

УДК 621.941.2

Расширение и применение генетико-морфологического подхода при синтезе станочно-инструментальной оснастки зажима

Эль-Дахаби Ф.В.

Department of Mechanic, Faculty of Engineering, Lebanese University, Tripoli, Lebanon.

Аннотация

Расширение и применение генетико-морфологического подхода в последнее время получил дальнейшее применение и развитие в области структурно-схемного синтеза и создания зажимных патронов с осевым, радиальным зажимом, а также тангенциальным зажимом в машиностроении. Это применение позволило использовать зажимные цанги как фрезерные инструменты для разных операций в обработке. Для этого представлено классификацию и описание для всех потоков мощности для осесимметричного обтекания зажимных устройств для станкостроительных инструментов. В работе проиллюстрированы конструкции и сборка систем различного исполнения и современного уровня развития для мобильных роботов. Представлены закономерности структурно-схемного синтеза станочно-инструментальной оснастки, когда все заготовленные детали задаются одновременным зажимом нескольких объектов цилиндрической и плоской формы.

Ключевые слова: генетическая информация, генетический код, материальная точка, зажимной механизм, тангенциальная сила, цанга, поток энергии

При создании новых развивающихся технических систем, к которым относятся станки и робототехнические системы, требуют дальнейшего совершенствования их подсистем. Одной из таких подсистем является станочно-инструментальная оснастка, предназначенная для манипулирования, установки и зажима объектов различной формы (заготовок или деталей, режущих инструментов или их элементов). В настоящее время поиск новых решений не возможен без междисциплинарного подхода и использования последних научных достижений в различных областях, объединённых в виде НБИКС - технологий (нано-био-инфо-когно-социо) и использующих искусственный интеллект.

Расширить область поиска новых, в том числе и не традиционных, решений в области станочно-инструментальной оснастки за счет применения генетико-морфологического подхода, используя на выходе силовых потоков тангенциальный зажим.

Вызовы четвертой промышленной революции “INDUSTRY 4.0” в основном ориентированы на искусственный интеллект, полную автоматизацию с использованием роботов, робототехнических систем, средств коммуникации, создание разумного производства нового поколения при существенном сокращении времени и затрат на изготовление продукции.

Немало важное значение при этом имеет станочно-инструментальная оснастка [8], расширяющая технологические возможности автоматизированного оборудования и повышающая его технико-экономические показатели. За последние годы с применением системно-морфологического подхода [8,10,11,17] появились принципиально новые зажимные механизмы и приспособления: высокоточные, самонастраивающиеся, широкодиапазонные, быстроперенастраиваемые, высокоскоростные и многофункциональные. Их применение позволило решить проблемы: экономии металла за счет устранения вторичной операции подрезки торца после отрезки коротких деталей (особенно в подшипниковой промышленности); повышения точности обработки за счет зажимных патронов с неподвижной цилиндрической цангой и двойного зажима; перехода на обработку дешевого некалиброванного проката – горячекатаных прутков и труб вместо калиброванных; сокращения количества переналадок и времени на переналадку.

Однако выпал из поля зрения вопрос одновременного многоместного зажима

вращающихся объектов, что широко применяется в станочных приспособлениях для обработки не вращающихся заготовок.

Применение генетико-морфологического подхода в работах [4-7,12] было сориентировано на зажим одного осесимметричного вращающегося объекта с выходом на радиальный и осевой принципы зажима, что ограничило поле поиска новых решений. Работы [1-3,9,19] и особенно проф. Шинкаренко В.Ф. [13-15] позволили расширить мировоззренческий взгляд на междисциплинарный подход в науке и технике, в частности, на эволюционный и генетический синтез антропогенных систем, развивающихся времени.

Решение проблемы одновременного многоместного зажима вращающихся объектов с приложением тангенциальной силы, смещенной от оси вращения, определило актуальность настоящих исследований.

В работах [4-7,12,18] приведена генетическая классификация (Порождающая система) осевого и радиального принципа зажима осесимметричных вращающихся объектов в виде силовых потоков с передачей информации от материальной точки O_1 на входе к материальной точке O_2 на выходе, что на хромосомном уровне описывается генетическими кодами $F_1(M_1) - F_2$. Предложено добавить к известной генетической классификации одинарного зажима (осевой и радиальный принципы с генетическими кодами $F_1(M_1) - F_2$) тангенциальный принцип одинарного многоместного зажима с приложением силы на выходе силового потока, смещенной от оси вращения на радиус R . При этом сохраняются генетические коды $F_1(M_1) - F_2$ и появляется дополнительно к известной генетической классификации [12], имеющей 48 силовых потоков, ещё 24 (табл.1).

Для случая входной осевой силы F_{a1} и выходной тангенциальной силы F_{t1} , на рис.1,а показан одновременный зажим четырёх объектов на популяционном уровне при сжатии тангенциальной силой F_{t2} на радиусе R относительно оси вращения, чему соответствует структурная (генетическая) формула $F_{a1} - F_{t2}$ или $\underline{F}_{a1} - F_{t2}$. На рис.1,б показан одновременный зажим четырёх объектов на популяционном уровне при разжатии тангенциальной силой F_{t2} на радиусе R , чему соответствует структурная (генетическая) формула $F_{a1} - \underline{F}_{t2}$ или $\underline{F}_{a1} - \underline{F}_{t2}$.

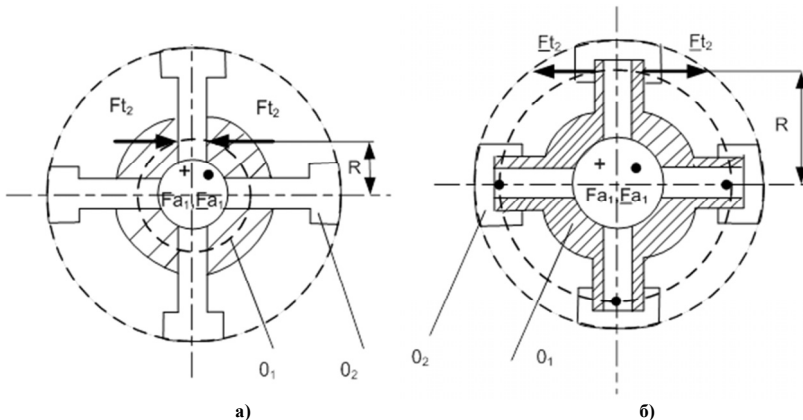


Рис.1. Геометрическая интерпретация фрагментов генетической классификации на популяционном уровне тангенциального принципа зажима

Таблица 1. Генетическая классификация принципов осевого, радиального и тангенциального зажима осесимметричного вращающегося зажимного механизма

От источника энергии		Вид силы (моменты)	Направление	Выход к объекту зажима					
				Осевая сила F_{a2}		Радиальная сила F_{r2}		Тангенциальная сила F_{t2}	
Вход от источника энергии	Входная сила F_1	Осевая сила F_{a1}		$F_{a1}-F_{a2}$	$F_{a1}-\underline{F_{a2}}$	$F_{a1}-F_{r2}$	$F_{a1}-\underline{F_{r2}}$	$F_{a1}-F_{t2}$	$F_{a1}-\underline{F_{t2}}$
				$\underline{F_{a1}}-F_{a2}$	$\underline{F_{a1}}-F_{a2}$	$\underline{F_{a1}}-F_{r2}$	$\underline{F_{a1}}-F_{r2}$	$\underline{F_{a1}}-F_{t2}$	$\underline{F_{a1}}-F_{t2}$
		Радиальная сила F_{r1}		$F_{r1}-F_{a2}$	$F_{r1}-\underline{F_{a2}}$	$F_{r1}-F_{r2}$	$F_{r1}-\underline{F_{r2}}$	$F_{r1}-F_{t2}$	$F_{r1}-\underline{F_{t2}}$
				$\underline{F_{r1}}-F_{a2}$	$\underline{F_{r1}}-F_{a2}$	$\underline{F_{r1}}-F_{r2}$	$\underline{F_{r1}}-F_{r2}$	$\underline{F_{r1}}-F_{t2}$	$\underline{F_{r1}}-F_{t2}$
		Тангенциальная сила F_{t1}		$F_{t1}-F_{a2}$	$F_{t1}-\underline{F_{a2}}$	$F_{t1}-F_{r2}$	$F_{t1}-\underline{F_{r2}}$	$F_{t1}-F_{t2}$	$F_{t1}-\underline{F_{t2}}$
				$\underline{F_{t1}}-F_{a2}$	$\underline{F_{t1}}-F_{a2}$	$\underline{F_{t1}}-F_{r2}$	$\underline{F_{t1}}-F_{r2}$	$\underline{F_{t1}}-F_{t2}$	$\underline{F_{t1}}-F_{t2}$
	Входной момент M_1	Вокруг оси вращения M_{a1}		$M_{a1}-F_{a2}$	$M_{a1}-\underline{F_{a2}}$	$M_{a1}-F_{r2}$	$M_{a1}-\underline{F_{r2}}$	$M_{a1}-F_{t2}$	$M_{a1}-\underline{F_{t2}}$
				$\underline{M_{a1}}-F_{a2}$	$\underline{M_{a1}}-F_{a2}$	$\underline{M_{a1}}-F_{r2}$	$\underline{M_{a1}}-F_{r2}$	$\underline{M_{a1}}-F_{t2}$	$\underline{M_{a1}}-F_{t2}$
		Вокруг радиуса M_{r1}		$M_{r1}-F_{a2}$	$M_{r1}-\underline{F_{a2}}$	$M_{r1}-F_{r2}$	$M_{r1}-\underline{F_{r2}}$	$M_{r1}-F_{t2}$	$M_{r1}-\underline{F_{t2}}$
				$\underline{M_{r1}}-F_{a2}$	$\underline{M_{r1}}-F_{a2}$	$\underline{M_{r1}}-F_{r2}$	$\underline{M_{r1}}-F_{r2}$	$\underline{M_{r1}}-F_{t2}$	$\underline{M_{r1}}-F_{t2}$
		В плоскости оси вращения M_{t1}		$M_{t1}-F_{a2}$	$M_{t1}-\underline{F_{a2}}$	$M_{t1}-F_{r2}$	$M_{t1}-\underline{F_{r2}}$	$M_{t1}-F_{t2}$	$M_{t1}-\underline{F_{t2}}$
				$\underline{M_{t1}}-F_{a2}$	$\underline{M_{t1}}-F_{a2}$	$\underline{M_{t1}}-F_{r2}$	$\underline{M_{t1}}-F_{r2}$	$\underline{M_{t1}}-F_{t2}$	$\underline{M_{t1}}-F_{t2}$
Принцип зажима		Торцевой		Радиальный		Тангенциальный			

Одним из первых примеров тангенциального принципа зажима является изобретение «Цанговый патрон» [13], в котором на торце губок цанги выполнены отверстия, оси которых лежат в плоскостях, проходящих через ось цанги и через середины прорезей, образующих лепестки.

Рассмотрим сравнительный пример зажимной цапгой тянущего типа, реализующей осевого (рис. 2, а) радиальный (рис.2,б) и тангенциальный (рис.2,в) принципы зажима. В первом случае (рис.3,а) генетическая формула на хромосомном уровне будет $F_{a1} - F_{a2}$, а во втором случае $F_{a1} - F_{r2}$, и в третьем случае $F_{a1} - F_{t2}$

Структура зажимного патрона, как подсистемы зажимного механизма [12,14], реализующего определенный принцип зажима на различных уровнях сложности и генетической информации можно представить в виде генетических моделей построения (моделирования) и развития. При этом следует помнить, что ключевыми идеями многоуровневого генетического моделирования с описанием синтезируемого объекта [7] являются следующие:

- каждый уровень структурной иерархии сохраняет наследственную (генетическую) информацию предшествующего уровня;
- структура объекта произвольного уровня образуется на основе структур предшествующих уровней (чем выше уровень иерархии, тем выше сложность объекта);
- каждый объект произвольного уровня иерархии представляется генетическим кодом или структурной формулой.

Структура цапгового зажимного патрона с осевым принципом зажима объекта плоской формы (рис.2,а) на популяционном уровне выглядит так:

$$F_{a1} - PL - F_{a2} - 3TP, \quad (1)$$

где PL – плунжерный преобразователь; цифра 3 – количество зажимных элементов в результате репликации [5]; TP – тороидально- плоский объект зажима.

Структура цапгового зажимного патрона с радиальным принципом зажима объекта цилиндрической формы (рис.2,б) на популяционном уровне выглядит так:

$$F_{a1} - WD - 3F_{r2} - CL, \quad (2)$$

где WD – клиновой преобразователь; цифра 3 – количество зажимных элементов в результате репликации [5]; CL – цилиндрический объект зажима.

Структура трехлепесткового цапгового патрона с тангенциальным принципом зажима трех объектов цилиндрической формы (рис.2,в) на популяционном уровне приобретет иной вид:

$$F_{a1} - WD - 3F_{t2} - 3CL. \quad (3)$$

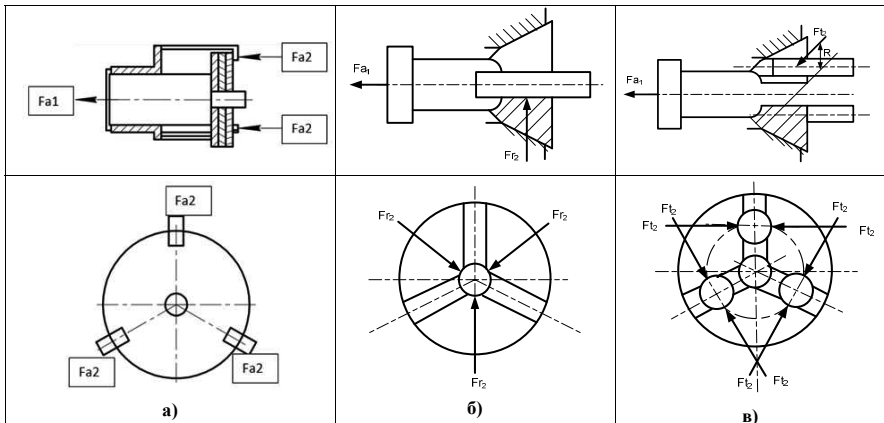


Рис.2. Сравнение зажимных цапговых патронов тянущего типа с осевым (а) , радиальным (б) и тангенциальным (в) принципами зажима

Если в последнем примере зажимать объект плоской формы (PL), например, пластины резцов и многогранные твердосплавные неперетачиваемые пластины, то для такой станочно-инструментальной оснастки генетическая модель изменится и примет вид:

$$F_{a1} - WD - 3F_{i2} - 3PL. \quad (4)$$

Иначе будет выглядеть генетическая модель n-лезвийной станочно-инструментальной оснастки с одновременным зажимом с помощью крутящего момента M_{a1} вокруг оси вращения оснастки с генетическим кодом на хромосомном уровне $M_{a1} - F_{i2}$ (см. табл.1) и зубчато-упругим преобразователем (гибрид GR+SR):

$$M_{a1} - (GR+SR) - nF_{i2} - nFL. \quad (5)$$

Выводы:

- предложено развить известную генетическую классификацию зажимных патронов, что увеличило число силовых потоков от 48 до 72 за счет использования на выходе тангенциальной силы зажима объектов.

- сравнение радиального и тангенциального принципов зажима показало, что незначительное изменение в силовом потоке передаваемой информации с помощью абстрактных материальных точек – носителей генетической информации, их количества на входе и выходе, вида и комбинации преобразователей, а также использование универсальных генетических операторов, позволяет обеспечить генетическое предвидение и целенаправленный поиск станочно-инструментальной оснастки новых поколений.

- применение тангенциального принципа зажима раскрывает новые возможности для синтеза вращающейся станочно-инструментальной оснастки с одновременным закреплением нескольких изделий.

Extension and application of the genetic-morphological approach in synthesis of machine-tool accessories of the clamp

El-Dahabi Farouk Wahid

***Abstract:** The expansion and application of the genetic-morphological approach in recent times has received further application and development near structural diagram synthesis and the creation of chucks in mechanical engineering with axial, radial clamping and most of all tangential clamping. This application allowed the use of clamping collets as milling tools for various operations in processing. To do this, it was necessary to present its classification and descriptions for all power flows for axisymmetric flow around clamping devices for machine tools and is illustrated on the designs and assemblies of various designs in mechanical engineering and the current level of development of mobile robotics. Regularities of the structural and schematic synthesis of machine tool equipment in which all the procurement parts are set by simultaneously clamping several objects of a cylindrical and flat shape in different environments.*

***Keywords:** genetic information, genetic code, material point, clamping mechanism, tangential force, collet, power flow*

Список литературы:

1. Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем. – М.: Радио и связь, 1985. – 328 с.
2. Волохонский А.Г. Генетический код и симметрия //Симметрия в природе. – Л.: 1971. – С.75.
3. Дурнев В.Д., Талашкевич И.П. Симметрия в технологии. – СПб.: Политехника, 1993. – 256 с.
4. Кузнецов Ю.Н., Неделчева П.М., Ф.В. Эль-Дахаби, Хамуйела Жоахим А.Г., Хамуйела Т.О. Генетико-морфологическая модель строения и развития структуры зажимного механизма для тел вращения // Труды Международной Научной Конференции УНИТЕХ' 12, Том II, 16 – 17.11.2012г. – Габрово, Болгария. – с. П175 – 80.
5. Кузнецов Ю.М., Дахаби Ф.В., Хамуйела Ж.А. Герра. Структурно-схемный синтез затискных патронов в використанням універсальних генетичних операторів //Scientific journal “Fundamentalis scientiam”, N2 (12), 2017 (Madrid, Spain). –С.43-49Кузнецов Ю.Н., Хамуйела Жоахим А.Г., Ангел Попаров. Генетико-морфологический подход к созданию и прогнозированию развития зажимных механизмов для вращающихся деталей // Journal of the Technical University – Sofia. – Plovdiv branch, Bulgaria

- “Fundamental Sciences and Applications”. – Bulgaria, vol. 19, Book 2, 2013. – pp. П7–13.
6. Кузнецов Ю.Н., Хамуйела Ж.А. Герра, Аль-Рефо Ибрагим Ф. С. Описание и синтез зажимных механизмов станков на различных уровнях сложности структуры // Scientific Journal Technological Complexes, №1(9), Луцк, ЛНТУ 2014. – с.12 – 20.
 7. 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: Университетское издательство «Васил Априлов», 2010.-724 с.
 8. Ли Кунву. Основы САПР (CAD/CAM/CAE)/ Пер. с англ. – СПб: Питер, 2004. – 560 с.
 9. Одрин Б.М., Картавов С.С. Морфологический анализ систем. Построение морфологических матриц.- К.: Наукова думка, 1977. – 183 с.
 10. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества Учеб. пособие для студентов вузов /А.И.Половинкин.- М.: Машиностроение, 1988.- 368 с.
 11. Хамуйела Ж.А. Герра Генетико-морфологический синтез зажимных патронов: монография /Ж.А.Герра Хамуйела, Ю.Н.Кузнецов, Т.О.Хамуйела; под ред. Ю.Н.Кузнецова. – Луцк: Вэжа-Друк, 2017. – 328 с.
 12. Цанговый патрон. Авт.свид СССР №292734, МПК В23В 31/00, автор В.И.Грибачов, заявка №1281181/25 от 11.11.1968.
 13. Шинкаренко В.Ф. Основи теорії еволюції електромеханічних систем. – К.: Наукова думка, 2002. – 288 с.
 14. Шинкаренко В.Ф. Термінологічний словник з генетичної електромеханіки /В.Ф. Шинкаренко, А.А. Шиманська. – К.: НТУУ, «КПІ», 2014. – 75 с.
 15. Шинкаренко В.Ф. О природе структурных параллелизмов в технической эволюции электромеханических преобразователей энергии //Електромеханічні системи, методи оптимізації та моделювання, Випуск 1/2018 (41). – С.8 – 22.
 16. Zwicky F. Discovery, invention, research through the morphological approach /F.Zwicky. Toronto; New York: McMillan,1969.
 17. Kuznetsov Yu, El-Dahabi F. Development of genetic-morphologic approach at the synthesis of machine-tool-instrumental rigging //UNITECH-18, 16-17.11.2018
 18. El-Dahabi F. W. Relations Power Characteristics of High-Speed Chucks with Power Cuts/ Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2019 July; 13(7): pages 35-41.