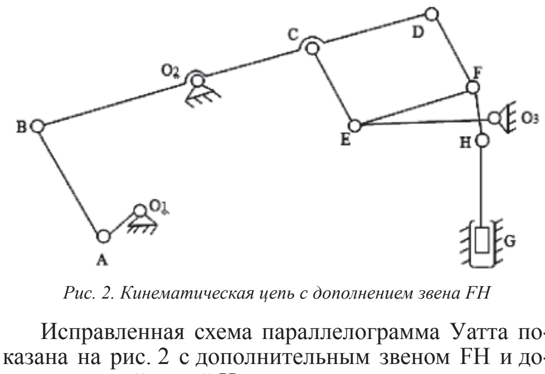

Рис. 2. Кинематическая цепь с дополнением звена FH

Исправленная схема параллелограмма Уатта показана на рис. 2 с дополнительным звеном FH и дополнительной парой H.

Список литературы

1. Конфедератов И.Я. Джемс Уатт-изобретатель паровой машины. – М.: Изд-во «Наука», 1969. с. 162-182.

2. Чебышев П.Л. «О параллелограммах». Полное собрание сочинений П.Л. Чебышева, том IV. Теория механизмов. Издательство АН СССР, Москва-Ленинград, 1948. с. 51-53.