

А.П. Поляков, П.Д. Дунаєвський

## ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВЕДЕННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ З ДИЗЕЛЕМ ДЛЯ РОБОТИ ЗА ГАЗОДИЗЕЛЬНИМ ЦИКЛОМ

### **Анотація**

Одним з шляхів зменшення споживання дизельного палива і вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах є переобладнання автомобілів з дизелями, які знаходяться в експлуатації, для роботи за газодизельним циклом. Відомо, найменші питомі викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобілів забезпечуються при використанні природного газу. Тому переведення автомобілів з дизелями на живлення газом (газодизелі) дозволить зменшити витрату дизельного палива та вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

**Ключові слова:** природний газ; газодизель; шкідливі речовини; переобладнання дизелів.

### **Abstract**

One of the ways to reduce the consumption of diesel fuel and the content of harmful substances in exhaust gases is to convert cars with diesel engines, which are in operation, to work according to the gas-diesel cycle. It is known that the lowest specific emissions of harmful substances in the exhaust gases of cars are ensured when using natural gas. Therefore, the transfer of cars with diesel engines to gas power (gas diesel) will allow to reduce the consumption of diesel fuel and the content of harmful substances in exhaust gases.

**Keywords:** natural gas; gas diesel; harmful substances; conversion of diesel engines.

У світі для покращення екологічної ситуації, поряд із впровадженням альтернативних силових установок на автомобільному транспорті все більшого розповсюдження набувають автомобілі, двигуни яких працюють на природному газі. Цей процес іде як за рахунок зростаючого випуску нових автомобілів, так і за рахунок переобладнання існуючих моделей [1, 8, 9].

З початком застосування природного газу в якості моторного палива на автомобільному транспорті розроблялися і відповідні системи живлення, які б дозволили використовувати позитивні якості газового палива з найбільшою ефективністю як в двигунах внутрішнього згоряння з різними типами сумішоутворення, запалювання робочої суміші та організації робочого процесу [2] так і в дизелях.

Одним напрямком у процесі збільшення частки природного газу серед моторних палив на рухомому складі автомобільного транспорту є створення на базі транспортних дизелів чисто газових двигунів. Це може покращити екологічний ефект і збільшити обсяги використання природного газу на різних автомобілях та автобусах [3]. Щоб переобладнати дизель в газовий варіант на двигун встановлюють нові поршні зі зміненими формами камери згоряння або спеціальні проставки під головку блоку (для зменшення ступеня стиснення), встановлюють замість демонтованої системи живлення дизельним паливом та системи регулювання частоти обертання дизеля - додаткову систему запалювання, встановлюють систему живлення газовим паливом.

Подібні газові двигуни, які створюються на базі дизелів, працюють з меншою жорсткістю, оскільки у них тиск в циліндрах при згорянні робочої суміші наростає більш плавно. Та й максимальний тиск робочого процесу менший, що зменшує теплове і механічне навантаження не тільки деталей двигуна, а й усієї трансмісії автомобіля. Звідси і більший порівняно з дизелем термін служби його газової модифікації. В різних країнах світу продовжують займатися розробкою і випуском конвертованих газових двигунів на базі дизелів і двигунів з іскровим запалюванням з великим робочим об'ємом для вантажних автомобілів, міських та магістральних автобусів [4, 10].

В роботі [3] розглянуте питання вибору конструктивних та регулювальних параметрів при переобладнанні дизеля для роботи на природному газі на основі оцінювання їх впливу на індикаторні, ефективні та екологічні показники переобладнаного газового двигуна. Під час виконання роботи були проведені стендові випробування двигуна Д-240, в результаті яких були

отримані енергетичні, економічні та екологічні показники переобладнаного двигуна при роботі на природному газі на різних усталених і навантажувальних режимах, визначені індикаторні діаграми двигуна на різних навантажувальних режимах і з різними регулюваннями системи живлення і запалювання (рис. 1).

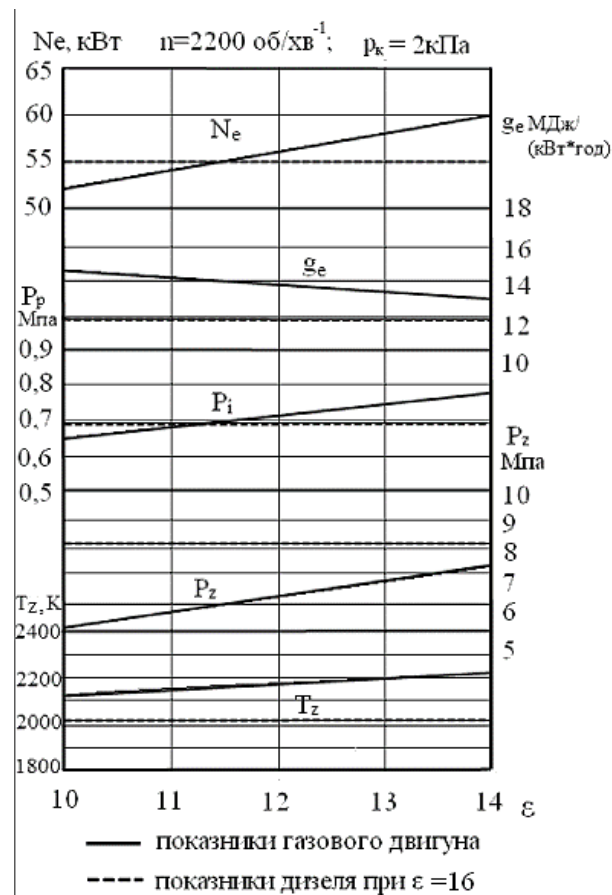


Рисунок 1 - Залежність індикаторних і ефективних показників газового двигуна від ступеня стиснення

Але переобладнання дизелів в газові двигуни з примусовим запалюванням можливе тільки у заводських умовах з організацією спеціального виробництва газових двигунів і після переобладнання двигун стає однопаливним і може працювати лише на природному газі, що вимагає розвиненої інфраструктури живлення природним газом.

Значний інтерес у цьому відношенні представляє дизель, який конвертовано для роботи за газодизельним циклом [8]. Такі конвертації спочатку широко використовувались в суднових і стаціонарних двигунах, а останнім часом, внаслідок зростання дефіциту рідких нафтових палив і підвищення вимог до екологічної чистоти, успішно застосовуються і для двигунів сухопутних транспортних засобів [5].

За газодизельного циклу в циліндр двигуна під час такту впуску надходить суміш газового палива з повітрям, яка утворюється в газоповітряному змішувачі. В період такту стиснення газоповітряна суміш стискується, в результаті чого температура її підвищується і до кінця такту стає вищою від температури самозаймання дизельного палива (590-650 °К), але нижчою від температури самозаймання газу (940-990 °К). У стиснуту газоповітряну суміш через форсунку, як і в звичайному дизелі, впорскується невелика кількість запального дизельного палива. Навколо великої кількості розпиленних, випаруваних крапель рідкого палива, що займаються одночасно в багатьох місцях, утворюються численні первинні вогнища займання газоповітряної суміші.

Робочий процес у газодизеля проходить так само, як і в дизелів - за змішаним циклом, під час якого частина палива згоряє за сталого об'єму, а частина - за сталого тиску. Але в

газодизелях за сталого об'єму згоряє більше палива, ніж у дизелях, тому максимальний тиск згорання вищий за однакових умов, вищий також індикаторний коефіцієнт корисної дії.

Використання газодизельного циклу на автомобільних двигунах дає змогу зменшити витрати дизельного палива на 70-80 % внаслідок заміщення його газовим паливом. При цьому завдяки такому самому ступеню стиснення, як у дизеля, забезпечується високий термічний коефіцієнт корисної дії циклу і зберігається така сама потужність, як у дизеля. Паливна економічність вища, ніж у переведених на газ автомобільних двигунів з іскровим запалюванням і нижчим ступенем стиснення.

В Україні та в країнах ближнього зарубіжжя найбільшого застосування здобули газодизелі Камського автомобільного та Ярославського моторного заводів. В табл. 1 наведено основні характеристики деяких з них з системами живлення і регулювання [6].

Таблиця 1 - Основні технічні дані газодизелів

Характеристики	КамАЗ-7409.10	ЯМЗ-236ГД	ЯМЗ-238ГД	ЯМЗ-240ГД	ЯМЗ-240НГД
Число циліндрів	8	6	8	12	12
Діаметр циліндра, мм	120	130	130	130	130
Хід поршня, мм	120	140	140	140	140
Робочий об'єм циліндрів, л	10,85	11,5	14,86	22,3	22,3
Ступінь стискування	17	16,5	16,5	16,5	15,2
Потужність брутто, кВт	154	132	176	265	368
Номінальна частота обертання, хв <sup>-1</sup>	2550	2100	2100	2100	2100
Максимальний крутний момент, Нм	637	667	883	1275	1765
Частота обертання за максимального крутного моменту, хв <sup>-1</sup>	1300-1800	1500-1600	1400-1600	1500-1600	1500-1600
Тип регулятора частоти обертання	Трирежимний	Всережимний			

Передові світові двигуно- та автомобілебудівні компанії, наприклад Caterpillar Engine, GMC, Isuzu, Toyota, Nissan, Sulzer Diesel France, Diesel Ricerche та інші також проводять переобладнання автомобілів для роботи за газодизельним циклом [7].

Застосування газодизельного циклу замість чисто дизельного дозволяє використовувати природний газ в двигунах без погіршення їх енергетичних показників і одночасно зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу. Основною складністю цього напрямку є переобладнання механічного регулятора частоти обертання паливного насоса високого тиску для можливості працювати як за дизельним, так і за газодизельним циклами та систем управління такими двигунами, що вимагає глибокого наукового підходу до їх розробки і залучення значних виробничих ресурсів для переобладнання автомобільних дизелів в газодизелі. Тому в експлуатації подібна конвертація двигунів повинна виконуватись із застосуванням спеціального обладнання при залученні досвідчених майстрів або на спеціалізованих підприємствах, оскільки є досить складним технологічним процесом.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Экологические проблемы развития автомобильного транспорта / – Автомобильный транспорт: Экологическое обозрение. Сер. Охрана окружающей среды / Информтранс; Вып. 3. – М, 1997. - 29 с.
2. Гутаревич Ю.Ф. Применение газообразного топлива на автомобильном транспорте / Ю.Ф. Гутаревич, Н.Е. Основенко. – К.: Знание, 1987. - 20 с.

3. Газовый двигатель с искровым зажиганием на базе дизеля / Реферативный журнал «Двигатели внутреннего сгорания», 1995. -№1.- с. 24.
4. Мамедова М.Д. Транспортные двигатели на газе. / М.Д. Мамедова, Ю.Н. Васильев. – М.: Машиностроение, 1994. - 224 с.
5. Скрячко Г.В.Чтобы автобусы стали экономичнее / Г.В. Скрячко – Автомобильный транспорт, 1989. - № 3. - с. 35-38.
6. Результаты исследований двигателей КамАЗ, питаемых природным газом / В.Н. Луканин, А.С. Хачиян, В.М. Фёдоров, В.Ф. Водейко, И.Г. Шишлов, Р.Х. Хамидуллин – Труды НАМИ (юбил. вып.). «Проблемы конструкции двигателей». – М.: 1998.
7. Microprocessor Dual-Fuel Diesel Engine Control System / L.E. Gettel, G.C. Perry, J. Boisvert, P.J. O'Sullivan – SAE Techn. PaperSer, 1986. –№861577. –р. 1-10.
8. Поляков А.П. Сучасний стан та перспективи розвитку ринку тракторів в Україні / С.С. Коробов, А.П. Поляков – Збірник наукових праць VI Міжнародна практична конференція «Сучасний стан та перспективи розвитку автомобільного транспорту» ВНТУ, 2013 –с.83-84.
9. Коробов С.С. До питання уніфікації автомобільної техніки ЗС України / С.С. Коробов, Д.Л. Королюк – I Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» ВНТУ, 2014 – с.22-23.
10. Актуальність переведення міських автобусів з дизелями для роботи за газодизельним циклом : тези доповідей 63 наук.-практ. конф. професорсько-викладацького складу і студентів Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2007, с. 27.

**Поляков Андрій Павлович** — доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [poliakovap61@gmail.com](mailto:poliakovap61@gmail.com)

**Дунаєвський Павло Дмитрович** — слухач групи 03-21, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [grossovpaха@gmail.com](mailto:grossovpaха@gmail.com)

**Poljakov Andrey P.** — doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [poliakovap61@gmail.com](mailto:poliakovap61@gmail.com)

**Dunaevsky Pavlo D.** — student of group 03-21, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [grossovpaха@gmail.com](mailto:grossovpaха@gmail.com)