

УДК 621.43

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОДАВАННЯ СПИРТІВ ДО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА ЕФЕКТИВНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА

Кушнір Р. Ю.¹, Чуйко С. В.², Білан Є. С.³, студенти,

Колеснікова Т. М.⁴, канд. техн. наук, доц.

ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Українського державного університету науки і технологій

¹ 21452.kushnir@365.pdaba.edu.ua, ² 21453.chujko@365.pdaba.edu.ua,

³ 23868.bilan@365.pdaba.edu.ua, ⁴ kolesnikova.tetiana@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку науки і техніки, незважаючи на зростання попиту на альтернативні джерела енергії, двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) залишається основним типом приводу для більшості транспортних засобів. Однак збільшення кількості ДВЗ та їх використання веде до значного зростання потреби у паливі, що підвищує навантаження на паливну промисловість і спричиняє необхідність пошуку нових джерел енергії. Поступовий перехід до дизельних двигунів, які є більш економічними за рахунок зниження витрат палива, дає лише часткове вирішення проблеми нестачі паливних ресурсів. Враховуючи це, дослідження нових альтернативних видів палива є важливим напрямком у розвитку автомобілебудування та двигунобудування.

Мета дослідження є оцінка впливу добавок спиртів, зокрема етанолу, до дизельного палива на ефективні показники дизельного двигуна.

Результати дослідження. Для покращення екологічних характеристик автомобільних палив у світовій хімічній практиці використовуються оксигенати – синтетичні добавки. Оксигенати здатні збільшувати повноту згоряння вуглеводнів у паливі, знижуючи токсичність відпрацьованих газів. Вони дають можливість зменшити стехіометричне співвідношення палива і повітря в зоні згоряння, що призводить до зменшення утворення оксиду вуглецю (СО) та вуглеводнів [1]. Одним із найбільш поширених оксигенатів є етанол. Багато провідних автомобільних компаній дозволяють використання бензинів з вмістом етанолу до 10 % [2]. Проте застосування оксигенатів у дизельному паливі вивчено недостатньо, оскільки їх низька цетанова спроможність обмежує можливості використання таких сумішей у дизельних двигунах.

У рамках цього дослідження була оцінена ефективність роботи дизельного двигуна, що працює на суміші дизельного палива та етанолу. Зміна фізико-хімічних властивостей палива має значний вплив на основні ефективні показники двигуна. До ефективних показників, що використовуються для оцінки роботи двигуна, відносяться: ефективна потужність, крутний момент, коефіцієнт корисної дії (ККД) та механічний ККД [3].

Ефективна потужність двигуна. Ефективна потужність безпосередньо залежить від середнього ефективного тиску (p_e), який, в свою чергу, визначається через кількість теплоти, що виділяється при згорянні палива, і теоретично необхідну кількість повітря для згоряння. Враховуючи те, що етанол має нижчу теплоту згоряння порівняно з дизельним паливом, при використанні суміші знижується середній ефективний тиск, що призводить до зменшення потужності двигуна.

$$N_e = \frac{p_e \cdot V_L \cdot n}{30\tau},$$

де τ – тактність двигуна;

$$p_e = \frac{H_{II}}{l_0} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \cdot \eta_v \cdot \rho_{пов} \cdot \eta_M,$$

де H_u – нижча теплота згоряння палива; l_0 – кількість повітря, теоретично необхідного для згоряння 1 кг палива; η_i – індикаторний ККД циклу; α – коефіцієнт надлишку повітря; η_v – коефіцієнт наповнення; $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря; η_m – механічний ККД.

Ефективний крутний момент. Зменшення середнього ефективного тиску також впливає на крутний момент, оскільки вони пропорційно пов'язані. В результаті, зниження крутного моменту безпосередньо веде до зменшення ефективної потужності.

Ефективний коефіцієнт корисної дії (ККД). Зменшення теплотворної здатності палива, а також зміна його фізичних властивостей, таких як густина, також призводить до незначного зниження ефективного ККД двигуна. Оскільки етанол має меншу теплоту згоряння та густину, це знижує ефективність перетворення енергії пального в корисну потужність. Механічний ККД двигуна залежить від потужності механічних втрат, що визначаються через різницю між ефективною потужністю та механічними втратами (N_m). Зменшення потужності через використання суміші дизельного палива та етанолу призводить до зниження механічного ККД.

Питома ефективна витрата палива (g_e) збільшується через зниження теплотворної здатності етанолу порівняно з дизельним паливом. Це в свою чергу призводить до підвищення загальної витрати суміші палива на годину (G_p) при однаковій потужності двигуна. Оскільки етанол має меншу теплоту згоряння, для забезпечення рівної потужності потрібно споживати більше палива.

Таблиця

Результати розрахунку ефективних показників робочого циклу

n , хв ⁻¹	$v_{\text{п.ср.}}$ м/с	P_m , МПа	P_e , МПа	η_m	η_e	g_e г/кВт·год.	N_e кВт	M_e Нм	G_T кг/год.
Дизельне паливо									
900	2,52	0,12	0,7	0,86	0,32	263,36	8,05	85,36	2,12
2000	5,6	0,16	0,69	0,82	0,32	268,67	17,7	84,01	4,73
3000	8,4	0,19	0,73	0,80	0,34	252,25	27,98	89,05	7,06
4800	13,44	0,25	0,59	0,71	0,28	303,2	36,12	71,85	10,95
ДТ + 20 % етанолу									
900	2,52	0,12	0,7	0,85	0,33	282,97	7,97	84,57	2,26
2000	5,6	0,16	0,69	0,82	0,32	288,9	17,42	83,17	5,03
3000	8,4	0,19	0,7	0,79	0,33	281,82	26,66	84,86	7,51
4800	13,44	0,25	0,58	0,70	0,28	327,72	33,57	70,77	11,66

Висновки. Аналіз ефективних показників роботи дизельного двигуна, що працює на суміші дизельного палива та етанолу, показав невелике збільшення ефективної та годинної витрати палива. Однак спостерігається зниження ефективної потужності та ККД, що свідчить про те, що додавання етанолу до дизельного палива може негативно вплинути на загальну ефективність двигуна при перевищенні певного відсотка етанолу в суміші.

Додавання етанолу до дизельного палива може покращити екологічні показники роботи двигуна, зокрема зменшити викиди шкідливих речовин. Для подальших досліджень необхідно оцінити можливості оптимізації складу палива та розробити рекомендації щодо застосування сумішей дизельного палива та етанолу для різних типів двигунів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мітков Б. В., Шульга О. В. Альтернативні палива для транспортних засобів. *Науковий вісник ТДАТ*. 2011. Вип. 1, т. 3. С. 144–152.
2. Herrera S. Bonkers about biofuels. *Nat. Biotechnol.* 2006. Vol. 24. Pp. 755–760.
3. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю. Ф., Долганов К. Є. Автомобільні двигуни : підруч. Київ: Арістей, 2007. 476 с.