

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто тенденції та перспективи розвитку дизельних двигунів автомобілів.

Ключові слова: дизельний двигун, експлуатація автомобілів, економічність, токсичність, потужність, удосконалення, розвиток.

Abstract

Trends and prospects of development of diesel engines of cars are considered.

Keywords: diesel engine, car operation, economy, toxicity, power, perfection, development.

Вступ

В останні два десятиліття відбувся інтенсивний розвиток дизелів для легкових і вантажних автомобілів. Істотно збільшилася літрова потужність і значно знизилася токсичність відпрацьованих газів, в більшій мірі за рахунок скорочення викидів сажі та оксиду азоту. Значно знизився шум, витрата палива, підвищилася надійність, збільшилися інтервали технічного обслуговування, особливо для дизелів вантажних автомобілів. В результаті всього цього дизелі зайняли більшу частину ринку силових агрегатів і стали затребувані на всіх транспортних засобах.

Жорсткість екологічних норм у всьому світі призводить до удосконалення дизелів, тому сьогодні постає питання: а яким шляхом продовжиться подальший розвиток? За прогнозом експертів дизелі можуть зникнути повністю в сегменті легкових автомобілів, так як бензинові двигуни по витраті палива наближаються до свого дизельного конкурента. А в майбутньому і без того дорогі дизелі будуть ще дорожче бензинових двигунів через застосування складних систем нейтралізації відпрацьованих газів. Які заходи необхідно застосувати для того, щоб зробити конкурентоспроможним дизель майбутнього? Для легкових автомобілів вдосконалений бензиновий двигун з наддувом і безпосереднім уприскуванням палива, безумовно, може замінити свого дизельного конкурента. Але для вантажних автомобілів це проблематично.

Основна частина

На сьогоднішній день дизель в порівнянні з іншими двигунами володіє найширшою сферою застосування і великим діапазоном потужності, тому його заміна неможлива. Також варто відзначити, що ККД дизелів становить не менше 40% і зі збільшенням об'єму двигуна, ККД збільшується до значень більше 50%, що неможливо досягти на інших типах ДВЗ.

За останні тридцять років відбулося дворазове збільшення літрової потужності дизелів для автомобільного транспорту.

Літрова потужність дизелів для вантажного транспорту з 1970 року підвищилася приблизно втричі (рис. 1), незважаючи на різке зниження токсичності відпрацьованих газів в останні п'ятнадцять років.

З зростанням літрової потужності відбувається постійне підвищення максимального тиску згоряння з 9 МПа до 22 МПа (рис. 2). Аналогічна тенденція спостерігається і для дизелів легкового транспорту, де в найближчому майбутньому передбачається максимальний тиск згоряння в діапазоні від 18 до 20 МПа.

З численних вимог слід виділити наступні чотири: токсичність, комфорт від керування автомобілем (акустика, тягові і їздові характеристики), витрата палива і вартість двигуна (рис. 3). Завдяки низькій питомій витраті палива і високим тяговим характеристикам, що утворюється при високому крутному моменті в області низьких частот обертання, дизелі зайняли більшу частину ринку силових агрегатів, понад 50% в Європі. Дизелі з безпосереднім уприскуванням з великим успіхом завойовують європейські ринки завдяки суттєвій економії палива і легкістю управління автомобілем. Вартість і токсичність залишаються основними проблемами (незважаючи на паливну

економічність). Забезпечення майбутніх законодавств по токсичності і висока собівартість дизеля є стримуючими факторами, подолання яких в перспективі буде головним напрямком майбутнього розвитку.

На рис. 4 представлено законодавство різних країн по токсичності ВГ, починаючи з екологічного стандарту Євро 4. Слід брати до уваги, що для забезпечення норм Євро 6 необхідно розробити і впровадити безліч рішень.

З огляду на сьогоднішню ситуацію більшості виробників, важче виконати майбутні норми по діоксиду вуглецю (рис. 5). В першу чергу, виробникам важких автомобілів доведеться виконати велику роботу для досягнення цільових значень: 120-130 г/км.

З огляду на вищевикладені проблеми дизелів для легкового транспорту, необхідні спеціальні стратегії розвитку і нові технічні рішення. Отже, пропонуємо такі шляхи зниження викидів NO_x:

- використання системи селективної каталітичної нейтралізації (SCR), що володіють дуже високим коефіцієнтом перетворення;
- удосконалення робочого процесу;
- комбінації вищевказаних варіантів.

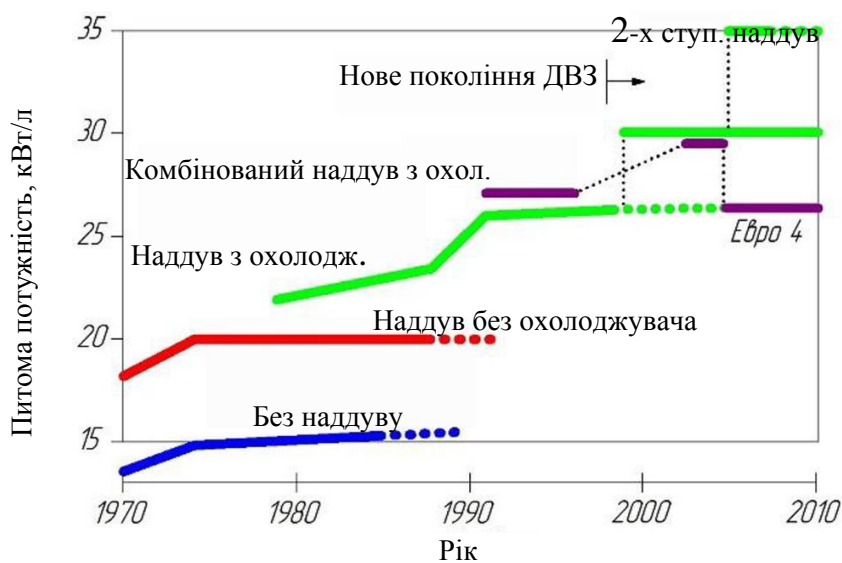


Рис. 1. Зростання питомої потужності дизелів для вантажних автомобілів

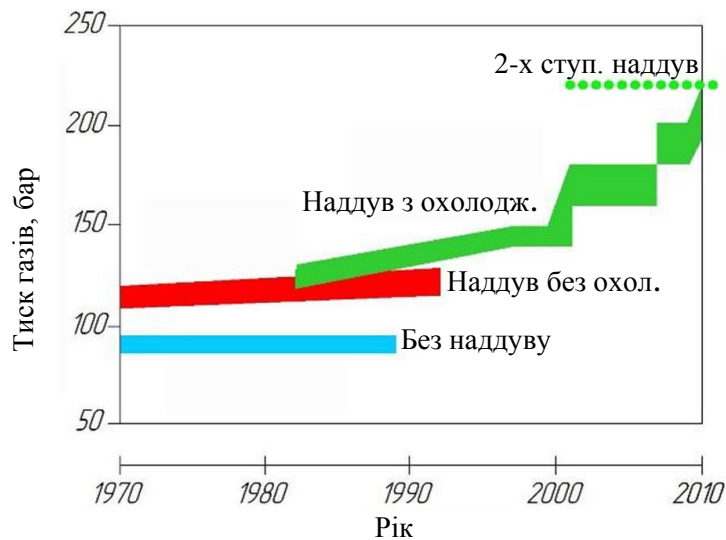


Рис. 2. Підвищення максимального тиску в камері згоряння дизелів

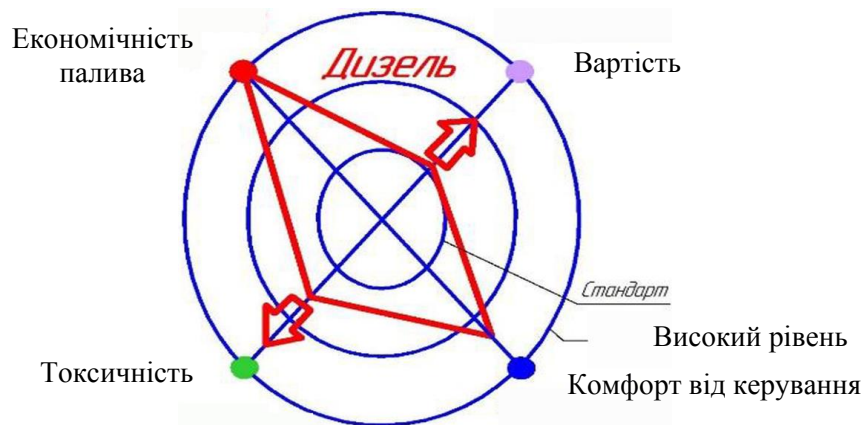


Рис. 3. Вимоги ринку до дизелів для легкових автомобілів

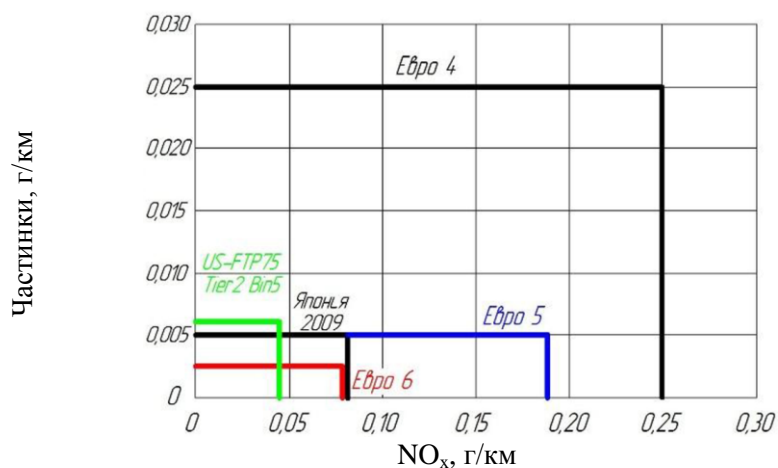


Рис. 4. Законодавство різних країн по токсичності відпрацьованих газів

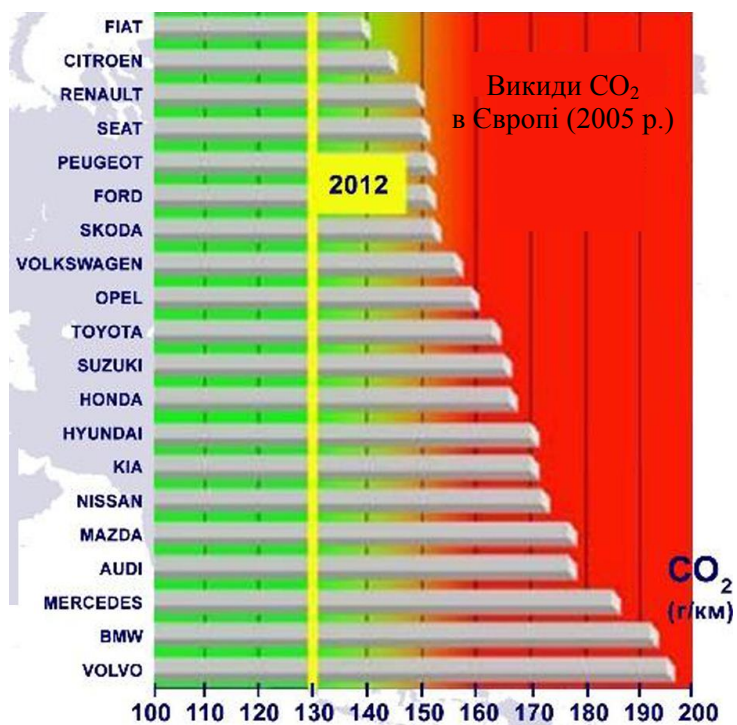


Рис. 5. Майбутні норми CO₂, що стимулюють розвиток технологій ДВЗ

Майбутні правила вимагають інтелектуальних рішень для скорочення токсичності відпрацьованих газів. Фахівці фірми «AVL» використовують спосіб інтелектуального скорочення викидів, заснований на вдосконаленні робочого процесу [1-5], який отримав назву EmIQ (Intelligente Emissionsreduzierung - інтелектуальне зниження токсичності). Даний спосіб заснований не тільки на стандартних і індивідуальних рішеннях оптимізації робочого процесу для зниження викидів NO_x, а й на інтелектуальному контролі процесу згорання за допомогою електронного управління.

З метою забезпечення необхідної витрати палива і літрової потужності при оптимізації робочого процесу можливе використання систем двоступеневого наддуву і систем рециркуляції ВГ низького тиску.

Для контролю вдосконаленого процесу згорання фірмою «AVL» була розроблена технологія CYPRESS™ [4], яка забезпечує замкнутий цикл зворотного зв'язку, що дозволяє в реальному часі контролювати згорання в дизелі. Технологія використовує в якості вхідного сигналу тиск робочої суміші в циліндрі двигуна. Дана технологія дозволяє забезпечити низький вміст шкідливих речовин в відпрацьованих газах і в період тривалої експлуатації підтримувати стабільність процесу згорання.

За допомогою вдосконалення технологій і різних рішень з'явиться можливість не тільки забезпечити всі сучасні вимоги по токсичності, а й також зберегти або навіть знизити питому витрату палива без погіршення комфорту від водіння і управління автомобілем. Вартість виробництва є основною перешкодою на цьому шляху. Вищезазначені рішення приведуть до подальшого підвищення вартості дизеля, але при порівнянні з вдосконалим бензиновим двигуном різниця у вартості може і знизитися, так як і бензиновий двигун буде дорожчати.

Висновки

Дизель для легкового транспорту в найближчі роки буде мати наступні властивості:

1) Максимальний тиск газів в камері згорання 18-20 МПа. Застосовується в якості матеріалу для блоку і головки циліндрів переважно чавун.

2) Літрова потужність вище 70 кВт/л, система двоступеневого наддуву з проміжним охолодженням наддувочного повітря.

3) Гнучка акумуляторна паливна система з тиском уприскування до 200 МПа.

4) Удосконалена інтелектуальна система контролю витрати повітря і рециркуляції відпрацьованих газів, що базується на фізичній моделі алгоритму управління.

5) Контроль в реальному часі процесу згорання, заснований на вхідному сигналі тиску робочої суміші в циліндрі двигуна. Робочий цикл з об'ємним самозайманням гомогенного заряду (НССІ процес), заснований на зовнішньому сумішоутворенні із запалюванням від стиснення суміші в циліндрі.

6) Фільтр твердих частинок в базовій модифікації, зниження NO_x переважно за допомогою використання системи селективної каталітичної нейтралізації (SCR).

Дизель для вантажного транспорту в найближчі роки буде мати наступні властивості:

1) Максимальний тиск газів в камері згорання 22-25 МПа, вдосконалена конструкція чавунної головки і блоку циліндрів.

2) Літрова потужність 40-50 кВт/л, система двоступеневого наддуву з проміжним охолодженням наддувочного повітря, комбіновані системи.

3) Гнучка акумуляторна паливна система з тиском уприскування до 250 МПа, стандартизовані форсунки.

4) Вбудований високоефективний гальмо-сповільнювач (сповільнювач).

5) Удосконалена інтелектуальна система контролю витрати повітря і рециркуляції відпрацьованих газів, що базується на фізичній моделі алгоритму управління.

6) Фільтр твердих частинок в базовій модифікації, зниження NO_x переважно за допомогою використання системи селективної каталітичної нейтралізації (SCR).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Марков В. А. Токсичность отработавших газов дизелей / В. А. Марков, Р. М. Баширов, И. И. Габитов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.

2. Патрахальцев Н. Н. Форсирование двигателей внутреннего сгорания наддувом / Н. Н. Патрахальцев, А. А. Савастенко. – М.: Легион–Автодата, 2007. – 178 с.
3. Современные подходы к созданию дизелей для легковых автомобилей и малотоннажных грузовиков / А. Д. Блинов, П. А. Голубев, Ю. Е. Драган и др.; под ред. В. С. Папонова, А. М. Минеева. М.: НИЦ Инжинер, 2000. – 332 с.
4. Анісімов В. Ф. Випробування автотракторних дизельних двигунів внутрішнього згорання / В. Ф. Анісімов, А. А. П'ясецький. – Вінниця: РВВ ВНАУ, 2010. - 41 с.
5. Григоров И. Н. Актуальные аспекты деятельности НПО «Турботехника». Разработка турбокомпрессора для высокофорсированного дизеля ЯМЗ-534 Евро-5 / И. Н. Григоров, В. Н. Каминский, Р. В. Каминский, и др. // Научно - публицистический журнал «Наукоград». – 2015. – № 4(6). – С. 44-47.

Борисюк Дмитро Вікторович, асистент, кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bddv@ukr

Зелінський Вячеслав Йосипович, асистент, кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail : zelinskiy.slava@gmail.com

Borysyuk Dmytro, assistant, department of automobiles and transport management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: bddv@ukr.net

Zelinsky Vyacheslav, assistant, department of automobiles and transport management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: zelinskiy.slava@gmail.com