

**В. Ф. ШИНКАРЕНКО**, д-р. техн. наук., проф. НТУУ «КПИ»;

**В. В. НАНИЙ**, канд. техн. наук., доц. НТУ «ХПИ»;

**В. В. КОТЛЯРОВА**, ассистент НТУУ «КПИ»;

**А. А. ДУНЕВ**, ассистент НТУ «ХПИ»;

**А. В. ЕГОРОВ**, ассистент НТУ «ХПИ».

## **ОСОБЕННОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ДВИЖЕНИЯ ТИПА «ВИНТ – ГАЙКА»**

В статье проведен анализ геометрии винтовой поверхности, которая относится к рассматриваемому типу двигателей "винт-гайка" и определен его класс. Относительно оси движения рабочего органа выделены три возможные генетические модификации ДКР. В зависимости от пространственной геометрии полюсных наконечников были определены полые структурные формы гомологических структур совмещенных структур двигателей. Проведенные исследования сделали вывод о будущих наследственных "болезнях" двигателей винтового типа.

**Ключевые слова:** двигатель с катящимся ротором, генетическая классификация источников поля, винтообразная полюсная система.

Генетическая информация относится к наиболее фундаментальному типу информации, которая определяет наследственные признаки структур – потомков в развивающихся системах различной физической и абстрактной природы. Носителями генетической информации выступают универсальные генетические коды порождающих электромагнитных структур. Множество кодов упорядочивается периодической системой первичных источников электромагнитного поля, которая одновременно является их генетической классификацией (ГК) [1].

Процедуры идентификации генетической информации для заданного электромеханического объекта (ЭМ-объекта), относятся к классу задач генетического анализа. Необходимость решения задач такого типа возникает при определении генетической и таксономической принадлежности исследуемых объектов, при определении и расшифровке генетических программ, постановке и решении задач структурного предвидения, проведении эволюционных экспериментов, построении генетических банков данных и др [2]. В ряде случаев, в силу специфики конструктивного исполнения объекта (особенно для явнополюсных ЭМ-объектов со сложным пространственным движением рабочего органа), задача идентификации генетической информации связана с определенными трудностями и требует проведения дополнительных исследований.

В качестве объекта исследования рассмотрим конструкцию двигателя с катящимся ротором (ДКР), относящегося к классу электромеханических преобразователей движения типа «Винт – гайка» (рис. 1). Генетическая

программа класса ДКР впервые была расшифрована в 2013 г. [3], т. е., через 168 лет после изобретения первого двигателя рассматриваемого класса.

Электромеханические устройства такого типа нашли широкое применение в низкоскоростном электроприводе силовых передач (шпинделей, подъемников, упорных механизмов и др.) [4]. Первичная часть двигателя представлена в виде последовательности полюсов чередующейся полярности с сосредоточенными обмотками, образующими винтовую активную поверхность. Под действием электромагнитной силы притяжения, по винтовым немагнитным направляющим перемещаются сферические стальные шарики, выполняющие функцию элементарных катящихся роторов.

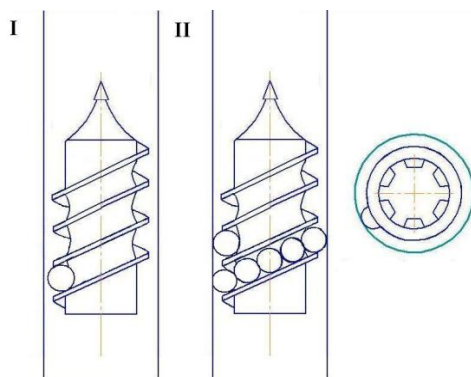


Рис. 1 – Общий вид ДКР

В результате движения шариков по направляющим, рабочий орган будет совершать вращательно-поступательное пространственное движение. В общем случае, рассматриваемые объекты необходимо классифицировать как электромеханические преобразователи движения, совмещенные с рабочим органом другой генетической природы (механическим винтом).

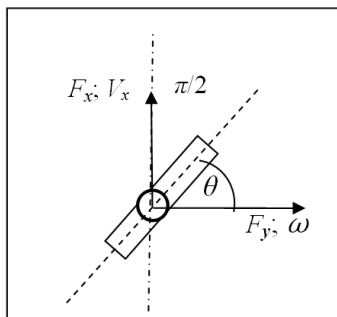


Рис. 2 – Геометрическая модель ДКР

Пространственная геометрия винтовой поверхности полюсов, которая определяется формой полюсных наконечников, может быть либо цилиндрической (ЦЛ), либо тороидальной цилиндрической (ТЦ).

Допустим, что активная поверхность явно выраженных полюсов с сосредоточенными обмотками – цилиндрическая (по крайней мере, так показано на третьей проекции рисунка), а рабочий орган с наружным винтовым каналом – тонкостенный, немагнитный. Вид пространственного движения сферического ротора (СФ)<sub>2</sub> и винтообразная траектория полюсообразующей системы на поверхности цилиндрического статора, свидетельствуют о принадлежности объекта к третьему большому периоду ГК (родовой признак генетического кода ЦЛ<sup>3</sup>), а конечная длина и ограниченная ширина системы винтообразных полюсов, указывают на принадлежность структуры к группе электромагнитной симметрии 2.2. Что же касается третьей составляющей кода, отображающей топологическое свойство источника – его ориентируемость, то она для рассматриваемого объекта, может иметь два значения –  $x$ - или  $y$ - типа.

При угле наклона спирали винтообразной полюсной системы  $\theta = \pi/4$  (рис. 2), различие в  $x$ - $y$  ориентируемости исчезает и составляющие генетического кода становятся тождественными. Это свойство в терминах генетической теории ЭМ-систем обобщается понятием «локальной идентичности» третьей составляющей кода. Но для других углов ( $\theta \neq \pi/4$ ), генетический код источника поля определяется однозначно. Таким образом, в зависимости от угла наклона  $\theta$  полюсообразующей системы относительно оси движения рабочего органа, можно выделить три возможные генетические модификации ДКР:

- в диапазоне углов  $0 < \theta < \pi/4$  – (ЦЛ<sup>3</sup> 2.2  $x,y$ ) <sub>$y > x$</sub>  – с преобладающим моментом вращательного движения ( $F_y > F_x$ ); при  $\theta = 0$ , полюсная система ориентируется перпендикулярно к оси цилиндрической поверхности, что соответствует структуре ДКР (ЦЛ<sup>2</sup> 2.2  $y$ ) с дуговым цилиндрическим статором и вращательным движением ( $V_x = 0$ );
- для угла  $\theta = \pi/4$  – (ЦЛ<sup>3</sup> 2.2  $y$ ) <sub>$x=y$</sub>  = (ЦЛ<sup>3</sup> 2.2  $x$ ) <sub>$x=y$</sub>  = (ЦЛ<sup>3</sup> 2.2  $x,y$ ) – тождественные (генетически неразличимые) Виды ДКР с идентичной (неразличимой) ориентируемостью, т.е., с одинаковыми составляющими сил ( $F_x = F_y$ );
- в диапазоне углов  $\pi/4 < \theta < \pi/2$  – (ЦЛ<sup>3</sup> 2.2  $x,y$ ) <sub>$x > y$</sub>  – ДКР с преобладающей силой поступательного движения ( $F_x > F_y$ ); при  $\theta = \pi/2$ , полюсная система ориентируется строго по образующей цилиндрической поверхности, что соответствует структуре ДКР поступательного движения (генетический код ЦЛ 2.2  $x$ ) с дуговым цилиндрическим статором ( $\omega_y = 0$ ).

Таким образом, можно сделать следующий логический вывод. В структуре третьего большого периода ГК могут иметь место только Виды ДКР с генетическим кодом ЦЛ<sup>3</sup> 2.2  $x,y$  (в диапазоне углов  $\pi/4 < \theta < \pi/2$ ), реализующие вращательно-поступательное движение рабочего органа.

Структуры ДКР с углами  $\theta = 0$  (вращательное движение) и  $\theta = \pi/2$  (поступательное движение) в структуре третьего большого периода отсутствуют, так как они являются гомологами базовых Видов ДКР первого большого периода ЦЛ2.2 у и ЦЛ2.2 х, соответственно.

В зависимости от пространственной геометрии полюсных наконечников, полные структурные формулы гомологичных структур совмещенных структур двигателей, будут иметь вид

$$\left\{ \begin{array}{l} (\text{ЦЛ}^3 \text{ 2.2x})_1 \times n[(\text{C}\Phi):R_n:M_R]_2 \times D_{V\omega} \\ (\text{ЦЛ}^3 \text{ 2.2y})_1 \times n[(\text{C}\Phi):R_n:M_R]_2 \times D_{V\omega} \\ (\text{ТЦ}^3 \text{ 2.2x})_1 \times n[(\text{C}\Phi):R_n:M_R]_2 \times D_{V\omega} \\ (\text{ТЦ}^3 \text{ 2.2y})_1 \times n[(\text{C}\Phi):R_n:M_R]_2 \times D_{V\omega} \end{array} \right\} \subset P^3 \quad (1)$$

где  $n$  – числовой показатель оператора репликации  $R_n$ ;  $M_R$  – оператор мутации вторичной хромосомы (ротора);  $D_{V\omega}$  – механический движитель (рабочий орган);  $P^3$  – предметная область третьего большого периода ГК.

Базовые Виды (1) являются представителями третьего большого периода ГК (пространственная геометрия таких Видов относится к классу цилиндрических винтовых (ЦЛ<sup>3</sup>)).

Виды ЦЛ<sup>3</sup> 2.2 х,у и ТЦ<sup>3</sup> 2.2 х,у одновременно относятся к соответствующим гомологическим рядам 2.2х или 2.2у, структурные потомки которых унаследуют электромагнитную х-у – асимметрию, т.е., будут обладать наследственной «болезнью» – наличием продольно-поперечных концевых эффектов. Объектов рассматриваемых видов можно обобщить как класс совмещенных электродвигателей с винтовой активной поверхностью, сферическим катящимся ротором (роторами), реализующих вращательно-поступательное движение рабочего органа.

**Список литературы:** 1. Шинкаренко В.Ф. Генетическое предвидение как системная основа в стратегии управления инновационным развитием технических систем // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – 2011. – Вип. 11. – Т. 4. – С. 3–19. 2. Шинкаренко В.Ф. Основы теории эволюции электромеханических систем. – К.: Наукова думка, 2002. – 288 с. 3. Шинкаренко В.Ф., Наний В.В., Котлярова В.В., Дунев А.А. Генетическая программа структурной эволюции электродвигателей с катящимся ротором // Электротехніка та електроенергетика, 2012. – № 2. – С. 42–48. 4. Москвитин А.И. Электрические машины с катящимся ротором // Электричество, 1947. – № 3.

**Bibliography (transliterated):** 1. Shinkarenko V.F. *Geneticheskoe predvidenie kak sistemnaya osnova v strategii upravleniya innovatsionnym razvitiem tehniceskikh sistem*. Pratsi Tavriyskogo derzhavnogo agrotehnicnogo universitetu. – 2011. – Vip. 11. – T. 4. – P. 3–19. [Print]. 2. Shinkarenko V.F. *Osnovy teorii evolyutsii elektromehaniceskikh sistem*. – K.: Naukova dumka, 2002. – 288 P. [Print]. 3. Shinkarenko V.F., Naniy V.V., Kotlyarova V.V., Dunev A.A. *Geneticheskaya programma strukturnoj evolyucii elektrodvigatelej s katyashimsya rotorom*. Elektrotexnika ta elektroenergetika, 2012. – No 2. 42–48. [Print]. 4. Moskvitin A.I. *Elektricheskie mashiny s katyashimsya rotorom*. Elektrichestvo, 1947. – No 3. [Print].

*Поступила (received) 01.09.2014*



Шинкаренко Василий Федорович  
д-р техн. наук,  
профессор НТУУ "КПИ", каф. «Электромеханики», г. Киев



Наний Виталий Викторович  
канд. техн. наук,  
доцент каф. электрических машин, НТУ «ХПИ»



Котлярова Виктория Владимировна  
ассистент НТУУ «КПИ», Киев



Дунев Алексей Александрович  
ассистент НТУ «ХПИ»