

УДК 621.436. – 61

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОЇ РОБОТИ ФІЛЬТРІВ
ТОНКОГО ОЧИЩЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ
ПРИ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА БІОПАЛИВІ**

Калюжний О.Б., к.т.н. доц.; Калюжний Б.Г., с.н.с.

*Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка*

*Показано, що для надійної експлуатації штатних фільтруючих елементів необхідна попередня підготовка змішаного палива, що містить у собі наступні етапи: витримку після змішування компонентів не менш 115 годин при температурі не менш 25 °С і фільтрування його зі швидкістю не більш $0,8 \cdot 10^{-4}$ м/сек через фільтруючий елемент із паперу ПФДП. Така підготовка дозволила одержати біодизельні палива із вторинним коефіцієнтом фільтрування $K_{\phi}^*_{B10} = 1,22$ и $K_{\phi}^*_{B30} = 1,40$.*

Термін служби паперових фільтруючих елементів, якими споряджаються фільтри тонкого очищення дизельних двигунів залежить від

коефіцієнту фільтрування біодизельного палива (K_{ϕ}). Для забезпечення тривалої роботи фільтрів K_{ϕ} повинен бути меншим або рівним 3 (ГОСТ 305-82). Більше значення K_{ϕ} характеризує більшу схильність палива збільшувати швидкість росту гідравлічного опору фільтрів, а звідси, знизувати ресурс фільтруючих елементів до заміни. Так, при збільшенні K_{ϕ} дизельного палива з 3 до 6 термін служби фільтруючого елемента ЕПФ-3 зменшується більш ніж у три рази [1].

Раніше проведені дослідження [2] показали, що змішані палива В30 і В10, в зв'язку з тим, що містять вільну воду, гліцерин, жирні й високомолекулярні органічні кислоти, продукти полімеризації, мають коефіцієнти фільтрування значно більші за 3 ($K_{\phi В30} = 10,14$; $K_{\phi В10} = 41,23$). З метою зниження K_{ϕ} необхідна попередня підготовка цих видів палива. Відомо [1], що однократне прокачування палива через різні фільтруючі елементи знижує K_{ϕ} (див. рис. 1).

З рис. 1. видно, що однократне прокачування палива В30 через паперовий фільтруючий елемент із тонкістю фільтрації 3 мкм може знизити K_{ϕ} до $\sim 3,5$.

Для визначення вторинного коефіцієнта фільтрування K_{ϕ}^* паливо фільтрувалося через паперовий фільтруючий матеріал ПФДП ($S = 1,13 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$) при постійному перепаді тиску ($\Delta P = 2,5 \text{ кПа}$) на установці (ГОСТ 19006).

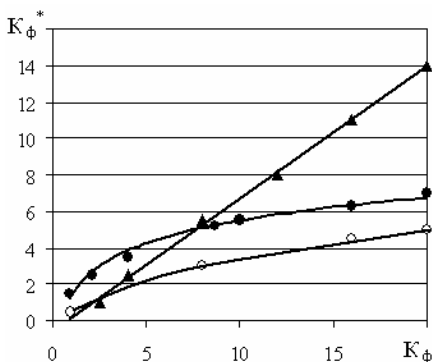


Рис. 1. Залежність вторинного коефіцієнта $K_{\phi}^* = f(K_{\phi})$ після однократного прокачування палива через фільтруючі елементи з різною тонкістю фільтрування: \blacktriangle - паперовий (5 мкм); \bullet - об'ємний з деревного борошна (6...8 мкм); \circ - паперовий (3 мкм).

При фільтрації свіжоприготовленого палива В10 впродовж 3 годин було отримано 34 мл очищеного палива, при цьому швидкість фільтрації знизилася більш ніж в 15 разів (з $1,22 \cdot 10^{-4} \text{ м/сек}$ до $0,08 \cdot 10^{-4} \text{ м/сек}$). При

цьому, на фільтрування 47 мл палива В10, тривало витриманого після одержання (мінімальна кількість палива, необхідного для визначення K_{ϕ}^*), було витрачено 1 год. 10 хв., при незначному зниженні швидкості фільтрування (з $1,16 \cdot 10^{-4}$ м/сек до $0,86 \cdot 10^{-4}$ м/сек).

Це свідчить про те, що тривала витримка змішаного палива приводить до укрупнення часток, які знаходяться в ньому і утворюють при фільтруванні осад на фільтруючій перегородці. Осад, що утворюється, не забиває порові канали й не перешкоджає проходженню палива через фільтр. Щоб визначити мінімальний час витримки, після якого фільтрація буде здійснюватися з утворенням осаду, було вивчено вплив часу витримки на механізм осідання забруднення.

Відомо [3], що фільтрування може супроводжуватися повним або частковим закупорюванням пор, утворенням над входом у пори пухких структур у вигляді сводиків або утворенням осаду на поверхні перегородки. Зазначені процеси можуть відбуватися як послідовно в часі, так й одночасно по двох або декількох перерахованих схемах.

Щоб встановити, за якою схемою відбувається осідання забруднень, у процесі фільтрування В10 й В30, було визначено параметри, що характеризують механізми забруднення фільтруючих перегородок (об'єм рідини, що пройшла через одиницю поверхні пористої перегородки V , швидкість фільтрування U_{ϕ} і його тривалість t), а також співвідношення t/V й $1/U_{\phi}$ (див. табл. 1).

Таблиця 1. Параметри, що характеризують вид фільтрації свіжоприготовленого палива В10 (час витримки ~ 25 хв.)

| t, сек | $V \cdot 10^2, \text{ м}^3/\text{м}^2$ | $U_{\phi} \cdot 10^4, \text{ м/сек}$ | $(1/U_{\phi}) \cdot 10^{-4}, \text{ сек/м}$ | $(t/V) \cdot 10^{-2}, \text{ сек/м}$ |
|--------|--|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| 182 | 2,12 | 1,221 | 0,819 | 85,7 |
| 459 | 4,78 | 1,054 | 0,949 | 96,1 |
| 734 | 7,26 | 0,917 | 1,090 | 101,1 |
| 1058 | 9,73 | 0,794 | 1,260 | 108,7 |
| 1443 | 12,30 | 0,646 | 1,548 | 117,3 |
| 1978 | 15,31 | 0,527 | 1,898 | 129,2 |
| 2599 | 18,05 | 0,407 | 2,458 | 144,0 |
| 3343 | 20,53 | 0,308 | 3,249 | 162,8 |
| 4537 | 23,19 | 0,202 | 4,960 | 195,7 |
| 6247 | 25,75 | 0,133 | 7,497 | 242,6 |
| 8528 | 28,23 | 0,095 | 10,514 | 302,1 |
| 11017 | 30,53 | 0,078 | 12,825 | 360,8 |

Перераховані вище параметри були визначені для палива В10 й В30, які після готування (змішання МЭРО і ДП) витримували при температурі

25 °С – 28 °С різний час (від 25 хв. до 525 годин). Так само було визначено й K_{ϕ} , що відповідають кожному часу витримання палива.

Для кожної схеми фільтрації були отримані залежності, що виражають зв'язок двох змінних:

$U_{\phi} = f(V)$ – повне закупорювання пор (ПЗП);

$t/V = f(t)$ – часткове закупорювання пор (ЧЗП);

$1/ U_{\phi} = f(t)$ – утворення сводиків (УС);

$t/V = f(V)$ – відкладення осаду (ВО).

Вловлювання забруднень на фільтруючій пористій перегородці відбувається за такою схемою, яка має лінійну залежність між змінними.

У табл.2 і на рис. 2 наведено отримані експериментальні дані.

Таблиця 2. Схемою за якою відбувається осідання забруднень

| Вид палива | Час витримки | K_{ϕ} | Схема осадження забруднень | | | |
|------------|-------------------|------------|----------------------------|-----|----|----|
| | | | ПЗП | ЧЗП | УС | ВО |
| В10 | 25 хв. (рис. 3) | 40,2 | + | + | + | - |
| | 25 год. | 7,5 | + | + | + | + |
| | 48 год. | 4,4 | + | + | + | + |
| | 72 год. | 2,7 | - | - | + | + |
| | 195 год. (рис. 4) | 1,3 | - | - | - | + |
| В30 | 25 хв. | 12,1 | + | + | - | - |
| | 45 год. | 2,3 | - | + | + | + |
| | 121 год. | 1,9 | - | - | + | + |
| | 189 год. | 1,7 | - | - | + | + |
| | 525 год. | 1,5 | - | - | + | + |

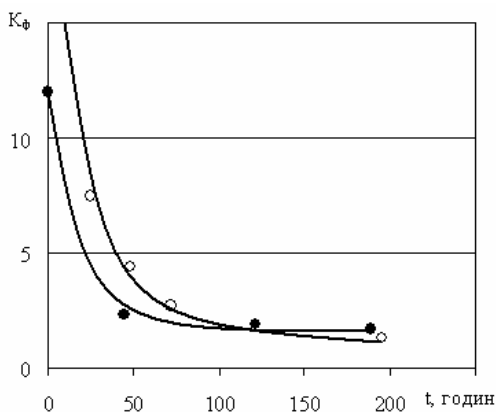


Рис. 2. Залежність K_{ϕ} від часу витримання: ○- В10; ● – В30.

З аналізу експериментальних даних видно:

- змішані палива В10 й В30, безпосередньо після їх виготовлення (час витримки перед фільтруванням ~ 25 хв.), мають високий ступінь забруднення дрібнодисперсними частками механічних домішок, які за розмірами сумірні з розмірами пор фільтруючого елемента (фільтрування механічних домішок відбувається, в основному, за змішаною схемою з повним і частковим закупорюванням пор фільтруючого матеріалу) і практично не фільтруються через паперовий фільтруючий елемент ПФДП ($K_{фВ10} = 40,2$; $K_{фВ30} = 12,1$);

- із збільшенням часу витримки в паливі відбувається агломерація (укрупнення) часток механічних домішок (осадження домішок на фільтруючому матеріалі спочатку відбувається по всіх чотирьох схемах фільтрації з поступовим переходом до схеми з відкладенням осаду), $K_{ф}$ палив істотно знижується (до значень $1,3 \div 1,5$), при цьому $K_{ф}$ палива В10 знижується більш інтенсивно;

- при витримці палива В10 й В30 ~ 115 годин $K_{ф} \approx 2,0$;

- збільшення часу витримки палива В10 з 72 годин до 195 годин істотно поліпшує його фільтрування ($K_{ф}$ зменшується з 2,7 до 1,3), при цьому фільтрація переходить від комбінації схем утворення сводиків і відкладення осаду до схеми відкладення осаду, що дозволяє провести найбільш глибоке очищення палива;

- збільшення часу витримки палива В30 з 121 години до 525 годин не значно поліпшує його фільтрування ($K_{ф}$ зменшується з 1,9 до 1,5), при цьому схема фільтрації залишається незмінної (утворення сводиків і відкладення осаду), що не дозволяє провести повне очищення палива.

Таким чином, підготовка змішаного палива містить у собі наступні етапи: витримку, після змішування компонентів не менш 115 годин при температурі не менш 25°C і фільтрування через паперовий фільтруючий елемент з тонкістю фільтрації 3 мкм.

Дизельне паливо й змішані палива після витримки протягом 5 діб були профільтровані через паперовий фільтр ПФДП площею $S=7,07 \cdot 10^{-4}$ м², при перепаді тиску $\Delta P = 3,5 \div 4$ кПа ($U_{ф} = 0,8 \cdot 10^{-4}$, м/сек). Варто відмітити, що при збільшенні перепаду тиску від 20 кПа й вище, не вдалося підвищити продуктивність фільтрування біодизельного палива (спостерігалось не значне підвищення продуктивності, потім різке її зниження до повного припинення фільтрування).

Було визначено значення вторинних коефіцієнтів фільтрування $K_{ф}^*$, які наведено в таблиці 3.

Таблиця 3. Коефіцієнти фільтрування

| Види палива | K_f (до підготовки) | K_f^* (після підготовки) |
|-------------|-----------------------|----------------------------|
| ДП | 2,60 | 1,44 |
| В10 | 41,23 | 1,22 |
| В30 | 10,14 | 1,40 |

Висновки

1. Змішані палива В10 й В30, з коефіцієнтами фільтрування $K_{fВ10} = 40,2$; $K_{fВ30} = 12,1$, мають високий ступінь забруднення дрібнодисперсними частками механічних домішок по розмірах порівняними з розмірами пор фільтруючого елемента і практично не фільтруються через штатні фільтруючі елементи з тонкістю фільтрації 3 мкм.

2. Для тривалої експлуатації штатних фільтруючих елементів необхідна попередня підготовка змішаного палива, що містить у собі наступні етапи: витримку, після змішування компонентів не менш 115 годин при температурі не менш 25 °С і фільтрування його, зі швидкістю не більш $0,8 \cdot 10^{-4}$ м/сек через фільтруючий елемент із паперу ПФДП. Така підготовка дозволила одержати біодизельні палива із вторинним коефіцієнтом фільтрування $K_{fВ10}^* = 1,22$ і $K_{fВ30}^* = 1,40$.

Список використаних джерел

1. Григорьев М.А., Борисова Г.В. Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1991. – 208 с.
2. Калюжный О.Б. Коэффициенты фильтруемости смесового биотоплива. /О.Б. Калюжный, Б.Г. Калюжный// Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка: Технічний сервіс в АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні. – Харків, 2009. – Випуск 77. – С.206-209.
3. Коваленко В.П., Ильинский А.А. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений. - М.: Химия, 1982. – 272 с.

Аннотация

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОЙ РАБОТЫ ФИЛЬТРОВ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА БИОТОПЛИВЕ

Калюжный А.Б., Калюжный Б.Г.

Показано, что для надежной эксплуатации штатных фильтрующих элементов необходима предварительная подготовка смешанного

топлива, которая содержит в себе следующие этапы: выдержку, после смешения компонентов не менее 115 часов при температуре не менее 25 °C и фильтрацию его, со скоростью не более $0,8 \cdot 10^{-4}$ м/сек через фильтрующий элемент из бумаги БФДТ. Такая подготовка позволила получить биодизельное топливо со вторичным коэффициентом фильтрации $K_{\phi}^*_{B10} = 1,22$ и $K_{\phi}^*_{B30} = 1,40$.

Abstract

PROVIDING OF RELIABLE WORK OF FILTERS OF THE THIN CLEANING OF DIESEL ENGINES DURING THEIR EXPLOITATION ON A BIOPROPELLANT

A. Kalyuzhniy, B. Kalyuzhniy

*It is rotined that for reliable exploitation of regular filterelements pre-treatment of the mixed fuel, which contains the followings stages, is needed: self-control, after mixing of components no less than 115 hours at a temperature no less than 25 °C and filtration of him, with speed a no more than $0,8 \cdot 10^{-4}$ m/s through a filterelement from the paper of PFDF. Such preparation allowed to get a biodiesel fuel with the second coefficient of filtration of $K_f^*_{B10} = 1,22$ and $K_f^*_{B30} = 1,40$.*