

## МОДЕЛЮВАННЯ ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ КАТЕГОРІЇ N3

Бочковський В.Ю., Національний транспортний університет, Київ, Україна

## MODELLING HYBRID CAR OF CATEGORY N3

Bochkovskyy.V.Y., National Transport university, Kyiv, Ukraine

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ КАТЕГОРИИ N3

Бочковский В. Ю., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. У порівнянні зі звичайними транспортними засобами, існують більше електричних компонентів, що використовуються в електричних, гібридних і паливних елементах, таких як в електричних машин, силової електроніки, електронні безступінчаті трансмісії (ЕБТ), і вбудованих контролерів трансмісії [1]. Розширений накопичувач енергії та перетворювач енергії, такі як батареї, суперконденсаторів і паливних елементів, які введені в силових агрегатах нового покоління. Динамічні взаємодії між різними компонентами і багатопрофільна природа роблять його важким для аналізу недавно розробленого гібридного електромобіля. Кожен з параметрів проектування повинен бути ретельно підібраний для кращої економії палива, підвищеної безпеки, керованості, виключної і конкурентоспроможної динамічної продуктивності за ціною, прийнятною для споживчого ринку. Моделювання необхідні для оцінки концепції, прототипування і аналізу гібридного електромобіля. Це особливо вірно, коли нові гібридні конфігурації трансмісії і контролери розробляються.

Крім того, складність нових конструкцій трансмісії і залежність від вбудованого програмного забезпечення є причиною для занепокоєння в автомобільних досліджень і розробок. Це призводить до збільшення труднощі передбачення взаємодій між різними компонентами і системами транспортного засобу. Моделювання може відігравати важливу роль у діагностиці операційних компонентів [2].

Метою статті є розгляд математичного моделювання та проектування транспортного засобу категорії N3.

Основна частина. Моделювання системи автомобіля проводиться в самих різних областях, що представляють інтерес, щоб відповісти на питання зовсім різні (наприклад, різні експерименти). Традиційні області включають моделювання для аналізу вібрації, обробки та шуму, моделювання ефективності транспортного засобу (наприклад, прискорення, ухилом, і максимальної крейсерською швидкістю); моделювання для прогнозування, оцінки та оптимізації економії палива; моделювання для забезпечення безпеки, стабільності і стійкості до ударних навантажень; моделювання керування автомобілем; моделювання для структурної цілісності; моделювання для полегшення тестування та перевірки компонентів; моделювання для попереднього концептуального дослідження і моделювання для прогнозування викидів [3]. Є різні типи математичних моделей, доступних для виконання автомобільного моделювання. Наприклад, деякі тренажери можуть бути використані для побудови моделі, що використовують макростатистику з циклів та ефективності циклу усередненої компонентів для практично миттєвого прогнозування споживання палива і продуктивності. Моделювання забезпечує велику різноманітність компонентів транспортного засобу поряд з наборів даних для заповнення цих компонентів. Компоненти можуть бути з'єднані разом, як користувач бажає створити роботу транспортного засобу трансмісії, тіло і шасі. З'єднання між компонентами математично передавати зусилля і витрата (наприклад, крутний момент і швидкість напруги і струму) під час моделювання.

Розширення транспортного засобу Simulator є моделювання який розроблений в Американській Національній лабораторії поновлюваних джерел енергії. Він може бути використаний для аналізу продуктивності, економії палива і викидах звичайних, електричних, гібридних електричних і паливних елементах транспортних засобів. Модель є Simulink блок-схема показана на

рис. 1, для паралельного гібридного транспортного засобу. Кожна підсистема (блок) в блок-схемі є файл Matlab (м-файл), пов'язаний з ним, який визначає параметри[4]. Також можемо змінити як модель всередині блоку, так і М-файли, пов'язані з блоком відповідно до потреб моделювання. Наприклад, може знадобитися більш точна модель для підсистеми електродвигуна. Іншою моделлю можна замінити існуючу модель, поки входи і виходи є однаковими. З іншого боку, можна залишити недоторканими моделі і змінити тільки м-файл, пов'язаний з блок-схемою.

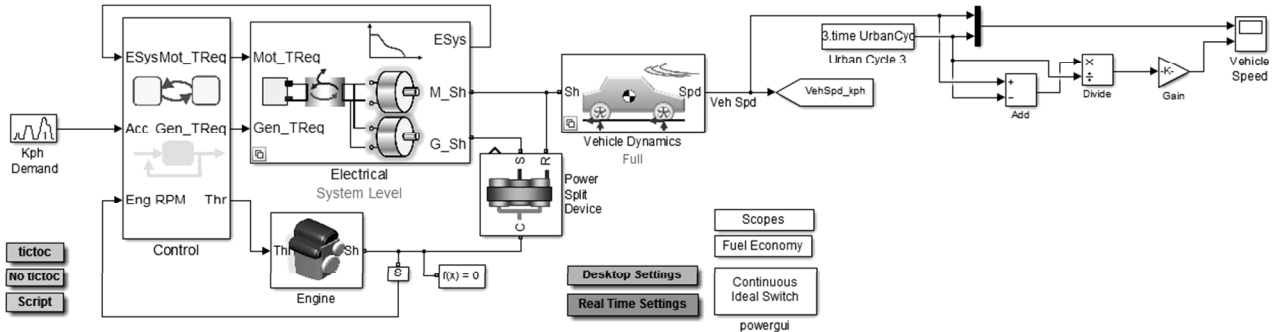


Рисунок 1 – Блок-схема паралельного гібридного автомобіля [4]

Дана блок - схема паралельного гібридного автомобіля була взята за основу в ній було проведено зміни щодо конструкції двигуна, динаміки автомобіля, блока передаточного числа, батареї та електрики. Зміни які відбулися в блок схемі двигуна представлено на рис. 2. Програма також дозволяє лінійно масштабувати компоненти. Для двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), це означає лінійне масштабування крутного моменту для забезпечення необхідної максимальної потужності. Цей тип масштабування діє тільки в районі недалеко від фактичного параметра, де карта ефективність трохи більшого чи меншого компонента не зміниться кардинально. Масштабування ДВЗ показано на рис. 3.

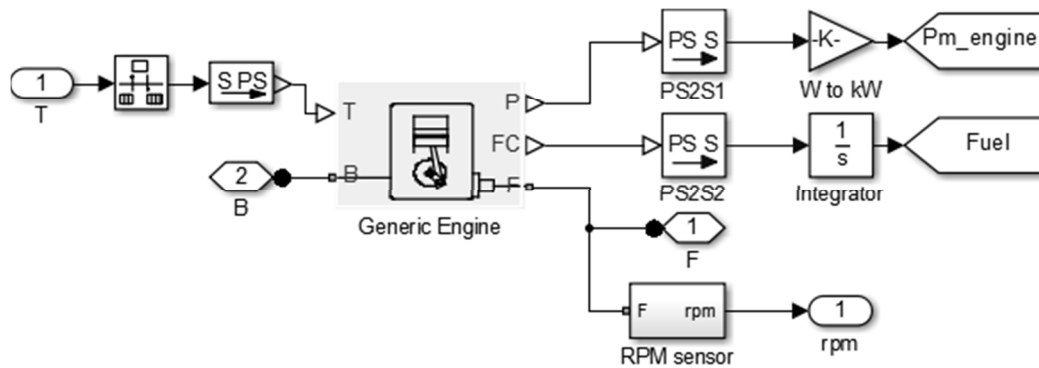


Рисунок 2 – Блок – схема двигуна

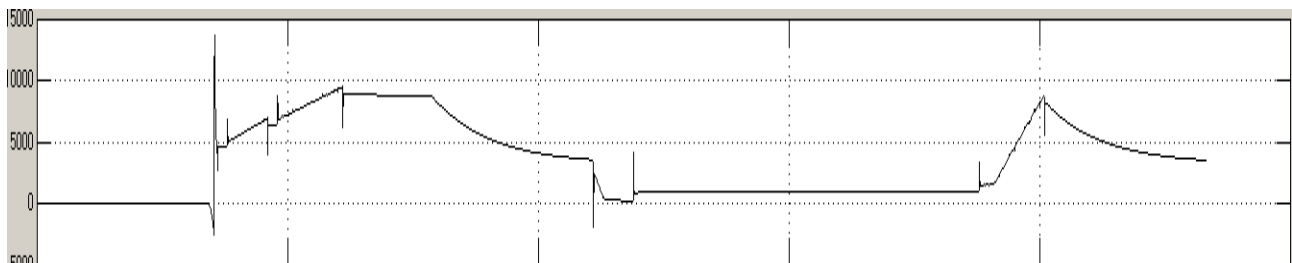


Рисунок 3 – Масштабування ДВЗ, що дає максимальну потужність лінійної зміни характеристик крутного моменту

Модель батареї за умовчанням працює шляхом запиту певної кількості енергії від акумулятора відповідно до рішення стратегії керування транспортним засобом. Залежно від кількості енергії, що батарея здатна забезпечити, модуль батареї відправити доступну потужність від акумулятора з

іншими підсистемами. Завдяки гібридній назад / вперед методам моделювання, кількість енергії, що батареї можуть і зобов'язані поставити в даному часовому кроці обчислюється. З цього значення, модель батареї обчислює змінні батареї, як струм, напругу, і температуру батареї [5]. Подання блок-схеми системи показана на рис. 4.

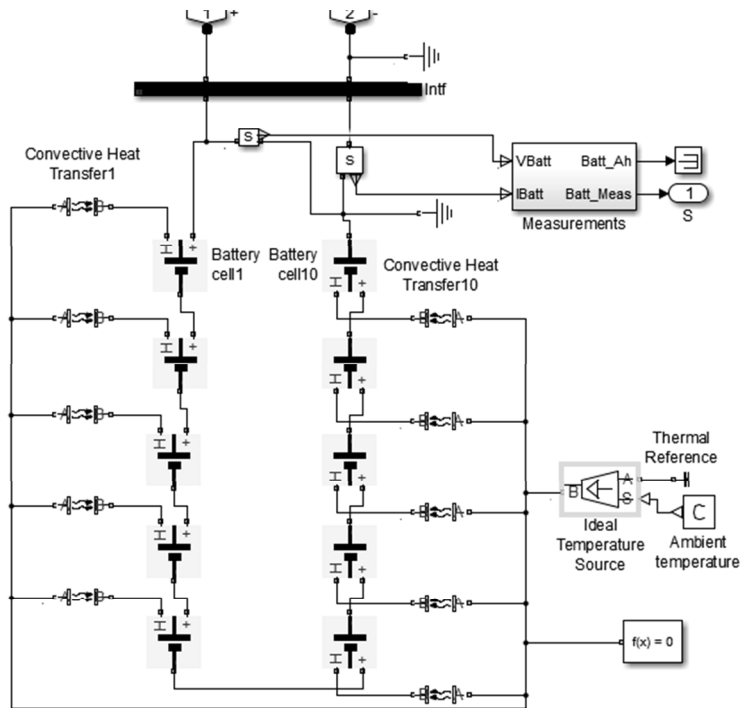


Рисунок 4 – Блок-схема представлення нової підсистеми батареї, який складається з батареї і ультраконденсатора

Використання моделі, описаної дає можливість швидко і легко моделювати акумулятора / ультраконденсатор підсистеми в середовищі даного транспортного засобу. Це дозволяє користувачеві спостерігати перевага використання ультраконденсатора на економії палива транспортного засобу, а також вигоди для акумулятора, роблячи батареї стан заряду навіть більше і зниження піків струму батареї, що акумулятор повинен прийняти [6,7].

Для дослідження режимів руху, які важко реалізувати на реальні моделі і визначення параметрів, які характеризують роботу ГСУ та важко піддаються прямому або непрямому вимірюванню проведено моделювання руху автомобіля в їздовому циклі за математичною моделлю[8]. На рис.5 представлено схема їздовий цикл FTP75.

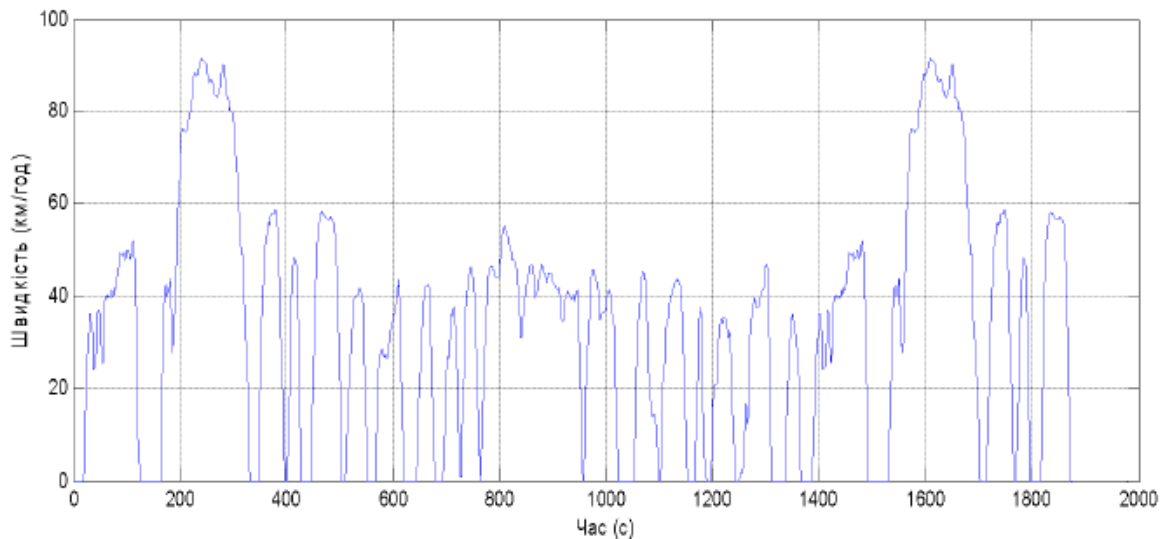


Рисунок 5 – Схема їздового циклу FTP75

Як їздовий цикл у математичній моделі закладено можливість використання як стандартних їздових циклів заданих користувачем самостійно наприклад циклів, отриманих на основі обробки експериментальних даних розподілу швидкості автомобіля на маршруті у вигляді залежності швидкості від часу.

Висновки. Ця стаття представила огляд моделювання гібридного автомобіля категорії N3. Модель дозволяє проводити імітацію руху автомобіля у стандартних їздових циклах або за довільними маршрутами. У результаті математичного експерименту отримано дані про енергетичні та тягово - швидкісні показники руху автомобіля з ГСУ паралельного типу а також додаткові методи моделювання, які забезпечують додаткову гнучкість в моделюванні транспортного засобу. В подальшому планується підбір параметрів автомобіля на основі розробленої математичної моделі та експериментальна перевірка на автомобілі категорії N3.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. K. Muta, M. Yamazaki, and J. Tokieda, Development of new-generation hybrid system THS IIV Drastic improvement of power performance and fuel economy, presented at the SAE World Congr., Detroit,MI, March 8–11, 2004, SAE Paper2004-01-0064.
2. T. Horie, Development aims of the new CIVIC hybrid and achieved performance in Proc. SAE Hybrid Vehicle Technologies Symp., San Diego, CA, Feb. 12, 2006.
3. K. B. Wipke, M. R. Cuddy, and S. D. Burch,: A user-friendly advanced powertrain simulation using a combined backward/forward approach, IEEE Trans. Vehicular Technol., vol. 48, no. 6, pp. 175, Nov. 1999.
4. T. Markel, A. Brooker, T. Hendricks, V. Johnson, K. Kelly, B. Kramer, M. O'Keefe, S. Sprik, and K.Wipke,: A systems analysis tool for advanced vehicle modeling, J. Power Sources, vol. 110, no. 2, pp. 255–266, Aug. 2002.
5. A. C. Baisden, A. Emadi, An based model of a battery and an ultra-capacitor energy source for hybrid electric vehicles, IEEE Trans. Vehicular Technol., vol. 53, no. 1, Jan. 2004.
6. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, Simulink / И.В.Черных. – М. ДМК Пресс. Питер, 2008. – 288 с.
7. Данилов А. Компьютерный практикум по курсу «Теория управления». Simulink – моделирование в среде Matlab / А. Данилов. – М. МГУИЭ, 2002. – 128 с.
8. Бочковський В.Ю. До аналізу руху дорожніх умов вантажних автомобілів / В.Ю. Бочковський// Управління проектами, системний аналіз і логістика. №15 2015.

#### REFERENCES

1. K. Muta, M. Yamazaki, and J. Tokieda, Development of new-generation hybrid system THS IIV Drastic improvement of power performance and fuel economy, presented at the SAE World Congr., Detroit,MI, March 8–11, 2004, SAE Paper2004-01-0064.
2. T. Horie, Development aims of the new CIVIC hybrid and achieved performance in Proc. SAE Hybrid Vehicle Technologies Symp., San Diego, CA, Feb. 12, 2006.
3. K. B. Wipke, M. R. Cuddy, and S. D. Burch,: A user-friendly advanced powertrain simulation using a combined backward/forward approach, IEEE Trans. Vehicular Technol., vol. 48, no. 6, pp. 175, Nov. 1999.
4. T. Markel, A. Brooker, T. Hendricks, V. Johnson, K. Kelly, B. Kramer, M. O'Keefe, S. Sprik, and K.Wipke,: A systems analysis tool for advanced vehicle modeling, J. Power Sources, vol. 110, no. 2, pp. 255–266, Aug. 2002.
5. A. C. Baisden, A. Emadi, An based model of a battery and an ultra-capacitor energy source for hybrid electric vehicles, IEEE Trans. Vehicular Technol., vol. 53, no. 1, Jan. 2004.
6. Chernyh I. V. Simulation of electrical devices in Matlab, Simulink / I.V.Chernyh. - M. DMK Press. Peter, 2008. - 288 p.

7. Danilov Computer workshop for the course "Management theory". Simulink - modeling environment Matlab / Danilov. - M. MSUEE, 2002. - 128 p.
8. Bochkovskyy V.Y. By analyzing the movement of road conditions for trucks / V.Y Bochkovskyy Project management, systems analysis and logistics. №15 2015.

#### РЕФЕРАТ

Бочковський В.Ю. Моделювання гібридного автомобіля категорії N3 / Віталій Юрійович Бочковський // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Ч.1: Серія «Технічні науки» – К.: НТУ, 2016. – Вип. 18.

Ця стаття обговорює моделювання електричних і гібридних транспортних засобів. Основним методом моделювання є програма, Matlab Simulink в якій розроблена математична модель автомобіля категорії N3. Впровадження гібридної силової установки може значно зменшити проблеми завдяки використанню інноваційних технологій транспортних засобів. Кожен з параметрів проектування повинен бути ретельно підібраний для кращої економії палива, підвищеної безпеки, керованості, виключної і конкурентоспроможної динамічної продуктивності за ціною, прийнятною для споживчого ринку. Моделювання необхідні для оцінки концепції, і аналізу гібридного електромобіля. Компоненти можуть бути з'єднані разом, як користувач бажає створити роботу транспортного засобу трансмісії, тіло і шасі. З'єднання між компонентами математично передає зусилля і витрати такі як крутний момент, швидкість напруги і струму під час моделювання. Використання моделі, описаної дає можливість швидко і легко моделювати підсистеми в середовищі даного транспортного засобу. Дослідження режимів руху, важко реалізувати на реальні моделі і визначення параметрів, які характеризують роботу гібридної силової установки тому було проведено вимірювання моделювання руху автомобіля в їздовому циклі за математичною моделлю.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** МОДЕЛЮВАННЯ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ГІБРИДНА СИЛОВА УСТАНОВКА, МАТЛАВ. ГІБРИДНИЙ АВТОМОБІЛЬ

#### ABSTRACT

Bochkovskyy V.Y. Modelling hybrid car of category N3 / V. Y. Bochkovskyy // Project management, systems analysis and logistics. Part 1: Series «Engineering» – K.: NTU – 2016. – Vol. 18.

This article discusses the modeling of electric and hybrid vehicles. The main program is a simulation, Matlab Simulink in which the mathematical model of vehicle category N3. The introduction of hybrid propulsion system can greatly reduce the problem through the use of innovative technology vehicles. Each design parameters should be carefully chosen for better fuel economy, increased security, manageability, and competitive exceptional dynamic performance at a price affordable to the consumer market. Modelling required to assess the concept and analysis of hybrid electric vehicle. The components can be joined together as the user wants to create a work vehicle transmissions, body and chassis. Connections between components mathematically transmits effort and costs such as torque, speed, voltage and current during simulation. Using the model described makes it possible to quickly and easily simulate subsystem in the environment of the vehicle. The study of modes of motion, difficult to implement real model and determination of parameters that characterize the work of the hybrid power plant so held measuring motion simulation car driving cycle by a mathematical model.

**KEY WORDS:** MODELING, MATHEMATICAL MODEL, HYBRID, MATLAB, HYBRID VEHICLE.

#### РЕФЕРАТ

Бочковский В.Ю. Моделирование гибридного автомобиля категории N3/ Виталий Юрьевич Бочковский // Управление проектами, системный анализ и логистика. Ч.1: Серия «Технические науки» – К.: НТУ, 2016. – Вып. 18.

Эта статья обсуждает моделирования электрических и гибридных транспортных средств. Основным методом моделирования является программа, Matlab Simulink в которые разработана математическая модель автомобиля категории N3. Внедрение гибридной силовой установки может значительно уменьшить проблемы благодаря использованию инновационных технологий транспортных средств. Каждый из параметров проектирования должен быть тщательно подобран для лучшей экономии топлива, повышенной безопасности, управляемости, исключительной и конкурентоспособной динамической производительности по цене, приемлемой для потребительского

рынка. Моделирование необходимые для оценки концепции и анализа гибридного электромобиля. Компоненты могут быть соединены вместе, как пользователь желает создать работу транспортного средства трансмиссии, тело и шасси. Соединение между компонентами математически передает усилия и затраты такие как крутящий момент, скорость напряжения и тока при моделировании. Использование модели, описанной дает возможность быстро и легко моделировать подсистемы в среде данного транспортного средства. Исследование режимов движения, трудно реализовать на реальные модели и определения параметров, характеризующих работу гибридной силовой установки поэтому было проведено измерение моделирования движения автомобиля в ездовом цикле по математической модели.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** МОДЕЛИРОВАНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ГИБРИДНАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА, MATLAB, ГИБРИДНЫЕ АВТОМОБИЛИ.

**АВТОРИ:**

Бочковський Віталій Юрійович, Національний транспортний університет, Україна, тел. +380963360026, 01010, м.Київ, вул.Суворова 1, к.306

**AUTHORS:**

Bochkovskyy Vitaliy, National Transport University, phone +380963360026, Ukraine, 01010, Kiev, Suvorov St 1, office 306.

**АВТОРЫ:**

Бочковский Виталий Юрьевич, Национальный транспортный университет, тел. +380963360026, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 306.

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Сахно В.П, доктор технічних наук, Національний транспортний університет, професор кафедри автомобілів Автомеханічного факультету, Київ, Україна.

Цабенко В.М., керівник, ПрАТ «КОРСУНЬ-ШЕВЧЕНКІВСЬКЕ АТП 17144».

**REVIEWERS:**

Sakhno V.P., Ph.D., Professor National Transport university, Professor, Department of motor vehicles of Automobile mechanic faculty, Kyiv, Ukraine.

Tsabenko V.M., leader, PJSC «Korsun-Shevchenko ATP 17144».