

СТРУКТУРНОЕ КАЧЕСТВО КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

*Д.П. Дрягин**Сумский государственный университет*

В статье впервые ставится вопрос о необходимости определения взаимосвязи практического конструирования механизмов и машин со структурным качеством кинематических цепей. Предложена зависимость точности изготовления и сборки от коэффициента структурного качества.

ВВЕДЕНИЕ

Кинематические цепи являются абстрактно-теоретическим отображением реально существующих механизмов, машин и агрегатов.

Практическое конструирование механизмов и машин, как правило, основывается на существовании некоторых аналогов и прототипов, зарекомендовавших себя с положительной стороны как с точки зрения возможностей технологии, так и работоспособности и надежности.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Новый закономерный контурозвенный подход к вопросам конструирования [1,2] позволяет дополнительно оценивать существующие прототипы и аналоги с точки зрения их структурного качества [3].

Структурное качество той или иной кинематической цепи оценивается с помощью коэффициента структурного качества:

$$\alpha_c = \left(1 - \frac{q}{p_\Sigma}\right), \quad (1)$$

где q - избыточная связность кинематической цепи;

p_Σ - множество кинематических пар цепи.

Из (1) заключаем, что стопроцентное структурное качество, соответствующее нулевой избыточной связности и значению $\alpha_c = 1$, весьма желательно.

В этом случае удается достигнуть эффекта структурной «самоустанавливаемости», которая позволяет «простыми конструктивными мерами и без дополнительных затрат добиться... значительного улучшения» механизмов и машин [4].

В работе [5] утверждается, что «механизмы с лишними¹ связями подвержены усиленному износу», с чем в общем случае можно согласиться, если не учитывать точность изготовления и сборки и сохранения этой точности в условиях реальной эксплуатации и при наличии динамических нагрузок.

Абсолютизировать утверждения авторов работ [4,5] нельзя потому, что на практике существует множество механизмов и машин со значениями $\alpha_c \% \ll 100\%$, которые надежно работают и по ним не ставится вопрос об устранении избыточных связей. К таким машинам относятся, например, многопоршневые ДВС и компрессоры.

В ДВС и компрессорах избыточные (повторяющиеся) связи не проявляют своего агрессивного, разрушающего действия благодаря высоким степеням точности и жесткости изготовления и сборки.

¹ Т.е. избыточными.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе [3] отмечено, что структурное качество α_c для отдельно взятого замкнутого контура кинематической цепи зависит от степени общей связности S_0 , которая может принимать положительные целочисленные значения от 0 до 5 включительно.

Избыточная связность q контура однородной цепи равна его общей связности S_0 [3].

На рис. 1 изображен график, показывающий зависимость коэффициента α_c от значения степени общей связности S_0 для всех возможных шести семейств групповых и автодисконтурных цепей.

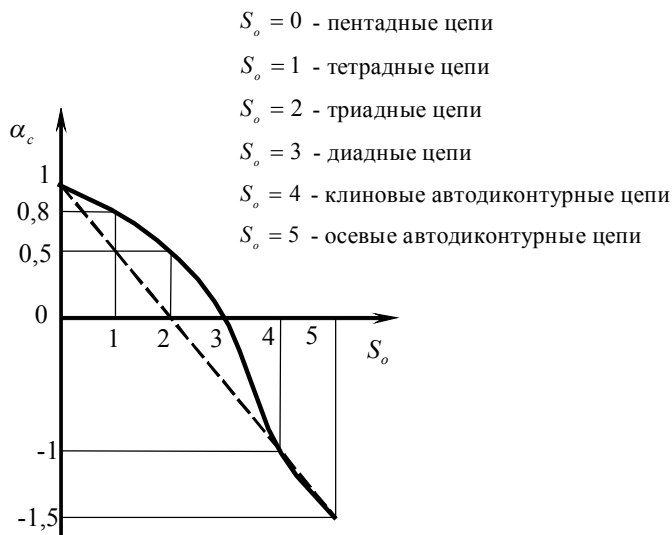


Рисунок 1 - Значение коэффициента структурного качества α_c для групповых и автодисконтурных кинематических цепей

График получен на основании формулы (1) при соотношениях функционально-структурных параметров для отдельно взятых замкнутых контуров, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

S_0	0	1	2	3	4	5
$q_{\text{конт}}$	0	1	2	3	4	5
$p_{\Sigma} = p_1$	6	5	4	3	2	2
α_c	1	0,8	0,5	0	-1	-1,5

В табл. 1: $q_{\text{конт}}$ - избыточная связность замкнутого контура;

$p_{\Sigma} = p_1$ - число неподвижных кинематических пар соответственно для контуров: пентадного ($S_0 = 0, p_1 = 6$), тетрадного ($S_0 = 1, p_1 = 5$), триадного ($S_0 = 2, p_1 = 4$), диадного ($S_0 = 3, p_1 = 3$), плоского клинового автодисконтурного ($S_0 = 4, p_1 = 2$), осевого автодисконтурного ($S_0 = 5, p_1 = 2$).

Из графика 1 видим, что кинематические цепи нормального ряда [3] имеют значения структурного качества в пределах $-1,5 \leq \alpha_c \leq 1$.

В кинематических цепях с замкнутыми контурами геометрические оси всех кинематических пар взаимно сопряжены, что накладывает

определенные требования на точность пространственной координации этих осей, оцениваемую, например, в квалитетах [6].

В табл. 2 показаны рекомендуемые значения квалитетов, отвечающих заданным значениям коэффициента α_c .

Таблица 2 – Зависимость точности координирования осей кинематических пар в квалитетах от коэффициента структурного качества α_c

α_c	-1,5	-1,0	0	0,5	0,8	1
Квалитеты	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	10-14

Точность координирования осей кинематических пар, определяемая коэффициентом α_c , не связана с точностью изготовления сопряженных поверхностей самих пар, которая должна определяться типами посадок, применяемых в кинематических парах или в аналогах кинематических пар, выполняемых с помощью подшипников качения. Именно поэтому, чтобы получить вполне работоспособный механизм со значением $\alpha_c=1$, который не требует точного координирования осей пар (см. табл. 2), сами кинематические пары в нем должны выполняться, например, по шестому или седьмому квалитетам, т.е. весьма точно.

ВЫВОДЫ

1 Практическое конструирование механизмов и машин не увязывается со структурным качеством кинематических цепей, что исключает возможность научно обоснованного планирования точности изготовления и сборки.

2 Введено понятие структурного качества кинематических цепей механизмов и машин.

3 Определена зависимость структурного качества от семейственности кинематических цепей.

4 Предложена взаимозависимость точности изготовления и сборки механизмов и машин в квалитетах от структурного качества кинематических цепей.

SUMMARY

For the first time the question of need for interaction analysis of mechanism and machine practical design and kinematics' structural quality is put in the article. Structural quality dependence of production and assembling accuracy is proposed.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дрягин Д.П. Закон строения механизмов // Вісник Сумського державного університету. - 1999. - №2(13). - С. 79-80.
2. Дрягин Д.П. Стрoение механизмов. Новые методы структурного анализа и синтеза. – Сумы: Изд-во СумГУ, 2000. – 67 с.
3. Дрягин Д.П. Контурузвенность кинематических цепей. – Сумы: Изд-во СумГУ, 2005. – 259 с.
4. Решетов Л.Н. Самоустанавливающиеся механизмы. – М.: Машиностроение, 1991. – 284 с.
5. Кожевников С.Н. Основания структурного синтеза механизмов. – Киев: Наукова думка, 1979. – 231 с.
6. СТСЭВ 144-75 «Единая система допусков и посадок СЭВ. Поля допусков и рекомендуемые посадки». – М.: Госстандарт СССР, 1971. – 51 с.

*Д.П. Дрягин, канд. техн. наук, доц.
Сумский государственный университет*

Поступила в редакцию 16 апреля 2007 г.