

УДК 621.936-61

В.А. Войтов, проф., д-р техн. наук, М.В. Карнаух, асп., О.Б. Калюжний, доц., канд. техн. наук

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

М.С. Даценко, директор

Департамент інженерно-технічного забезпечення Мінагрополітики України, м. Київ

Дослідження особливостей фільтрації біодизеля через паперові фільтри тонкої очистки дизельних двигунів

В статті наведені результати експериментальних досліджень фільтрації біодизеля та сумішевих видів палива через паперові фільтри. Отримані значення коефіцієнта фільтрації свідчать про його невідповідність ГОСТ 305-82. Обґрунтовані та запропоновані технологічні засоби попередньої підготовки сумішевих видів палива перед використанням.

паперові фільтри, біодизель, коефіцієнтів фільтрації, ресурс, сумішеві види палива

Постановка проблеми. Біодизель – якій є продуктом переетерифікації рослинних олій і являє собою метилові або етилові ефіри жирних кислот є доброю альтернативою нафтовому дизельному паливу і починає широко використовуватися у всіх країнах світу, в тому числі і в Україні. В результаті застосування біодизеля накопичується і досвід особливостей експлуатації дизельних двигунів, які переведені на живлення біодизелем.

Авторами роботи [1] представлені техніко-експлуатаційні та екологічні показники дизельних двигунів при застосуванні метилових ефірів жирних кислот ріпакової, соняшникової та соєвої олій. Для уникнення значного зниження ефективної потужності та збільшення питомої витрати палива (в межах 5%) автори рекомендують до експлуатації наступні сумішеві види палива:

- для зимової експлуатації – не більш 10% біодизеля, решта дизельне паливо;
- для літньої експлуатації – не більш 30% біодизеля, решта (70%) дизельне паливо.

При таких сумішах зниження ефективної потужності та збільшення питомої витрати палива буде знаходитися в межах 3...5%, що суттєво не вплине на експлуатаційні показники, при цьому зниження вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах буде в межах:

- димність, до 10%;
- CO, до 30%.

Досвід літньої експлуатації дизельних двигунів на сумішевих видах палива, 30% метилових ефірів жирних кислот ріпакової олії (МЕРО) та 70% дизельного палива, дозволив встановити явища, які пов'язані з погіршенням процесу фільтрування палива через фільтри тонкої очистки та зниження строку експлуатації паперових фільтрів тонкої очистки. Строки заміни фільтрів на тракторах ХТЗ, МТЗ та вантажних автомобілях КамАЗ при цьому були скорочені в 2...3 рази.

Таке явище вимагає ретельних досліджень і пояснень, які повинні супроводжуватись розробкою доповнень до керівництва з експлуатації дизельних двигунів, що переведені на живлення біодизелем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З 1 березня 2010 року наказом державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики №27 від 20 січня 2009 року набирає чинності національний стандарт ДСТУ 6081:2009 “Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги.” Розроблений стандарт відповідає європейському стандарту EN 14214:2003 “Automotive fuels - Fatty acid methyl esters (FAME) for diesel engines - Requirements and test methods.” Згідно стандарту ДСТУ 6081:2009 та EN 14214:2003 ефіри жирних кислот відрізняються від нафтового дизельного палива ДСТУ 3868-99 [2] за наступними показниками:

– кінематична в’язкість біодизеля більш ніж у двічі перевищує в’язкість нафтового дизельного палива (ДСТУ 3868-99);

– масова частка води згідно ДСТУ 3868-99 для дизельного палива відсутня, для біодизеля не більш 500 мг/кг, або не більше 0,05%. Пов’язано це з тим, що в процесі реакції жирних кислот з спиртами виділяється вода, яка вилучається в ході процесу різними методами хімічних технологій;

– згідно ДСТУ 3868-99 вміст механічних домішок в паливі не допускається. Для біодизеля цей показник не повинен перевищувати 24 мг/кг. Пов’язано це з тим, що до механічних домішок при виробництві біодизеля відносяться частка не жирових домішок, яка залежить від того, присутня перегонка ефірів, чи відсутня, а також наявністю воску та воскоподібних речовин, які присутні в оліях, з яких виготовляється біодизель;

– в біодизелі, згідно стандарту ДСТУ 6081:2009, загальний гліцерин не повинен перевищувати 0,25%, а масова частка лужних металів не більш 5 мг/кг.

Як слідує з перерахованих чотирьох пунктів біодизель, який відповідає європейському стандарту EN 14214:2003 та національному стандарту ДСТУ 6081:2009, має в своєму складі вологу, воскоподібні речовини, механічні домішки.

Перераховані “забруднюючі” речовини та підвищена в’язкість вабить ускладнюванню процесу фільтрування палива через паперові фільтри тонкої очистки дизельних двигунів. На це було акцентована увага російських [3] та американських вчених [4].

Методика досліджень. З аналізу літературних джерел слідує [5], що здатність палива до фільтрування оцінюється коефіцієнтом фільтрування. Цей коефіцієнт визначається згідно ГОСТ 19006 [6] і є відношенням часу фільтрації t_2 в секундах останніх 2 см^3 палива, до часу фільтрації перших 2 см^3 палива, t_1 і визначається за формулою:

$$K = \frac{t_2}{t_1}.$$

При проведенні досліджень на різних сумішах фільтрується одна і та ж кількість палива – 45 см^3 (ГОСТ 19006).

Результати досліджень. Коефіцієнт фільтрації визначали для наступних видів палива:

- паливо дизельне, зимове (ДЗ);
- паливо дизельне, літнє (ДЛ);
- 10% МЕРО + 90% ДЗ, В10;

- 30% МЕРО + 70% ДЛ, В30;
- 100% МЕРО, МЕРО.

Результати досліджень та розрахункове значення коефіцієнта фільтрації K наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати досліджень

Вид палива	t_1, c	t_2, c	K
ДЗ	98	166	1,69
ДЛ	173	460	2,65
В10	181	1835	10,13
В30	183	2704	14,77
МЕРО	550	22660	41,2

Аналіз представлених результатів свідчить, що сумішеві палива та 100% МЕРО мають значно високі коефіцієнти фільтрації. Згідно з ГОСТ 305-82 [7] значення K не повинно перевищувати 3. Як видно з табл.1 зимове та літнє дизельне паливо задовольняють такій вимозі.

З роботи [5] слідує, що при збільшенні K до значення 6 термін служби паперових фільтрів тонкої очистки необхідно зменшити в три рази. На основі отриманих значень K та залежностей, які наведені в [5], можна стверджувати, що строк експлуатації фільтрів при використанні 100% МЕРО необхідно зменшити в 10 разів (до 100 мотогодин), при використанні В30 та В10 в 5 разів (до 200...250 мотогодин).

Причиною таких високих значень коефіцієнта фільтрації є наявність в МЕРО фосфоліпідів, воскоподібних речовин, мила, гліцерину.

Отримані данні повністю збігаються з даними статті російських вчених [3], де приведені фотографії відкладень мила на деталях паливного фільтра.

Для подолання виявлених недоліків фільтрування біодизеля нами були проведені дослідження по використанню відстояних сумішевих видів палива після їх приготування.

Відстоювання проводили від 25 до 200 годин з контролем коефіцієнта через кожні 25 годин. Результати досліджень представлені на рис.1.

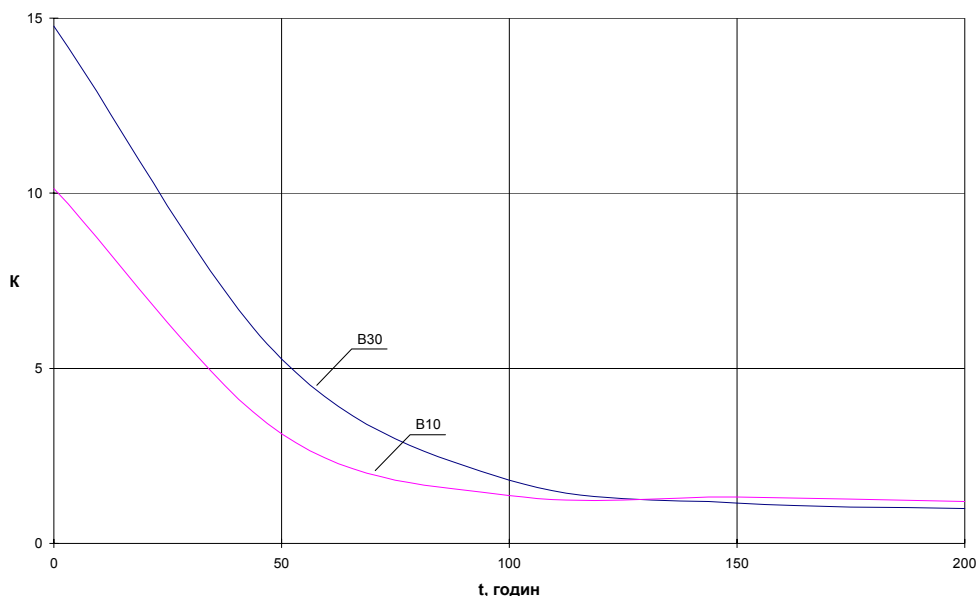


Рисунок 1 – Залежність K від часу відстоювання

З аналізу експериментальних даних видно:

– сумішеві види палива В10 і В30 безпосередньо після їх змішування мають значення коефіцієнта фільтрації, що перевищують вимоги ГОСТ 305-82. Значення коефіцієнта наведеним в таблиці 1;

Аналіз поверхні фільтрувального паперу під оптичним мікроскопом дозволив виявити часткове, а іноді і повне закупорювання пор. Причина – наявність в біодизелі фосфоліпідів, воскоподібних речовин, мил та гліцеринів.

– із збільшенням часу відстоювання сумішевих палив в об'ємі палива відбуваються процеси агломерації (укрупнення) частинок перерахованих вище домішок та їх осадження у вигляді жовтуватого осадку;

Після зливу відстою були проведені експериментальні дослідження по виявленню коефіцієнта фільтрації, які дозволили встановити, що як для суміші В10 так і для суміші В30 коефіцієнт фільтрації знижується до значень, що відповідають вимогам ГОСТ 305-82.

– залежність зменшення K від часу відстоювання, (рис.1), дозволило встановити, що найбільш інтенсивно процеси агломерації відбуваються перші 50...75 годин. Збільшення часу відстоювання більш, ніж 100 годин не дає значного ефекту.

Аналіз поверхні фільтрованого паперу після випробувань відстояних видів палив терміном 100 годин під оптичним мікроскопом дозволив встановити, що має місто відкладення осадку на поверхні паперу, а іноді утворення сводиків забруднень.

Щоб уникнути цих недоліків та покращити процес фільтрування було запроваджене додаткове фільтрування сумішей перед використанням.

Значення коефіцієнтів фільтрування після відстоювання терміном 100 годин та додаткового фільтрування після зливу відстою наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Коефіцієнт фільтрування після відстою і додаткового фільтрування

Вид палива	K після змішування	K після відстою	K після відстою та фільтрування
ДП	–	1,7	1,44
В10	10,13	2,3	1,22
В30	14,77	2,4	1,4

Отримані експериментальні дані дозволяють зробити висновок, що додаткове фільтрування після відстою, забезпечує зниження коефіцієнта фільтрації сумішевих палив В10 та В30 до значення 1,22...1,4, що відповідає всім експлуатаційним вимогам. Ресурс паливних фільтрів при цьому знаходиться в діапазоні, передбаченим керівництвом з експлуатації (ТО-3).

Висновки.

1. Біодизель (МЕРО), а також сумішеві види палив В10 (10% МЕРО+90% ДП) та В30 (30% МЕРО +70% ДП) мають достатній рівень забруднень вологою, фосфоліпідами, воскоподібними речовинами, милами та гліцеридами, присутність яких дозволяється нормами стандартів EN 14214:2003 та ДСТУ 6081:2009, що призводить до підвищення значень коефіцієнтів фільтрації та зниженню ресурсу паливних фільтрів в 5...10 разів.

2. Для тривалої експлуатації фільтрів тонкої очистки в межах строків, які встановлені керівництвом з експлуатації (ТО-3) необхідно після змішування палив проводити відстоювання на протязі 75...100 годин та фільтрування після зливу відстою. Такий технологічний засіб забезпечує зниженню коефіцієнта фільтрації до показника нижче 2, що задовольняє всім вимогам експлуатації.

Список літератури

1. Войтов В.А. Техніко-експлуатаційні та екологічні показники дизельних двигунів при застосуванні біодизеля / В.А. Войтов, М.В. Карнаух, М.С. Даценко // Техніка і технологія АПК. – 2009.- Вип. 1. – С. 13-18.
2. Паливо дизельне. Технічні умови. ДСТУ 3868-99. – [Чинний від 08.04.99]. – К. : Держспоживстандарт України, 1999. – 12 с. – (Національний стандарт України).
3. Звонов В.А. Исследование эффективности применения в дизельных двигателях топливных смесей и биотоплив / В.А. Звонов, А.В. Козлов, А.С. Теренченко // Российский химический журнал. – 2008. - Вып. 6. – С.147-151.
4. Biodiesel Handling and Use Guidelines, 3rd Ed., U.S. department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, Springfield, VA, USA, Sept. 2006. 69pp.
5. Григорьев М.А. Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания / М.А. Григорьев, Г.В. Борисова. – М. : Машиностроение, 1991. – 208 с.
6. Топливо дизельное. Метод определения коэффициента фильтруемости. ГОСТ 19006-73. – 6 с.
7. Топливо дизельное. Технические условия. ГОСТ 305-82. – 10 с.

В. Войтов, Н. Даценко, Н. Карнаух, А. Калюжный

Исследование особенностей фильтрации биодизеля через бумажные фильтры тонкой очистки дизельных двигателей

В статье приведенные результаты экспериментальных исследований фильтрации биодизеля и смесевых видов топлива через бумажные фильтры. Полученные значения коэффициента фильтрации свидетельствуют о его несоответствии ГОСТ 305-82. Обоснованы и предложены технологические средства предварительной подготовки смесевых видов топлива перед использованием.

V. Voytov, N.S. Dacenko, N.V. Karnauh, A.B. Kalyuzhniy

Study characteristics of biodiesel through the filter paper fine filters of diesel engines

The article cited the results of experimental studies of filtration and blend biodiesel fuel through a filter paper. The values of filtration coefficient showed his lack of conformity with GOST 305-82. Studied and proposed technological means of preliminary preparation of composite fuels before using.

Одержано: 15.01.10