

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ГІБРИДНОГО МІСЬКОГО АВТОМОБІЛЯ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Значної популярності в наш час набувають гібридні автомобілі, зокрема широко впроваджується силова схема гібридного автомобіля під назвою Hybrid Synergy Drive. Запропонована модель імітаційного моделювання динамічних режимів міського гібридного автомобіля та його тягово-швидкісних характеристик.*

**Ключові слова:** гібридний міський автомобіль, тяговий електропривод, модель, динамічні режими.

### Abstract

*Considerable popularity nowadays become hybrid cars, including the widely implemented power circuit hybrid car called Hybrid Synergy Drive. The model of dynamic simulation modeling mode hybrid city car and its traction and speed characteristics were proposed.*

**Keywords:** hybrid city car, electric traction, model, dynamic mode.

### Вступ

Гібридним автомобілем називається транспортний засіб, що приводиться в рух за допомогою гібридної силової установки. Відмінною особливістю гібридної силової установки є використання двох і більше джерел енергії та двигунів, що перетворюють енергію в механічну роботу [1].

Незважаючи на різноманіття джерел енергії (теплова енергія бензину або дизельного палива, електроенергія, енергія стисненого повітря, енергія стисненого зрідженого газу, сонячна енергія, енергія вітру та ін.) в промисловому масштабі на гібридних автомобілях використовується комбінація двигуна внутрішнього згорання та електродвигуна.

Головна перевага гібридного автомобіля полягає в істотно менших витратах палива та викидах шкідливих речовин в атмосферу, яка досягається [1, 2]:

- злагодженою роботою двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) та електродвигуна;
- застосуванням акумуляторів великої ємності;
- використанням енергії гальмування, тобто рекуперативного гальмування, яке дає можливість перетворювати кінетичну енергію руху в електроенергію.

Однак питання щодо однозначного вибору типу тягового приводу для міського гібридного автомобіля в даний час залишається відкритим і для його вирішення необхідним є проведення аналізу динамічних та енергетичних показників транспортного засобу та його тягово-швидкісних характеристик. В даній роботі пропонується одне із можливих рішень цього питання.

### Результати дослідження

Для аналізу ефективності досліджуваних складних багатокомпонентних систем, до яких зокрема відноситься силова схема гібридного автомобіля, інженерами всього світу широко використовується метод комп'ютерного моделювання.

Імітаційна модель гібридного міського автомобіля (ГМА) може бути розроблена в універсальному інтегрованому середовищі MATLAB [3], яка дозволяє виконувати моделювання його систем та візуалізацію результатів досліджень [4].

За основу для досліджень була взята Matlab-модель трансмісії гібридного електромобіля, розміщена на офіційному сайті Matlab [5]. Дана модель була розроблена для першого покоління гібридного синергетичного приводу і під час проведення досліджень була доопрацьована та переналаджена для вирішення поставлених в роботі задач.

В результаті проведеної роботи було отримано модель імітаційного моделювання гібридної трансмісії сучасного міського автомобіля. Зовнішній вигляд даної моделі приведений на рисунку 1. Для побудови моделі використовувались стандартні блоки бібліотек Simulink, SimPowerSystems та SimDriveline.

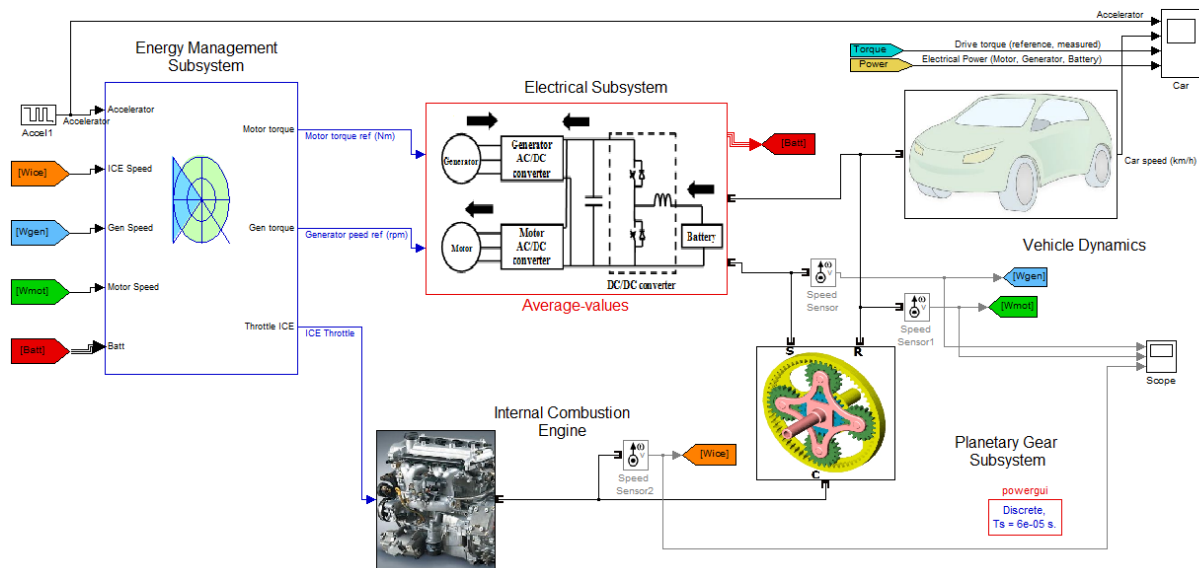


Рис. 1. Імітаційна модель гібридного міського автомобіля в ППП Matlab

Результуюча імітаційна модель дозволяє реалізувати такі режими роботи гібридної силової установки:

- Режим ГМА, при якому ДВЗ вимкнений, а акумуляторна батарея живить електродвигун.
- Режим руху із постійною (крейсерською) швидкістю, при якому потужність від ДВЗ розподіляється між привідними колесами та генератором. Генератор при цьому живить електродвигун, потужність якого підсумовується із потужністю ДВЗ. При необхідності проводиться зарядка акумуляторної батареї.
- Режим прискорення, при якому до ДВЗ приєднується електродвигун, що живиться від акумуляторної батареї, забезпечуючи при цьому імпульс потужності.
- Економічний режим, при якому акумуляторна батарея живить генератор. Генератор перетворює електричну енергію в механічну. Крутний момент двигуна при цьому не зменшується, а досягається економія пального.
- Режим рекуперативного гальмування, при якому електродвигун працює як генератор. Запасена кінетична енергія автомобіля перетворюється в електричну енергію, яка запасається в батареї. При цьому забезпечується плавне уповільнення швидкості руху автомобіля.
- Режим зарядки акумулятора, який реалізується спільною роботою ДВЗ і генератора.

## Висновки

Запропонована імітаційна модель тягового електроприводу гібридного міського автомобіля, що дозволяє моделювати різні режими руху автомобіля і проводити кількісну оцінку тягово-швидкісних характеристик та енергетичних параметрів роботи його елементів таких як: тяговий електродвигун, генератор, акумуляторна батарея та ін.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гібридні автомобілі / [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Гнатів А.В., Колесніков А.В.]. – Х.: ХНАДУ, 2008. – 327 с.
2. Смирнов О.П. Аналіз схемних рішень побудови автомобілів з гібридною енергетичною установкою / О.П. Смирнов // Вестник ХНАДУ/Сб. науч. тр. – Х.: РИО ХНАДУ, 2006. – Вып. №32. – С. 41-43.
3. Лазарев Ю.Ф. Начала программирования в среде MATLAB: Учебное пособие. – К.: НТУУ «КПИ», 2003. – 424 с. – Режим доступа:  
[http://www.mathworks.com/products/simmechanics/download\\_smlink\\_confirmation.html](http://www.mathworks.com/products/simmechanics/download_smlink_confirmation.html).

4. E. Grunditz, E. Jansson. Modelling and simulation of a hybrid electric vehicle for shell ecomarathon and an electric go-kart. Department of energy and environment. Chalmers University of technology, 2009.

5. Patrice Brunelle, «Hybrid Electric Vehicle (HEV) Power Train Using Battery Model», Режим доступу: <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange>.

**Олександр Анатолійович Паянок** — к.т.н., доцент кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [2goldfuture8@mail.ru](mailto:2goldfuture8@mail.ru).

**Майданський Михайло Дмитрович** — ст. гр. ETЗ-16м, Факультет електроенергетики та електромеханіки.

Науковий керівник: **Олександр Анатолійович Паянок** — к.т.н., доцент кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Payanok Oleksandr A** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Renewable energy and transportation systems and electrical systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [2goldfuture8@mail.ru](mailto:2goldfuture8@mail.ru).

**Maydanskiy Myhailo D** — st. group ETZ-16m, Faculty of Electricity and Electromechanics.

Supervisor: **Payanok Oleksandr A** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Renewable energy and transportation systems and electrical systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.