

ГЕНЕТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ СИНТЕЗ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТИПУ «МОТОР-ШПИНДЕЛЬ»

Шинкаренко В.Ф., д.т.н., проф., Дагаєв М.О., студент
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електромеханіки

Вступ. Тенденція зростання складності і розширення міждисциплінарної інтеграції технічних систем, зумовлюють необхідність пошуку і розробки нових методологічних підходів, які б забезпечували створення таких систем на єдиній методологічній основі, з можливістю реалізації структурного передбачення і максимального наближення принципів їх структуроутворення до природних аналогів. Таким вимогам задовольняють положення теорії генетичного синтезу складних електромеханічних систем, теоретичні і методологічні основи яких розроблено на кафедрі електромеханіки КПІ ім. Ігоря Сікорського [1].

Генетичний підхід до синтезу і аналізу складних систем значно скорочує часові і матеріальні витрати на пошукові дослідження, особливо на ранніх етапах проектування і прийняття рішень. Методологія генетичного синтезу основана на визначенні і розшифруванні генетичних програм відповідних класів об'єктів, які визначають структурний потенціал допустимих їх структурних варіантів. Ще один важливий аспект генетичного підходу полягає в його міждисциплінарності, що відкриває можливість постановки задач спрямованого синтезу складних технічних систем з компонентами різної генетичної природи. Результати попередніх теоретичних і експериментальних досліджень підтвердили можливість використання спільного елементного і інформаційного базису Генетичної класифікації первинних джерел поля як системної моделі для реалізації процедур передбачення структур як електромагнітного, так і механічного походження [2].

Мета роботи. В даній роботі ставиться задача практичної апробації міждисциплінарного підходу на прикладі синтезу гібридної системи типу «Мотор-шпindel» (МШ), яка суміщає електромеханічні, механічні і електронні вузли і компоненти.

Матеріали і результати досліджень. Інтегральна функція синтезу F_S визначається наступною сукупністю вихідних часткових вимог, а саме: забезпеченням функції обертання шпинделя ($F_{\pm\omega}$); забезпеченням функції подачі шпинделя ($F_{\pm V}$); забезпеченням динамічної стійкості рухомих мас (D_{max}); оснащенням шпинделя затискним пристроєм ($M_{ШЗП}$); реалізацією модульного конструктивного виконання основних вузлів (ΣM).

З врахуванням зазначених вимог, вектор інтегральний функції синтезу в пошуковому просторі R^n предметної області ГК набуває наступного вигляду:

$$F_S = (F_{\pm\omega}; F_{\pm V}; D_{max}; M_{ШЗП}; \Sigma M) \subset R^n \quad (1)$$

Забезпечення вимоги незалежного функціонування головного приводу і приводу подачі реалізується за допомогою системи керування і використанням електромагнітної муфти дискового типу ($TP\ 02y$), суміщеною з шарико-

гвинтовою передачею ($\Pi_{CL}^3 2.2y$). Вимога забезпечення динамічної жорсткості (C_D) реалізується вибором осесиметричної компоновальної схеми рухомих мас, використанням сучасних високошвидкісних підшипників і модульним конструктивним виконанням у вигляді пінолі (M_{Π}). Реалізація функції подачі шпинделя реалізується кроковим двигуном виду $CL_v 0.2y$.

З використанням методики генетичного аналізу визначаємо генетичні коди для високошвидкісних опор і ШГП (табл. 1)

Таблиця 1 – Ідентифікація генетичних кодів підшипникових опор і ШГП

Тип підшипника	Модуль	Генетичний код
Шариковий, радіальний, однорядний	Модуль приводу подачі Модуль головного приводу	ТС 0.2y
Шариковий, радіальний, дворядний	Модуль головного приводу	2ТС 0.2y
Шарико-гвинтова передача	Модуль приводу подачі $M_{\text{ШГП}}$	$CL^3 2.2y$

Заданій функції синтезу F_S ставиться у відповідність наступна багаторівнева генетична модель (рис. 1).

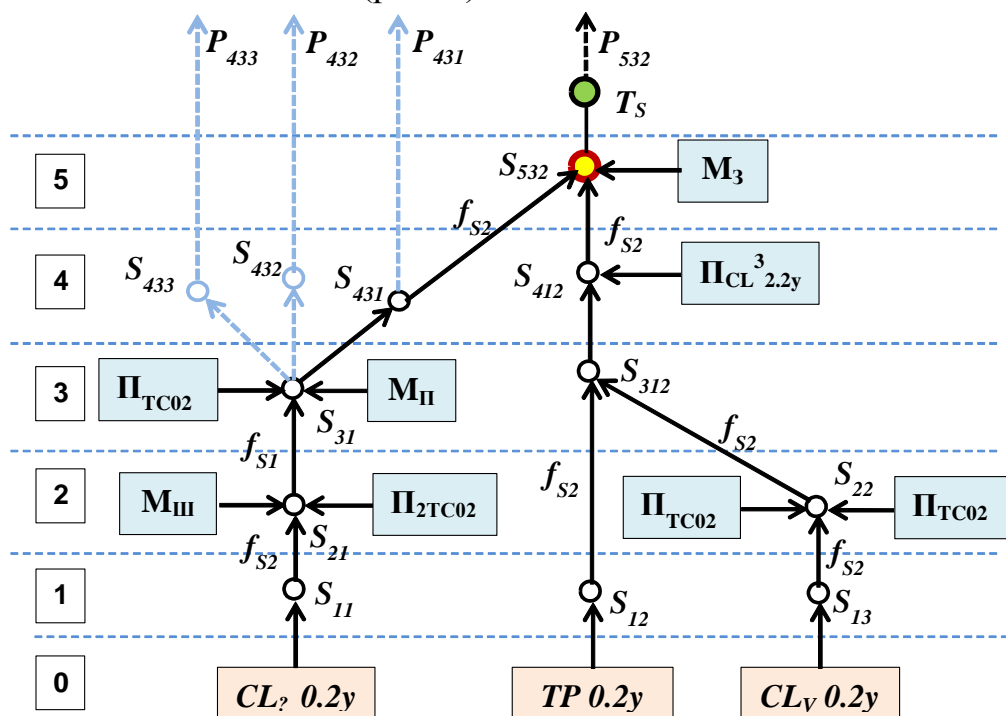


Рисунок 1 – Конвергентна генетична модель спрямованого синтезу гібридної структури шпиндельного вузла: 0, 1, 2, ..., 5 – рівні генетичної складності хромосом; $CL 0.2y$, $CL 2.0x$ – батьківські електромагнітні хромосоми; S_{11} , S_{12} , ..., S_{431} – генетично модифіковані хромосоми; S_{532} – породжувальна хромосома популяції P_{532} ; f_{S1} , f_{S2} – генетичні оператори схрещування; Π_{TC02y} , (Π_{2TC02y}) – підшипникові опори; ($\Pi_{CL}^3 2.2y$) – шарико-гвинтова опора; P_{431} , P_{532} – популяції технічних рішень; T_S – шуканий варіант технічного рішення.

Представлена на рис. 1 модель є графічним відтворенням оптимальної пошукової траєкторії генетичного синтезу геному популяції P_{532} , до складу якої належить шукана система T_S . Структура моделі визначається 5 рівнями генетичної складності, представлених відповідним хромосомним набором з 15 хромосом, які визначають генетичну інформацію для синтезу шуканої гібридної структури, що задовольняє заданій функції синтезу.

Інформаційна хромосома модуля головного приводу S_{31} виконує функцію породжувальної стосовно ізомерної групи, яка на рис. 1 представлена трьома хромосомами-ізомерами четвертого покоління

$$S_{31} \rightarrow (S_{431}, S_{432}, S_{433}) \subset G_I \quad (2)$$

Структурними еквівалентами зазначених хромосом є відповідні варіанти технічної реалізації опор пінолі: з використанням направляючих (S_{431}), роликів типу (S_{432}), або на основі шарикових опор (S_{433}).

Породжувальна хромосома п'ятого покоління S_{532} , яка задовольняє інтегральній функції синтезу F_S , дозволяє визначити структурну формулу гібридної структури ШВ і відповідної популяції технічних рішень P_{532}

$$S_{532} = \{(CL_{\omega} 0.2y)_1 \times [(CL 0.2y) \times (M_{ш}) \times (\Pi_{2TC02y}) \times (\Pi_{TC02y})]_2 \times [M_{п}] \times (M_3)\} \times \\ \times \{[(CL_v 0.2y)_1 \times [(CL 0.2y) \times 2(\Pi_{TC02y}) \times (TP 0.2y) \times (\Pi_{CL}^3 2.2y)]_2\} \subset P_{532} \quad (3)$$

На основі структурної формули (3) розроблено ряд конкурентоспроможних технічних рішень гібридних мотор-шпинделів, один з варіантів яких представлено на рис. 2 [3].

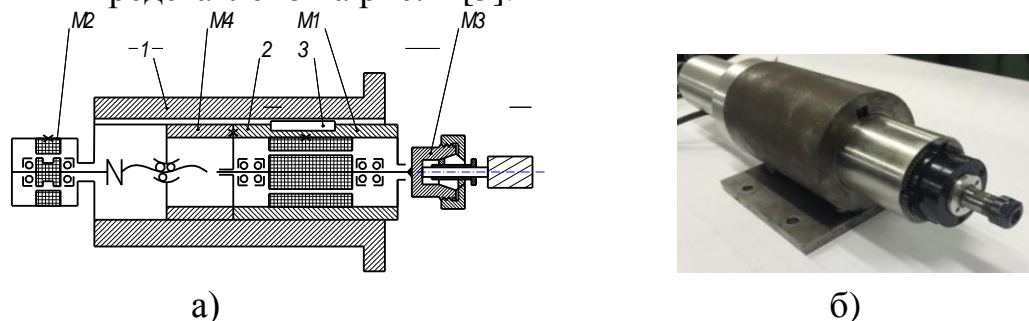


Рисунок 2 – Варіант технічного рішення шпиндельного вузла, розробленого на основі генетичної інформації хромосоми S_{532} : а) – креслення; б) – дослідний зразок, створений на кафедрі конструювання верстатів та машин ММІ.

Висновки. Результати досліджень засвідчують високу ефективність генетичного моделювання і методології структурного передбачення, достовірність яких підтверджується створенням конкурентоспроможного зразка високошвидкісного мотор-шпинделя.

Перелік посилань

1. Шинкаренко В.Ф. Основи теорії еволюції електромеханічних систем / В.Ф. Шинкаренко. – К.: Наук. думка, 2002. – 288 с.
2. Shynkarenko V. Interdisciplinary Approach to Modeling and Synthesis of difficult Technical Systems / V. Shynkarenko, Y. Kuznetsov // Journal of the Technical University of Gabrovo, Vol. 52, 2015. – P. 24-28.
3. Патент України № 65488, МПК (92011) B23B 47/00, B23B 19/00. «Шпиндельний вузол верстата» / Кузнецов Ю.М., Шинкаренко В.Ф., Гайдасенко Ю.В., Фіранський В.Б. Опубл. 12.12.2011. Бюл. № 23, 2011 р.