

2. Durrieu D., Picron V., Frederic A. (2008) Electro-Magnetic Valve Actuation System: First Steps Toward Mass Production, SAE Technical paper series 2008-01-1360.

3. Trajkovic S. et al. (2006) FPGA Controlled Pneumatic Variable Valve Actuation, SAE Technical paper series 2006-01-0041.

4. Trajkovic S. et al. (2007) Introductory study of variable valve actuation for pneumatic hybridization, SAE Technical paper series 2007-01-0288.

Чучуменко Богдан Сергійович, аспірант, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», [Bohdan.Chuchumenko@ieec.khpi.edu.ua](mailto:Bohdan.Chuchumenko@ieec.khpi.edu.ua)

Кравченко Сергій Сергійович, к.т.н., доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
[Serhii.Kravchenko@khpi.edu.ua](mailto:Serhii.Kravchenko@khpi.edu.ua)

## **ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОСЛІДОВНОЇ ГІБРИДНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ**

Забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), дефіцит нафтових палив і глобальне потепління, є ключовими факторами, що стимулюють пошук методів і технологій для поліпшення екологічних характеристик ДВЗ. У цьому контексті розглядається можливість переходу автотранспорту на електричні або гібридні силові установки, які комбінують у собі ДВЗ та електричний двигун.

Відомо, що гібридні установки споживають на 30-50% менше палива, порівняно з ДВЗ зі схожою потужністю, як наслідок це призводить до зниження викидів діоксиду вуглецю, який є одним з основних газів, що спричиняє парниковий ефект.

Один з потенційних способів переходу автотранспорту на електричний привід в Україні - це переобладнання вживаних автомобілів. Досвід європейських та американських стартапів показує, що вартість конвертації вживаного автомобіля на електричний приблизно вдвічі менше, ніж ціна нового електромобіля. У контексті низької споживчої спроможності населення це є значущим фактором для впровадження нової технології.

Модернізація на гібридний силовий привід є доцільною для автомобілів у кузові "універсал", таких, як Chevrolet Lacetti. Такий автомобіль має достатньо місця для розміщення охолоджуваної тягової батареї з системою керування та інвертором. Вважаємо, що економічно обґрунтованим є конвертація вживаних автомобілів, з експлуатацією близько 10 років.

При апгрейді існуючої силової системи автомобіля доцільно використовувати схему, яка передбачає мінімальні зміни в базовій його конструкції. У цьому контексті найбільший потенціал демонструє послідовна схема, що має просте керування, передбачає можливість функціонування без необхідності коробки передач, а також розташування тягового електричного двигуна, як для приводу передньої осі, так і для задньої.

Параметри гібридної силової установки були обрані та обґрунтовані на основі математичного моделювання різних аспектів, включаючи робочий процес двигуна внутрішнього згорання, динаміку прискорення автомобіля та параметри гібридної системи під час тестів за європейським випробувальним циклом NEDC, використовуючи програмне середовище MATLAB [2]. Вихідні дані для обчислень подаються в таблиці 1.

Використання математичного моделювання режиму роботи ДВЗ у гібридній силовій установці дозволило визначити, що найменша витрата палива становить 242 гр/(кВт·год) на режимі зовнішньої швидкісної характеристики при частоті обертання колінчастого валу 2200 хв<sup>-1</sup>, при цьому потужність ДВЗ становить 34 кВт.

Таблиця 1 – Вихідні дані

Маса автомобіля $m$ , кг	1300
Статичний радіус колес $r_{st}$ , м	0,2794
Висота автомобіля $Vr$ , м	1,445
Ширина автомобіля $Hr$ , м	1,725
Коефіцієнт заповнення лобової площі автомобіля $\alpha$	0,78
Номінальна ефективна потужність електродвигуна $N_{едн}$ , кВт	86
Номінальна частота обертання тягового електричного двигуна $n_{едн}$ , хв <sup>-1</sup>	1860
Максимальна частота обертання тягового електричного двигуна $n_{едмах}$ , хв <sup>-1</sup>	7000
ККД трансмісії $\eta_T$	0,9
Повне передаточне відношення від електродвигуна до коліс автомобіля $u_0$	4,13

Параметри ДВЗ під час роботи в режимі найкращої паливної економічності визначають параметри генератора струму, який обирається для гібридної силової установки. Таким чином, обирає генератор потужністю 30 кВт, який спроектований для роботи з частотою обертання 2200 хв<sup>-1</sup> та має ККД  $\eta_T = 0,9$ .

Для визначення параметрів компонентів силової установки були проведені розрахунки впливу параметрів на середню експлуатаційну витрату палива ДВЗ, (Рис.1). При зміні одного параметра інші параметри залишалися незмінними.

Зменшення потужності акумулятора призводить до зниження вартості автомобіля, зменшення його маси і збільшення вільного простору в багажному відсіку. Проте, згідно рис.1, ця зміна спричиняє збільшення середньої експлуатаційної витрати палива з 7 л/100 км до 9 л/100 км. Важливо відзначити, що при цих розрахунках не було враховано вплив збільшення ваги акумулятора при його збільшенні ємності. Якщо цей фактор врахувати, то економічний вииграш від збільшення ємності батареї може бути менш виразним.

Одним із найефективніших методів покращення витрати пального в контексті гібридного приводу є рекуперація кінетичної енергії руху автомобіля. Використання рекуперації, призводить до зменшення споживання пального з 8,1 л/100 км до 7,1 л/100 км. Проте, цей метод передбачає значну модернізацію базової системи гальмування, що може створити проблеми.

Збільшення робочого діапазону зміни ємності акумулятора ( $\Delta C_b$ ) (рис.1) позитивно впливає на середню експлуатаційну витрату пального. Розрахунки свідчать, що при  $\Delta C_b = 0,4$  кВт·год витрата пального максимальна. Рекомендується розглядати більш широкий діапазон  $\Delta C_b$ , а саме  $\Delta C_b = 0,8$  кВт·год.

Таким чином, в роботі запропоновано методику конвертації силової установки автомобіля ДВЗ на послідовний гібридний силовий привід. Визначено параметри тягового електричного двигуна. За результатами проведеного дослідження рекомендовано параметри елементів гібридної силової установки:

- частота обертання колінчастого валу ДВЗ  $n = 2200$  хв<sup>-1</sup>;
- потужність ДВЗ  $N_e = 34$  кВт;
- питома ефективна витрата палива ДВЗ  $g_e = 242$  г/(кВт·год);
- максимальна ємність АКБ  $C_{bmax} = 1,3$  кВт·год;
- робочий діапазон зміни ємності АКБ  $\Delta C_b = 0,8$  кВт·год.

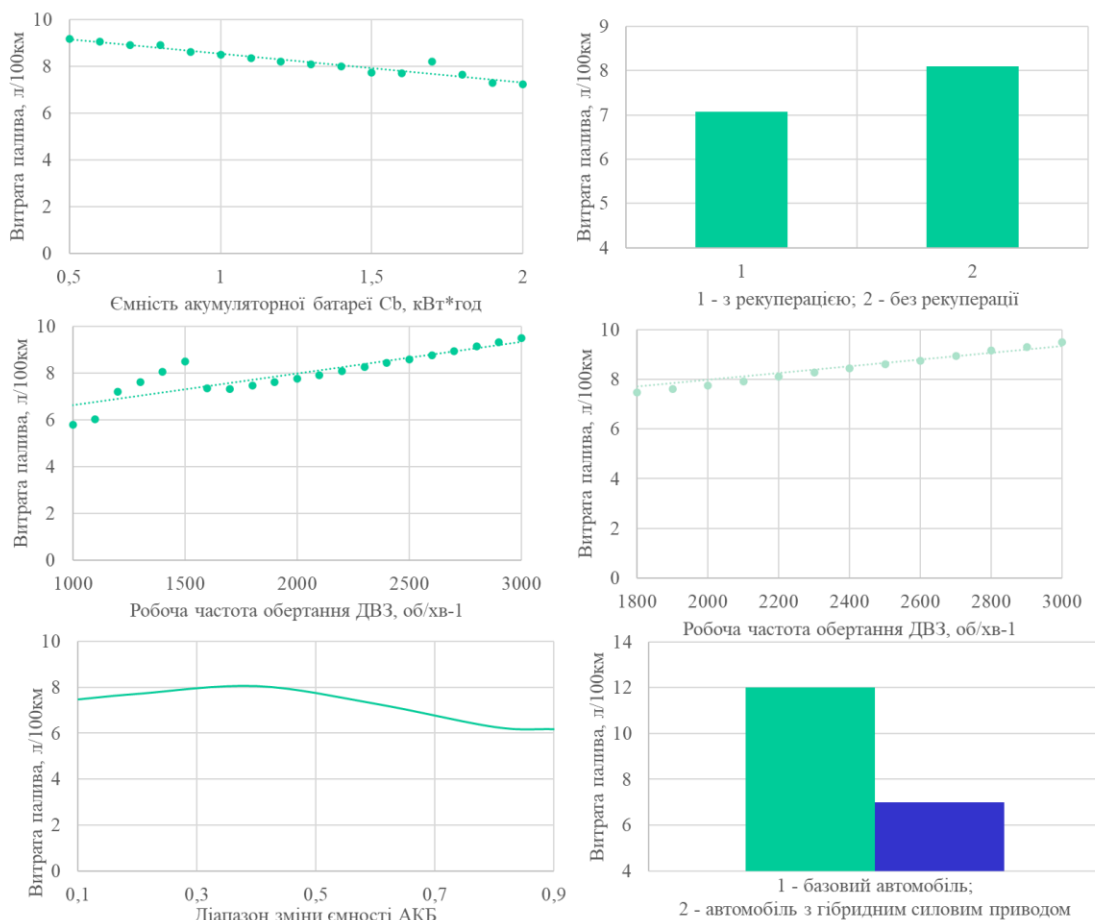


Рисунок 1 - Вплив параметрів гібридної силової установки на середньо-експлуатаційну витрату палива

## Література

1. Osetrov, O., Chuchumenko, B., Polivyanchuk, A. and Korohodskyi, V. (2021) “Mathematical Modeling and Computational Study of a Passenger Car Dynamics During Acceleration”, 25th international scientific conference TRANSPORT MEANS 2021 6-8 October, 2021

2. Кравченко, С.С. Обґрунтування параметрів послідовної гібридної силової установки легкового автомобіля / О.О. Осетров, С.С. Кравченко, Б.С. Чучуменко // Двигуни внутрішнього згоряння – 2022. – № 1 . – С. 78-85.

Arsenii Buchok, Master, Pridneprovsky State Academy of Civil Engineering and Architecture, [arseny.buchok.222@gmail.com](mailto:arseny.buchok.222@gmail.com)

Tatyana Kolesnikova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, [tnk1403@ukr.net](mailto:tnk1403@ukr.net)

Vitalii Herasymenko, Master, Pridneprovsky State Academy of Civil Engineering and Architecture, [vgerasimenko08@gmail.com](mailto:vgerasimenko08@gmail.com)

Valentyn Babych, Master, Pridneprovsky State Academy of Civil Engineering and Architecture, [babich060@gmail.com](mailto:babich060@gmail.com)

### **ANALYSIS OF MODELING METHODS FOR CREATING A RODLESS INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH CYLINDER DEACTIVATION**

#### **Introduction.**

Today, one of the most significant stimuli for the development of the automotive industry is the tightening of safety standards, which includes the environmental safety of vehicles. Over the past 40 years, engineers and researchers at leading automakers, together with the chemists who determine fuel technologies, have achieved many significant results

The development of a fundamentally new design of an internal combustion engine, despite its novelty, relies on already known operating processes and design solutions. Therefore, it is necessary to distinguish between the issues that require in-depth study and those whose solution can be obtained on the basis of already known results and methods from related engineering and scientific branches.

Improvement of the working process requires new designs of individual components and mechanisms in the internal combustion engine. As a rule, automakers rarely depart far from the established designs and introduce fundamentally new elements in limited quantities. This makes it possible to reduce time and money spent on improvement and development of the engine design and move to mass production in a shorter period of time.

One of the design schemes that create prospects for the realization of compression ratio control or cylinder deactivation by stopping the pistons is an engine with a crank-crank mechanism (CCM) of piston motion conversion [1].

In this paper the aim was to analyze and determine those modeling methods that meet the objectives of a comprehensive study in a minimum time of the design and operational processes occurring in a new crankless engine, up to the implementation