

О. В. Триньов, Д. Г. Сівих

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ФІЛЬТРА В МОТОРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАХ

В публікації розглядається методика проведення моторних експериментів з дослідження впливу забруднення повітряних фільтрів впускної системи дизеля на економічні та екологічні показники двигуна. Методика дозволяє також відслідковувати в межах експлуатаційних режимів дизеля вплив змін коефіцієнта надлишку повітря на зазначені показники. В сучасних ДВЗ з електронними блоками керування управління процесами повітропостачання реалізується в автоматичному режимі. При цьому на основі закладеної в блок керування програми коригуються витрати як палива, так і повітряного заряду, розглядаються для розробки такої програми експлуатаційні режими двигуна, які визначаються в свою чергу типом ДВЗ, його призначенням, рівнем форсування та умовами експлуатації. При цьому основною метою залишається вибір оптимальних витрат як палива, так і повітря в залежності від експлуатаційного режиму. Зокрема витрати повітря, коефіцієнт надлишку повітря може коригуватися як в сторону збільшення на форсованих режимах для поліпшення процесів сумішоутворення, повноти згоряння палива, так і зі зменшенням на часткових режимах для зменшення насосних витрат і підвищення механічного ККД. Таким чином моделювання процесів забруднення повітряних фільтрів, обмеження витрати повітря через дизель можна розглядати в більш широкому плані, провівши певні експериментальні оцінки як для форсованих, так і часткових режимів навантаження. Запропонована експериментальна методика відзначається простотою і може використовуватися в навчальному процесі для закріплення відповідних теоретичних положень, зокрема з курсу «Експлуатація та ремонт ДВЗ».

Ключові слова: моделювання; експеримент; гідравлічний опір; дизель; повітреподача; економічні та екологічні показники; фільтр

Вступ

Впускна система дизеля, як відомо, призначена для підведення очищеного повітря до циліндрів. Функції очищення повітря при цьому виконуються повітряними фільтрами. Незважаючи на значні відмінності в конструкції фільтрів, які використовуються в автотракторних дизелях, досконалість фільтрів оцінюють за такими характеристиками: коефіцієнт пропускання пилу K_p , гідравлічний опір ΔP_ϕ повітряного фільтра, гарантований час роботи до технічного обслуговування (очищення) або ж заміни фільтрувальних елементів. Вказані характеристики визначаються наступним чином [1].

Коефіцієнт пропускання пилу, %

$$K_p = \frac{G_2}{G_1} \cdot 100,$$

де G_1 та G_2 – маси пилу, які відповідно надходять до фільтра і пропускаються фільтром. В сучасних комбінованих повітряних фільтрах значення K_p досягає 0,01 % [1].

Гідравлічний опір повітряного фільтра визначається за різницею тисків ΔP_ϕ до фільтра (атмосферний тиск) та за фільтром. Допустимі значення ΔP_ϕ для деяких типів автотракторних ДВЗ складають: автомобільні бензинові – 5 кПа; автомобільні дизелі – 3,5–4,5 кПа; автомобільні дизелі з наддувом – 4,5–5,0 кПа; тракторні – до 7 кПа. Зазначимо, що в подальшому при моделюванні процесів забруднення фільтра в моторному експерименті орієнтувалися саме на ці значення ΔP_ϕ .

Повітроочисники на двигунах легкових автомобілів забезпечують попередній підігрів повітря і регулюють його температуру. Необхідна кількість підігрітого повітря засмоктується біля впускного колектора двигуна і змішується з холодним повітрям. Регулювання температури відбувається в автоматичному режимі. З цією метою можуть бути використані вакуумні пристрої, з'єднані з впускним колектором, або ж елемент – термостат з твердим наповнювачем.

Таким чином, при моделюванні роботи повітряного фільтра також в ході моторного експерименту обов'язково враховується і температура повітряного заряду.

Запропонована методика проведення експериментального дослідження впливу гідравлічного опору повітряного фільтра ΔP_ϕ , в цілому гідравлічного опору всієї впускної системи на економічні та екологічні показники дизеля дозволяє провести детальний аналіз процесів наповнення на основних експлуатаційних режимах дизеля. Отримана в ході моторних експериментів інформація може бути використана для розробки і удосконалення комп'ютерних систем керування (КСК) процесами повітропостачання в дизелях автотракторного типу.

Аналіз публікацій.

В роботі [1] наведено аналіз основних конструктивних особливостей повітряних фільтрів автотракторних ДВЗ. Автомобільні повітроочисники в більшості випадків використовують паперові змінні фі-

льтрувальні елементи. Заміна фільтрувального елемента є простою операцією через певні часові інтервали, встановлені виробником.

Більшість повітроочисників вантажних автомобілів також містять паперові фільтрувальні елементи, рідше – з масляною ванною. Паперові фільтрувальні елементи забезпечують високу якість фільтрації на всіх режимах, але при цьому створюють порівняно високий опір через те, що кількість пилових часток весь час зростає і накопичується. Паперові фільтрові елементи часто доповнюються фільтрами-циклонами для попереднього очищення повітря. Повітроочисники сучасних автотракторних ДВЗ оснащені індикаторами термінів проведення обслуговуючих операцій. Ефективною є комбінована система очищення, опис якої наведено в довіднику [2]. Очищення здійснюється в два етапи в мультициклонному сухому повітроочиснику з ежекційним видаленням пилу. При цьому в таких конструкціях перший ступінь очищення представляє собою блок, складений з декількох пластикових циклонів. Циклони запресовані в нижній і верхній піддони фільтра, до нижнього піддону приєднується бункер і кожух. Разом з центральною трубою перша ступінь утворює нерозбірний вузол.

Другий ступінь очищення – касета з металевої в'язаної сітки розміщується в кришці очисника. Між блоком циклонів і касетою встановлено рефлектор, який захищає їх від попадання в них мастила, що стікає з касети.

При роботі, ДВЗ повітря внаслідок розрідження, яке створюється при переміщенні поршня і додатково колесом компресора ТКР, надходить через захисну сітку та кожух до циклону по дотичній, отримує обертове переміщення. Частинки пилу в повітрі під дією відцентрових сил відкидаються до стінок циклонів і збираються в бункер, з якого видаляються системою ежекційного відсмоктування в атмосферу.

Через верхні отвори циклонів попередньо очищене повітря надходить до другого ступеня очистки. Повітря проходить через касету, змочену мастилом і по центральній трубці надходить до турбокомпресора і далі в циліндри двигуна.

Порушення в роботі очисника призводить до потрапляння пилу в циліндри двигуна, підвищеному зношенню циліндро-поршневої групи. При значній засміченості повітря і зростанні ΔP_{ϕ} , наприклад, при роботі двигуна на комбайні, різко скорочується надходження повітря до двигуна, спостерігається всмоктування відпрацьованих газів через систему ежекції, що в свою чергу, викликає плавлення пластмасових циклонів та вихід з ладу повітроочисника.

Збільшення гідравлічного опору ΔP_{ϕ} збільшує опір системи повітропостачання в цілому, що в свою чергу негативно позначається на рівні насосних витрат, погіршується наповнення циліндрів. При цьому економічні показники (питома ефективна витрата палива g_e) залежить від значення коефіцієнта надлишку повітря α . Економічні показники суттєво погіршуються на режимах з низькими α ($\alpha=1,4-1,5$) [1].

Забруднення фільтра при сприятливих умовах експлуатації протікає повільно, також несуттєво при цьому погіршуються і показники двигуна. Але при досягненні критичних значень ΔP_{ϕ} спостерігається різке падіння показників двигуна, фільтр потребує проведення обслуговуючих операцій. Дотриманню необхідних термінів обслуговування сприяє, наприклад, встановлення на двигунах зарубіжного виробництва індикаторів допустимого гідравлічного опору [3]. Встановлення в системі повітропостачання спеціального індикатора для контролю ступеня забруднення фільтра свідчить про важливість таких заходів для підтримання високих експлуатаційних показників двигуна.

Як зазначалося, при розробці сучасних дизелів з КСК важливим етапом є отримання експериментальних даних щодо вибору оптимальних параметрів повітропостачання на всьому діапазоні експлуатаційних режимів шляхом регулювання витрат повітря в залежності від режиму роботи дизеля. В роботі [4] детально розглядаються шляхи такої оптимізації параметрів повітропостачання, формулюються вимоги до елементів відповідних підсистем керування (КПСК). Розглядаються системи повітропостачання з наддувом, використанням турбокомпресора, що дає можливість значно поліпшити потужність дизеля без збільшення робочого об'єму й кількості циліндрів. Переваги використання наддуву загальновідомі, але при цьому ефективність наддуву в свою чергу залежить від ефективності роботи турбокомпресора, який працює з максимальним ККД тільки на розрахунковому режимі, яким для більшості двигунів є режим номінальної потужності. При роботі дизеля за експлуатаційною характеристикою у міру відхилення навантаження, частоти обертання колінчастого вала й інших показників від номінального режиму ККД турбокомпресора знижується, що впливає і на ефективні показники дизеля. Як зазначається в [4], неузгодженість гідравлічної характеристики двигуна з характеристиками турбіни і компресора призводить до того, що робота двигуна з турбонаддувом на знижених швидкісних режимах супроводжується зростанням питомої витрати палива. Таким чином, у дизеля з некерованим газотурбінним наддувом при роботі, наприклад за зовнішньою

швидкісною характеристикою основні показники (коефіцієнт пристосованості, швидкісний коефіцієнт) нижчі, а зниження ефективного ККД навіть більше, ніж у дизеля без наддуву. Зроблено висновок щодо актуальності керованого в автоматизованому режимі наддуву, повітропостачання, розглядаються й аналізуються відомі перспективні рішення в цьому напрямку [4].

В публікації [5] сформульовані і детально проаналізовані основні вимоги до сучасних систем електронного керування дизелів (датчиків і генераторів імпульсів, електронних блоків керування, виконавчих пристроїв і приводів). При цьому система електронного керування дизеля повністю інтегрована до діагностичної системи силової установки (автомобіль, трактор), що дозволяє відслідковувати поточний стан, можливі відхилення в роботі систем, зокрема повітропостачання. Детально розглядаються конструктивні особливості датчиків, які надають вихідну інформацію для її подальшої обробки в електронних блоках керування. Матеріали [5] можуть бути використані при удосконаленні запропонованої в дослідженні методики моделювання процесів забруднення повітряних фільтрів, процесів повітропостачання в дизелях.

Мета та задачі дослідження

Метою даної роботи було розроблення експериментальної методики оцінки ступеня забруднення повітряного фільтра на економічні показники дизеля, моделювання впливу гідравлічного опору, системи повітропостачання автотракторного дизеля на експлуатаційних режимах роботи двигуна.

В роботі ставилися і були вирішені наступні задачі.

- розробка схеми вимірювального комплексу (стенду), вибір його основних елементів;
- розробка, виготовлення виконавчих пристроїв для моделювання змін гідравлічного опору впускної системи дизеля.
- експериментальна перевірка працездатності вимірювального комплексу, обробка результатів вимірювань.

Основні результати досліджень

При розробці експериментальної методики моделювання процесів забруднення повітряного фільтра було використано в якості базового моторний стенд дизеля. 8Ч13/14, який використовується для проведення лабораторних робіт на кафедрі Д та ГЕУ за курсами «Теоретичні основи теплотехніки», «Теорія двигунів внутрішнього згоряння». Стенд використовується за основним призначенням для отримання навантажувальних та швидкісних характеристик при вивченні зазначених курсів.

Двигун 8Ч13/14 – чотиритактний тракторний дизель, містить $Z=8$ циліндрів з V-подібним розміщенням. Номінальна потужність двигуна складає $N_e=176$ кВт при частоті обертання колінчастого вала $n=2100$ хв⁻¹; мінімальна питома витрата палива $g_e=238$ г/(кВт·год); ступінь стиску $\epsilon=16,5$; максимальний крутний момент $M_{кр\max}=88,3$ Н·м. Лабораторна установка з двигуном 8Ч13/14 (рис. 1) в базовому варіанті включає також контрольно-вимірювальні пристрої для визначення потужності двигуна, частоти обертання колінчастого вала, витрат палива і повітря. На двигуні також були встановлені пристрої для вимірювання його експлуатаційних параметрів: температури рідини охолодження і мастила, тиску масла в системі змащення та інші.

Система впуску дизеля укомплектована повітряним ресивером 5 (рис. 1) та пристроєм 7, який використовується для зміни площі перетину впускної системи і створення таким чином додаткового гідравлічного опору, моделювання таким чином змін ΔP_ϕ . Основним елементом регулювального пристрою є заслінка, положення якої при роботі дизеля може плавно змінюватися і фіксуватися у вибраному положенні. В такий спосіб пропонується змоделювати збільшення гідравлічного опору фільтра від прийнятих до критичних значень ΔP_ϕ внаслідок його забруднення. Змінюючи витрати повітря через систему повітропостачання на експлуатаційних режимах, можна досліджувати і вирішувати більш загальні питання щодо впливу цього параметра на економічні та екологічні показники дизеля.

Методика проведення експерименту передбачає таку послідовність. Після прогрівання дизеля на режимах холостого ходу і виходу на усталений контрольний режим випробування починають з визначення гідравлічного опору впускного тракту. При цьому заслінка регулювального пристрою 7 перебуває у відкритому стані, створюючи мінімальний гідравлічний опір (ΔP_ϕ , мм вод. ст.)

Отримане значення ΔP_ϕ переводять в кПа (основна стандартна одиниця гідравлічного опору для впускних і впускних систем ДВЗ):

$$1 \text{ мм вод. ст.} = 9,8067 \cdot 10^{-3} \text{ кПа}$$

В подальшому, перекиваючи поступово вхідний тракт дизеля заслінкою (2–3 фіксованих проміжних положень), доводять ΔP_ϕ до критичних значень, моделюючи таким чином граничне забруднення, в даному випадку до 7 кПа [1].

При визначенні розрахункових параметрів використовуємо відомі теоретичні положення курсів «Теоретичні основи теплотехніки», «Теорія двигунів внутрішнього згоряння», наведені зокрема в монографії [6], методичних вказівках [7].

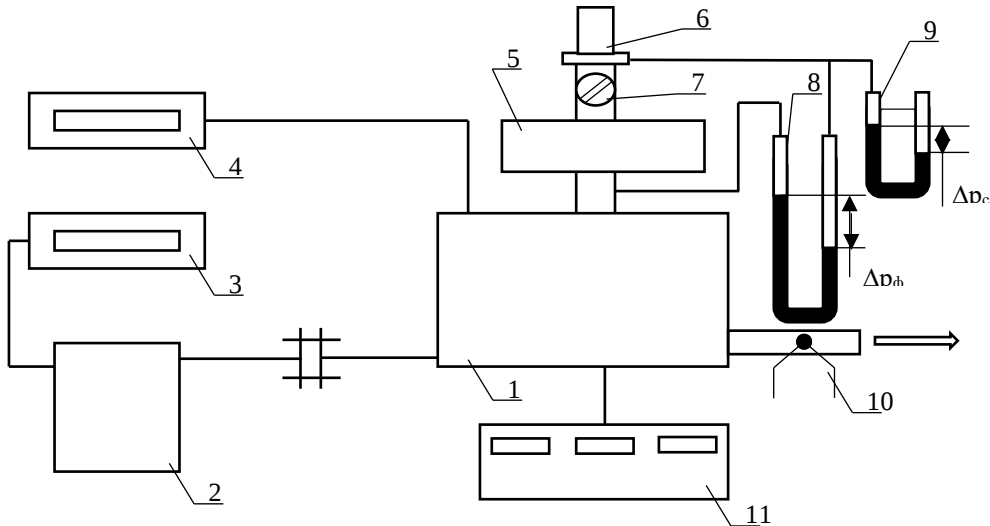


Рис. 1. Схема лабораторної установки:

1 – дизель 8Ч13/14; 2 – гідралінійний навантажувальний пристрій; 3 – частотомір для визначення частоти обертання колінчастого вала; 4 – автоматичний пристрій для визначення витрати палива; 5 – повітряний ресивер; 6 – мірне сопло; 7 – регулювальний пристрій; 8, 9 – водяні манометри; 10 – термодатчики для контролю температури відпрацьованих газів; 11 – панель контрольних приладів.

1. Ефективний крутний момент M_e , Н·м

$$M_e = 9,81 \cdot p_T \cdot l_T,$$

де p_T – навантаження на важелі гальма, кГс;

l_T – плече навантажувального пристрою.

2. Ефективна потужність двигуна, N_e , кВт

$$N_e = \frac{M_e \cdot n}{9550},$$

де n – частота обертання колінчастого вала.

3. Середній ефективний тиск, МПа

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

де τ – тактність ДВЗ;

z – число циліндрів;

V_h – робочий об'єм циліндра, м³.

4. Масові витрати повітря G_s , кг/год

$$G_s = 8,46 \cdot 10^{-3} \cdot d_c^2 \cdot \sqrt{\frac{B_0 \cdot \Delta p_c}{T_0}},$$

де B_0 – барометричний тиск, мм. рт. ст.;

Δp_c – перепад тиску на мірному соплі, мм вод. ст.;

T_0 – температура повітря перед мірним соплом, К;

$d_c = 68$ мм (в формулі підставляється в мм) – внутрішній діаметр мірного сопла.

5. Густина атмосферного повітря, кг/м³

$$\rho_0 = \frac{0,455 \cdot B_0}{T_0},$$

де B_0 – атмосферний тиск, мм. рт. ст.;

T_0 – температура оточуючого повітря, К

6. Коефіцієнт надлишку повітря

$$\alpha = \frac{G_s}{G_n \cdot l_0},$$

де $l_0 = 14,35$ кг повітря/кг палива – стехіометричне співвідношення;

G_n , кг/год – годинна витрата палива

7. Питома ефективна витрата палива, кг/год

$$g_e = \frac{G_n}{N_e}$$

8. Коефіцієнт наповнення

$$\eta_v = \frac{33,3 \cdot 10^{-3} \cdot G_s}{z \cdot V_n \cdot n \cdot \rho_0}$$

Таблиця 1. Результати випробувань ($B_0 = 752$ мм рт. ст., $t_0 = 15$ °C)

№ реж.	n , хв-1	G_n , кг/год	ΔP_ϕ , мм в. ст.	N_e , кВт	G_s , кг/год	g_e , г/(кВт·год)	η_v	α
1	960	3,94	70	0	442	0	0,840	7,72
2	970	3,78	165	0	437	0	0,840	8,14
3	1500	14,16	155	53	656	268	0,800	3,22
4	1496	14,42	310	53	647	273	0,800	3,12
5	1500	19,09	155	77	647	247	0,797	2,36
6	1500	18,94	345	77	631	248	0,770	2,32

В табл.1 наведені часткові результати одного з моторних експериментів, проведених на основі розробленої методики. Як показали раніше проведені дослідження, зокрема [4, 8], дослідження впливу гідрравлічного опору фільтра на економічні та екологічні показники доцільно проводити за зовнішньою або ж близькою до неї частковою швидкісною характеристиках. Саме на цих експлуатаційних режимах спостерігається зниження коефіцієнта надлишку повітря до значень $\alpha=1,4-1,6$, при яких в найбільшій мірі проявляється вплив недостатньої подачі повітря на процеси згоряння, погіршується паливна економічність, екологічні показники. При цьому, як показали раніше проведені моторні випробування дизеля 8Ч13/14, на режимах з більш високими $\alpha=1,8-2,5$ економічність дизеля внаслідок дроселювання повітряного заряду навіть помітно поліпшується, що можна пояснити, як вже зазначалося, зниженням насосних витрат.

Дроселювання заряду на вході в дизель, як засіб оптимізації процесу повітреподачі, наддуву і паливоподачі в основному на часткових режимах використовується на дизелях зарубіжного виробництва з комп'ютерними системами керування [4]. Проведення моторного експерименту дає змогу на практиці пересвідчитись в ефективності цього заходу для покращення ефективних показників ДВЗ. Зазначена методика може використовуватися в навчальному процесі для закріплення теоретичних знань. Крім оцінки впливу гідрравлічного опору на економічні показники можливе внесення додаткових змін в схему моторного стенду для одночасної оцінки і змін екологічних показників, зокрема димності відпрацьованих газів. Для кількісних оцінок димності відпрацьованих газів можуть бути використані пристрої, опис яких наведено в публікаціях [9, 10].

Висновки

Розроблена методика експериментального моделювання впливу гідрравлічного опору повітряного фільтра, повітряної системи в цілому на економічні показники дизеля автотракторного типу. Методика дозволяє оцінити протікання процесів повітреподачі на експлуатаційних режимах роботи дизеля, скорегувати відповідним чином витрати повітря як на номінальних, так і часткових режимах навантаження. Методика може бути запропонована для закріплення теоретичних знань в навчальному процесі.

Список літератури:

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт за курсом "Особливості експлуатації і ремонту сучасних ДВЗ" / уклад.: О.В. Триньов, Д.Г. Сівих, В.А. Кокуш, С.В. Обозний, -

Харків: вид-во "Підручник НТУ "ХПІ", 2014. - 32с. 2. Diesel-Engine Management (Bosch Handbooks (REP)) 3rd Edition by Robert Bosch GmbH. 3. Індикатори засміченості очищувачів повітря ІЗВ-500, ІЗВ-600, ІЗВ-700 - Режим доступу: <https://www.mashprom.com.ua/%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B-%D0%B7%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8-%D0%B8%D0%B7%D0%B2/> 4. Марченко А. П. Двигуни внутрішнього згоряння : підручник у 6-ти т. – Т.3 : Комп'ютерні системи керування ДВЗ / А. П. Марченко, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов. – Х.: Прапор, 2004. – 344 с. 5. Загальні принципи діагностування електронних систем керування автомобіля : навч. посіб. / О. Ф. Даценко, В. Г. Максимов, О. Д. Ніцевич [та ін.]; за ред. М. Б. Копитчука. – О.: Наука і техніка, 2012. – 392 с. 6. Дяченко В. Г. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія : підручник / В. Г. Дяченко; за ред. А. П. Марченка. – Харків : НТУ "ХПІ", 2008. – 488 с. 7. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Тепловий баланс дизеля з системою газотурбінного наддуву» з дисципліни «Теорія двигунів внутрішнього згоряння» / уклад.: В. Т. Коваленко, А. П. Марченко та ін. – Х.: ХДПУ, 1998. – 19 с. 8. Марченко А. П. Двигуни внутрішнього згоряння : підручник у 6-ти т. – Т.5 : Екологізація ДВЗ / А. П. Марченко, І.В. Парсаданов, Л. Л. Товажнянський, А. Ф. Шеховцов. – Х.: Прапор, 2004. – 360 с. 9. Приміський В. Стандарти і засоби вимірювання димності відпрацьованих газів дизельних двигунів / В. Приміський // Стандартизація. Сертифікація. Якість. - 2014. - № 3. - С. 17-21. 10. Норми і методи вимірювання димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями: ДСТУ 4276:2004.

Bibliography (transliterated):

1. O.V. Trynov, D.H. Sivykh, V.A. Kokush, S.V. Oboznyi (2014) «Methodical instructions for laboratory work in the course "Features of operation and repair of modern internal combustion engines"» [«Metodychni vkazivky do laboratornykh robіt za kursom "Osoblyvosti ekspluatatsii i remontu suchasnykh DVZ"»], - Kharkiv: vyd-vo "Pidruchnyk NTU "KhPI". 2. Diesel-Engine Management (Bosch Handbooks (REP)) 3rd Edition by Robert Bosch GmbH. 3. Indicators of air purifiers efficiency IZV-500, IZV-600, IZV-700 [«Indykatory zasmi-chenosti ochyshchuvachiv povitria IZV-500, IZV-600, IZV-700»] - Access mode: <https://www.mashprom.com.ua/%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B-%D0%B7%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8-%D0%B8%D0%B7%D0%B2/> 4. Marchenko A. P. (2004) "Internal combustion engines" ["Dvyhuny vnutrishnoho zghoriannia"]: a textbook in 6 volumes - Vol. 3: Computerized control systems of internal combustion engines / Kh.: Prapor. 5. O.F. Dashchenko, V.G. Maksymov, O.D. Nitsevykh (2012) "General principles of diagnostics of electronic control systems of a car", ["Zahalni pryntsyipy diahnostuvannia elektronnykh system keruvannia avtomobila"]: textbook / [et al: Science and Technology, 392 p. 6. V. H. Diachenko (2008), «Internal combustion engines. Theory» [«Dvyhuny vnutrishnoho zghoriannia. Teoriia»], Kharkiv, NTU "KhPI", 488 p. 7. V. T. Kovalenko, A. P. Marchenko, M. K. Shokotov (1998) Methodical instructions for the laboratory work "Heat balance of a diesel engine

with a gas turbine supercharging system in the discipline «Theory of internal combustion engines»; of the bachelor's level of education [«Metodychni vказivky dlia laboratornoi roboty «Teplovyy balans dyzelia z systemoiu hazoturbinnoho nadduvu z dystsypliny «Teoriia dvyhuniv vnutrishnoho zghoriannia» bakalavrskoho rivnia osvity»], Kharkiv, KhDPU, 19 p. 8. Marchenko A. P. (2004) «Internal combustion engines» [«Dvyhuny vnutrishnoho zghoriannia»]: a textbook in 6 volumes - Vol. 5: Greening of internal combustion

engines / Kh.: Prapor. 9. V. Prymiskyi (2014) «Standards and means of measuring the smokiness of exhaust gases of diesel engines», [«Standarty i zasoby vymiruvannia dymnosti vidpratsovanykh haziv dyzelnykh dvyhuniv»], Standardization. Certification. Quality, № 3, pp. 17-21. 10. «Standards and methods for measuring the smokiness of exhaust gases of vehicles with diesel or gas diesel engines», [«Normy i metody vymiruvannia dymnosti vidpratsovanykh haziv avtomobiliv z dyzeliamy abo hazodyzeliamy»]: DSTU 4276:2004.

Надійшла до редакції 20.06.2025 р.

Триньов Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри двигунів внутрішнього згоряння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-0344-8332>, e-mail: trinaleksandr427@gmail.com.

Сівих Дмитро Георгійович – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри інформаційних технологій і систем колісних та гусеничних машин ім. О. О. Морозова Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-8585-734X>, e-mail: sivikh1979@gmail.com.

MODELING OF AIR FILTER FOUNDATION PROCESSES IN MOTOR EXPERIMENTS

O. V. Trynov, D. G. Sivikh

The publication deals with the methodology for conducting motor experiments to study the effect of diesel intake system air filter fouling on the economic and environmental performance of the engine. The methodology also makes it possible to track the influence of changes in the air excess ratio on these indicators within the operating modes of the diesel engine. In modern internal combustion engines with electronic control units, air supply processes are controlled automatically. In this case, based on the program laid down in the control unit, the consumption of both fuel and air charge is adjusted, and the engine operating modes are considered for the development of such a program, which are determined, in turn, by the type of internal combustion engine, its purpose, boost level, and operating conditions. At the same time, the main goal is to select the optimal consumption of both fuel and air, depending on the operating mode. In particular, the air consumption, the excess air ratio can be adjusted both upward in forced modes to improve the processes of mixture formation, the completeness of fuel combustion, and downward in partial modes to reduce pumping costs and increase mechanical efficiency. Thus, modeling the processes of air filter fouling, limiting the air flow through the diesel engine can be considered in a broader sense by conducting certain experimental evaluations for both forced and partial load modes. The proposed experimental methodology is characterized by simplicity and can be used in the educational process to consolidate the relevant theoretical provisions, in particular, in the course «Operation and Repair of Internal Combustion Engines».

Keywords: modeling; experiment; hydraulic resistance; diesel engine; air supply; economic and environmental indicators; filter.