

УДК 629.33

Стефанишин В. – ст. гр. МБа-11

Національний університет «Львівська політехніка»

ОГЛЯД СИСТЕМ ТУРБОНАДДУВУ З ДВИГУН-ГЕНЕРАТОРОМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Науковий керівник: д.т.наук, професор Стоцько З.І.

Stefanyshyn V.

Lviv Polytechnic National University

OVERVIEW OF TURBOCHARGING SYSTEMS WITH ENGINE- GENERATORS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Supervisor: Stotsko Z.

Ключові слова: турбокомпресор, турбокомпресор-генератор, системи примусової індукції, гібридні електричні системи.

Keywords: turbocharger, turbocharger-generator, forced induction systems, hybrid electric systems.

Постійне посилення вимог до екологічних параметрів двигунів внутрішнього згорання змушує автовиробників шукати нові шляхи підвищення їх енергоефективності. Одним з поширених шляхів є використання систем примусової індукції, зокрема використання систем турбонаддуву, що використовують енергію відпрацьованих газів двигуна. У контексті екологічних норм та енергоефективності найперспективнішим є використання цих систем на двигунах з невеликим робочим об'ємом [1].

Однією з проблем двигунів малого об'єму з системами турбонаддуву є низька потужність на низьких обертах, через недостатній об'єм відпрацьованих газів для забезпечення ефективної роботи турбокомпресора. Ця проблема має кілька варіантів вирішення [2]:

- застосування менших турбокомпресорів. Це компроміс між максимальною потужністю та ефективністю двигуна в широкому діапазоні обертів;
- використання систем змінної геометрії турбокомпресора. Ця система дозволяє змінювати параметри турбокомпресора для забезпечення кращих параметрів в ширшому діапазоні обертів двигуна;
- використання додаткових компресорів з механічним чи електричним приводом;
- застосування гібридних електричних систем турбонаддуву, що об'єднують традиційний турбокомпресор та компресор з електроприводом.

Увага дослідження приділена останньому варіанту. Загальна схема цієї системи представлена на рис. 1.

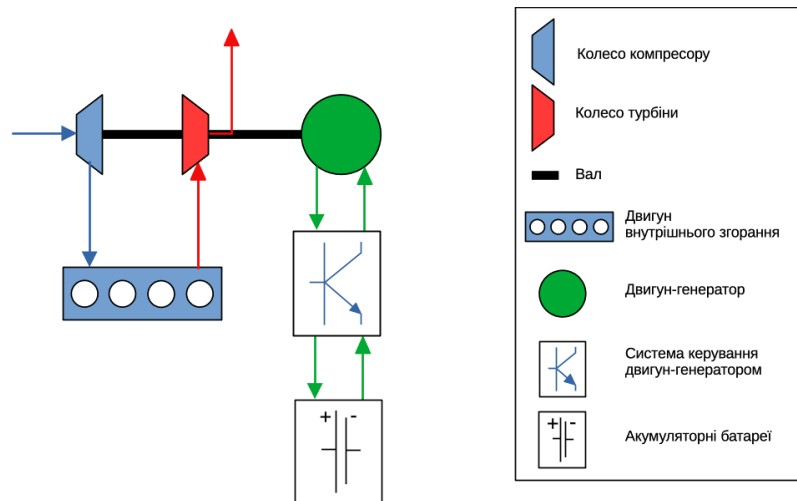


Рис.1: Спрощена загальна схема турбонаддуву з двигуном-генератором

Система має 3 стабільні режими роботи [2]:

- Активний режим, коли двигун-генератор працює в режимі двигуна, та обертає турбіну, використовуючи накопичену в акумуляторі енергію, або енергію з електричної системи авто. Система перебуває в цьому режимі в ті моменти, коли тиску випускних газів не достатньо для забезпечення необхідного тиску наддуву.
- Режим генерації — стан, коли тиск випускних газів достатній для ефективної роботи турбіни та генератора, а поточний режим роботи двигуна дозволяє роботу без примусової індукції, наприклад, гальмування, пересування авто на стабільній швидкості.
- Нейтральний режим — це режим, коли тиск випускних газів достатній, для ефективної роботи турбіни, але умови роботи двигуна не дозволяють використати частину їх енергій для генерації.

Таким чином дана система може працювати в гібридному енергоефективному режимі, коли енергія для електричного асистування турбонаддуву може бути згенерована самою системою з мінімальним використання енергії з основної електричної системи авто.

Дані системи були успішно реалізовані деякими компаніями, що спеціалізуються на виготовленні систем турбонаддуву, наприклад Gattrett та BorgWarner[3, 4].

Особливістю реалізації системи в обох компаній є використання високовольтих двигунів, що працюють при високих обертах. Ці системи використовують 48-вольтну систему замість стандартної 12-вольтової, що підвищує ефективність системи, та зменшує робочі струми. Для приведення двигунів в дію використовують контролери та інвертори, що піднімають напругу до 400 або 800 (у деяких варіаціях системи від BorgWarner) вольт, що в свою чергу дозволяє значно зменшити робочі струми та зменшити габарити двигуна [3].

У режимі генерації дані системи виконують зворотне перетворення напруги та її стабілізації для заряджання акумуляторних батарей.

Список використаних джерел:

1. S. Chu and A. Majumdar, "Opportunities and challenges for a sustainable energy future," nature, vol. 488, no. 7411, pp. 294–303, 2012.
2. W. Lee, E. Schubert, Y. Li, S. Li, D. Bobba and B. Sarlioglu, "Overview of Electric Turbocharger and Supercharger for Downsized Internal Combustion Engines," in IEEE Transactions on Transportation Electrification, vol. 3, no. 1, pp. 36–47, March 2017
3. Breitbach, H., Metz, D., Weiske, S. et al. Application and Design of the Electrically Driven Compressor from BorgWarner. MTZ Worldw 76, 16–21 (2015).
4. Schneider, T. "E-turbos are Providers and not Consumers of Electricity". MTZ Worldw 82, 24–27 (2021).