

## МАКРОГЕНЕТИЧНА ПРОГРАМА КЛАСУ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ МОДУЛЬНОГО ВИКОНАННЯ

**Котлярова В.В., асистент, Поправка Н.В., Красовський П.О., магістранти**  
*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки*

**Вступ.** Характерною тенденцією в сучасному високотехнологічному виробництві є широке використання модульних конструкцій і модульного дизайну різноманітних платформ, що забезпечує суттєві переваги в гнучкості виробництва і забезпеченні його економічної ефективності. Модульність об'єктів техніки використовується як дієвий інструмент раціоналізації сучасного виробництва і ефективного управління його складністю [1].

Концептуальну основу для визначення допустимих меж і варіантів структуроутворення електромеханічних об'єктів (ЕМ-об'єктів) становлять результати системного аналізу їх макrogenетичних програм. Наявність генетичних програм є необхідною умовою існування і розвитку генетично організованих систем, як природного, так і антропогенного походження [2]. Під генетичною програмою розуміється кінцева множина електромагнітних хромосом, які спільно з генетичними принципами структуроутворення, визначають межі видоутворення і генетично допустиму різноманітність структур-нащадків [3]. В залежності від рівня структурної організації ЕМ-систем генетичні програми поділяються на макро- і мікрогенетичні. Програми макrogenетичного рівня визначають межі існування і структуру функціональних класів ЕМ-об'єктів на видовому і надвидовому рівнях їх структурної організації. Мікрогенетичні програми містять інформацію стосовно внутрішньовидової різноманітності електромеханічних структур (ЕМ-структур).

**Метою даної роботи** є визначення макrogenетичної програми тягових електричних машин модульного типу.

**Результати дослідження.** Макrogenетичні програми відповідних функціональних класів електромеханічних систем (ЕМ-систем) визначаються методами генетичного аналізу в предметній області системної моделі, функцію якої виконує генетична класифікація (ГК) первинних джерел електромагнітного поля [2]. В загальному випадку, за результатами генетичного аналізу визначаються:

- область існування видової різноманітності досліджуваного класу ( $Q_i$ );
- кількісний склад генетично допустимих Видів ( $\sum N_S$ );
- за умови наявності результатів патентно-інформаційного пошуку та ідентифікації генетичних кодів, визначається кількісний склад і генетично допустима різноманітність реально-інформаційних ( $N_H$ ) і неявних ( $N_F$ ) Видів класу, ще відсутніх на даний час еволюції класу;
- домінуючий Вид класу ( $S_D$ ).

Розглянемо задачу визначення макrogenетичної програми і домінуючого Виду ЕМ-об'єктів, представники якого будуть задовольняти сукупності вимог  $F_S$ , що ставляться до багатоцільового тягового двигуна модульного виконання.

Виходячи з аналізу вихідних вимог, інтегральна функція пошуку в пошуковому просторі предметної області ГК  $F_S \in R^n$  має задовольняти наступній сукупності часткових вимог:

1) об'єкт дослідження має забезпечувати ступеневе нарощування потужності за умови живлення від бортового джерела енергії ( $P_2 \rightarrow var$ );

2) структура тягового двигуна має формуватися з уніфікованих функціональних модулів, з можливістю дискретної зміни тягової потужності ( $N_M \rightarrow var$ );

3) зміна потужності двигуна має здійснюватися за умови збереження просторової геометрії активних поверхонь елементарних функціональних модулів і повітряних зазорів ( $S_\delta \rightarrow const$ );

4) об'єкт дослідження має забезпечувати реалізацію енергозберіжливих способів збудження основного магнітного потоку ( $P_\phi \rightarrow min$ );

5) забезпечувати максимальне використання активної поверхні тягових модулів з одно- і двосторонньою активною зоною ( $S_A \rightarrow max$ );

З метою забезпечення коректності результатів пошуку, накладемо наступні обмеження на  $R^n$  :

- пошук здійснюється в предметній області первинних елементів першого великого періоду ГК;

- багатовимірний пошуковий простір  $R^n$  обмежується предметною областю електромагнітних хромосом базового рівня ГК і джерел –ізотопів першого покоління).

З врахуванням зазначених вимог та обмежень, інтегральна функція пошуку набуває наступного виду:

$$\sum F_S = [P_2 \rightarrow var; N_M \rightarrow var; S_\delta \rightarrow const; P_\phi \rightarrow min; S_A \rightarrow max] \subset R^n \quad (1)$$

Макрогенетична програма досліджуваного класу ЕМ-об'єктів визначається через процедуру ідентифікації кінцевої множини батьківських хромосом, генетична схильність яких задовольняє реалізації вимог інтегральної функції  $\sum F_S$ . Генетична схильність батьківської хромосоми визначає здатність структур – нащадків до реалізації заданої функції [3]. З врахуванням основних типів ЕМП та аналізу сукупності вимог, представлених функцією пошуку (1), визначимо генетично допустиму множину електромагнітних хромосом, які забезпечують модульний принцип нарощування потужності, за умови збереження геометрії елементарних модулів (вимога 3) і максимального використання активного об'єму двигуна (вимога 5).

Якщо вимозі 1 задовольняє генетична інформація переважної більшості хромосом першого великого періоду ГК, схильних до реалізації обертового і поступального руху, то з врахуванням вимоги 3 пошуковий простір  $R^n$  суттєво обмежується і задача зводиться до визначення джерел поля, геометрія активної поверхні яких задовольняє нульовій кривизні Гаусса. Як відомо, відповідно до теореми Гаусса, існує кількісна характеристика кривизни поверхні в  $R^3$  (рис 1) [4].

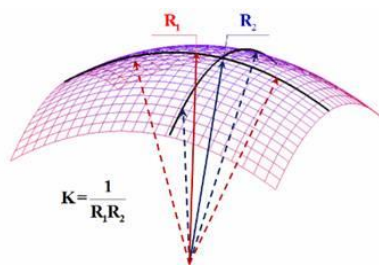


Рисунок 1 – Визначення кривизни Гаусса

Якщо для кожної точки поверхні можна провести дві ортогональні лінії з радіусами  $R_1$  і  $R_2$ , які перетинаються в даній точці, то така поверхня належить до класу поверхонь з гауссовою кривизною  $K$ , значення якої визначається добутком обернених радіусів

$$K_i = 1 / R_1 \cdot R_2 \quad (2)$$

Якщо принаймні, один з радіусів кривизни  $R_i \rightarrow \infty$ , то гауссова кривизна  $K_0 = 0$  і такі поверхні називаються поверхнями нульової гауссової кривизни.

В структурі підгрупи 0.2у першого великого періоду ГК, нульовою кривизною  $K_0$  наділені електромагнітні хромосоми трьох родів

$$K_0 = (G_{CL}, G_{PL}, G_{TP}) \quad (3)$$

Але з врахуванням вимог 1 і 3, інтегральній функції пошуку задовольняють лише електромагнітні хромосоми, просторова геометрія активної поверхні яких «нечутлива» до зміни немагнітного повітряного зазору  $\delta$ .

$$G_{CL} = (CL2.2x, {}^1CL2.2x) \quad (4)$$

$$G_{TP} = (TP0.0y, TP0.2y, {}^1TP2.0x, TP2.2y) \quad (5)$$

$$G_{PL} = (PL2.0x, PL2.2x, {}^1PL2.2x) \quad (6)$$

де  $G_{CL}$ ,  $G_{TP}$ ,  $G_{PL}$  – родові набори електромагнітних хромосом, які генетично схильні до реалізації модульного принципу структуроутворення.

Хромосомні набори (4 – 6) виконують функцію макrogenетичної програми досліджуваного класу тягових двигунів, які допускають модульний принцип з врахуванням обмежень, накладених заданою функцією  $\sum F_S$ . Макrogenетична програма узагальнює генетичну інформацію стосовно 9 видів машин модульного типу, серед яких:

- 4 види визначають структурну різноманітність машин обертального руху

$$S_\omega = (TP0.0y, TP0.2y, {}^1TP2.0x, TP2.2y) \quad (7)$$

- 5 видів визначають межі структуроутворення підкласу тягових двигунів поступального руху

$$S_V = (CL2.2x, {}^1CL2.2x, PL2.0x, PL2.2x, {}^1PL2.2x) \quad (8)$$

Макrogenетична програма (4 – 6) узагальнює генетичну інформацію електромагнітних хромосом, яка інваріантна відносно:

- способу утворення магнітного поля;
- фізичної природи тягової сили (моменту);
- рівня складності тягової системи;

- кількості тягових модулів;
- функціонального призначення тягової системи;
- часу реалізації еволюційної події.

Так як хромосомні набори відповідних підгруп мають детермінований зв'язок з топологією і просторовою геометрією активних поверхонь і  $m$  – фазних обмоток, то процедура подальшого пошуку буде визначатися аналізом їх відповідності технологічним вимогам. За критерієм технологічності і уніфікації активних частин найбільш високим рівнем технологічності наділені магнітні системи і обмотки Виду тягових машин з плоскою (Вид PL 0.2y) і тороїдальною плоскою активною поверхнями (Вид TP 0.2y).

Отже, з врахуванням вимог забезпечення технологічності, уніфікації вузлів і конструктивної простоти електромеханічних модулів, статус домінуючого Виду набувають базові Види з генетичними кодами PL 2.2x і TP 0.2y. Генетична схильність структурних представників зазначених Видів найбільш повно задовольняє заданій сукупності часткових вимог і функції пошуку  $\sum F_s$ , які забезпечують функціонування тягового двигуна зі змінною структурою тягових модулів.

**Висновки.** Результати макрогенетичного аналізу можна узагальнити наступними положеннями:

- вперше встановлено детермінований взаємозв'язок між генетичною схильністю електромагнітних хромосом до модульної реалізації структур – нащадків і елементним базисом Генетичної класифікації первинних джерел електромагнітного поля, просторова геометрія яких задовольняє нульовій Гауссовій кривизні;

- вперше визначено макрогенетичну програму тягових двигунів, за результатами аналізу якої встановлено, що структурна різноманітність досліджуваного класу тягових електродвигунів обмежується 9 видами ЕМ-об'єктів, що задовольняють інтегральній функції пошуку  $\sum F_s$ , в т.ч. 4 види машин обертального руху і 5 видами машин поступального руху;

- встановлено, що сукупності вимог функції пошуку  $\sum F_s$  найбільш повно задовольняють ЕМ-структури двох видів: поступального руху (PL 2.2y) і обертального руху (TP 0.2y), які набувають статусу домінуючих, що суттєво обмежує область пошуку і забезпечує спрямованість процедур синтезу модульних структур тягових двигунів;

Результати макрогенетичних досліджень становлять системну основу для реалізації процедур спрямованого синтезу модульних структур тягових двигунів обертального і поступального руху.

#### Перелік посилань

1. Княгинин В.Н. Модульная революция: распространение модульного дизайна и эпоха модульных платформ.– СПб., 2013. – 80 с.
2. Шинкаренко В.Ф. Генетические программы структурной эволюции антропогенных систем. (Междисциплинарный аспект) // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 13, том 4. Мелітополь, 2013. – С. 11 – 20.
3. Словник із структурної і генетичної електромеханіки / В. Ф. Шинкаренко, А.А. Шиманська. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 112 с.
4. Каазик Ю.Я. Математический словарь. – Таллин: ВАЛГУС, 1985. – 296 с.