

## МОДЕЛЮВАННЯ В МАТЛАВ РЕЖИМІВ РОБОТИ ДВИГУНА І ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ ПРИ ПЕРЕМИКАННІ ПЕРЕДАЧ

Гоблик Н.М.<sup>1</sup>, Пельо Р.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний університет "Львівська політехніка",

кафедра обчислювальної математики та програмування, м. Львів

<sup>2</sup> Національний університет "Львівська політехніка", кафедра експлуатації та ремонту автомобільної техніки, м. Львів

Моделювання режимів сумісної роботи двигуна і трансмісії автомобіля потребує розв'язання низки задач, серед яких чи не найскладнішою є задача синтезу законів та алгоритмів перемикання передач. Складність цієї задачі полягає, перш за все, у необхідності задовольнити як вимоги максимальної динамічності автомобіля, так і вимоги якнайвищої паливної економічності [1].

Для здійснення процедури синтезу оптимальних законів перемикання передач без переривання потоку потужності обрано двомасову фізичну модель простої механічної коробки передач з фрикційними засобами керування у разі реалізації заданої програми руху автомобіля [2]. Саме обов'язкове дотримання програми руху дозволяє позбутися зайвих критеріїв оцінювання оптимальності перемикань, зосередившись на головному, – витраті пального. Відомо, що традиційні критерії: робота тертя фрикційних елементів, або кількість енергії, розвіяної у формі тепла та відхилення від заданої програми руху, – взаємообумовлені і жодним чином не суперечать головному [3].

Однак, дотримання заданої програми руху можливе лише при одночасному керуванні двигуном і фрикційними елементами трансмісії впродовж перемикання з нижчої передачі на вищу, зокрема.

Відтак обираючи той чи інший спосіб керування двигуном, приміром, при сталому обертовому моменті, шуканими є мить початку та фактична тривалість роботи фрикційних елементів (перемикання), за яких значення усіх вищевказаних критеріїв мінімальні. Звісно, суттєві обмеження на пошук оптимальних значень параметрів накладають характеристики автомобіля (двигуна і трансмісії), умови руху тощо.

Особливістю даної задачі є необхідність поєднання символьних обчислень з числовими. Зручним середовищем для реалізації таких розрахунків є система MATLAB, оскільки вона дозволяє виконувати символьні перетворення та числові обчислення, містить стандартні функції, які реалізують чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь та функції графічного відображення результатів.

В розрахунках використані стандартні функції MATLAB: розв'язування задачі Коші методом Рунге-Кутти порядку 4(5), розв'язування алгебраїчного рівняння, розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь матричним методом, диференціювання в символічному вигляді, обчислення визначених інтегралів. Сценарій розрахунку (керуюча процесом моделювання програма) та деякі необхідні для обчислень функції, відсутні в системі MATLAB, розроблені авторами, зокрема, функція, яка реалізує метод найменших квадратів (квадратична апроксимація) та інші [4,5].

Диференціальні рівняння, яким задовольняє функція швидкості на часовому проміжку роботи фрикціонів, «генерується» у процесі розрахунків, оскільки в них присутні функції часу (закони керування фрикціонами), які потрібно знайти урахувавши вихідні параметри і задану на початку роботи програму руху. Отримані диференціальні рівняння передаються через зовнішній файл стандартній функції, яка знаходить частинний чисельний розв'язок методом Рунге-Кутти.

Програма моделювання може працювати в режимі розрахунків для заданої фіксованої миті початку перемикавання та тривалості роботи фрикціонів або в режимі розрахунку шуканих значень на сітці вихідних параметрів. В останньому випадку результати розрахунків можна отримати також у графічному вигляді.

Результати моделювання дають змогу визначити оптимальні закони та алгоритми перемикавання передач у східчастих роботизованих трансмісіях з беззастережним дотриманням обраної водієм програми руху автомобіля.

Після певної адаптації комп'ютерна модель може бути використана в навчальному процесі для студентів спеціальностей 274 «Автомобільний транспорт» та 275 «Транспортні технології».

1. Гащук П.Н. Энергетическая эффективность автомобиля / Гащук П.Н.– Львов: Свит, 1992. — 208 с.
2. Hashchuk P. Optimal laws of gear shift in automotive transmissions / P. Hashchuk, R. Pelo // ECONTechMOD. An International quarterly journal. — Lublin-Rzeszow, 2018, – Vol. 07, No. 2 – P. 59-69.
3. Гащук П. М. Обґрунтування вибору програми перемикавань в механічній трансмісії автомобіля при реалізації заданої програми руху / П. М. Гащук, Р. А. Пельо. // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні: Український міжвід. наук.-техн. збірник. – Львів: НУ «Львівська політехніка». – 2007. – №41. – С. 73—80.
4. Гоблик Н.М. MATLAB в інженерних розрахунках. Комп'ютерний практикум / Гоблик Н.М., Гоблик В.В. – Львів, Видавництво Львівської політехніки, 2011.— 131с.
5. Апроксимація функцій. Метод найменших квадратів.Завдання та методичні рекомендації до лабораторної роботи № 7 з курсу «Чисельні методи» для базового напрямку 040204 «Прикладна фізика» / Укл. Я.М.Глинський, Н.М.Гоблик, З.О.Гошко, В.А.Ряжська, 2012. – 12 с.