

УДК 621.436. – 61

**ПІДГОТОВКА БІОПАЛИВА ДИЗЕЛЬНИХ  
ДВИГУНІВ СІЛЬГОСПТЕХНІКИ****Калюжний О.Б., доц., Калюжний Б.Г., Платков В.Я., проф.\****(Харківський національний технічний університет сільського господарства  
ім. Петра Василенко)**(\*Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця)*

*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  $K_{\phi}^*_{B30} = 1,40$ .*

Для виробництва сільськогосподарської продукції потрібен великий парк тракторів і самохідної сільськогосподарської техніки, що працює на нафтовому паливі. Але нафта - це невідновлюване джерело енергії. Розвідані запаси нафти не безмежні і через якихось кілька десятків років вичерпаються. За прогнозами, у найближчі 20 - 25 років очікується різке падіння видобутку нафти. Ціни на поставлене сільгосптоваровиробникам моторне паливо з року в рік зростають та негативно впливають на собівартість сільськогосподарської продукції. Враховуючи імпорتنу орієнтацію нафтової галузі слід очікувати в найближчій перспективі подальшого підвищення цін на нафтове моторне паливо до європейського рівня. Врахуємо й екологічний аспект проблеми, пов'язаний з використанням традиційних моторних палив. У загальному балансі забруднень навколишнього середовища частка двигунів внутрішнього згорання перевищує 70%. Вчені різних країн (особливо тих, де немає власних запасів вуглеводневої сировини) давно і наполегливо шукають альтернативні джерела палива.

Багато уваги приділяється поновлюваним джерелам енергії, які добувають з рослинної сировини. Стосовно до сільськогосподарського виробництва безсумнівний пріоритет належить біопаливу на основі рослинних олій для дизельних двигунів - біодизельного палива. Воно з успіхом використовується в ряді країн як альтернатива дизельному паливу. Незначні витрати на адаптацію автотракторної техніки до застосування біодизельного палива в звичайному двигуні при використанні існуючих систем технічного обслуговування, засобів транспортування і заправки паливом сприяють успішному застосуванню біопалива в сільському господарстві. На сьогоднішній день використання біопалива в Євросоюзі регламентовано законодавчо.

В даний час біопаливом, більш близьким за своїми фізико-хімічними властивостями до вуглеводневого (дизельного) палива, є суміш метилових ефірів жирних кислот ріпакової олії (МЕРО). На підставі аналізу було визначено, що перспективним альтернативним паливом дизельних двигунів для умов України є біопаливо, яке отримують шляхом змішування рідких вуглеводневих палив і похідних ріпакового масла - метилових ефірів ріпакової олії. При цьому раціональним складом такого бінарного біопалива є 10% МЕРО + 90% нафтового дизельного палива (марка В10) та 30% МЕРО + 70% нафтового дизельного палива (марка В30).

Однак, відмінності фізико-хімічних та експлуатаційних показників нафтового дизельного та біодизельного палив можуть суттєво вплинути на строк служби паперових фільтруючих елементів, якими оснащені фільтри тонкого очищення дизельних двигунів. На жаль процеси фільтрування біопалива не вивчалися.

Залишковий в біодизелі метанол може викликати набухання фільтрувального паперу. У результаті цього можуть зменшитися розміри порових каналів що, призведе до збільшення перепаду тисків на фільтруючому елементі і, як наслідок цього, зменшить ресурс роботи фільтра. Крім цього, через втрату міцності фільтруючий елемент може зруйнуватися, не досягнувши граничного перепаду тисків.



а



б



в



г

Рисунок 1 – Осад, затриманий фільтром при фільтруванні різних видів палива: а - ДП (осад відсутній), б - МЕРО (осад відсутній, але мають місце жирові плями на поверхні), в - В10 (щільний осад чорного кольору), г - В30 (пухкий осад коричневого кольору)

Відповідно до ГОСТ 305, у дизельному паливі механічні домішки повинні бути відсутні при їхньому визначенні кількісним методом за ГОСТ 6370 (масова частка механічних домішок до 0,005 % включно оцінюється як їхня відсутність). Біодизельне паливо може містити вільну воду, гліцерин, жирні й високомолекулярні органічні кислоти, продукти полімеризації (у змішаних паливах), які викликають забруднення паливних фільтрів.

Доцільно було провести паралельні дослідження процесів фільтрування МЕРО, дизельного палива (ДП) і біопалива (В10, В30).

Для визначення забруднення МЕРО, ДП, В10 й В30, проби цих видів палива були відфільтровані через паперовий фільтруючий матеріал ПФДП ( $S = 1,13 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ) при постійному перепаді тиску ( $\Delta P = 2,5 \text{ кПа}$ ). Встановлено, що при одержанні змішаних палив В10 й В30 (шляхом змішення МЕРО та ДП у відповідних кількостях), відбувалося їхнє помутніння. Осад, затриманий фільтром при фільтруванні різних видів палива, характеризував їхнє забруднення. Результати експерименту наведено на рис 1.

#### Коефіцієнти фільтрування змішаного біопалива.

Відомо, що коефіцієнт фільтрування ( $K_{\phi}$ ) нафтових дизельних палив, забруднених смолами, сіркою, милами нафтових кислот, механічними домішками, істотно впливає на ресурс роботи фільтра тонкого очищення. Коефіцієнт фільтрування ( $K_{\phi}$ ) підраховується як відношення часу фільтрації останніх 2 мл палива ( $t_0$ ) до часу витікання перших 2 мл ( $t_1$ ) при фільтруванні 47 мл палива через фільтр з паперу ПФДП при постійному тиску 2,5 кПа. Для забезпечення тривалої роботи фільтрів  $K_{\phi}$  повинен бути меншим або рівним 3 (ГОСТ 305). Більше значення  $K_{\phi}$  характеризує підвищену здатність палива збільшувати швидкість росту гідравлічного опору фільтрів, а звідси, знижувати ресурс фільтруючих елементів до заміни (див. рис. 2).

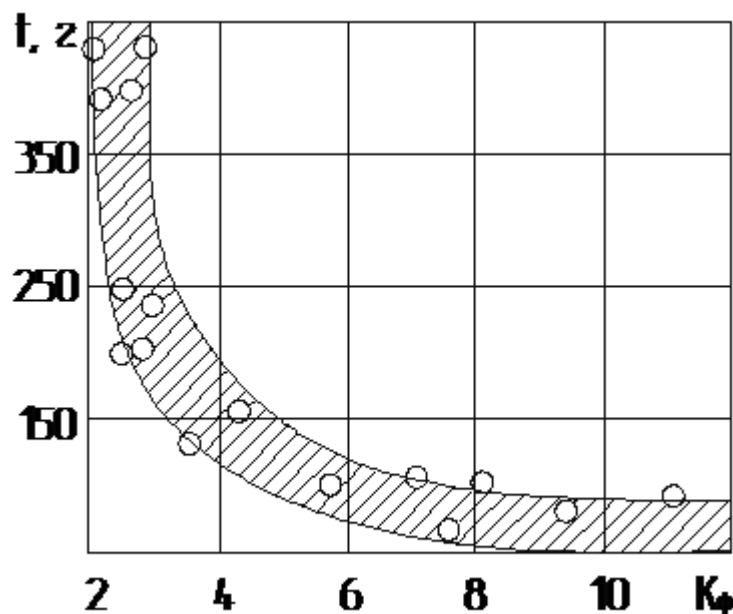


Рисунок 2 – Залежність терміну служби  $t$  паперових фільтруючих елементів ЕПФ-3 на дизелі від коефіцієнта фільтрування палива  $K_{\phi}$

Так, при збільшенні  $K_{\phi}$  дизельного палива з 3 до 6 термін служби фільтруючого елемента ЕПФ-3 зменшується більш ніж у три рази.

Біодизельне паливо може містити вільну воду, гліцерин, жирні й високомолекулярні органічні кислоти, продукти полімеризації (у змішаних паливах), які можуть істотно збільшити  $K_{\phi}$ .

Для визначення коефіцієнта фільтрування  $K_{\phi}$  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), наведеній на рис. 3.



Рисунок 3 – Установа для визначення  $K_{\phi}$  палив.

Згідно з методики ГОСТ 19006 були визначені  $K_{\phi}$  дизельного палива (ДП), а також їхніх сумішей В10 (10% МЕРО + 90% ДП) і В30 (30% МЕРО + 70% ДП). Результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Коефіцієнти фільтрування

Види палива	$K_{\phi}$ (до підготовки)	$K_{\phi}^*$ (після підготовки)
ДП	2,60	1,44
В10	41,23	1,22
В30	10,14	1,40

Проведені дослідження показали, що коефіцієнт фільтрування дизельного палива ДП відповідають вимогам ГОСТ 305 ( $K_{\phi} < 3$ ). В той же час,  $K_{\phi}$  сумішних палив В30 й В10 значно більше за 3 ( $K_{\phi В10} = 41,23$ ;  $K_{\phi В30} = 10,14$ ). При цьому  $K_{\phi}$  палива В10 у чотири рази вища за  $K_{\phi}$  палива В30. Можна спрогнозувати, що використання цих палив без відповідної попередньої підготовки, з метою зниження  $K_{\phi}$ , може знизити ресурс роботи паливних фільтрів тонкого відчищення більш ніж у 10 разів (рис. 2).

Таким чином паливо В10 та В30 не можливе використовувати без додаткової підготовки.

**Забезпечення надійної роботи фільтрів тонкого очищення при їх експлуатації на біопаливі.**

Згідно [1], однократне прокачування палива через різні фільтруючі елементи знижує  $K_{\phi}$  (рис. 4).

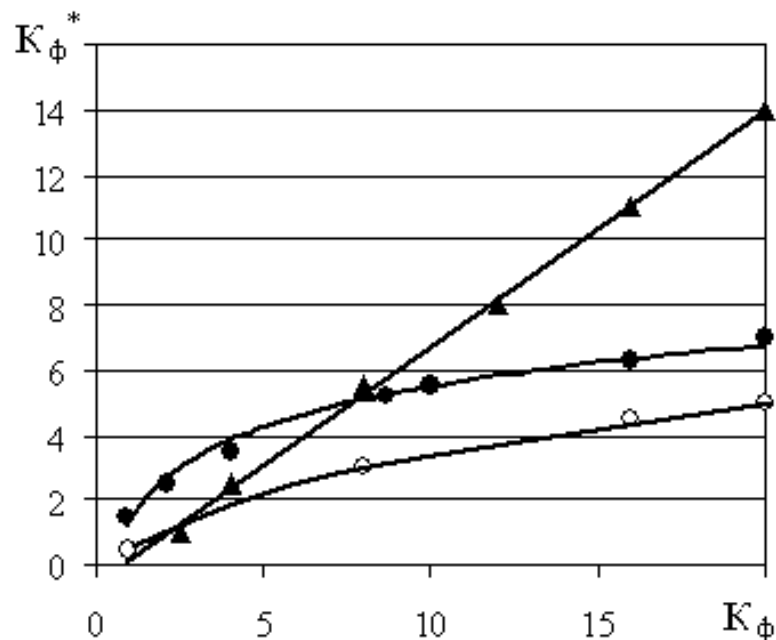


Рисунок 4 – Залежність вторинного коефіцієнта  $K_{\phi}^* = f(K_{\phi})$  після однократного прокачування палива через фільтруючі елементи з різною тонкістю фільтрування:  $\blacktriangle$  - паперовий (5 мкм);  $\bullet$  - об'ємний з деревного борошна (6...8 мкм);  $\circ$  - паперовий (3 мкм).

З рис. 4. видно, що однократне прокачування палива В30 через паперовий фільтруючий елемент із тонкістю фільтрації 3 мкм може знизити  $K_{\phi}$  до  $\sim 3,5$ .

Відомо, що фільтрування може супроводжуватися по 4 схемам [2]: 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.

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 (рис. 5).

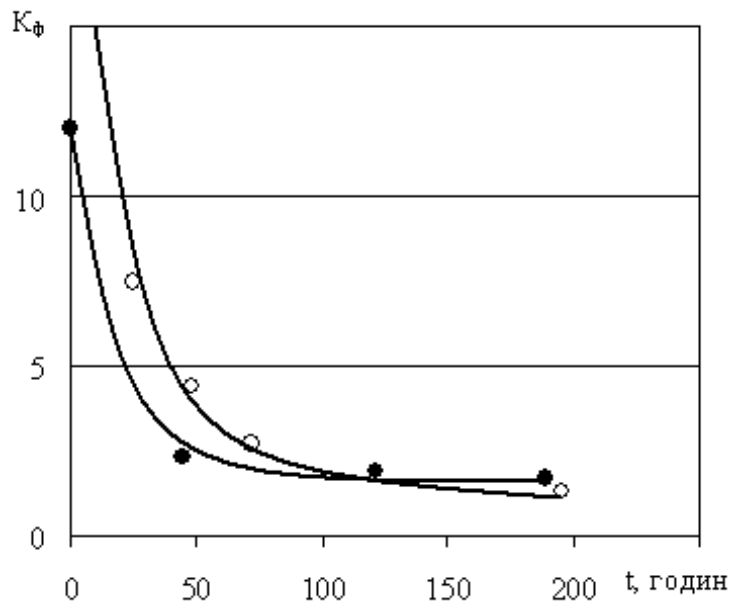


Рисунок 5 – Залежність  $K_{\phi}$  від часу витримання: ○- V10; ● – V30.

З аналізу експериментальних даних видно:

- змішані палива V10 й V30, безпосередньо після їх виготовлення (час витримки перед фільтруванням  $\sim 25$  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 ( $K_{\phi V10} = 40,2$ ;  $K_{\phi V30} = 12,1$ );

- із збільшенням часу попередньої 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). Видно, що  $K_{\phi}$  палив істотно знижується (до значень  $1,3 \div 1,5$ ), при цьому  $K_{\phi}$  палива V10 знижується більш інтенсивно;

- встановлено, що при витримці палива V10 й V30  $\sim 115$  годин  $K_{\phi} \approx 2,0$ ;

- збільшення часу витримки палива V10 з 72 годин до 195 годин істотно поліпшує його фільтрування ( $K_{\phi}$  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, а сам осад починає працювати як додатковий.

- збільшення часу витримки палива В30 з 72 години до 195 годин не значно поліпшує його фільтрування ( $K_{\phi}$  зменшується з 1,9 до 1,5), при цьому схема фільтрації залишається незмінної (утворення сводиков і відкладення осаду), що не дозволяє провести повне очищення палива.

Таким чином, підготовка змішаного палива повинна містити у собі наступні етапи: витримку, після змішування компонентів не менш 115 годин при температурі не менш  $25^{\circ}\text{C}$  і з подальшим фільтруванням 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  $S=7,07 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ , при перепаді тиску  $\Delta P = 3,5 \div 4 \text{ кПа}$  ( $U_{\phi} = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ м/сек}$ ). 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  $K_{\phi}^*$ , які наведено в таблиці 1.

### Висновки

1. Змішані палива В10 й В30, з коефіцієнтами фільтрування  $K_{\phi В10} = 40,2$ ;  $K_{\phi В30} = 12,1$ , мають високий ступінь забруднення дрібнодисперсними частками механічних домішок по розмірах порівнянними 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  $25^{\circ}\text{C}$  і фільтрування його, зі швидкістю не більш  $0,8 \cdot 10^{-4} \text{ м/сек}$  через фільтруючий елемент із паперу ПФДП. Така підготовка дозволила одержати біодизельні палива із вторинним коефіцієнтом фільтрування  $K_{\phi В10}^* = 1,22$  и  $K_{\phi В30}^* = 1,40$ .

### Список літератури

1. Григорьев М.А. Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания /М.А. Григорьев, Г.В. Борисова. – М.: Машиностроение, 1991. – 208 с.
2. Коваленко В.П. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений / Коваленко В.П., Ильинский А.А. – М.: Химия, 1982. – 272 с.

**Аннотация****ПОДГОТОВКА БИОТОПЛИВА ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ  
СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ****Калюжний А.Б., Калюжний Б.Г., Платков В.Я.**

*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 °С и фильтрование 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 фильтрования  $K_{\phi}^*_{B10} = 1,22$  и  $K_{\phi}^*_{B30} = 1,40$ .*

**Abstract****PREPARATION OF BIOPROPELLANT OF DIESEL ENGINES OF  
AGRICULTURAL TECHNIQUE****A. Kalyuzhniy, B. Kalyuzhniy, V. Platkov**

*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  $K_f^*_{B30} = 1,40$ .*