

РОЗДІЛ 4. СТРУКТУРНО-СИСТЕМНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЦІ

ГЕНЕТИЧНИЙ СИНТЕЗ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ДЕЗІНТЕГРАТОРА З МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНИМ ЗБУДЖЕННЯМ

Котлярова В.В., асистент, Мишко В.М., Кньовець В.В., магістранти, Шинкаренко В.Ф., професор

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

Вступ. Електромеханічні дезінтегратори (ЕМД) багатofакторної дії належать до нового покоління спеціального електромеханічного обладнання, призначеного для безпосереднього здійснення широкого спектру технологій: тонкого та надтонкого помолу, приготування гомогенних паливних сумішей, виробництва високоякісних нанопорошків, тощо. Аналіз публікацій і результатів патентного пошуку свідчить, що відомі дослідження і розробки присвячено обладнанню, що використовує енергію обертових або інверсних магнітних полів m -фазних обмоток.

Метою даної роботи є синтез конкурентоспроможної структури електромеханічного дезінтегратора з магнітоелектричним збудженням (ЕМД з МЕЗ) інверсних магнітних полів.

ЕМД з МЕЗ у порівнянні з дезінтеграторами електромагнітного типу мають ряд специфічних відмінностей, які визначаються: наявністю двосторонньої активної зони індукторів з почерговою полярністю постійних магнітів, що суттєво знижує енергоспоживання і зменшує електричні втрати в активних частинах дезінтегратора; інверсним рухом індукторів, який забезпечується використанням допоміжних приводних двигунів; можливістю регулювання частоти обертання індукторів в широкому діапазоні швидкостей.

Інтегральна функція синтезу F_S має враховувати наступну сукупність часткових вимог:

1. Наявність двоіндукторної системи з еквівалентними за геометрією і масою активними частинами ($2M_{A1}$);
2. Магнітоелектричний спосіб збудження активних поверхонь індукторів (Φ_{ME});
3. Забезпечення рівномірного міжіндукторного зазору ($\delta = const$);
4. Забезпечення інверсного відносного обертового руху індукторів ($\pm\omega_1$);
5. Наявність дзеркальної симетрії рухомих активних частин відносно осі OX (S_{OX});
6. Наявність немагнітної робочої камери (PK) з дискретними феромагнітними робочими тілами (nN_2);
7. Забезпечення мінімального динамічного ексцентриситету рухомих індукторів ($E_{OX} \rightarrow min$).

Аналіз макрогенетичної програми видоутворення досліджуваного функціонального класу ЕМД показує, що вимогам 1) і 2) задовольняють структури наступних батьківських хромосом

$$Q_{EMD} = (TP\ 0.2y; TP\ 2.2y; PL\ 2.2y; SF\ 2.2y) \quad (1)$$

Але з врахуванням часткових вимог 3), 4), 5) та 7) функції пошуку задовольняють лише структурні представники базового Виду ТП0.2у, який для даної задачі набуває статусу домінуючого. Інверсний обертовий рух елементарних індукторів (вимога 4) можна забезпечити використанням допоміжних однотипних приводних електродвигунів невеликої потужності. Вимога 7) буде забезпечена на етапі генетичного аналізу ізомерних просторових композицій, шляхом вибору осесиметричної (за координатою OX) хромосомної композиції.

З врахуванням зазначених часткових вимог та обмежень, вектор інтегральної функції пошуку в багатовимірному просторі ознак R^n домінуючого виду набуває вигляду:

$$F_S = [2M_{AI}; \Phi_{ME}; \delta = const; nN_2; \pm\omega_1; S_{OX}; PK; E_{OX} \rightarrow min] \quad (2)$$

Синтез конвергентної генетичної моделі здійснимо на основі батьківської хромосоми $TP\ 0.2y$, яка є породжувальною для домінуючого Виду індукторної системи ЕМД. Модель також враховує наявність допоміжної гомологічної хромосоми $CL\ 0.2y$, яка виконує функцію породжувальної для приводних двигунів (вимога 4).

Заданій функції пошуку (2) ставиться у відповідність багаторівнева генетична модель конвергентного типу (рис. 1). Синтез моделі здійснюється з використанням операторів генетичного синтезу (реплікації, внутрішньовидового схрещування, просторової і електромагнітної інверсії, кросинговеру та мутації). Послідовність використання генетичних операторів визначається у відповідність з універсальним спадковим принципом «від простого – до складного», шляхом поступового ускладнення батьківської хромосоми.

Структура моделі (рис. 1) визначається трьома рівнями генетичної складності, які представлені двома батьківськими хромосомами (рівень 1), набором генетично модифікованих електромагнітних хромосом ($S_{11} - S_{74242}$), які визначають генетичну програму шуканої структури ЕМД (рівень 2), і популяцією можливих технічних реалізацій, які можна здійснити на основі синтезованої хромосоми S_{74242} (рівень 3). Генетична модель (рис. 1) відтворює процес гібридизації, який визначається двома гілками структуроутворення основних вузлів ЕМД: індукторної системи з магнітоелектричним збудженням (S_{642}), суміщеною з робочою камерою (РК) і приводних регульованих електродвигунів (S_{422}).

Варіанти просторових композицій з двома приводними двигунами моделюються відповідною ізомерною групою, синтезованою на основі хромосоми-реплікатора S_{22} .

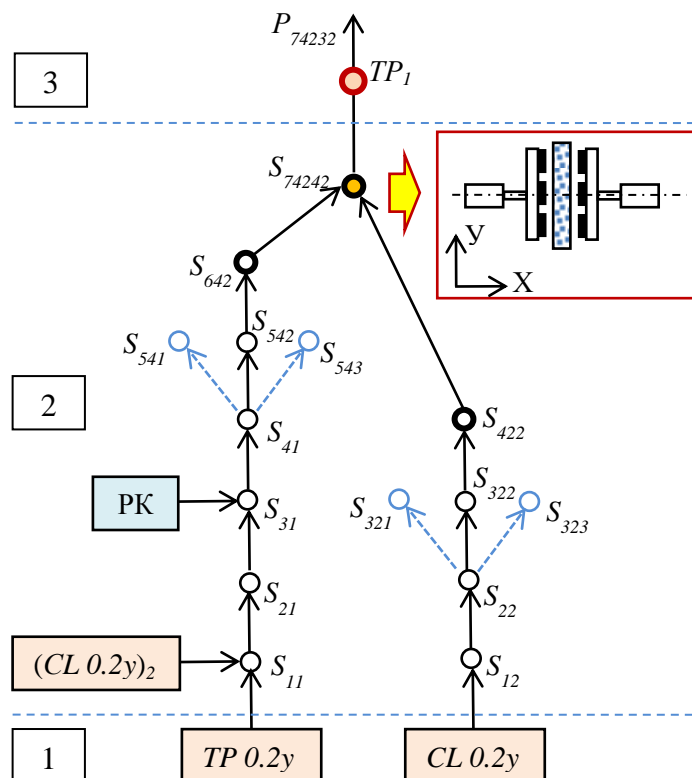


Рисунок 1 – Генетична модель синтезу структури ЕМД з МЕЗ за заданою функцією F_S : $TP\ 0.2y$, $CL\ 0.2y$ – батьківські електромагнітні хромосоми; $(CL\ 0.2y)_2$ – вторинна хромосома; ПК – робоча камера; $S_{11} – S_{642}$ – хромосомний набір індукторної системи ЕМД; $S_{12} – S_{422}$ – хромосомний набір приводного електроприводу; S_{74242} – синтезована гібридна хромосома і її графічна візуалізація; P_{74232} – популяція технічних рішень; TP_1 – варіант технічного рішення.

Представлена на рис. 1 модель відтворює оптимальну траєкторію генетичного синтезу популяції технічних рішень P_{74232} , до складу якої належить варіант шуканого технічного рішення TP_1 .

Результати розшифрування генетичної програми магнітоелектричного ЕМД наведено в табл. 1.

Хромосомний набір, який представлений 11 генетично модифікованими хромосомами, визначає власну генетичну програму синтезованої структури ЕМД. Структура програми представлена двома батьківськими хромосомами, 8 інформаційними хромосомами і 3 хромосомами зі статусом породжувальних. Як відомо, застосування операторів реплікації супроводжується утворенням ізомерних композицій. В конвергентній структурі даної генетичної моделі ізомерні групи мають місце в межах кожної гілки:

- в структурі виду $TP\ 0.2y$ вони представлені хромосомним набором п'ятого покоління:

$$K_{TP} = (S_{541}, S_{542}, S_{543}), \quad (3)$$

Таблиця 1 – Результати розшифрування генетичної програми структуроутворення гібридної структури ЕМД з магнітоелектричним збудженням

Код хромосоми	Структурна формула хромосоми	Статус хромосоми	Ваговий коефіцієнт
$TP\ 0.2y$	$TP\ 0.2y$	Батьківська	-
$CL\ 0.2y$	$CL\ 0.2y$	Батьківська	-
$CL\ 0.2y$	$(CL\ 0.2y)_2$	Вторинна	-
S_{11}	$(TP0.2y)_1 \times (CL0.2y)_2$	Первинно-вторинний (внутрішньовидовий) гібрид	-
S_{12}	$(CL0.2y)_1 : (CL0.2y)_2$	Електромагнітна парна	-
S_{21}	$(TP0.2y)_1 \times [(CL0.2y):M]_2$	Мутована, інформаційна	-
S_{31}	$(TP0.2y)_1 \times [n(CL0.2y):M:R]_2 \times (PK)$	Реплікована, суміщена з РК, інформаційна	-
S_{41}	$[2(TP0.2y):R]_1 \times [n(CL0.2y):M:R]_2 \times (PK)$	Реплікована, інформаційна	-
S_{542}	$[2(TP0.2y):R_{OX}]_1 \times [n(CL0.2y):M:R]_2 \times (PK)$	Просторовий ізомер №2, породжувальна	0,65
S_{642}	$[2(TP0.2y):(R_{OX}):I_{OX}]_1 \times [n(CL0.2y):M:R]_2 \times (PK)$	Просторово інверсна, інформаційна	-
S_{22}	$2[(CL0.2y)_1:(CL0.2y)_2]:R$	Реплікована, інформаційна	-
S_{322}	$2[(CL0.2y)_1:(CL0.2y)_2]:R_{OX}$	Ізомер №2 (OX), інформаційна	-
S_{422}	$2[(CL0.2y)_1:(CL0.2y)_2]^{-1}:R_{OX}:I_{EM}$	Електромагнітно інверсна, породжувальна	0,35
S_{74242}	$[2(TP0.2y):(R_{OX}):I_{OX}]_1 \times [n(CL0.2y):M:R]_2 \times (PK) \times 2[(CL0.2y)_1:(CL0.2y)_2]^{-1}:R_{OX}:I_{EM}$	Гібридна, породжувальна	1,0

серед яких лише хромосома S_{542} з осьовою симетрією тороїдальних активних поверхонь задовольняє частковим вимогам 5 і 7 функції синтезу.

- в структурі виду $CL\ 0.2y$ ізомерні композиції представлені хромосомами третього покоління:

$$K_{CL} = (S_{321}, S_{322}, S_{323}), \quad (4)$$

серед яких лише хромосома S_{322} з аксіальним розміщенням активних частин приводних двигунів задовольняє вимозі 7.

Породжувальна хромосома сьомого покоління S_{74242} , яка задовольняє заданій функції F_S , синтезована з використанням оператора схрещування (\times) і має статус породжувальної відносно популяції технічних рішень P_{74242}

$$S_{7424} = (S_{642} \times S_{422}) \subset P_{74242} \quad (5)$$

Вона визначає геном гібридних ЕМД – нащадків з тороїдальною активною зоною, одним із представників яких є шукане технічне рішення TP_1 . Електромагнітній хромосомі S_{74242} ставиться у відповідність структурна формула синтезованої структури ЕМ

$$S_{74242} = [2(TP0.2y):(R_{OX}):I_{OX}]_1 \times [n(CL0.2y):M:R]_2 \times (PK) \times 2[(CL0.2y)_1:(CL0.2y)_2]^{-1}:R_{OX}:I_{EM} \quad (6)$$

де: R – узагальнений оператор реплікації з відповідним коефіцієнтом реплікації ($k_R = 2, 3, \dots, n$); R_{OX} – оператор просторово орієнтованої реплікації (вздовж осі OX); I_{OX} – оператор просторової інверсії відносно осі OX ; M – оператор мутації; I_{EM} – оператор електромагнітної інверсії.

За своїм класифікаційним статусом, синтезована хромосома S_{74242} належить до класу міжродових гібридів.

За результатами моделювання, на основі структурної формули (6) розроблено технічне рішення у складі експериментального стенда для дослідження ЕМД з МЕЗ [3].

Висновки:

1. За результатами аналізу макрогенетичної програми функціонального класу ЕМД, обґрунтовано вибір домінуючого виду ЕМД, який задовольняє інтегральній функції пошуку.

2. Вперше розроблено генетичну модель структуроутворення ЕМД з магнітоелектричним збудженням, за допомогою якої визначено і розшифровано його мікрогенетичну програму і визначено структурну формулу ЕМД, що задовольняє заданій функції синтезу.

3. За результатами генетичного синтезу здійснено розробку конкурентоспроможного технічного рішення ЕМД, що відкриває можливість його експериментальних досліджень у складі багатофункціонального випробувального стенда для статичних і динамічних випробувань ЕМД з МЕЗ.

Перелік посилань

1. Шинкаренко В.Ф. Модель синтезу гібридних електромеханічних структур внутрішньовидового рівня / В.Ф. Шинкаренко, О.Л. Мірошник. // Зб. матеріалів ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених і спеціалістів «Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації». – Кременчук, КНУ, 2011. – С. 386 – 387.

2. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни «Моделювання електромеханічних систем» / Укл.: Шинкаренко В.Ф., Шиманська А.А., Котлярова В.В. (Ухв. Радою ФЕА : протокол № 9 від 25.04.16). – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 70 с.

3. Котлярова В.В. Стенд для дослідження електромеханічного дезінтегратора з магнітоелектричним збудженням / В.В. Котлярова, В.М. Мишко, В.В. Кньовець, М.О. Реуцький. (Публікується в даному збірнику).