УДК 621.01

Д.П. ДРЯГИН

Сумской государственный университет, Украина

ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ИХ КОНТУРОЗВЕННОСТИ

Определены совокупности множественно-топологических характеристик закономерных контуров-звеньев кинематических цепей. Рассмотрены примеры контурозвенного анализа консервативных цепей с учетом явлений аннигиляции (превращения) в цепях.

кинематическая цепь, контурозвенный анализ консервативных цепей, аннигиляция в цепях

Введение

Кинематические цепи являются абстрактно-структурным отображением реальных механизмов и машин. Надежность, работоспособность и долговечность этих объектов в значительной мере зависит от структурного качества отображающих цепей, поэтому для перехода к функциональному анализу необходимы структурно-топологические характеристики цепей. В данной работе задача решается с точки зрения существования закономерной контурозвенности.

Обзор публикаций и анализ нерешенных проблем. Закономерная контурозвенность впервые отражена в работе [1]. Она позволяет выработать новые критерии существования кинематических цепей, учитывающих их неодносемейственность и контурозвенную неоднородность, а также разработать новую теорию групп.

Цель исследования заключается в нахождении сочетаний топологических закономерных контурозвенных компонент для нуль, моно-, диконтуров, а также в определении на их основе видов аннигиляции (превращения) в кинематических цепях.

Результаты исследования

Деление кинематических цепей на три вида закономерных топологических компонент: нуль, моно-, диконтуров [1], является основанием для того, чтобы определять свойства и характеристики цепей как контурозвенных структур.

Условное изображение закономерных контуров-звеньев, удобное для изучения их свойств и определения множественно-топологических характеристик, представлено на рис. 1.

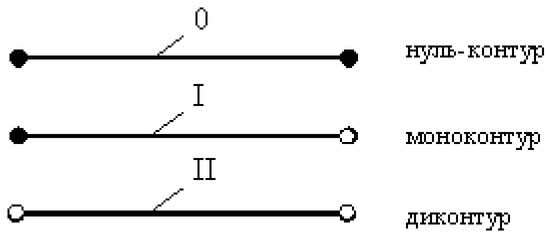


Рис. 1. Закономерные контуры-звенья

Контрастные точки (рис. 1) указывают места присоединения свободных элементов кинематических пар (СЭКП), а кружки небольшого диаметра (~ 2 мм) – постоянные или переменные кинематические пары[1)], каждая из которых содержит по свободному геометрическому элементу, представляющему собой или точку, или линию, или поверхность. Анализ формул закона строения механизмов показал, что для выявления множественно-топологических характеристик закономерных контуров-звеньев достаточно использовать две форму-

[1)] С точки зрения контурозвенного топологического подхода к исследованию цепей, постоянные и переменные пары составляют единое множество, поэтому могут изображаться условно одинаково.

лы закона [1]:

$$\begin{cases} n_I = 2n - p_\Sigma; \\ n_{II} = p_\Sigma - n, \end{cases} \tag{1}$$

где n_I и n_{II} – соответственно множества моноконтуров и диконтуров; n – множество звеньев цепи, подвергаемое моноконтурно-диконтурному делению; p_Σ – множество кинематических пар.

Воспользуемся формулами (1) для определения множественно-топологических характеристик нуль, моно-, диконтуров.

Нуль-контур характеризуется тем, что для него $n = 1$, а $p_\Sigma = 0$. Следовательно, характеристики нуль-контура определятся так:

$$\begin{aligned} n_I &= 2n - p_\Sigma = 2 \cdot 1 - 0 = 2 = 1 + 1; \\ n_{II} &= p_\Sigma - n = 0 - 1 = -1 \end{aligned} \tag{2}$$

$$n_0 = 1$$

Итак, совокупность характеристик нуль-контура можно представить в следующей форме:

$$\begin{cases} n_I = 1 + 1; \\ n_{II} = -1; \\ n_0 = 1. \end{cases} \tag{3}$$

Полученные характеристики (3) позволяют определять наличие нуль-контура, находящегося в той или иной цепи, неявно.

Проанализируем два вида незамкнутых консервативных цепей (рис. 2), которые можно назвать структурными узлами.

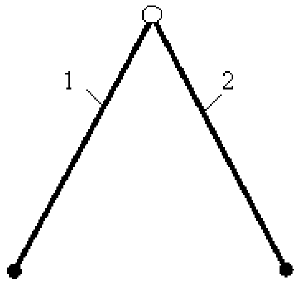
По варианту а (рис. 2) цепь содержит два звена и одну кинематическую пару, следовательно, для этой цепи получим:

$$\begin{aligned} n_I &= 2n - p_\Sigma = 2 \cdot 2 - 1 = 3 = 1 + 1 + 1; \\ n_{II} &= p_\Sigma - n = 1 - 2 = -1. \end{aligned} \tag{4}$$

$$n_0 = 1$$

Решение (4) подтверждает, что цепь по рис. 2, а делится на нуль-контур и моноконтур.

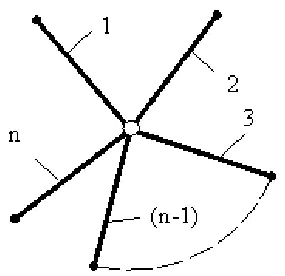
Аннигиляция в этой цепи заключается в том, что нуль-контуром может быть как звено 1, так и звено 2. Тогда моноконтуром будет вначале звено 2, а затем звено 1.



$n = 2,\ p_\Sigma = 1$

а

а



$n,\ p_\Sigma = n - 1$

б

Рис. 2. Структурные узлы

Рассмотрим структурное решение по рис. 2, б:

$$\begin{aligned} n_I &= 2n - p_\Sigma = 2n - (n - 1) = \\ &= 1 + n = (n - 1) + 1 + 1 \\ n_{II} &= p_\Sigma - n = (n - 1) - n = -1 \end{aligned} \tag{5}$$

$$n_0 = 1$$

т.е. узел по рис. 2, б содержит нуль-контур и $(n-1)$ моноконтуров. Множество вариантов аннигиляции в этом случае равно множеству n звеньев структурного узла.

Формулы (1) дают возможность определить также и совокупности топологических характеристик соответственно:

моноконтура:

$$\begin{cases} n_I = 1; \\ n_{II} = 0; \\ n_0 = 0, \end{cases} \tag{6}$$

а также диконтура:

$$\begin{cases} n_I = 0; \\ n_{II} = 1; \\ n_0 = 0. \end{cases} \qquad (7)$$

Взаимопревращение цепных закономерных контуров-звеньев назовем аннигиляцией первого вида.

В кинематических цепях возможно существование также и аннигиляции второго вида, при которой наблюдается, в соответствии с законом контурозвенности (1), необратимое превращение.

На рис. 3 изображено получение кинематической цепи путем топологического сложения нуль-контура и диконтура (графический вариант):

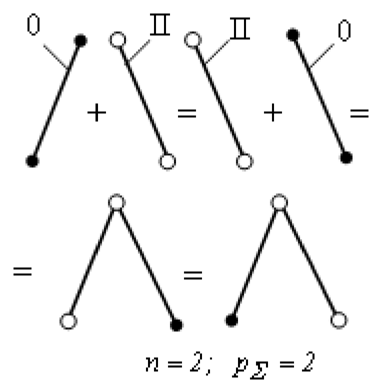


Рис. 3. Сложение нуль-контура с диконтуром

Символическая запись указывает на то, что в данном случае сложение подчинено переместительному закону (commutative Law):

$$0 + II = II + 0 .$$

Применим для анализа полученной цепи формулы закона контурозвенности:

$$\begin{cases} n_I = 2n - p_\Sigma = 2 \cdot 2 - 2 = 2; \\ n_0 = p_\Sigma - n = 2 - 2 = 0. \end{cases} \qquad (8)$$

Решение (8) подтверждает, что цепь, полученная путем сложения нуль-контура с диконтуром (рис. 3), по закону контурозвенности делится на два моноконтура.

Но совершенно очевидно, что

$$0 + II \neq I + I . \qquad (9)$$

Таким образом, действительно, аннигиляция второго вида обладает закономерным свойством необратимости, приводящим к результату (9).

Деление рассмотренной цепи по условию $n_0 = 1,\ n_{II} = 1$ также не противоречит закону строения механизмов [1], но в этом случае для анализа должны использоваться все три формулы закона, совокупное решение по которым укажет на то, что в цепи $n_I = 0$.

Выводы

1. Определение множественно-топологических закономерных характеристик кинематических цепей обусловлено их делением на нуль, моно-, диконтуры.

2. Соотношения (3), (6) и (7) позволяют оценивать аналитически существование закономерных структурных компонент: нуль, моно-, диконтуров, в том числе находящихся в кинематических цепях в неявной форме.

3. Аннигиляция закономерных контуров-звеньев в кинематических цепях является их всеобщим свойством, предопределяемым существованием закона контурозвенности [1].

Литература

1. Дрягин Д.П. Закон строения механизмов // Вісник Сумського державного університету. – 1999. – № 2 (13). – С. 79 – 80.

Поступила в редакцию 12.10.2005

Рецензент: канд. техн. наук, доц. В.Г. Неня, Сумской государственный университет.