

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ 48-ВОЛЬТНОЇ ЕЛЕКТРОСИСТЕМИ В АВТОМОБІЛЯХ З ДВИГУНАМИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ**

**Рябошапка Н.Є., ст. викладач, Сухонос Р.Ф., ст. викладач,  
Новосильцев І.В., магістрант**  
*(Національний університет «Запорізька Політехніка»)*

З кожним роком автомобілі стають все більш складними і високотехнологічними. Додавання все більшої кількості електричної та електронної апаратури сприяє збільшенню електроспоживання. Це, а також все більш суворі екологічні норми призводять до поширення 48-вольтних електричних систем [1]. Технологія 48-вольтних електричних систем не зовсім нова, але набирає популярність з двох основних причин: допомагає підлаштувати автомобілі під регламент шкідливих викидів за рахунок економії палива; забезпечує більше енергії для нових (додаткових) автомобільних функцій.

Проаналізуємо, як використовуються 48-вольтні електросистеми, на прикладі розробок BorgWarner, Delphi і Continental. За останні десятиліття автовиробники замінили традиційні компоненти з механічним приводом на більш ефективні, зокрема, електропідсилювач керма, електричні вакуумні насоси гальмівної системи, електричні водяні насоси. Крім того, в нових автомобілях широко використовуються інформаційно-розважальні опції, комфорту, допоміжні системи безпеки. Можливостей стандартної 12-вольтної електричної системи при цьому часто не вистачає.

З літератури відомі окремі спроби використання додаткових 48-вольтних електросистем на автомобілях підвищеної комфортності. Так, у Bentley Bentayga батарея 48 В живить електричну систему стабілізаторів поперечної стійкості для кращої керованості. Розглянемо перспективи використання 48-вольтних електросхем на автомобілях з ДВЗ.

48-вольтна електросистема може бути допомогою водію при старті автомобіля, наприклад, Delphi E-charger, встановлена на 1,6-літрову дизельну Honda Civic, розкручує турбіну турбокомпресора (ТКР) під час зупинок і при низьких обертах двигуна, дозволяючи згладити дефіцит крутного моменту під час «турбоями». Система забезпечує добавку крутного моменту до 25 %.

Відомі розробки й інших фірм, наприклад, BorgWarner eBooster (рис. 1, а), яка наразі використовується на серійних автомобілях Maserati Ghibli 3-го покоління (M157). Згідно з технічною інформацією BorgWarner [3], система eBooster – це електронна допоміжна система, у якій в системі впуску встановлено додатковий відцентровий лопатевий компресор, який в необхідний час приводиться в дію від електродвигуна.

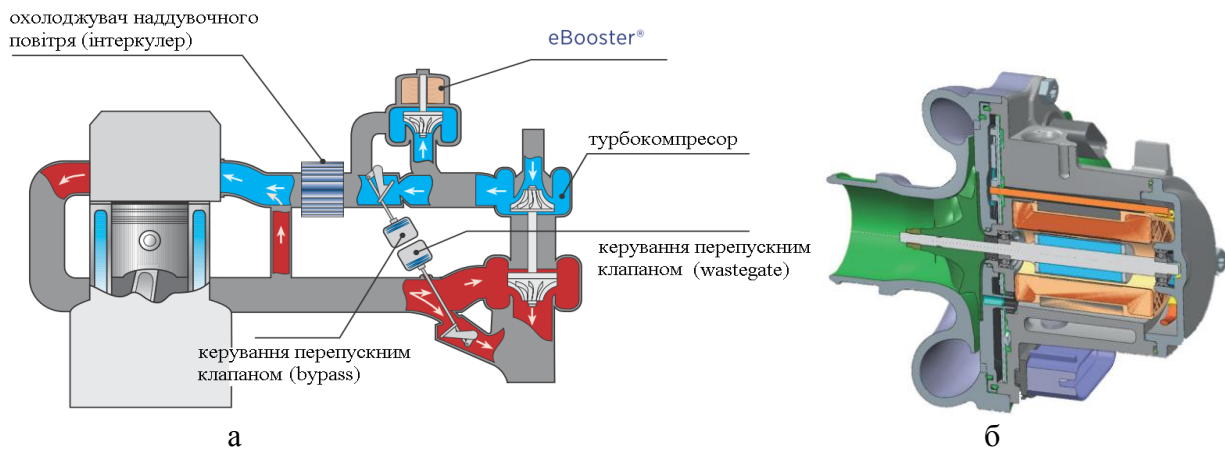


Рисунок 1 – Система eBooster від компанії BorgWarner з використанням електроприводу агрегату наддуву (а) і компресор з електроприводом (б)

На відміну від систем наддуву з «підкруткою» компресора ТКР лише під час «турбоями», в системі eBooster струмом 48 В приводиться в дію саме додатковий компресор (рис. 1, б). Тобто тиск в системі впуску підвищується двічі, ступінчасто, що дозволяє досягти більшої продуктивності.

Згідно інформації BorgWarner, використання системи eBooster під час «турбоями» дозволяє підвищити крутний момент до 50 %, а час до досягнення максимального крутного моменту складає всього 2,5 с. Система може встановлюватись як на бензинові, так і на дизельні ДВЗ, та забезпечує:

- покращення характеристик двигуна під час «турбоями»;
- покращення екологічних характеристик;
- зменшення витрати палива;
- дозволяє використовувати двигуни меншого літражу.

48-вольтна система eBooster встановлена Maserati Ghibli у складі 4-циліндрового двигуна 2,0 л потужністю 243 кВт при  $5750 \text{ хв}^{-1}$ , крутний момент 450 Н·м при  $4000 \text{ хв}^{-1}$ , максимальна швидкість автомобіля 255 км/год [4]. Для порівняння приймаємо до уваги, що на Maserati Ghibli встановлюється 3,0-літровий двигун V6 з подвійним наддувом, який має приблизно такі ж характеристики. Отже, можна стверджувати, що система BorgWarner eBooster є більш ефективною, оскільки дозволяє отримати кращі питомі показники (відношення потужності та крутного моменту до робочого об'єму двигуна).

Незважаючи на всі переваги 48-вольтних систем, 12-вольтний акумулятор найближчим часом не зникне. Перспективна 48 В система доповнить традиційну – так званий «м'який гібрид».

В основному, структура «м'яких гібридів» складається з трьох основних компонентів: ремінного стартер-генератора або блоку мотор-генератора (MGU), перетворювача напруги постійного струму і акумулятора високої напруги. Ці три компоненти легко адаптуються до електричних систем негібридних автомобілів. Стартер-генератор замінює традиційний генератор на приводі допоміжних агрегатів спереду, а перетворювач і акумулятор займають невелику кількість простору в багажнику.

Стартер-генератор MGU з'єднаний з колінчастим валом ДВЗ за допомогою ременя з тією лише різницею, що 48-вольтний блок часто має рідинне охолодження і спеціальні натягувачі. MGU може працювати у двох режимах.

На першому MGU потужністю 10 кВт функціонує як двигун, отримуючи струм від літій-іонної батареї в багажнику через перетворювач, який змінює постійний струм на змінний. MGU передає крутний момент на колінчастий вал ДВЗ через приводний ремінь. MGU або запускає ДВЗ після короткочасної зупинки (12-вольтний стартер використовується лише для холодного пуску), забезпечуючи йому додаткові 135 Н·м для кращого прискорення і знижуючи вібрації запуску, або зменшує навантаження на двигун в інших ситуаціях для економії палива.

На другому режимі MGU працює як і генератор, який приймає крутний момент для виконання іншої функції – генерації 48 В електроенергії. Це відбувається не тільки тоді, коли двигун працює, але і коли машина їде накатом або гальмує.

Все це робить 48-вольтні «м'які гібриди» відносно дешевою, простою і більш легкою (менша маса) альтернативою звичайним гібридним автомобілям. За 30 % ціни звичайної гібридної силової установки споживач отримує 50...70 % його продуктивності. Ці цифри дозволяють отримати додаткову паливну економічність 10...15 %. Збільшенням напруги акумулятора можна отримати ще більшу економію, однак стандарти розвинених країн вимагають наявності дорогих екрануючих оболонок ізоляційних каналів і конекторів в будь-якій автомобільній електричній системі напругою понад 60 В. Утримання напруги нижче даного порога означає, що загальна додаткова вартість «м'яких» гібридних систем може залишатися в межах 800...1200 доларів США. При отриманій економії 10...15 % «м'які гібриди» будуть достатньо ефективні, і при цьому не втратять попиту на ринку.

### Список використаних джерел

1. Ковалера Н. Всё, что нужно знать о грядущей 48-вольтовой революции в автомобилях. Електронний ресурс. <https://www.drive2.ru/b/496171665537892806/>
2. Technology eBooster® - Electrically Driven Compressor for Light Vehicles. Електронний ресурс. <https://www.youtube.com/watch?v=iEGisoOnewg>
3. Explore our Technologies eBooster® – electrically driven compressor for Passenger Cars. Електронний ресурс. <https://cdn.borgwarner.com/docs/default-source/default-document-library/ebooster-electrically-driven-compressor-product-sheet.pdf>
4. Maserati Ghibli (M157). Електронний ресурс. [https://en.wikipedia.org/wiki/Maserati\\_Ghibli\\_\(M157\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Maserati_Ghibli_(M157))
5. eTurbo(TM). Електронний ресурс. [https://www.youtube.com/watch?v=8OswsYe69\\_E](https://www.youtube.com/watch?v=8OswsYe69_E)
6. Владимирский И. AMG переходит на электрический турбонаддув. Електронний ресурс. <https://autoreview.ru/news/amg-perehodit-na-elektricheskiy-turbonadduv>.