

Ю.Н. Кузнецов, д-р техн. наук,  
Ж.А. Герра Хамуйела, канд. техн. наук  
Национальный технический университет Украины  
“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина

## СИНТЕЗ ЦАНГОВЫХ ЗАЖИМНЫХ ПАТРОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА

*В сучасній науці проблема створення нових технічних систем успішно розв'язується застосуванням нового методологічного підходу, який передбачає системний аналіз, вчення про еволюцію, морфологічний аналіз та інші методи пошуку технічних систем. Розглянуто деякі питання еволюції і синтезу затискних механізмів завдяки новому підходу.*

*The problem about creating new technical systems can be successfully solved in modern science by using a new methodological approach which includes systematic analysis, principles of evolution, morphological analysis, and other methods for searching technical solutions. This article deals with the evolution and synthesis of the clamping mechanisms by new approach.*

### Введение

В современной науке проблема создания новых технических систем успешно решается применением нового методологического подхода, предусматривающего системный анализ, учение об эволюции, морфологический анализ и другие методы поиска технических решений [4,5,8].

Системный подход позволяет удачно объединить структурные исследования в различных областях науки и техники благодаря его междисциплинарному характеру с использованием соответствующих философских категорий, положений общей теории систем [10].

Наглядным примером междисциплинарности и общности системного подхода может служить перенос теории эволюции электромеханических систем [8] на механические и другие системы [3,9].

### Основные результаты исследования

Настоящая работа посвящена некоторым вопросам эволюции развития и синтеза зажимных устройств (зажимных патронов) для вращающихся объектов

зажима (заготовок, деталей, инструментов) различной формы. Проведём аналогию между электромеханической системой, например, электродвигателем (рисунок 1, а) и системой вращающегося зажимного устройства, например, цанговым зажимным патроном (рисунок 1, б).

Результаты сравнения (таблица 1) показывают, что энергетические потоки в обеих системах одинаковы.

Аналогично с генетической классификацией первичных источников электромагнитного поля [8] может быть предложена генетическая классификация источников упруго-силового поля, в основу которой положены пространственные формы контактного взаимодействия ЗЭ с ОЗ, обобщённые геометрическими классами поверхностей силовых (упруго-силовых) полей: цилиндрическими ( $G_{цл}$ ); коническими ( $G_{кн}$ ); плоскими ( $G_{пл}$ ); тороидальными плоскими ( $G_{тп}$ ); сферическими ( $G_{сф}$ ); тороидальными цилиндрическими ( $G_{тц}$ ). Пространственные формы контактного взаимодействия определяются пространственными формами ОЗ и ЗЭ. При совпадении форм ОЗ и ЗЭ дискрет-

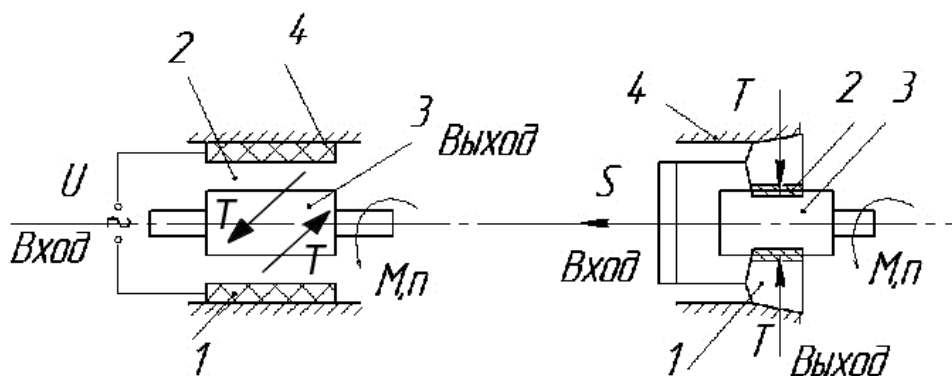


Рисунок 1 — Аналогия между электромеханической системой (а) и системой вращающегося зажимного устройства механического исполнения (б)

Таблица 1 — Сравнение признаков систем

№ поз.	Электромеханическая система (рисунок 1а)	Система вращающегося зажимного устройства (рисунок 1б)
Вход	Электрический ток с напряжением U	Осевая сила S от привода зажима
1	Статор	Зажимной элемент (ЗЭ)
2	Электромагнитное поле	Упруго-силовое поле
3	Ротор	Объект зажима (ОЗ)
4	Корпус	Шпиндель
Выход	Электродвижущая сила T, крутящий момент M и частота вращения ротора n	Нормальная сила зажима T, крутящий момент M и частота вращения ОЗ n

ным значениям базового признака  $P_G$  ставится в соответствие подмножество элементов, на котором определено шесть геометрических классов поверхностей:

$$P_G \leq G_{пл}, G_{кн}, G_{пл}, G_{пл}, G_{сф}, G_{тц} \subset S_0,$$

В общем случае  $G_i \subset S_0$ ,

Возможны сочетания различных форм поверхностей или их преобразования за счёт несовпадения осей вращения геометрических фигур, что даёт дополнительные классы геометрических поверхностей: эксцентриково-цилиндрические ( $G_{эцл}$ ), эксцентриково-конические ( $G_{экн}$ ), плоско-конические ( $G_{плк}$ ) или клиновые ( $G_{кл}$ ) и др [2].

Однако из технико-экономических соображений, технических ограничений и уровня технологий область существования первичных источников поля, которая определяет генофонд любого класса механических систем вращающегося зажимного устройства на определённом этапе его эволюции, может быть ограничена до разумного.

Выбор принципа зажима можно осуществлять даже на хромосомном уровне по виду энергетического (силового) потока от привода для зажима вращающегося ОЗ, что проследим на одинарном (одноместном) зажиме в двух взаимоперпендикулярных плоскостях (рисунок 2): одна — по линии (оси) вращения ОЗ, другая — в плоскости, перпендикулярной оси вращения ОЗ [1].

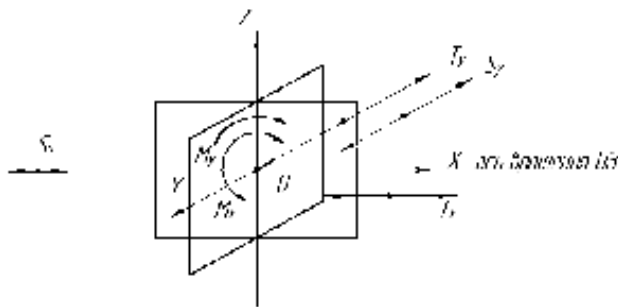


Рисунок 2 — Графическая интерпретация схем энергетического (силового) потока во вращающемся зажимном устройстве, определяющего принцип зажима

Учитывая, что ОЗ вращается, направления силового потока по осям, перпендикулярным оси вращения ОЗ, можно обозначать через одну координату .

Входом в энергетическом (силовом) потоке может быть сила  $S(S_x, S_y)$ , момент  $M(M_x, M_y)$ , а выходом — только сила  $T(T_x, T_y)$ , нормальная к поверхности зажима. Направление действия выходной силы  $T_y$  к оси вращения ОЗ определяет наружный зажим, от оси — внутренний зажим ( $T_y$  — подчёркиванием снизу). Направление действия выходной силы  $T_x$  определяет торцевой зажим к шпинделю, а  $T_x$  — от шпинделя.

Морфологическая модель энергетических (силовых) потоков представлена в таблице 2.

Таблица 2 — Морфологическая модель энергетических (силовых) потоков в механической системе вращающегося зажимного устройства

1. Вход	2. Выход
1.1 $S_x$	2.1 $T_y$
1.2 $S_y$	2.2 $T_x$
1.3 $S_x$	2.3 $T_x$
1.4 $S_y$	2.4 $T_y$
1.5 $M_x$	-
1.6 $M_y$	-
1.7 $M_x$	-
1.8 $M_y$	-

Сочетание вида условных хромосом входа и выхода определяет принцип зажима.

Общее число сочетаний (или принципов зажима)  $N_{из} = 8 \cdot 4 = 32$ , т.е. всего 32 условных парных хромосомы или 16 зеркально повернутых по направлению входа силового потока (таблица 3).

Из всех представленных принципов зажима в виде силовых потоков (таблица 3) широкое распространение на практике получили схемы 1, 3, 9, 10, 12 [1]. Для высокоскоростной и прецизионной обработки начали применять для зажима инструментов (сверл, фрез) схемы 2, 4 [2].

Для торцевого зажима плоских деталей типа шайб применяются схемы 5, 6. Применение остальных схем

Таблица 3 — Классификация энергетических (силовых) потоков в механической системе вращающего зажимного устройства одинарного зажима

№ п/п	Схема	Код				№ п/п	Схема	Код			
		Буквенный		Цифровой				Буквенный		Цифровой	
		Вход	Выход					Вход	Выход		
1	2	3	4			1	2	3	4	5	6
1		$S_x$	$T_y$	1	3	17		$M_x$	$T_y$	5	3
2		$\underline{S}_x$	$T_y$	<u>1</u>	3	18		$\underline{M}_x$	$T_y$	<u>5</u>	3
3		$S_y$	$T_y$	2	3	19		$M_y$	$T_y$	6	3
4		$\underline{S}_y$	$T_y$	<u>2</u>	3	20		$\underline{M}_y$	$T_y$	<u>6</u>	3
5		$S_x$	$\underline{T}_y$	1	<u>3</u>	21		$M_x$	$\underline{T}_y$	5	<u>3</u>
6		$\underline{S}_x$	$\underline{T}_y$	<u>1</u>	<u>3</u>	22		$\underline{M}_x$	$\underline{T}_y$	<u>5</u>	<u>3</u>
7		$\underline{S}_y$	$\underline{T}_y$	2	<u>3</u>	23		$M_y$	$\underline{T}_y$	6	<u>3</u>
8		$\underline{S}_y$	$\underline{T}_y$	<u>2</u>	<u>3</u>	24		$\underline{M}_y$	$\underline{T}_y$	<u>6</u>	<u>3</u>
9		$S_x$	$T_x$	1	4	25		$M_x$	$T_x$	5	4
10		$\underline{S}_x$	$T_x$	<u>1</u>	4	26		$\underline{M}_x$	$T_x$	<u>5</u>	4
11		$S_y$	$T_x$	2	4	27		$M_y$	$T_x$	6	4
12		$\underline{S}_y$	$T_x$	<u>2</u>	4	28		$\underline{M}_y$	$T_x$	<u>6</u>	4
13		$S_x$	$T_x$	1	<u>4</u>	29		$M_x$	$\underline{T}_x$	5	<u>4</u>
14		$\underline{S}_x$	$\underline{T}_x$	<u>1</u>	<u>4</u>	30		$\underline{M}_x$	$\underline{T}_x$	<u>5</u>	<u>4</u>
15		$S_y$	$\underline{T}_x$	2	<u>4</u>	31		$M_y$	$\underline{T}_x$	6	<u>4</u>
16		$\underline{S}_y$	$\underline{T}_x$	<u>2</u>	<u>4</u>	32		$\underline{M}_y$	$\underline{T}_x$	<u>6</u>	<u>4</u>

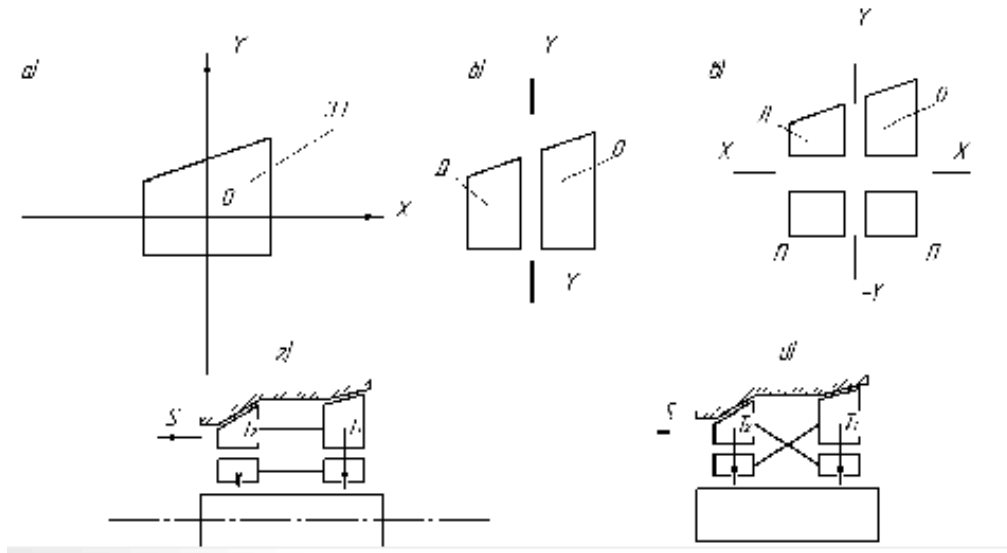


Рисунок 3 — Расчленение зажимного элемента ЗЭ (а) поперек (б), вдоль и поперёк (в) в плоскостях ХОУ для синтеза цанговых патронов двойного зажима при различных связях между зажимными элементами (г,д): О — основными, Д — дополнительными; П — промежуточными

(32-9=23) на практике встречается редко или совсем отсутствует в механическом исполнении. Только использование других энергетических полей (электромагнитных, магнитных, тепловых и др.) позволит реализовать всю классификацию (таблица 3) с использованием различных физических, химических и прочих эффектов [4].

При многоуровневом структурно-схемном синтезе на объектном уровне зарекомендовал себя дифференциально-морфологический метод [1,2] с применением эвристического приема расчленения зажимного элемента (рисунок 3), дающего двойной зажим, что расширяет классификацию энергетических (силовых) потоков, так как двойной, двухместный или

двухсторонний зажим может предполагать наличие нескольких потоков (последовательных, параллельных или параллельно-последовательных), т.е. несколько входов и выходов (рисунок 4) [2].

Реализация схемы (рисунок 4, д) позволяет создать новый гомологический ряд цанговых патронов двойного зажима (рисунок 5), а применение различных генетических операторов [2, 3], например, скрещивание (гибридизация), кроссинговер (рисунок 3,д) и мутация расширяют для проектировщика горизонты поиска неожиданных решений, которые находятся в расширенной генетической классификации и могут составлять генетический фонд на многие десятки, а то и сотни лет.

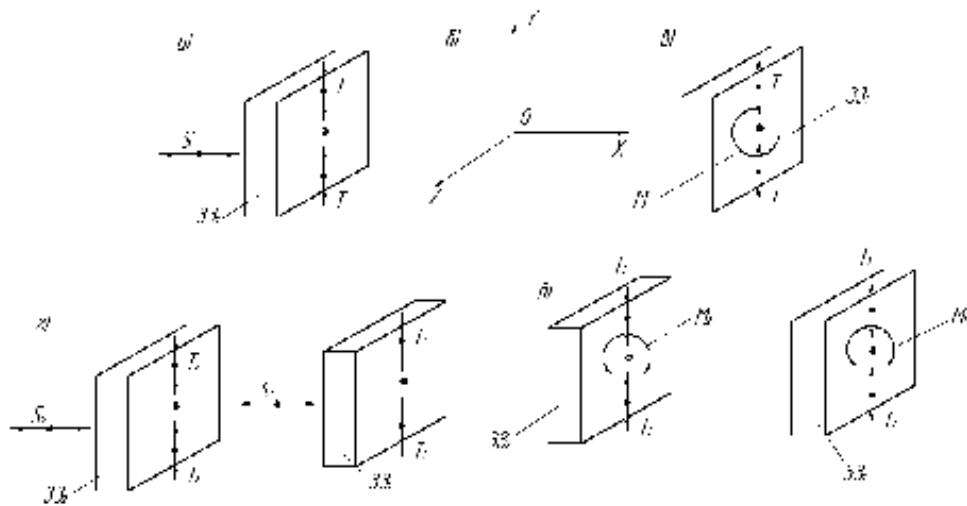


Рисунок 4 — Фрагменты силовых потоков в цанговых патронах в системе координат (б) при одинарном(а, в) и двойном (г, д) зажимах: 331 и 332 — зоны соответственно первого и второго зажимов

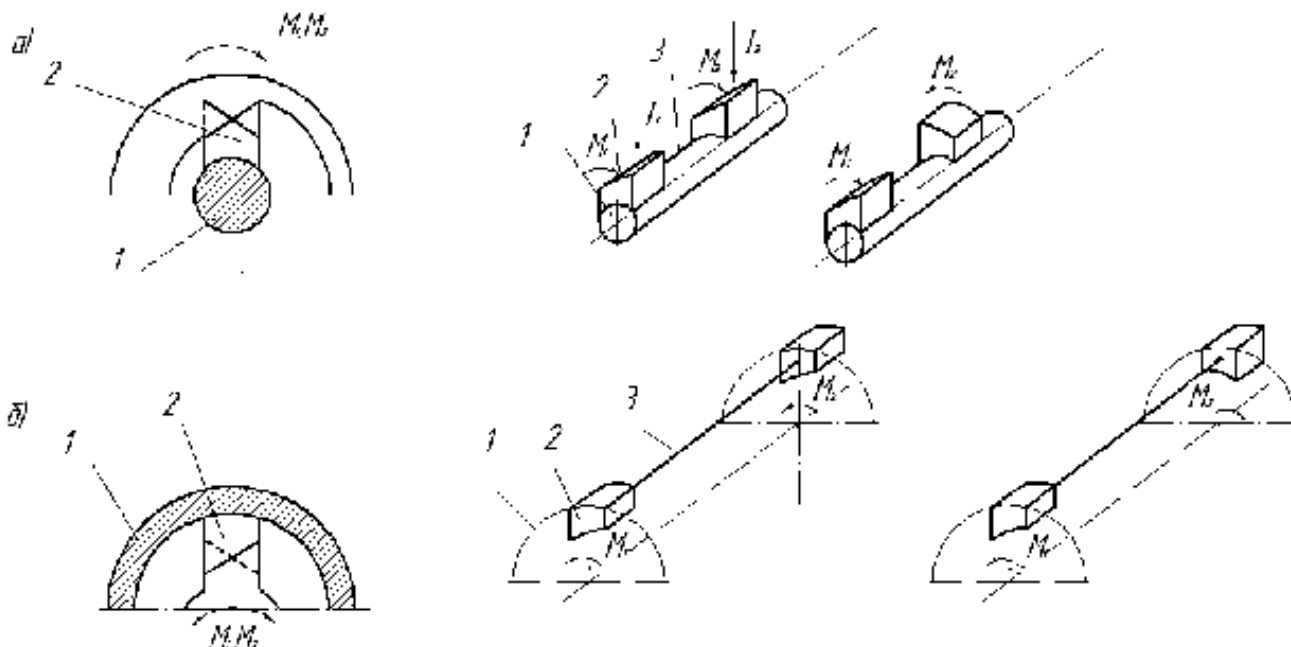


Рисунок 5 — Визуалізація принципу формоутворення гомологічного ряду цангових патронів подвійного зажима в площинах YOZ для зажима об'єктів: а — зсередини; б — ззовні: 1 — об'єкт зажима (ОЗ); 2 — зажимний елемент (ЗЭ); 3 — зв'язуючий елемент (СЭ)

### Заключення

Генетическа класифікація енергетических (силових) потоків в зажимних механізмах різного виконання обобщає свойства породжуючих епруго-силових структур цих механізмів и составляет системную основу для познания фундаментальных принципов структурной организации и закономерности развития механических, электромеханических, гидравлических, пневматических, электро-магнитных, магнитных и других систем зажима деталей типа тел вращения по аналогии с генетической классификацией первичных источников электромагнитного поля [8].

В предложенной классификации характера взаимодействия зажимного элемента и объекта зажима (детали, заготовки или инструмента) отображены различные принципы и законы механики, среди которых принцип топологической инвариантности источников поля; принцип симметрии [6]; принцип парности; принцип сохранения базового вида механических и других преобразователей энергии; закон сохранения энергии и др.

### Литература

- Кузнецов, Ю.Н. Зажимные механизмы для высокопроизводительной и высокоточной обработки резанием: Монография / Ю.Н.Кузнецов, В.Н. Волошин, П.М. Неделчева, Ф.В. Эль-Дахаби / Под ред. Ю.Н.Кузнецова. — Габрово: Васил Априлов, 2010.— 724 с.
- Кузнецов, Ю.Н. Применение генетических операторов при синтезе цанговых патронов / Ю.Н. Кузнецов, К.В. Лунёв, П.М. Неделчева / Международ-

ная научная конференция УНИТЕХ'09, ТУ. — Габрово. — Т.2. —2009. — С. 99—102 .

- Кузнецов, Ю.Н. Теория технических систем: Учебник / Ю.Н. Кузнецов, Ю.К. Новосёлов, И.В. Луцков / Севастополь: СевНТУ, 2010. — 252 с.
- Одрин, В.М. Метод морфологического анализа технических систем / В.М. Одрин / М.: ВНИИПИ, 1989. — 312 с.
- Кузнецов, Ю.Н. Самонастраивающиеся зажимные механизмы: Справочник / Ю.Н.Кузнецов, А.А. Вацев, С.П. Сяров, А.Й. Цървенков; Под ред. Ю.Н. Кузнецова. — К.: Техника; София: Техника, 1988. — 221 с.
- Урманцев, Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии / Ю.А.Урманцев. — М.: Мысль, 1974. — 229 с.
- Фоменко, А.Т. Наглядная геометрия и топология. Математические образы в реальном мире / А.Т. Фоменко. — М.: МГУ, 1992. — 432 с.
- Шинкаренко, В.Ф. Генетические программы сложных развивающихся систем / В.Ф. Шинкаренко, Ю.Н. Кузнецов/ Труды междунар. конф. УНИТЕХ'09, ТУ. — Габрово. — Т.2. —2009. — С. 33—54.
- Шинкаренко, В.Ф. Основы теории эволюции электромеханических систем / В.Ф. Шинкаренко, Ю.Н. Кузнецов. — К.: Наукова думка, 2002. — 288 с.
- Юдин, Г.Э. Системный подход и принцип деятельности / Г.Э. Юдин. — М.: Наука, 1978. — 392 с.

Надійшла 20.12.2012 року