

УДК 629.113
UDC 629.113

ВИЗНАЧЕННЯ ТА ПОРІВНЯННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА ГІБРИДНОГО АВТОМОБІЛЯ З ПАРАЛЕЛЬНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ ТА АВТОМОБІЛЯ З ДВИГУНОМ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Тімков О.М., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Луцик А.П., Національний транспортний університет, Київ, Україна

DETERMINATION AND COMPARISON OF FUEL CONSUMPTION OF PARALLEL HYBRID VEHICLE PROPULSION SYSTEM AND THE VEHICLE WITH INTERNAL COMBUSTION ENGINE.

Timkov O. M, Ph.D (Candidate of Engineering Sciences)., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Lutsyk A. P National Transport University, Kyiv, Ukraine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И СРАВНЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ И АВТОМОБИЛЯ С ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Тимков А.Н., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Луцик А.П., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ.

Важко уявити сучасну людину без автомобіля. У розвинутих країнах автомобіль вже давно став найнеобхіднішою побутовою річчю. Рівень так званої «автомобілізації» населення став одним з основних економічних показників розвитку країни і якості життя населення. Але ми забуваємо, що поняття «автомобілізації» включає в себе комплекс технічних засобів, що забезпечують рух: автомобіль та дорогу.

Гази, які виділяються внаслідок спалювання палива у двигунах внутрішнього згорання, містять більше 200 найменувань шкідливих речовин, у тому числі канцерогени. Нафтопродукти, залишки від стертих шин та гальмівних колодок, сипкі і пилові вантажі, хлориди, які використовують для посипання доріг взимку, забруднюють придорожні смуги та водні об'єкти.

У наш час автотранспорт є основним джерелом забруднення повітря у великих містах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Обмеженість технічних прийомів та можливостей вирішення проблем екологічної безпеки автотранспорту у зв'язку з постійним зростанням автомобільного парку та переважної його частки в обсязі всіх перевезень визначає необхідність застосування нового підходу вирішення проблем забруднення довкілля, спрямованого на розробку нових моделей оцінки шкідливого впливу при функціонуванні автотранспортного комплексу; моделей організації і оптимізації перевезень; зміни державної політики та економічних регуляторів діяльності перевізників, що стимулюють проведення природоохоронних заходів. Для обґрунтування запропонованих проектів необхідний новий опис функції стану транспортного потоку і залежності кількості шкідливих викидів від режимів руху.

Постановка проблеми. В дослідженнях [1-3] встановлено, що використання автомобілів з гібридною силовою установкою (ГСУ) призводить до значної зміни показників тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності автомобілів.

Метою досліджень було визначення та порівняння витрати палива гібридного автомобіля з паралельною силовою установкою та автомобіля з двигун внутрішнього згорання (ДВЗ) при виконанні міського їздового циклу на дорозі відповідно до ГОСТ 20306-90 [4].

Об'єктом досліджень є автомобіль вітчизняного виробництва ЗАЗ 1105 «Дана» з бензиновим двигуном МеМЗ–245.

Основна частина. Для досягнення поставленої мети була складена програма досліджень, яка включала:

1. Складання математичної моделі руху автомобіля з ГСУ паралельної схеми з врахуванням швидкості при якій відбувається перехід руху автомобіля від роботи на електромоторі на ДВЗ.

2. Визначення витрати палива автомобілем при виконанні послідовних фаз руху, сталого руху та гальмування згідно з операційними картами міського їздового циклу на дорозі відповідно до ГОСТ 20306-90 [4] автомобілем ЗАЗ 1105 «Дана» з двигуном МеМЗ–245.

Шкідливі речовини, під час експлуатації автотранспорту, потрапляють у повітря з вихлопними газами, випарами з паливних систем, а також під час заправки автомобіля паливом. На викиди оксидів вуглецю (вуглекислий газ і чадний газ) впливає також рельєф дороги та режим і швидкість руху автомобіля. Наприклад, якщо збільшувати швидкість авто і різко зменшувати її під час гальмування, то у вихлопних газах кількість оксидів вуглецю збільшується у 8 разів. Мінімальна кількість оксидів вуглецю виділяється при рівномірній швидкості автомобіля та усталеному режимі роботи ДВЗ.

Тому необхідно етап розгону та гальмування виконувати за допомогою електричної енергії, а для руху автомобіля на високих швидкостях використовувати енергію ДВЗ [1-3].

Дослідження гібридного автомобіля проведемо з використанням міського їздового циклу (рис. 1), у розробленій математичній моделі у програмі Matlab/Smulink [5].

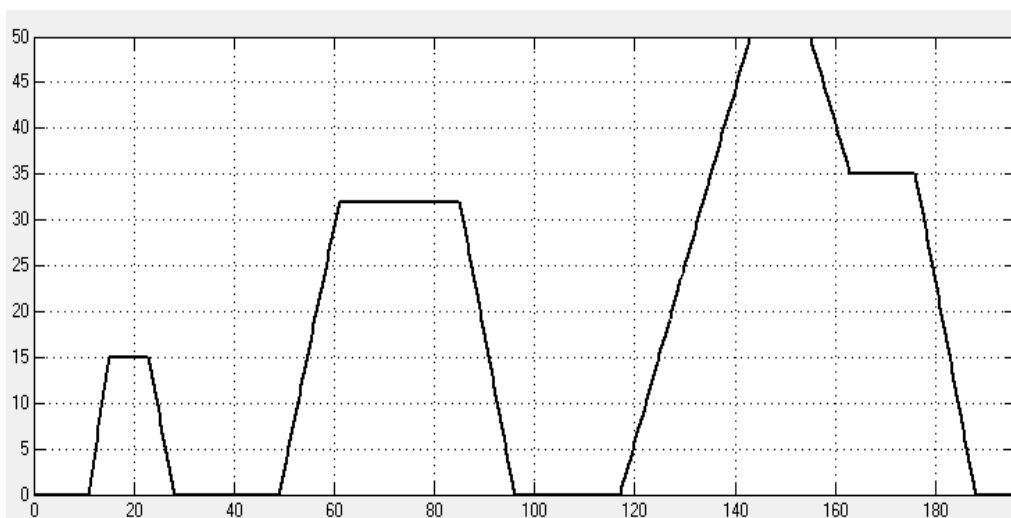


Рисунок 1 – Схема міського їздового циклу на стенді для АТЗ повною масою до 3,5 т [4]

Для порівняння витрати палива автомобіля з ДВЗ та з ГСУ нам необхідно провести відповідні розрахунки за математичною моделлю автомобіля. При розрахунках покладемо, що швидкість при якій відбувається перехід від руху з електромотору на ДВЗ відповідає 30 км/год. В матеріалах попередньої роботи [6] ми розглядали витрату палива гібридного автомобіля з паралельною силовою установкою в залежності від швидкості при якій вмикається ДВЗ. Використовуючи їх результати та внесенням відповідних змін у математичну модель ми отримали витрату палива автомобіля з ГСУ, що використовує ДВЗ та електромотор, результати обчислень наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Витрата палива за один їздовий цикл

ДВЗ працює протягом усього їздового циклу, кг	ДВЗ працює коли автомобіль рухається із швидкістю більшою за 30 км/год, кг
0,0525	0,0334

Для автомобіля з ГСУ необхідно визначити також розхід електричної енергії потрібної для руху [7, 8]. Створюємо додатково модуль (рис. 2), який визначатиме скільки електричної енергії необхідно для забезпечення роботи електродвигуна, щоб автомобіль рухався тільки за рахунок електроенергії по заданому їздовому циклу.

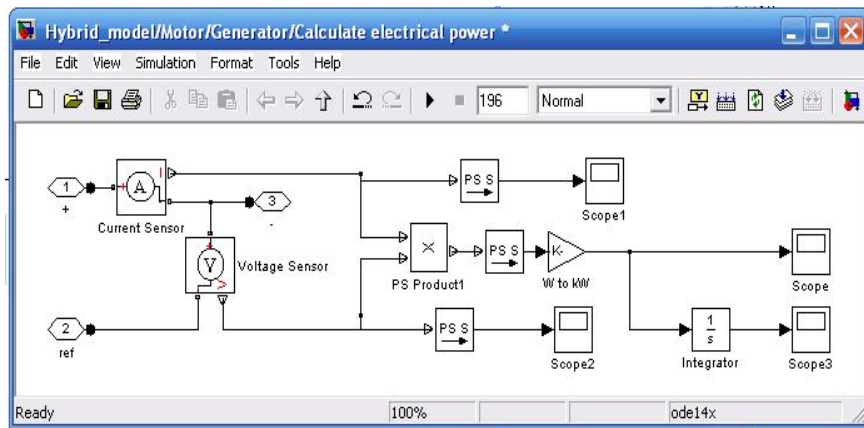


Рисунок 2 – Представлення модуля розрахунку у середовищі Smulink

Математична модель гібридного автомобіля працює таким чином. Автомобіль починає рух з електричної тяги за рахунок електромотору, ДВЗ вмикається при коли швидкість автомобіля більше або дорівнює 30 км/год, і підтримує рух автомобіля у відповідності до заданого їздового циклу.

При виконанні розрахунків за моделлю ми отримуємо данні, що дають змогу визначити кількість енергії або потужність (кВт), що потрібна електромотору протягом виконання їздового циклу у кожную секунду (рис. 3).

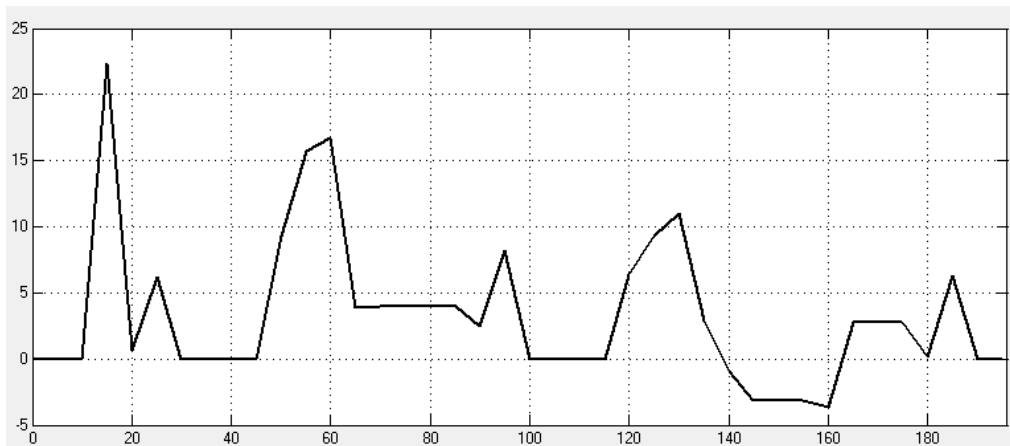


Рисунок 3 – Кількість енергії або потужність (кВт), що потрібна електромотору

З їздового циклу ми бачимо, що електромотор вмикався три рази для розгону та підтримання рівномірного руху автомобіля до 30 км/год. Інтегрування значень по графіку (див. рис. 3), відповідає кількості виконаної роботи електромотором (кВт×год), яку було затрачено на виконання їздового циклу електромотором (рис. 4).

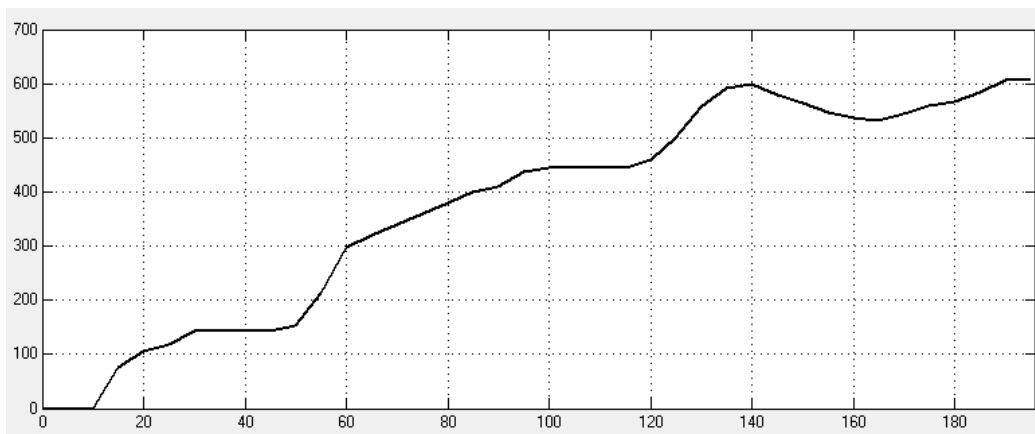


Рисунок 4 – Витрата енергії

Провівши інтегрування отримуємо розхід електроенергії 606,5 Вт×год за один їздовий цикл автомобіля масою 1200 кг при швидкості вмикання ДВЗ 30 км/год.

Проаналізувавши отримані результати, ми отримали витрату палива при використанні ДВЗ до 30 км/год. 0,018 кг. А використовуючи електромотор було затрачено 0,6065 кВт×год на такий самий проміжок їздового циклу.

Провівши перетворення у грошовий еквівалент витрату палива та електричної енергії, встановлено, що використання електроенергії у автомобілі призвело до 21,3% економії при русі зі швидкістю до 30 км/год. Обрахувавши для всього їздового циклу ми отримали економію у 7,84%.

Отже, впровадження гібридної силової установки зменшує витрати на пальне.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

В подальшому планується розглянути вплив ГСУ паралельного типу на тягово-швидкісні властивості автомобіля, провести дослідження викидів шкідливих речовин у атмосферу для міського їздового циклу на дорозі для АТЗ повною масою до 3,5 т. Планується доповнити розроблену математичну модель необхідними елементами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Тімков О.М. Історія розвитку гібридних силових установок/ О.М.Тімков, А.П. Луцик// Вісник НТУ. – 2012. – № 26. – С. 205–210.
2. Тімков О.М. Моделювання фізичних систем та системи керування гібридного автомобіля / О.Тімков, О.Іванов, А.Луцик// Systemy s srodki transportu samochodowego. Badania, konstrukcja i technologia srodkow transportu. – №4, Seria: Transport. – Rzeszow, 2013 – С. 193–198.
3. Смирнов О.П. Аналіз схемних рішень побудови автомобіля з гібридною енергетичною установкою // Вестник ХНАДУ: сб. научн. тр. – Харьков: ХНАДУ. – 2006. – Вып. 32. – С. 41–43.
4. Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний: ГОСТ 20306 – 90. – [введен с 01.01.1992]. – М.: Изд-во стандартов, – 1991. – 34 с.
5. Черных И. В. SIMULINK: среда создания инженерных приложений /Под общ. Ред. к. т. н. В. Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003.
6. Тімков О.М. Визначення витрати палива гібридного автомобіля від швидкості, при якій вмикається двигун внутрішнього згорання / О.М. Тімков, А.П. Луцик // Автомобіль і Електроніка. Сучасні Технології. Електронне наукове фахове видання. – Харків.: ХНАДУ, 2013. – №5. – С. 25–27.
7. Ковчин С.Д., Сабинин Ю.А. Теория электропривода: Учебник для вузов. - СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 2000,– 496 с.
8. Копылов И.П. Электрические машины: Учеб. Для вузов. – 2-е изд., перераб. - М.: Высш.шк.; Логос; 2000. – 607 с.

REFERENCES

1. Timkov O. M., Lutsyk A.P. (2012). The history of hybrid propulsion. Vestnik of National Transport University, #26, 205-210.
2. Timkov O., Ivanov O., Lutsyk A. (2013). Modeling of physical systems and control systems of hybrid car. Systems and means of road transport. Research, design and technology, transport remedies, #4, 193-198.
3. Smirnov A.P. (2006). The analysis of the designs of building a vehicle with hybrid propulsion. Vestnik Kharkiv National Automobile and Highway University (KhNAHU), #32, 41-43.
4. GOST 20306-90. (1991). Vehicles. Fuel efficiency. Test methods. Moskva: Izdatelstvo standartov, 31.
5. Chernykh I.V. (2003). SIMULINK: The authoring environment for engineering applications, Under the General Editorship of Candidate of Engineering Sciences. Moscow: Dialog-mephi.
6. Timkov O.M., Lutsyk A.P. (2013). Determination of fuel consumption of a hybrid car on the speed at which an internal combustion engine is switched on. Car and Electronics. Modern Technology. Electronic scientific specialized edition. Kharkiv.: Kharkiv National Automobile and Highway University, № 5, 25-27.
7. Kovchyn S.D., Sabinin Y.A. (2000). The theory of electric: Textbook for universities. St.Petersburg: Open joint-stock company publishing house "Energoatomizdat". 496 p.
8. Kopylov I.P. (2000). Electric machines: Textbook for universities. Moscow: Vysshaya Shkola.; Logos, 607 p.

РЕФЕРАТ

Тімков О.М. Визначення та порівняння витрати палива гібридного автомобіля з паралельною силовою установкою та автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння. / О.М. Тімков, А.П. Луцик // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К: НТУ – 2013. – Вип. 12.

Дана стаття акцентує увагу на обмеженість технічних прийомів та можливостей вирішення проблем екологічної безпеки автотранспорту у зв'язку з постійним зростанням автомобільного парку. У зв'язку з світою економічною кризою, яка особливо відбивається на Україні унеможливило розробку нових автомобілів, тому стає необхідність переобладнання сучасного автомобіля, тобто впровадження у автомобіль електричної тяги.

Проведено дослідження витрати палива гібридного автомобіля з паралельною силовою установкою та автомобіля з двигун внутрішнього згоряння. Описано методику визначення цих параметрів. Розроблено модель розрахунку витрати палива та електричної енергії. Проведено аналіз витрат енергії як ДВЗ так і електромотором. Впровадження гібридної силової установки не тільки зменшує викиди у атмосферу, а також зменшує вартість затрат на переміщення автомобіля.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГІБРИДНИЙ АВТОМОБІЛЬ, ГІБРИДНА СИЛОВА УСТАНОВКА, ВИТРАТА ПАЛИВА.

ABSTRACT

Timkov O. M. Determination and comparison of fuel consumption of hybrid car with parallel power plant and a car with an internal combustion engine. / Timkov O.M., Lutsyk A. P. // Project management, system analysis and logistics. - By : National Transport University - 2013. - Issue. 12.

This article focuses on the limitations of techniques and possibilities to solve problems of ecological safety of vehicles in connection with the constant growth of the vehicle fleet. Due to the global economic crisis, which is particularly reflected in the Ukraine makes it impossible to develop new vehicles, so is the need of the modern car conversion, that is, the introduction of electric vehicle traction.

A study of fuel hybrid car with parallel power plant and a car with an internal combustion engine. A technique for determining these parameters. A model for calculation of fuel consumption and electric power. The analysis of energy consumption as well as Internal combustion engine and electric motor. Introduction of a hybrid propulsion system does not only reduces air emissions, but also reduces the cost price of the vehicle movement.

KEYWORDS: HYBRID CARS, HYBRID PROPULSION SYSTEM, FUEL CONSUMPTION.

РЕФЕРАТ

Тімков А.Н. Определение и сравнение расхода топлива гибридного автомобиля с параллельной силовой установкой и автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. / А.Н. Тімков, А.П. Луцик // Управление проектами, системный анализ и логистика. - К : НТУ - 2013. - Вып. 12.

Данная статья акцентирует внимание на ограниченность технических приемов и возможностей решения проблем экологической безопасности автотранспорта в связи с постоянным ростом автомобильного парка. В связи с всемирной экономическим кризисом, который особенно отражается на Украине делает невозможным разработку новых автомобилей, поэтому становится необходимость переоборудования современного автомобиля, то есть внедрение в автомобиль электрической тяги.

Проведено исследование расхода топлива гибридного автомобиля с параллельной силовой установкой и автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. Описана методика определения этих параметров. Разработана модель расчета расхода топлива и электрической энергии. Проведен анализ затрат энергии как ДВС так и электромотором. Внедрение гибридной силовой установки не только уменьшает выбросы в атмосферу, а также уменьшает стоимость затрат на перемещение автомобиля.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГИБРИДНЫЕ АВТОМОБИЛИ, ГИБРИДНАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА, РАСХОД ТОПЛИВА.

АВТОРИ:

Тімков Олександр Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри автомобілів, e-mail: ntu.alex@ua.ru, тел. +380934817225, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1 к. 306.

Луцик Артур Петрович, аспірант, Національний транспортний університет, аспірант кафедри автомобілів, e-mail: qwertylucik@rambler.ru, тел. +380977910638, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1 к. 306.

AUTHOR:

Timkov Oleksii Nikolaevich, Candidate of Engineering Sciences, associate Professor. National Transport University, associate Professor of Cars, e-mail: ntu.alex@ya.ru, phone +380934817225, Ukraine, 01010, Kiev, Suvorov St 1 K. 306.

Lutsyk Artur Petrovych, postgraduate, National Transport University, post-graduate of the Department of Cars, e-mail: qwertylucik@rambler.ru, phone +380977910638, Ukraine, 01010, Kiev, Suvorov St1 K. 306.

АВТОРЫ:

Тимков Алексей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры автомобилей, e-mail: ntu.alex@ya.ru, тел. +380934817225, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1 к. 306.

Луцик Артур Петрович, аспирант, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры автомобилей, e-mail: qwertylucik@rambler.ru, тел. +380977910638, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1 к. 306.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Ткаченко В.П., доктор технічних наук, професор, Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, професор кафедри автоніки та управління на транспорті, Луганськ, Україна

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри двигунів і теплотехніки, Київ, Україна

REVIEWER:

Tkachenko V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, professor department of autonics and transport management, Lugansk, Ukraine.

Gutarevich U.F., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head of the Department of engines and heating engineering, Kyiv, Ukraine.