УДК 621.01

ОСНОВЫ ТЕОРИИ АННИГИЛЯЦИИ ГРУППОВЫХ И АВТОДИКОНТУРНЫХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Д.П. Дрягин
Сумский государственный университет

Рассмотрены теоретические основы взаимопревращения (аннигиляции) кинематических цепей с точки зрения существования закономерной контурозвенности структурных групп. Дано новое определение группы.

Показано, что теоретической основой аннигиляции групповых цепей является понятие об единичном принуждении управления движением.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование структуры механизмов, машин и создаваемых на их основе агрегатов всегда подчиняется отысканию структурных групп – незамкнутых кинематических цепей, отвечающих условиям кинематической и статической определимости [1].

Групповые цепи, как правило, рациональны и могут служить основой для оптимизации их структуры.

В исключительных случаях возможно непосредственное достижение оптимальности кинематической цепи, если она составлена только из пентад или сокращенных эквипентадных цепей [2], отвечающих соблюдению условия двух нулей: $q_{гр} = W_{гр} = 0$,

где $q_{гр}$ - избыточная связность группы;

$W_{гр}$ - подвижность группы.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Группой будем называть линейную кинематическую цепь с одноподвижными парами, которая содержит две крайние (концевые) пары со свободными элементами, а звенья являются неизменяемыми телами.

В работе [2] выявлено существование закономерной контурозвенности, на основании которой разработана новая теория групп, в результате установлено деление групп на три вида:

1 – гипогруппы – диады, триады, тетрады;

2 – нормогруппы – пентады;

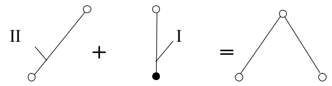
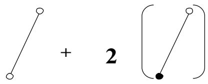
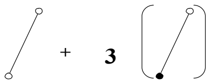
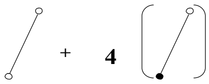
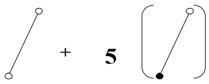
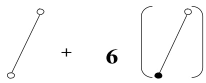
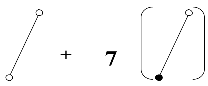
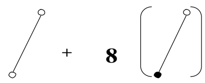
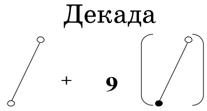
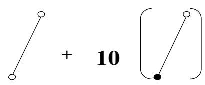
3 – гипергруппы – гексады, гептады, октады, энады, декады, гендекады.

В отдельно взятой группе всегда содержится один диконтур как звено, содержащее две одноподвижные пары, а множество моноконтуров (звеньев, содержащих по одной паре) изменяется от одного в диаде до десяти в гендекаде (табл.1).

Табл. 1 содержит полный охват возможных разновидностей групп, именно этим новая классификация выгодно отличается от классификаций групп по Ассуру, Артболевскому, Кожевникову и других авторов [1, 2], предполагающих бесконечное множество видов и классов групп.

По новой классификации все разновидности групп от диады до гендекады – второго класса, т.к. в этих группах высший контур, диконтур, – второго класса (звено, содержащее две кинематические пары).

Таблица 1 – Структурные группы

	Наименование, условные изображения и функциональные свойства групп	Общая связность S_0
Гипогруппы	Диада  $q = 3,\ W = 0$	3
	Триада  $q = 2;\ W = 0$	2
	Тетрада  $q = 1;\ W = 0$	1
Нормо-группа	Пентада  $q = 0;\ W = 0$	0
Гипергруппы	Гексада  $q = 0;\ W = 1$	0
	Гептада  $q = 0;\ W = 2$	
	Октада  $q = 0;\ W = 3$	
	Энада  $q = 0;\ W = 4$	
	Декада  $q = 0;\ W = 5$	
	Гендекада  $q = 0;\ W = 6$	

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Моноконтурно-диконтурный состав всех групп (табл. 1) подтверждает их контурозвенное единство, что позволяет рассмотреть их функциональные характеристики $q_{гр}$ и $W_{гр}$ с точки зрения существования однородных групповых кинематических цепей.

Рассмотрение поставленной задачи начнем с существования однородной гендекадной цепи, множественно-топологические параметры которой в обобщенной форме могут быть представлены следующим образом.

Одноконтурная гендекадная цепь, два крайних свободных элемента пар которой замкнуты на стойке, содержит одиннадцать звеньев, т.е. *n=11*, и двенадцать одноподвижных кинематических пар, p_1*=12*.

В этом случае число моноконтуров и диконтуров будет равно [2]:

$$\left.\begin{aligned} n_I &= 2n - p_1 = 2\cdot 11 - 12 = 10, \\ n_{II} &= p_1 - n = 12 - 11 = 1. \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Избыточная связность такой цепи определится по выражению [2]:

$$q = c + z - 6(n_I + n_{II}) = 5\cdot 12 + z - 6(10+1) = z - 6. \qquad (2)$$

В решении (2) c – суммарное число условий связей (принуждений) в парах группы как консервативной цепи, а Z – число единичных принуждений управления движением с помощью пар 5т, придающее цепи группы свойство неконсервативности.

Рассмотрим решение (2) на уровне соблюдения условия оптимальности: $q = 0$. В этом случае $z = 6$ и $W = 6$ [3].

Для такой цепи общие условия связей отсутствуют, поэтому $S_0 = 0$ [4].

Пусть нами составлена с применением метода Асура («наслоения групп») гендекадная кольцевая цепь [2], содержащая k замкнутых пристоечных контуров. В этом случае множество моноконтуров цепи $n_I = 10k$, а множество диконтуров $n_{II} = k$.

Для выявления возможных аннигиляций (превращений) гендекадной цепи зададим значения $0 \le z \le 10k$.

При $z = 0$ имеем собственно гендекадную цепь с отрицательной избыточной связностью $q = -6k$ и подвижностью $W = 6k$. Такая цепь не имеет общих ограничений в движении звеньев, поэтому для нее $S_0 = 0$.

Примем $z = k$, $n_I = 9k$ и $n_{II} = k$. В этом случае получаем: $q = -5k,\ \ W = 5k,\ \ S_0 = 0,$ что полностью соответствует значениям характеристик декадной цепи.

Далее, если для гендекадной цепи принять $z = 2k$, или для декадной цепи принять $z = k$, то получим энадную цепь, если $z = 3k$ - получается октадная цепь и т.д.

Результаты превращений групповых цепей с учетом получения их тополого-функциональных характеристик представлены в табл. 2.

Если принять для гендекадной цепи $z = n_I = 10k$, что равносильно принятию $z = k$ для диадной цепи, то получим существование автодиконтурной плоской цепи четвертого семейства ($S_0 = 4$) с одноподвижными поступательными парами (предпоследняя строка в табл. 2). Для такой цепи $q = 4k$ и $W = 0$.

Автодиконтурная осевая цепь получается из автодиконтурной плоской как следствие эволюции последней за счет принятия для нее $z = k$, но при этом автодиконтурная осевая цепь становится подвижной: $W = k$ [3] (последняя строка в табл. 2).

Избыточная связность такой цепи $q = 5k$.

Таблица 2 – Тополого-функциональные характеристики групповых и автодиконтурных кинематических цепей

Вид цепи	n	p_1	n_I	n_{II}	q	W (Z=0)	S_0
Гендекадная	$11k$	$12k$	$10k$	k	Z-$6k$	$6k$	0
Декадная	$10k$	$11k$	$9k$	k	Z-$5k$	$5k$	
Энадная	$9k$	$10k$	$8k$	k	Z-$4k$	$4k$	
Октадная	$8k$	$9k$	$7k$	k	Z-$3k$	$3k$	
Гептадная	$7k$	$8k$	$6k$	k	Z-$2k$	$2k$	
Гексадная	$6k$	$7k$	$5k$	k	Z-k	k	
Пентадная	$5k$	$6k$	$4k$	k	Z	0	
Тетрадная	$4k$	$5k$	$3k$	k	Z+k	0	1
Триадная	$3k$	$4k$	$2k$	k	Z+$2k$	0	2
Диадная	$2k$	$3k$	k	k	Z+$3k$	0	3
Автодиконтурная плоская	k	$2k$	0	k	$4k$	0	4
Автодиконтурная осевая	k	$2k$	0	k	$5k$ (Z=k)	k (Z=k)	5

ВЫВОДЫ

1 Множество групповых кинематических цепей с точки зрения существования закономерной контурозвенности строго ограничено десятью видами: диадные, триадные, тетрадные, пентадные, гексадные, гептадные, октадные, энадные, декадные и гендекадные.

2 Тополого-функциональные характеристики групповых цепей обладают контурозвенным моноконтурно-диконтурным единством и всеобщим свойством взаимных превращений (аннигиляции) при условии варьирования множеством единичных принуждений управления движением в пределах $0 \le z \le 9k$.

3 При значениях $n_I = 0, n_{II} > 0$ и $z = 10k$ гендекадная цепь превращается в плоскую клиновую негрупповую первого вида автодиконтурную цепь.

4 При значениях $n_I = 0, n_{II} > 0$ и $z = 11k$ гендекадная цепь превращается в осевую негрупповую второго вида автодиконтурную цепь.

SUMMARY

FUNDAMENTALS OF ANNIHILATION THEORY OF GROUP AND AUTODICIRCUIT KINEMATIC CHAINS

***Dryagin D.P.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
Sumy State University

Theory fundamentals of interconversion (annihilation) of kinematic chains from the point of view of existing regular contour linking of structural groups are under discussion. New definition of the group is given there.
The article reveals that theoretical basis of annihilation of group chains is a concept of a single constraint of motion control.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кожевников С.Н. Основания структурного синтеза механизмов. – Киев: Наукова думка, 1979. – 231 с.
2. Дрягин Д.П. Контурозвенность кинематических цепей. – Сумы: Изд-во СумДУ, 2005. – 260 с.
3. Дрягин Д.П. О влиянии единичных принуждений на изменяемость и структуру кинематических цепей // Вісник Сумського державного університету. – 2005. – № 12. – С.181-186.
4. Дрягин Д.П. Контурозвенный синтез структурных групп // Научно-технический журнал НАУ-ХАИ. – 2006. - № 3(29). – С. 43-47.

Дрягин Д.П., канд. техн. наук, доцент

Поступила в редакцию 21 марта 2008 г.