

---

**Секція 10. КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ  
ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ. СИСТЕМИ  
АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ  
В ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТНИХ  
ЗАСОБІВ. КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ  
СИСТЕМАХ І МАШИНАХ**

УДК 629.43

**ПОРІВНЯННЯ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНА 4Ч7,5/7,35 В СКЛАДІ  
ГІБРИНОЇ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ РЕАЛІЗОВАНОЇ ЗА  
ПАРАЛЕЛЬНОЮ ТА ПОСЛІДОВНОЮ СХЕМОЮ**

**Кузьменко Анатолій Петрович**, канд. техн. наук, доц., доцент каф. ДВЗ,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
e-mail: kuzmatolja@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4029-4010

**Грицюк Олександр Васильович**, докт. техн. наук, професор кафедра ДВЗ,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
e-mail: dthkbd@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5596-6254

**Кузьменко Сергій Сергійович**, аспірант кафедри двигунів та гібридних  
енергетичних установок, національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»  
e-mail: kusmenko.ss@gmail.com, ORCID: 0009-0009-5361-8879

На сьогоднішній день одним з найбільш перспективних напрямків покращення екологічних показників транспорту є використання гібридних силових установок, які дозволяють досягти необхідного рівня показників автомобіля за рахунок об'єднання переваг основного і допоміжного джерела енергії. В даний час багато зарубіжних автомобілебудівних компаній ведуть інтенсивні науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи по створенню і вдосконаленню транспортних засобів з гібридними силовими установками, адже такі транспортні засоби мають ряд переваг [1-4].

Сучасні гібридні силові установки включають в себе двигун внутрішнього згоряння або двигун-генератор і тягові накопичувачі енергії, які разом з комбінованими електромеханічними трансмісіями можуть бути побудовані за принципом послідовної, паралельної, або «спліт» схеми, що поєднує послідовно-паралельну схеми [1, 2]. При цьому кожна з цих схем знаходить своє місце в автомобільному транспорті, адже має як переваги так і недоліки.

Одною з головних переваг гібридних силових установок, які включають у свій склад ДВЗ, є можливість забезпечення режиму їх роботи у зоні мінімальної витрати палива не залежно від швидкості руху транспортного засобу. Адже такий підхід дозволяє уникнути роботи двигуна на часткових режимах з високими питомими витратами палива.

Спільна робота ДВЗ і мотор-генератора дозволяє забезпечити високі динамічні властивості гібридного автомобіля при використанні ДВЗ меншої потужності [1].

Метою даного дослідження є порівняння характеристик двигуна MeM3-307, що працює в складі комбінованої силової установки легкового автомобіля яка реалізована за паралельною та послідовною схемою.

Для досягнення поставленої мети було розроблено дві математичні моделі в середовищі у середовищі Simcenter Amesim від компанії Siemens [5]. Схеми послідовної та паралельної схеми наведено на рис. 1.

Як видно з схем кожний елемент схеми задається у вигляді піктограми натискаючи на яку можливо завдати чисельно параметри того чи іншого елемента конструкції. Це дозволяє легко адаптувати існуючу схему для будь якого транспортного засобу.

В нашому випадку розрахунок проводився для легкового транспортного засобу категорії M1 загальною масою 1550 кг. В обох випадках режим руху задавався графіком прискорень що відповідає новому європейському їздовому циклу. Приклад завдання режиму руху транспортного засобу в середовищі Simcenter Amesim наведено на рис. 2

В результаті було отримано порівняльні графіки екологічних та економічних показників двигунів що працюють в гібридній силовій установці при послідовній (криві зеленого кольору) та паралельній (криві червоного кольору) схемі (рис. 3.)

З графіків видно, що з точки зору витрати палива і викидів шкідливих речовин таких як CO, CO<sub>2</sub>, та C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> схема з послідовною гібридною установкою є більш доцільною. Однак, при цьому, викиди оксидів азоту NO<sub>x</sub> в послідовній схемі дещо перевищують паралельну схему. Це можна пояснити тим, що у послідовній схемі гібридної силової установки двигун, у більшості випадків, працює у стаціонарному режимі який найбільш оптимальний з точки зору витрати палива, що супроводжується високими температурами у циліндрі двигуна.

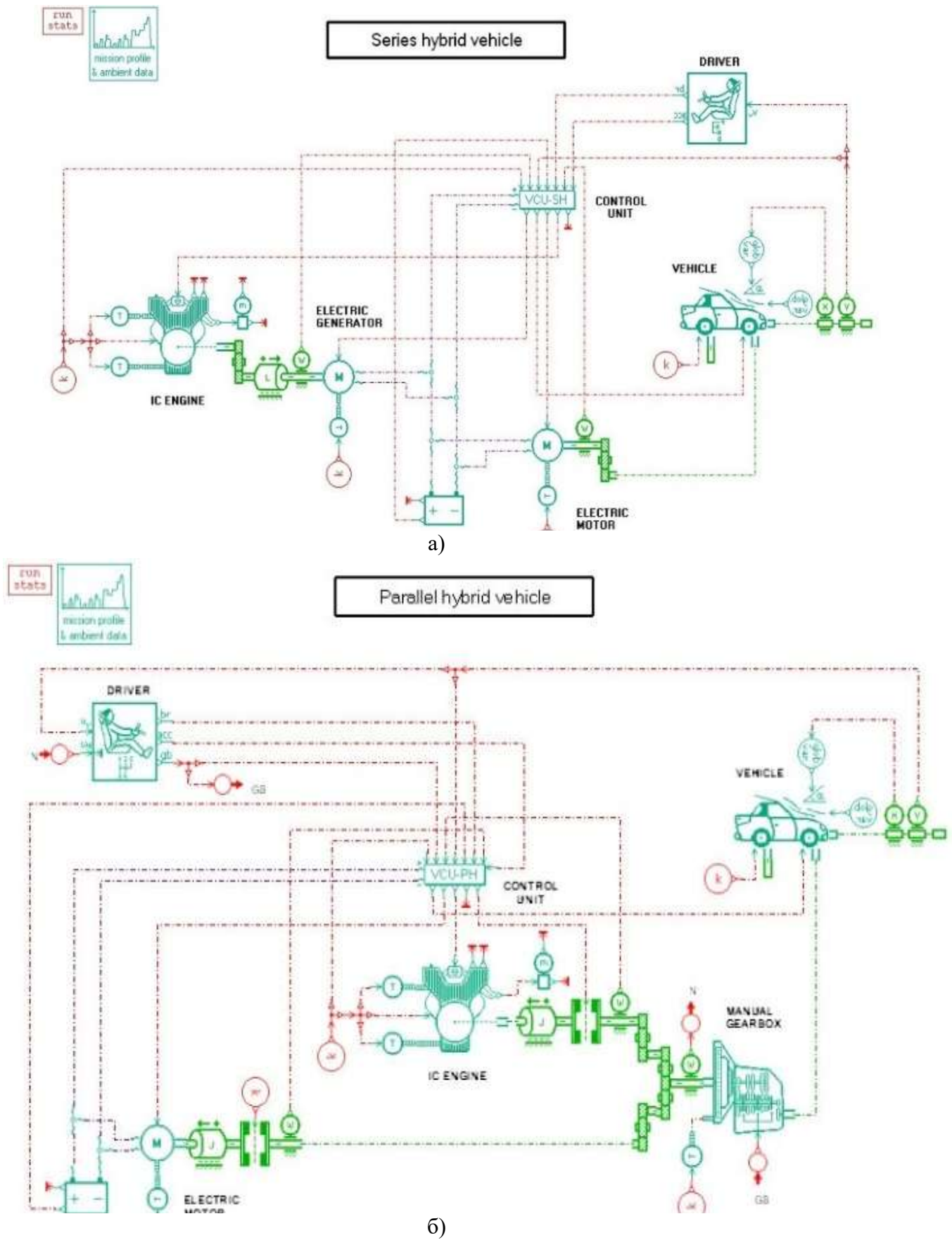


Рисунок 1 – Модель гібридної силової установки транспортного засобу реалізована у середовищі Simcenter Amesim: а – послідовна; б – паралельна

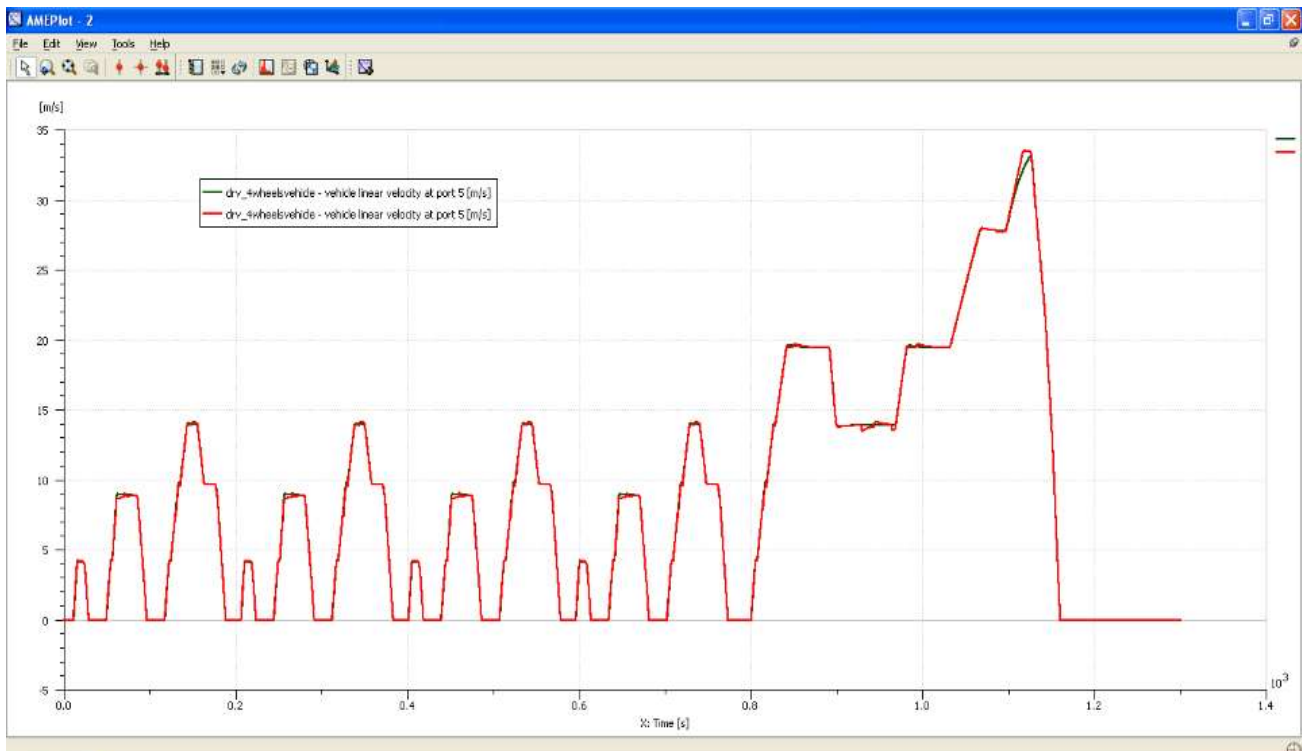


Рисунок 2 – Завдання режимів роботи (руху) транспортного засобу по циклу NEDC у середовищі Simcenter Amesim

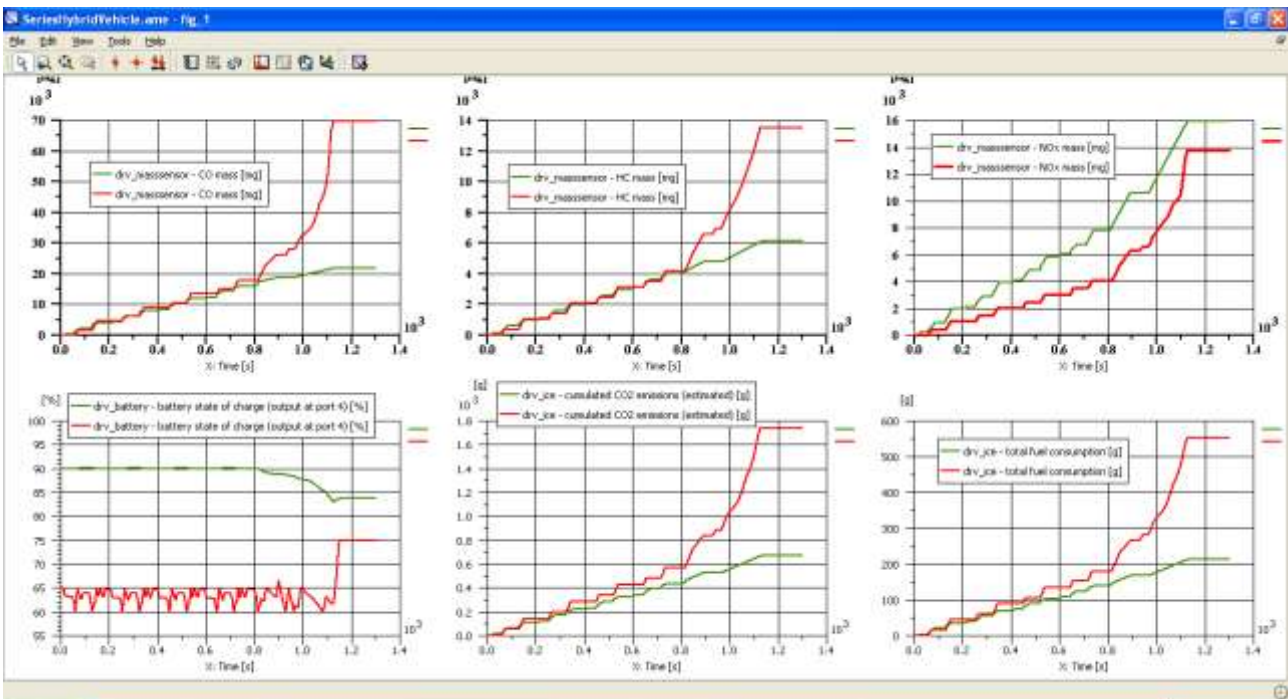


Рисунок 3 – Порівняльні результати розрахунку показників двигуна MeM3-307 в складі послідовної та паралельної гібридної силової установки транспортного засобу категорії M1

## Висновки

В роботі виконано аналіз літературних джерел, який показав, що застосування гібридних силових установок є перспективним напрямком для покращення економічних і екологічних характеристик транспортних засобів. Розроблена та налаштована математична модель для розрахунку гібридної силової установки за послідовною та паралельною схемою у середовищі Simcenter Amesim.. Проведено розрахунки показників двигуна MeM3-307 у складі транспортного засобу категорії M1 з гібридною силовою установкою. Побудовані порівняльні графіки для послідовної та паралельної схеми гібридного приводу.

## Література

1. Кубіч В. І. Гібридні силові установки легкових автомобілів : навч. посіб. Запоріжжя НУ «Запорізька політехніка», 2021. 193 с.
2. Гібридні автомобілі : монографія / О. В. Бажинов та ін. Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т. Х.: Крок, 2008. 327 с.
3. Mi, Chris, and Masrur, M. Abul, “Hybrid and Electric Vehicles: Principles, Applications and Practical Perspectives,” J. Wiley, 2011.
4. Осетров О. О., Кравченко С.С., Чучуменко Б.С. Обґрунтування параметрів послідовної гібридної силової установки легкового автомобіля. Двигуни внутрішнього згоряння. 2022. №1. С.78-85 DOI: 10.20998/0419-8719.2022.1.10
5. Simcenter Amesim, див <https://plm.sw.siemens.com/en-US/simcenter/systems-simulation/>