

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ОСНОВНИХ РЕГУЛЮВАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДИЗЕЛІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Об'єктом даного дослідження є оцінка впливу на техніко-економічні та екологічні показники дизелів транспортних засобів зміни технічного стану паливної апаратури і зміни складу відпрацьованих газів двигуна.

Показано, що у дослідженому діапазоні зміни напрацювання паливної апаратури зміна показників паливободачі носить нерегулярний характер, при цьому профілактичними і регулювальними роботами на безмоторних стендах, як правило, вдається привести паливну апаратуру в стан, що забезпечує виконання вимог стандартів, які однак не враховують зміни, що відбуваються від напрацювання, що призводить до значного перевищенню нормативів димності.

Ключові слова: дизель, токсичність відпрацьованих газів, технічний стан двигуна, зміна параметрів паливної апаратури.

Abstract

The object of this study is to assess the impact of technical, economic and environmental performance of diesel vehicles changing technical state of fuel equipment and changes in the composition of exhaust gases of the engine.

It is shown that the examined range of change working out of fuel equipment change parameters fuel supply is irregular nature, and the prevention and adjustment works on non-motorized stands are usually unable to bring fuel equipment in a condition that ensures compliance standards but does not take into account changes that originating from developments resulting in significant excess of the standards of smoke.

Keywords: diesel, toxic emissions, the technical condition of the engine, change the fuel equipment.

Одній з організаційно-технічних складових реформаційного процесу у сфері технічного обслуговування транспортних засобів є впровадження автоматизованих інформаційних систем оцінки технічного стану транспортних засобів в умовах реальної експлуатації, в основу яких покладено данні про димність відпрацьованих газів в режимі вільного прискорення роботи дизеля.

Сумарна встановлена потужність двигунів транспортних засобів, оцінюється величиною 1,3...1,6 млрд. кВт [1], при цьому вони виділяють в атмосферу близько 29,4 млн.т в рік окислу вуглецю С (що складає, приблизно, 68% валового викиду С); 2,0 млн.т оксидів азоту NO_x (31%) 6,0 млн.т вуглеводнів СН (42%) [2, 3]. Є дані [4] про те, що в загальному забрудненні атмосфери планети двигуни транспортних засобів усіх типів вносять: 93% по викидах СО, більше 65% по викидах СН, 50% – по викидах NO_x і до 30% по викидах сажі.

Контроль технічного стану транспортних засобів за показниками токсичності, димності відпрацьованих газів і витрати палива, не дивлячись на вищевідзначену актуальність, не є самоціллю при вирішенні проблеми негативної дії транспортних засобів на довкілля і людину. Більш актуальним є розробка методології визначення з їх допомогою (ідентифікації) несправності, тобто, розробка алгоритмів інструментального діагностування двигунів внутрішнього згорання.

Серед експлуатаційних властивостей технічних систем дизелів, що мають безпосередній зв'язок з показниками потужності, паливної економічності і складу відпрацьованих газів, доцільно виділити технічний стан паливної апаратури, циліндро-прошнєвої групи, систем повітряподачі, газорозподілу [5].

Розробці методичного рішення розглянутих питань присвячена дана робота. Дослідження направлено на вдосконалення методів інструментального контролю технічного стану дизелів шляхом розробки і застосування діагностування технічного стану двигунів внутрішнього згорання і паливної апаратури з використанням аналізу складу відпрацьованих газів, на прикладі дизеля ЯМЗ-238.

Залежність основних показників дизеля ЯМЗ-238 від величини тиску початку впорскування палива форсунками P_f наведена на рис. 1.

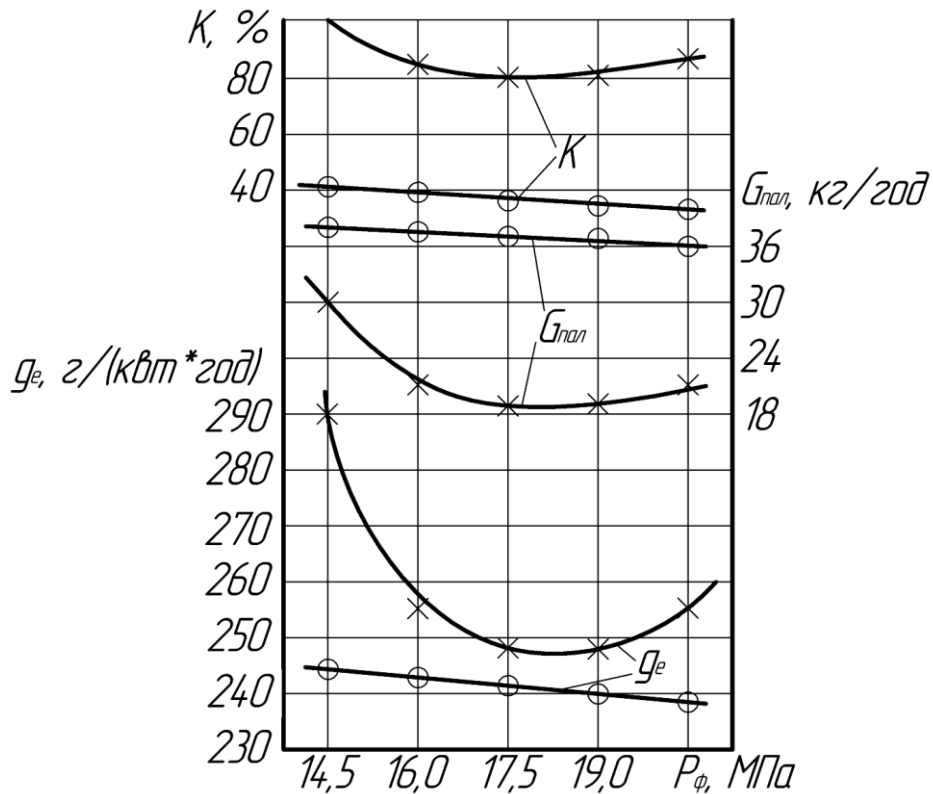


Рисунок 1 – Залежність основних показників дизеля ЯМЗ-238 від тиску початку впорскування палива форсунками на різних режимах роботи
 o—o – номінальний режим роботи, $n=2200$ хв⁻¹;
 x—x – режим максимального крутного моменту, $n=1400$ хв⁻¹

При зниженні P_{ϕ} з 17,5 МПа до 14,5 МПа, на номінальному режимі роботи дизеля, часова витрата палива збільшується на 0,17 кг/год (13%), питома витрата палива збільшується на 3,0 г/(кВт*год) (на 1,3%), димність відпрацьованих газів зростає на 7 одиниць (на 21%). На режимі максимального крутного моменту часова витрата палива збільшується на 1,7 кг/год (16,7%), питома витрата палива збільшується на 41,40 г/(кВт*год) (16,6%), димність відпрацьованих газів зростає на 16 одиниць (19,5%).

Збільшення тиску початку уприскування палива форсунками з 17,5 МПа до 20,5 МПа на номінальному режимі роботи дизеля призводить до зниження годинної витрати палива на 0,2 кг/год (1,5%), питомої витрати палива на 3,7 г/(кВт*год) (на 1,5%), димності відпрацьованих газів на 1 одиницю.

На режимі максимального крутного моменту часова витрата палива збільшується на 0,3 кг/год (2,9%), питома витрата палива збільшується на 7,0 г/(кВт*год) (на 2,8%), димність відпрацьованих газів зростає на 4 одиниці (4,9%).

Вплив величини циклової подачі палива на показники роботи дизеля ЯМЗ-238 наведено на рис. 2.

При зниженні величини циклової подачі палива з 75мл³/цикл до 58 мм³/цикл, на номінальному режимі роботи дизеля ефективна потужність зменшується на 17,5 кВт (на 30%), годинна витрата палива зменшується на 3,9 кг/год (на 27%), питома витрата палива збільшується на 7,8 г/(кВт*год) (на 3,2%), димність відпрацьованих газів зменшується на 21 одиницю (на 40%). На режимі максимальній крутного моменту ефективна потужність дизеля знижується при цьому на 7,2 кВт (на 17%), годинна витрата палива зменшується на 2,99 кг/год (на 26%), питома витрата палива зменшується на 29,9 г/(кВт*год).

Збільшення циклової подачі палива з 75мм³/цикл до 82мм³/цикл, на номінальному режимі роботи призводить до збільшення ефективної потужності дизеля на 2,0 кВт (на 3,4%), годинної витрати палива на 0,94 кг/год (на 6,6%), питомої витрати палива на 7,2 г/(кВт/год) (на 3%), димності відпрацьованих газів на 23 одиниці (на 65,7%).

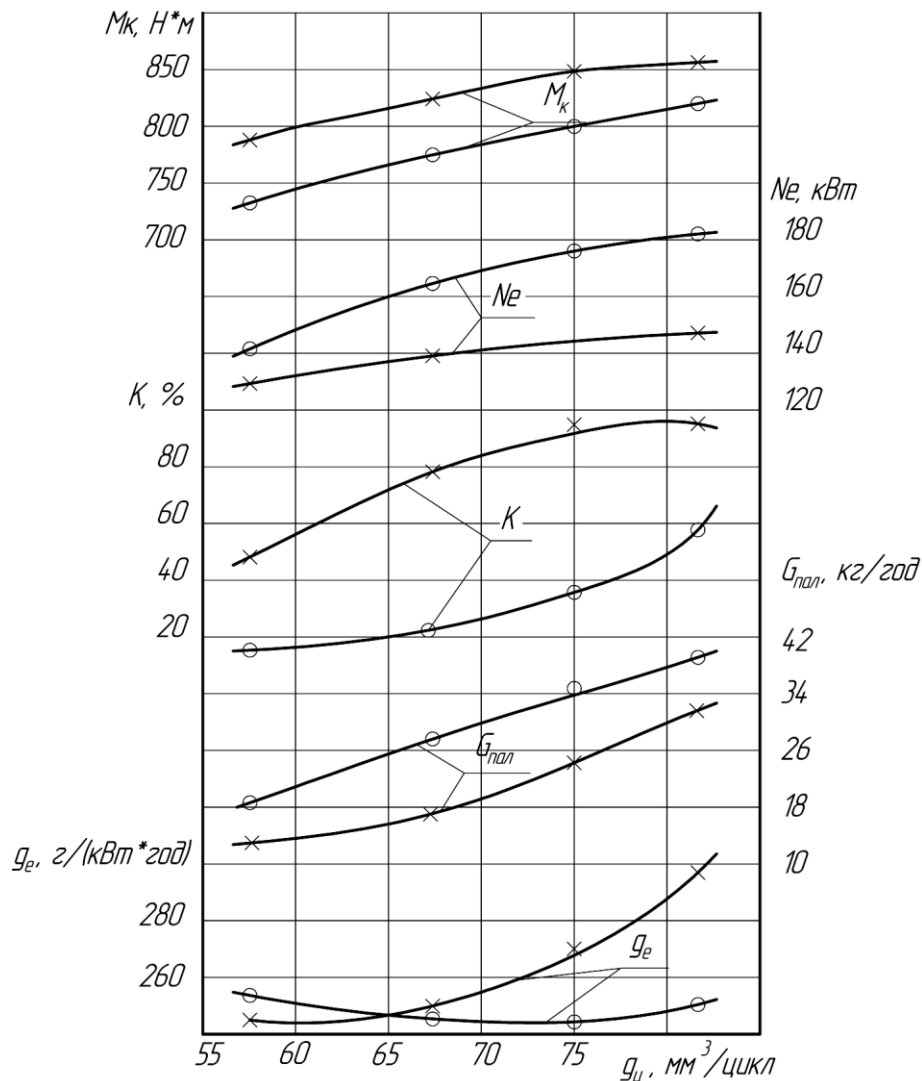


Рисунок 2 – Залежність основних показників дизеля ЯМЗ-238 від величини циклової подачі палива на різних режимах роботи
 о-о – номінальний режим роботи, $n=2200 \text{ хв}^{-1}$;
 х-х – режим максимального крутного моменту, $n=1400 \text{ хв}^{-1}$

На режимі максимального крутного моменту величина ефективної потужності зростає на 2,0 кВт (на 4,7%), питома витрата палива збільшується на 24,5 г/(кВт*год) (на 9%), годинна витрата палива збільшується на 1,64 кг/год (на 14,3%), димність відпрацьованих газів зростає на 5 одиниць (на 5,3%).

Залежність показників роботи дизеля ЯМЗ-238 від величини встановленого кута випередження впорскування палива наведена на рис. 3.

При зміні $\Theta_{\text{ввп}}$ з 26 до 20 градусів повороту колінчастого вала на номінальному режимі роботи дизеля годинна витрата палива збільшується на 0,22 кг/год (на 0,9%), питома витрата палива збільшується на 2,2 г/(кВт*год) (на 0,9%), димність відпрацьованих газів зростає на 12 одиниць (на 36,3%). На режимі максимального крутного моменту годинна витрата палива знижується на 0,91 кг/год (на 8,9%), питома витрата палива зменшується на 22,8 г/(кВт*год) (на 9,2%), димність відпрацьованих газів знижується на 37 одиниць (на 42,7%).

При збільшенні $\Theta_{\text{ввп}}$ з 26 до 32 градусів на номінальному режимі роботи дизеля годинна витрата палива збільшується на 0,34 кг/год (на 2,6%), питома витрата палива збільшується на 5,6 г/(кВт*год) (на 2,3%), димність відпрацьованих газів зростає на 10 одиниць (на 30,3%). На режимі максимального крутного моменту годинна витрата палива зростає на 1,4 кг/год (на 13,7%), питома витрата палива зростає на 34,1 г/(кВт*год) (на 13,7%), димність відпрацьованих газів збільшується на 14 одиниць (на 17,1%).

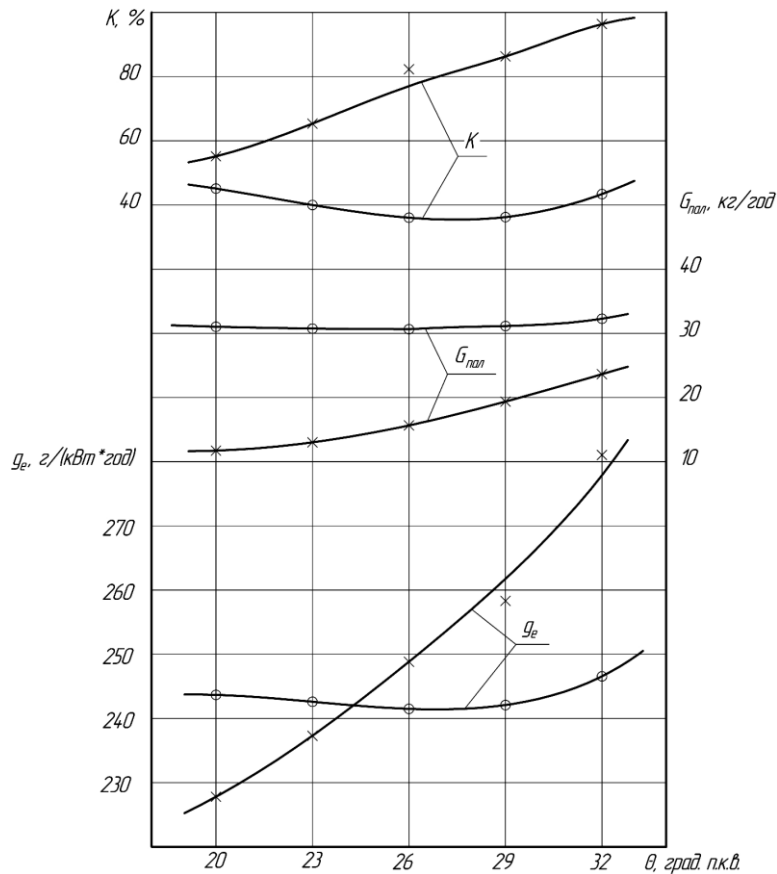


Рисунок 3 – Залежність основних показників дизеля ЯМЗ-238 від встановлюваного кута випередження впорскування палива на різних режимах роботи
 o---o – номінальний режим роботи, $n=2200 \text{ хв}^{-1}$;
 x---x – режим максимального крутного моменту, $n=1400 \text{ хв}^{-1}$

У табл. 1 показані результати випробувань дизеля ЯМЗ-238 при крайніх поєднаннях регульованих параметрів паливної апаратури.

Таблиця 1 – Дані результатів випробувань дизеля ЯМЗ-238 при різних співвідношеннях регульованих параметрів паливної апаратури

№ з/п	$n=1400 \text{ хв}^{-1}$					$n=2200 \text{ хв}^{-1}$				
	Ne кВт	g_e г/(кВт*год)	K, %	NO_x млн ⁻¹	СН	Ne кВт	g_e г/(кВт*год)	K, %	NO_x млн ⁻¹	СН
1	124,6	227,66	97,0	570	250	166,6	236,75	53,3	760	230
2	125,3	207,35	96,7	115	112	165,2	254,03	52,3	174	97
3	121,4	210,00	95,8	232	51	165,9	223,11	50,3	274	40
4	122,2	230,22	98,0	198	123	167,3	245,41	66,5	257	138
5	117,2	175,45	71,0	160	76	153,2	228,80	13,0	245	45
6	113,1	167,07	42,7	257	93	145,2	242,00	10,8	350	84
7	114,6	179,25	60,8	382	90	148,2	236,93	8,3	400	86
8	120,1	208,97	89,0	150	87	164,3	233,36	35,0	170	62
9	117,6	199,50	81,4	186	72	167,6	232,00	24,0	190	38
10	121,0	190,78	86,0	110	38	160,2	234,14	35,0	154	57
11	120,1	194,14	86,3	75	51	160,2	230,00	34,8	86	46
12	122,2	207,35	60,8	75	90	166,1	232,32	52,1	567	48
13	117,6	179,25	86,3	382	123	159,2	238,01	39,2	482	83
14	125,3	194,14	96,7	257	83	158,9	234,22	22,1	621	112

В рамках цього дослідження вирішувалися часткові, найбільш актуальні для умов експлуатації, завдання раціоналізації регульованих параметрів подачі палива.

Оптимальні (по ефективності потужності, питомої витраті палива і димності відпрацьованих газів) області значень регулювальних параметрів паливної апаратури дизеля ЯМЗ-238 для номінального режиму роботи відповідали: $\Theta_{\text{впп}} = 26...29$ град, $P_{\phi} = 16,0...18,5$ МПа і $g_{\text{цн}} = 66...72$ мм³/цикл; на режимі максимально крутного моменту: $\Theta_{\text{впп}} = 20...23$ град, $P_{\phi} = 17,5...19,0$ МПа і $g_{\text{цн}} = 64...72$ мм³/цикл.

На підставі аналізу можна зробити висновки про те, що розглянуті методи вимірювання витрати палива не можуть задовольнити повною мірою вимогам оперативного експлуатаційного контролю паливно-економічних показників, оскільки мають ряд істотних недоліків, основним з яких є необхідність часткового розбирання двигунів з втручанням у паливоподаючу систему. Це тягне за собою додаткові трудові витрати і зниження надійності паливної системи і всього двигуна в цілому.

Проведений аналіз сучасного стану проблеми діагностування техніко-екологічних показників дизелів транспортних засобів за складом відпрацьованих газів показав актуальність обраного напряму дослідження.

Однак, практична реалізація методів діагностування в умовах експлуатації автомобільної техніки і особливо оцінки паливно-економічних показників дизелів, а також технічного стану систем двигуна і паливної апаратури, що чинять безпосередній вплив на показники екологічної безпеки, потребує сьогодні вирішення цілого ряду науково-технічних і методичних питань.

Порівняльний аналіз даних моторних і безмоторних випробувань комплектів паливної апаратури дозволяє зробити висновок про те, що методи її контролю, регламентовані стандартом, не відображають повною мірою тих змін в процесах подачі палива, які виникають під час напрацювання паливної апаратури.

У дослідженому діапазоні зміни напрацювання паливної апаратури зміна показників паливоподачі носить нерегулярний характер, при цьому профілактичними і регулювальними роботами на безмоторних стендах, як правило, вдається привести паливну апаратуру в стан, що забезпечує виконання вимог стандартів, які однак не враховують зміни, що відбуваються від напрацювання, що призводить до значного перевищенню нормативів димності.

Результати проведеної оцінки комерційного потенціалу розробки показали, що рівень потенціалу вище середнього. Це свідчить про велику ймовірність успішного комерційного впровадження удосконаленого методу на ринок та відповідно можливості отримання прибутку від використання розробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Новиков Л.А. Проблемы и перспективы создания малотоксичных дизелей / Л.А.Новиков, Н.А.Вольская. М.: Двигателестроение. - 1993. - № 1-2, - С. 49-53.
2. Миляев В.Б. Проблемы мониторинга источников загрязнения атмосферного воздуха. - В сб.: Мониторинг источников промышленных выбросов в атмосферу / В.Б.Миляев. - Л.: ЛДНТП. - 19 91. - С. 4-10.
3. Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания / И.Я.Райков. - М. : Высшая школа, 1975. - 319 с.
4. Иванченко Н.Н. Проблема комплексного улучшения гигиенических качеств отработавших газов дизелей судового, тепловозного и промышленного назначения / Н.Н.Иванченко, В.И.Смайлис.//Труды ЦНИДИ. - Л.: 1978. - Вып. 74. - С. 5-21.
5. Михлин В.М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники / В.М.Михлин. - М.: Колос, 1984. – 335 с.

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., професор, професор кафедри АТМ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Ворончук Андрій Юрійович – студент групи ІАТ-13, факультет машинобудування та транспорту Вінницький національний технічний університет, e-mail: vntu@vntu.edu.ua, Україна, 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Polyakov Andrey – professor, professor of АТМ, Vinnytsia National Technical University, e-mail: poliakov@vntu.edu.ua, Ukraine, 21021, m. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway 95.

Voronchuk Andrey - student group ІАТ-13, Department of mechanical engineering and transport Vinnytsia National Technical University, e-mail: vntu@vntu.edu.ua, Ukraine, 21021, m. Vinnytsya, Khmelnytsky Highway 95.