

ГЕНЕТИЧНІ МОДЕЛІ СИНТЕЗУ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ МОДУЛЬНОГО ТИПУ

Котлярова В.В., асистент, Поправка Н.В., магістрант

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

Вступ. Модульний принцип – один з найбільш поширених і продуктивних принципів структуроутворення в сучасних технічних системах. Модульна організація структур зустрічається на всіх рівнях складності електромеханічних об'єктів (ЕМ-об'єктів). Незважаючи на широке використання модульних структур в електромеханіці, системні принципи їх структуроутворення вдалося визначити лише на основі положень теорії генетичної еволюції електромеханічних систем [1, 2]. Тому розробка ефективних методів і алгоритмів багаторівневого синтезу модульних структур на основі генетичних моделей становить актуальну науково-технічну задачу.

Метою роботи є розробка узагальненої генетичної моделі синтезу модульних електромеханічних структур – нащадків, на основі генетичних принципів структуроутворення, за заданою функцією синтезу.

Матеріали та результати дослідження. Генетичні моделі структурного синтезу належать до класу природоподібних моделей, які відтворюють процеси структуроутворення на основі генетично визначеного елементного базису (електромагнітних хромосом) і операторів синтезу. Методи генетичного синтезу суттєво спрощують процедуру формалізації, забезпечують повноту пошукових процедур і реалізують синтез з гарантованим інноваційним ефектом.

Досліджуваний клас об'єктів визначається спільним принципом структуроутворення, який моделюється генетичним оператором реплікації

$$f^R(s) \rightarrow S_r \rightarrow k_r \cdot N_s \subset R^n, \quad (1)$$

де: s – орієнтована електромагнітна хромосома – реплікатор; k_r – коефіцієнт реплікації ($k_r \geq 2$); N_s – кількість просторових ізомерних композицій з k_r елементів в пошуковому просторі R^n .

Отже, існуюча структурна різноманітність ЕМ-об'єктів модульного типу має генетичну природу, так як їх структури визначаються генетичним оператором реплікації і кінцевою множиною варіантів їх просторового розміщення, які узагальнюються поняттям структурної ізомерії [2]. Функцію батьківської хромосоми C_{00} в задачах генетичного синтезу може виконувати довільне первинне джерело магнітного поля з множини генетично допустимих (включаючи джерела – ізотопи) в періодичній структурі породжувальної системи. Вибір батьківських хромосом здійснюється за критерієм наявності генетичної схильності до виконання заданої функції синтезу F_s (рис. 1).

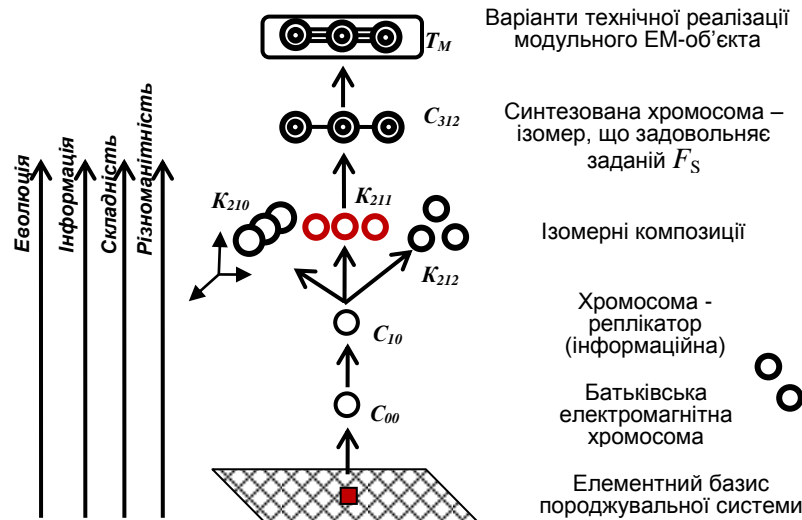


Рисунок 1 – Узагальнена генетична модель рівнів структурної організації ЕМ-об’єктів модульного виконання

За допомогою оператора реплікації синтезується електромагнітна хромосома – реплікатор інформаційного типу C_{10} , яка виконує функцію породжувальної відносно групи просторових ізомерних композицій K_{210} , K_{211} , K_{212}

$$f^R(C_{00}) = C_{10} \rightarrow (K_{210}, K_{211}, K_{212}) \subset S_{TP02y} \quad (2)$$

За результатами аналізу відповідності ізомерних композицій заданій функції синтезу F_s здійснюється вибір проектного варіанта модульної структури, представленої на рис. 1 хромосомою – ізомером C_{312} . Структурна формула обраної просторової композиції C_{312} є основою для розробки варіантів технічного рішень шуканого ЕМ-об’єкта модульного виконання T_M .

Для перевірки достовірності моделі розглянемо задачу синтезу тягового синхронного двигуна модульного виконання. Вихідною інформацією для синтезу генетичної моделі слугують технічні вимоги і результати макrogenетичного аналізу. Інтегральна функція синтезу F_s має враховувати наступну сукупність часткових вимог (на основі вихідних даних Замовника):

- 1) Реалізацію обертального руху (ω_{OX});
- 2) Задану просторову геометрію активної частини синхронної електричної машини (СЕМ) – тороїдальну плоску (G_{TP});
- 3) Наявність багатополусної трифазної обмотка якоря ($m = 3$);
- 4) Магнітоелектричне збудження (Φ_{ME});
- 5) Максимальне використання активної поверхні (A_{max});
- 6) Можливість дискретного нарощування потужності ($N_M = 1 \div 3$);
- 7) Осесиметричне компонування активних частин (S_{OY}).

З врахуванням зазначених часткових вимог, вектор інтегральної функції пошуку набуває вигляду:

$$F_S = [\omega_{OX}; G_{TP}; m = 3; \Phi_{ME}; A_{max}; (N_M = 1 \div 3); S_{OY}] \subset R^n \quad (3)$$

Синтез генетичної моделі здійснюємо на основі батьківської хромосоми $TP_{0.2y}$, яка виконує функцію породжувальної для домінуючого Виду. Вибір генетичних операторів синтезу здійснюється з врахуванням відповідних часткових вимог функції пошуку F_S .

Заданій функції пошуку (1) ставиться у відповідність багаторівнева генетична модель дивергентного типу (рис. 2). Синтез моделі здійснюється з використанням операторів реплікації, внутрішньовидового схрещування, просторової і електромагнітної інверсії, кросинговеру та мутації [4].

Структура моделі (рис. 2) визначається трьома рівнями генетичної складності, які представлено: батьківською електромагнітною хромосомою (рівень 1); набором генетично модифікованих електромагнітних хромосом ($S_{11} - S_{721}$), які визначають генетичну програму шуканої структури електричної машини (ЕМ) (рівень 2); популяціями ($P_{421}, P_{621}, P_{721}$) варіантів технічних реалізацій, які можна здійснити на основі генетичної інформації породжувальних хромосом $S_{421}, S_{621}, S_{721}$ (рівень 3).

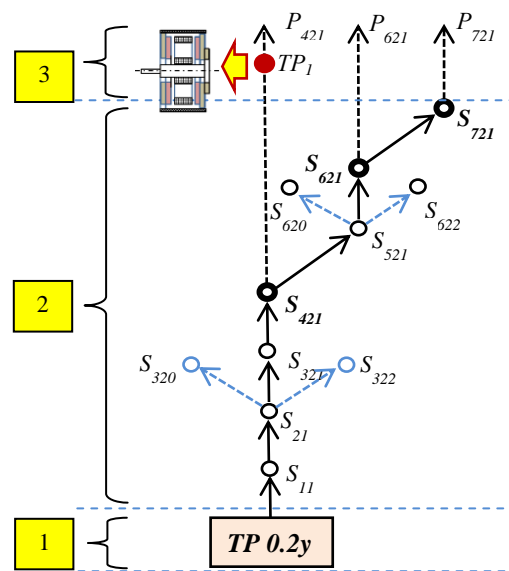


Рисунок 2 – Генетична модель синтезу модульної структури тягового двигуна: $TP_{0.2y}$ – батьківська електромагнітна хромосома; $S_{11} - S_{672}$ – хромосомний набір генетичної програми; $S_{421}, S_{621}, S_{721}$ – породжувальні хромосоми, що задовольняють вимогам F_S ; $P_{421}, P_{621}, P_{721}$ – популяції технічних рішень; 1,2,3 – рівні генетичної складності синтезованих хромосом.

Генетична модель містить два вузли реплікації, які моделюють відповідні ізомерні групи просторових композицій – на рівні полюсів і на рівні індукторів. Але з врахуванням вимог п.п. 2 і 7, в траєкторії синтезу, модель відтворює лише ізомерні композиції аксіального типу. Представлена на рис. 3 модель відтворює

оптимальну траєкторію генетичного синтезу популяцій технічних рішень СЕМ модульного типу за заданою функцією F_S . Послідовність електромагнітних хромосом зростаючої складності $S_{11} - S_{672}$ визначає мікрогенетичну програму досліджуваного виду електромеханічних структур (ЕМ-структур). Результати розшифрування мікрогенетичної програми наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати розшифрування генетичної програми структуроутворення модульної структури СЕМ з магнітоелектричним збудженням

Код хромосоми	Структурна формула	Статус хромосоми
S_{00}	$ТП 0.2y$	Батьківська
S_{11}	$(ТП0.2y)_1 \times (ТП0.2y)_2$	Парна електромагнітна, інформаційна
S_{21}	$(ТП0.2y)_1 \times 2(ТП0.2y):R_2$	Реплікована ($k_R = 2$), інформаційна
S_{321}	$(ТП0.2y)_1 \times 2(ТП0.2y):R_{Ox}2$	Аксіальний ізомер (S_{Ox}), інформаційна
S_{421}	$(ТП0.2y)_1 \times 2(ТП0.2y):R_{Ox}:I_{Ox}2$	Інверсна, породжувальна ($N_M = 1$)
S_{521}	$[2(ТП0.2y):R]_1 \times [2(ТП0.2y):R_{Ox}:I_{Ox}]_2$	Реплікована ($k_R = 2$), інформаційна
S_{621}	$[2(ТП0.2y):R_{Ox}]_1 \times [2(ТП0.2y):R_{Ox}:I_{Ox}]_2$	Аксіальний ізомер (S_{Ox}), породжувальна ($N_M = 2$)
S_{721}	$[3(ТП0.2y):R_{Ox}]_1 \times [2(ТП0.2y):R_{Ox}:I_{Ox}]_2$	Аксіальний ізомер (S_{Ox}), породжувальна ($N_M = 3$)

За результатами моделювання і генетичного аналізу визначаємо структурні формули модульних виконань СЕМ:

- модуль двигуна визначається структурною формулою:

$$S_{421} = (ТП0.2y)_1 \times 2(ТП0.2y):R_{Ox}:I_{Ox}2, \quad (4)$$

- двомодульний варіант виконання:

$$S_{621} = [2(ТП0.2y):R_{Ox}]_1 \times [2(ТП0.2y):R_{Ox}:I_{Ox}]_2 \quad (5)$$

- для тримодульного варіанта структури:

$$S_{721} = [3(ТП0.2y):R_{Ox}]_1 \times [2(ТП0.2y):R_{Ox}:I_{Ox}]_2 \quad (6)$$

де: R – узагальнений оператор реплікації з коефіцієнтом реплікації ($k_R = 2, 3$); R_{OX} – вид просторової (ізомерної) композиції (вздовж осі OX); I_{OX} – оператор просторової інверсії відносно осі OX .

За результатами моделювання синтезовано тягового синхронного двигуна багатоцільового використання (рис. 3).

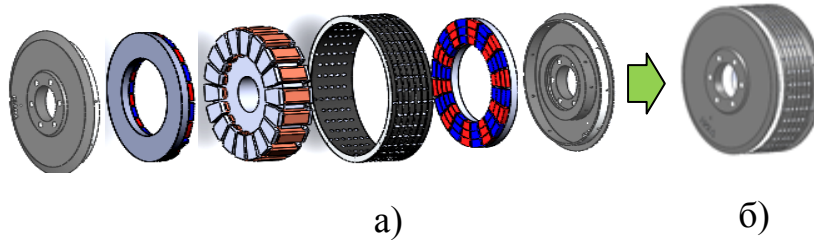


Рисунок 3 – Синтезована структура тягового синхронного двигуна з нерухомим якорем: а) модулі активних частин; б) загальний вигляд двигуна.

Висновки. Результати генетичного моделювання можна узагальнити наступними положеннями:

1) Структурна різноманітність ЕМ-об'єктів модульного типу має генетичну природу, так як визначається генетичним оператором реплікації і варіантами їх просторового розміщення $N_S \subset R^n$, які узагальнюються поняттям структурної ізомерії;

2) Основу структуроутворення ЕМ-об'єктів модульного типу становлять репліковані ізомерні композиції, різноманітність і обґрунтований вибір яких визначається за результатами генетичного моделювання.

3) Наявність детермінованих зв'язків між структурами ізомерних композицій (хромосомний рівень) і структурами модульного типу (об'єктний рівень) відкриває можливість постановки і розв'язання пошукових задач з передбачення і спрямованого синтезу довільних модульних структур ЕМ-об'єктів за заданою функцією синтезу.

Перелік посилань

1. Шинкаренко В.Ф. Основи теорії еволюції електромеханічних систем / В.Ф. Шинкаренко. – К.: Наукова думка, 2002. – 288 с.

2. Шинкаренко В.Ф. Структурная изомерия и ее моделирование в задачах генетического синтеза электромеханических структур / В.Ф. Шинкаренко, А.А. Августинович, В.В. Лысак, М.А. Вахновецкая // Електротехніка і електромеханіка, 2009, № 1. – С. 33 - 36.

3. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи інноваційного спрямування «Спрямований синтез нових різновидів електричних машин з використанням закону гомологічних рядів» [Електронний ресурс]: Укл.: Шинкаренко В.Ф., Шиманська А.А., Котлярова В.В. Київ: НТУУ «КПІ», 2013. – 110 с.