

Анісімов В. Ф.
Яцковський В. І.
Музичук В. І.
Рябошапка В. Б.
П'ясецький А. А.

**Вінницький
національний
аграрний
університет**

УДК 621.431.73.629

ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ БІОПАЛИВА НА ЯКІСТЬ РОБОТИ ДВИГУНА

Рассмотрено проблемы использования биотоплива в дизелях, возникающие в результате физикохимических и биологических особенностей биотоплива, разработаны и предложены конструктивные решения относительно уменьшения его вредного влияния на качество работы двигателей. Данная конструкция даст возможность эффективно эксплуатировать трактора с использованием растительного топлива без вреда для двигателя.

The problems of the use are considered biopropellants in diesels, arising up as a result physical, chemical and biological features of biopropellant, are developed and offered structural decisions in relation to diminishing of his harmful influence on quality of work of engines. This construction will enable effectively to exploit tractors with the use of vegetable fuel without harm for an engine.

У якості двигунів внутрішнього згорання в сільському господарстві вагому нішу займають швидкісні дизельні двигуни, як правило із нероздільною камерою згорання та якісним процесом сумішоутворення.

Для роботи дизелів використовують дизельні палива, які згідно держстандарту [1] поділяються на класи та марки, що в залежності від температури використання можуть відрізнятися за деякими фізико-хімічними характеристиками: густиною, кінематичною в'язкістю, температурою помутніння, тощо.

У зв'язку з такими причинами як: вичерпністю нафти, світовий запас якої по різним даним складає всього 30 років [2], загрозою глобального потепління, та невинним зростанням цін на нафту постає питання про заміщення або перехід на альтернативні види палива.

Перелік альтернативних палив визначається законом [3], згідно якого вони можуть бути повністю виготовлені (видобуті) з нетрадиційних джерел і видів енергетичної сировини або є сумішшю альтернативного і традиційного видів палива у пропорціях, встановлених відповідно до державних стандартів; виготовлені (видобуті) з нафтових, газових, нафтогазоконденсатних родовищ

непромислового значення, вичерпаних родовищ, з важких сортів нафти тощо і за своїми ознаками відрізняються від вимог до традиційного виду палива.

Найбільш оптимальним видом палива для двигунів дорожніх, сільськогосподарських та інших мобільних машин може бути лише рідке паливо, що має велику перевагу перед іншими видами як енергоємне (велика теплотворна здатність на одиницю об'єму) і практичне у використанні.

Згідно цього ж закону до альтернативних видів рідкого палива належать: горючі рідини, одержані під час переробки твердих видів палива (вугілля, торфу, сланців); спирти та їх суміші, олії, інше рідке біологічне паливо, одержане з біологічної сировини (у тому числі з поновлюваних відходів сільського та лісового господарства, інших біологічних відходів); горючі рідини, одержані з промислових відходів, у тому числі газових викидів, стічних вод, виливів та інших відходів промислового виробництва; паливо, одержане з нафти і газового конденсату нафтових, газових та газоконденсатних родовищ непромислового значення та вичерпаних родовищ, з важких сортів нафти та природних бітумів, якщо це паливо не належить до традиційного виду.



Пошуки альтернативних палив для дизельних двигунів приводять дослідників у минуле, до витоків історії двигунобудування, ще коли Рудольф Дизель запропонував роботу свого двигуна на рослинній олії [4]. Однак робота сучасного дизельного двигуна на чистій рослинній олії утруднена, оскільки в процесі експлуатації можуть виникнути проблеми, пов'язані із значною відмінністю фізико-хімічних властивостей рослинної олії від властивостей стандартного дизельного палива [5]. Наприклад, на поверхнях деталей камери згорання можлива поява вуглецевих відкладень, закоксування отворів розпилувача, виникнення жирових відкладень в паливному баку і каналах паливної апаратури, вихід з ладу паливних фільтрів, руйнування палива мікроорганізмами і т.д. [6].

Тому для використання в дизелях рослинної олії застосовують наступні способи [7]:

- добавки в олію речовин, що наближають його властивості до властивостей дизельного палива;
- використання добавки олії і інших речовин в дизельне паливо в кількості, яка трохи змінює властивості останнього;
- пристосування конструкції двигуна до роботи на рослинній олії;
- хімічна переробка рослинної олії в менш в'язкі речовини (ефіри олій).

При використанні першого способу потрібні професійні фізико-хімічні дослідження для розробки технології виготовлення якісних присадок, що може значно збільшити собівартість виготовлення пального.

При використанні другого способу відбувається лише часткове заміщення нафтового палива альтернативним. Крім того це призведе до додаткових складностей в експлуатації техніки, так як доведеться використовувати додаткові ємності для змішування дизельного палива з олією при заправці.

Що стосується пристосування двигуна до роботи на рослинній олії, тут потрібно вживати заходів щодо зменшення коксування форсунок, вирішити проблему застигання олії при низьких температурах, тощо.

Більш пристосований для використання олії дизель з роздільними камерами згорання [4], в якого за рахунок інтенсивнішого сумішоутворення можливе грубе розпилування палива, що підходить для використання олії. Однак такі дизелі вже практично не використовуються в сільськогосподарській техніці через більшу питому витрату палива порівняно з дизелями із нероздільними

камерами згорання. До того ж двигунобудівні заводи повинні були б повернутися до типу двигунів, що зняті з виробництва.

Найбільш розповсюджений спосіб роботи дизеля на рослинній олії – використання ефірів олій, що утворюються унаслідок хімічної реакції переетерифікації в присутності спирту та каталізатора [8]. В результаті отримують метилові або етилові ефіри жирних кислот рослинних олій; ці ефіри використовують у якості палива, що називають біодизельним. В залежності від олії, що використовується у якості сировини та виду спирту, що вступає в реакцію переетерифікації, назва палива зашифрована в аббревіатурі:

- МЕРО – метилові ефіри рапсової олії [9];
- ЕЕРО – етилові ефіри рапсової олії [6];
- МЕРСО – метилові ефіри рапсової та соняшникової олій [9].

Найбільш розповсюджений вид палива – метилові ефіри.

Технологія отримання ефірів олій досить проста і була відома ще наприкінці XIX ст., її можна реалізувати навіть на невеликих фермерських господарствах, придбавши відповідне обладнання.

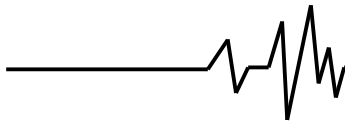
Проте метилові ефіри олій не можуть замінити дизельне паливо без зміни параметрів роботи двигуна, так як перехід на таке паливо, призводить до зменшення потужності, збільшення годинної та питомої витрати [10], тощо. Це паливо, що має інші хімічну формулу та елементарний склад [11]. Метилові ефіри також є корозійно активним паливом, тому можуть призвести до передчасного виходу з ладу гумо-технічних виробів, а мікроорганізми, що присутні у паливі [12], можуть призвести до закупорки паливних фільтрів. Крім того це паливо має більшу густину, в'язкість, вищу температуру застигання, що погіршує якість сумішоутворення і згорання, утруднює його використання за низьких температур навколишнього середовища.

При використанні цих палив також не досліджено нерівномірність подачі по циліндрах, яка може призвести до шкідливих надмірних вібрацій двигуна.

Зважаючи на ці та інші недоліки використання біодизельного палива, в даній статті пропонуються деякі заходи щодо їх усунення.

По перше, необхідно розробити вимоги, які б забезпечили очищення паливної системи двигуна від біопалива по закінченню кожної зміни. Це виключить можливість закупорки паливних фільтрів.

По друге, для забезпечення запуску двигуна при низьких температурах потрібно



запускати його і прогрівати на стандартному дизельному паливі а потім переводити на біопаливо.

По третє, необхідно підігрівати метилефіри, щоб зменшити їх в'язкість, яка більша порівняно з дизельним паливом, так як при збільшенні в'язкості погіршується якість розпилування і згорання, внаслідок чого паливо може не догоряти, стікаючи по стінках циліндрів у картер двигуна, особливо коли деталі циліндро-поршневої групи ще не нагрілися до робочої температури.

Для реалізації цих заходів пропонуються деякі зміни в конструкції системи живлення двигуна. Розглянемо конструктивно-експлуатаційне рішення на прикладі тракторів Мінськовського тракторного заводу (МТЗ), тягового класу – 1,4 з двигунами серії Д-240.

Враховуючи компоновку трактора (розміщення баку під кабіною, що розділений на дві половини, які з'єднуються у сполучені посудини за допомогою патрубків у верху), пропонується розділити посудини баку на два окремих баки і використовувати їх для двох видів палив: дизельного нафтового та біопалива. Дизельне паливо можна

використовувати для запуску, прогрівання двигуна на початку робочої зміни трактора і для очищення паливної системи від біопалива в кінці зміни.

Як показали дослідження, що були проведені на базі Вінницького національного аграрного університету на кафедрі тракторів, автомобілів та електротехнічних систем, в лабораторії двигунів внутрішнього згорання, достатньо 20-ти хвилин роботи двигуна на режимі холостого ходу при частоті обертання 1500 хв^{-1} для очищення системи живлення від біопалива та переведення його на дизельне паливо.

Кожен бак повинен мати витратний кран, а для переведення двигуна на інший вид палива пропонується використати електромагнітний перемикач. Це дасть змогу оператору здійснити перехід на інший вид палива не виходячи з кабіни трактора. Для контролю витрачання палива потрібно додати додаткові: датчик в другий бак та показник рівня палива на панель приладів. Запропонована конструкція системи живлення зображена на схемі (див Рис. 1).

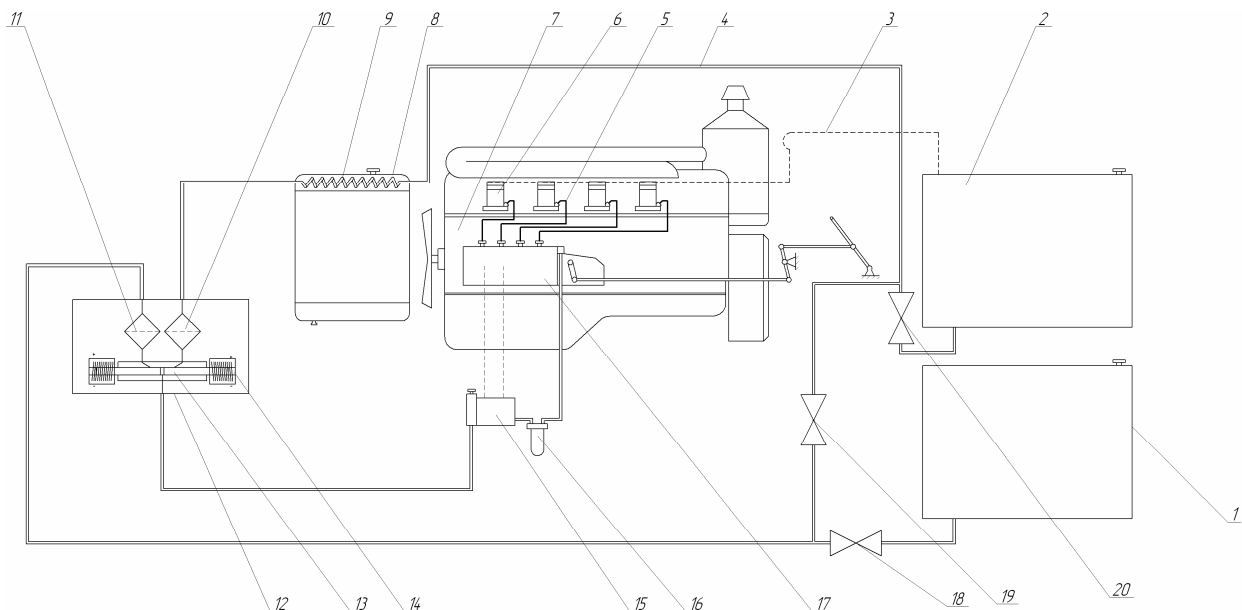
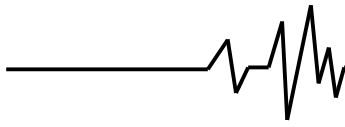


Рис. 1. Схема системи живлення дизеля для роботи на двох видах палив:
1 – бак для дизельного палива; 2 – бак для біопалива; 3 – зворотній паливо провід;
4 – паливопровід низького тиску; 5 – паливопровід високого тиску; 6 – форсунка;
7 – двигун; 8 – радіатор системи охолодження; 9 – підігрівач біопалива; 10 – фільтр
грубої очистки біопалива; 11 – фільтр грубої очистки дизпалива; 12 – електромагнітний
перемикач виду палива; 13 – золотник; 14 – обмотка електромагніта; 15 – паливний
насос низького тиску; 16 – паливний фільтр тонкої очистки; 17 – паливний насос
високого тиску; 18 – витратний кран дизельного палива;
19 – з'єднувальний витратний кран



Згідно цієї схеми два види палив зберігаються в окремих баках, що розділені між собою закритим краном 19. Двигун запускається на дизельному паливі, яке під дією розрідження, що створює насос 15, перетікає з бака 1 через витратний кран 18 і по паливопроводу низького тиску потрапляє в блок фільтрів з перемикачем 12. У фільтрі 11 дизпаливо проходить очищення від води та грубих механічних домішок і при положенні золотника 13 у правому крайньому положенні, потрапляє до загальної магістралі – насосу низького тиску 15, далі через фільтр тонкої очистки 16 до паливного насоса високого тиску (ПНВТ) 17, звідки під високим тиском розподіляється по форсункам 6 і впорскується в циліндри двигуна 7. Надлишок палива з форсунок зливається через зворотній трубопровід 3 в бак з біопаливом 2.

Після запуску двигуна і його прогрівання до робочої температури охолоджувальної рідини, подається напруга на ліву обмотку електромагніта 14, в результаті чого останній переміщується в ліве крайнє положення і загальна магістраль з'єднується з баком для біопалива. Тоді розрідження, що створюється насосом 15, передається в бак 2, внаслідок чого біопаливо по паливопроводу 4 через витратний вентиль 18 потрапляє до змієвика 9, що вмонтований у верхній бачок радіатора 8 системи охолодження. Так як змієвик омивається рідиною, що відводить теплоту від нагрітих деталей двигуна, біопаливо підігрівається і зменшує в'язкість. Підготовлене таким чином біопаливо надходить до фільтра 10 і через перемикач 12 потрапляє до загальної магістралі. Після витрачання в системі залишків дизпалива, двигун плавно переводиться на інший вид палива.

Перед закінченням робочої зміни трактора і постановкою його на стоянку, подається напруга на праву обмотку електромагніта 14, в результаті чого останній переміщується в праве крайнє положення і загальна магістраль з'єднується з баком 1 для дизельного палива; двигун переходить на дизельне паливо. Після вигорання біопалива в загальній магістралі живлення, двигун глушиться.

Перехід в роботі двигуна з біопалива на дизпаливо і навпаки можна виявити по характерному запаху відпрацьованих газів.

Зливання надлишку палива саме в біопаливний пов'язане з тим, що запропонована конструкція передбачає роботу двигуна переважно на біопаливі. А при роботі двигуна на дизельному паливі, біопаливо буде розбавлятися, що сприятиме його розрідженню.

По такій схемі роботи системи живлення, в систему електрообладнання трактора слід додати додаткові електричні кола: два кола для живлення електромагнітів перемикача і одне для живлення додаткового датчика і показчика палива. Для перемикачання на інший вид палива, на панелі приладів потрібно встановити двохпозиційний тумблер або клавішу.

На рис. 2 наводиться конструктивна схема блоку фільтрів з перемикачем, що по призначенню являє собою електромагнітний клапан-фільтр.

Блок фільтрів з перемикачем являє собою двосекційний фільтр грубої очистки палива, де кожна секція призначена для фільтрування лише одного виду палива. Стакани секцій фільтрів 15 і 17 кріпляться до спільної кришки 8, яка служить одночасно розподільником потоків паливоподачі. У порожнині кришки рухається циліндричний золотник 10, що з'єднує одну із секцій фільтра з випускним отвором 9. Кінці золотника служать якорями електромагнітів перемикача. На лівій стороні золотника виконано дві кільцеві канавки 3 і 4 для фіксації золотника у крайніх положеннях. З торцевих сторін кришки кріпляться електромагніти з обмотками 2 і 12.

Для ввімкнення подачі біопалива подається напруга на обмотку 2 (див. Рис. 2 а)), якір 1 електромагніта, а отже і золотник 10 переміщується вліво. Під дією якоря кулька 7 фіксатора стискує пружину 6 і виходить з канавки 3. При досягненні якоря 1 крайнього лівого положення канавка 4 співпадає з фіксатором і кулька 7 під дією пружини заходить у канавку, фіксуючи золотник у крайньому лівому положенні. При цьому золотник 10 сполучає випускний отвір з біопаливним фільтром. Підігріте біопаливо надходить від змієвика 9 (див. Рис 1), у впускний отвір 20 фільтра грубої очистки (рис 2 а)), потім проходить очищення під дією сил тяжіння та фільтрування крізь сітку 11 і через розподільник та випускний отвір 9 потрапляє до основної магістралі живлення.

Для ввімкнення подачі дизельного палива подається напруга на обмотку 12 (див. Рис. 2 б)), якір 13 електромагніта і відповідно золотник 10 переміщується вправо. Під дією якоря фіксатор знову розблокує золотник і заблокує його у правому крайньому положенні. При цьому золотник 10 сполучає випускний отвір з дизпаливним фільтром.

При потребі силу стиснення пружини 6 фіксатора можна регулювати гвинтом 5.

Після витрачання палива з одного із баків завчасно до кінця зміни, про що покаже



відповідний показчик на панелі приладів, потрібно перевести паливну систему на живлення іншим паливом, а витратний кран цього баку потрібно закрити, щоб запобігти попаданню повітря у систему. По закінченню зміни слід заправити пустий бак відповідним

паливом, відкрити його витратний кран і продовжити подальшу експлуатацію.

При потребі переходу двигуна лише на одне дизельне паливо, потрібно заправити паливом обидва баки, відкрити всі витратні крани, а кнопку перемикачів виду палива встановити в положення "дизпаливо".

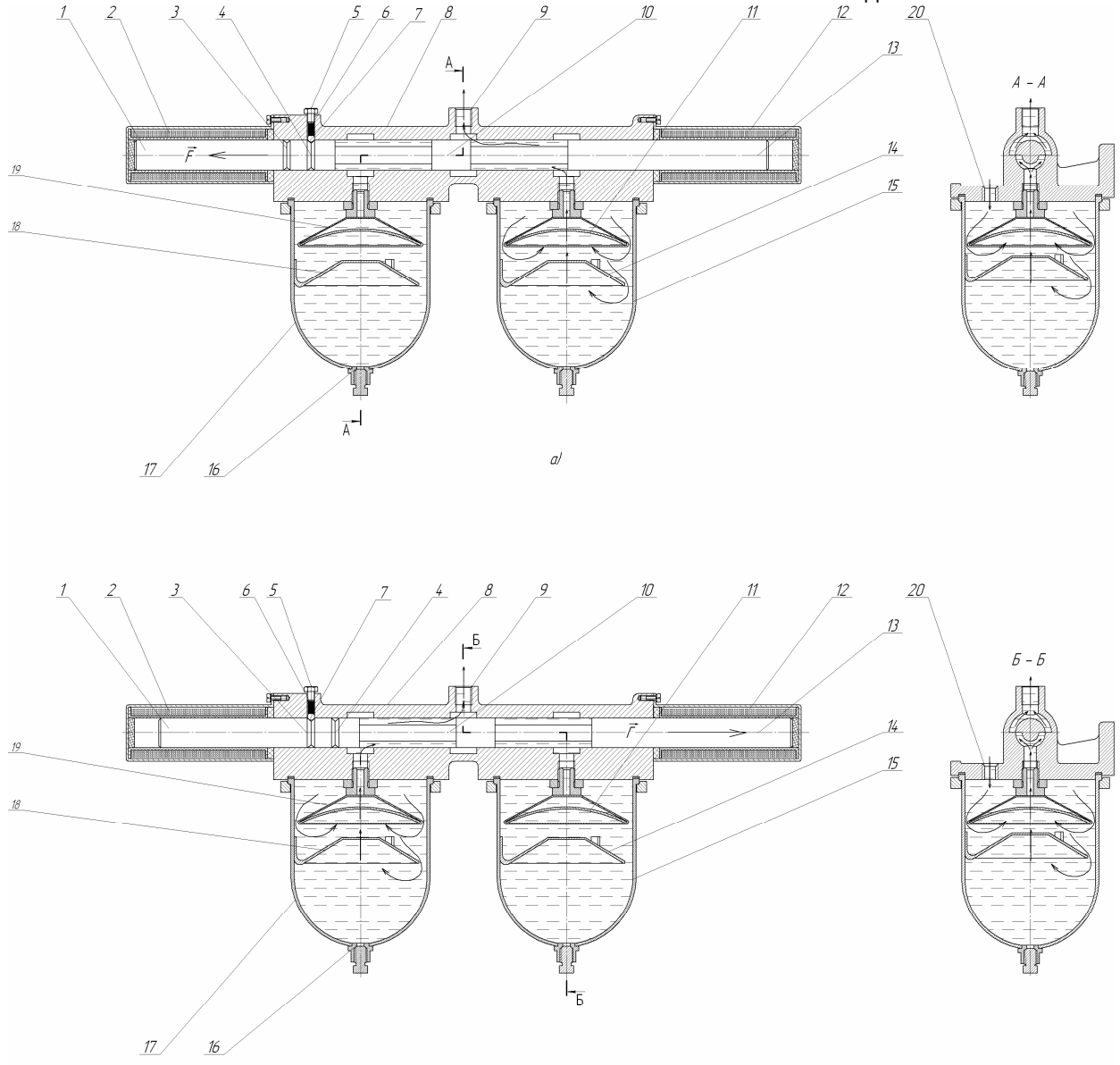
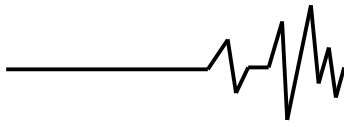


Рис. 2. Електромагнітний клапан-фільтр:

а) ввімкнення подачі біопалива; б) ввімкнення подачі дизельного палива

- 1 – якір електромагніта ввімкнення подачі біопалива; 2 – обмотка електромагніта ввімкнення подачі біопалива; 3 – канавка фіксатора подачі дизельного палива; 4 – канавка фіксатора подачі біопалива; 5 – гвинт фіксатора; 6 – пружина фіксатора; 7 – кулька фіксатора; 8 – кришка клапана-фільтра; 9 – випускний отвір; 10 – золотник; 11 – фільтрувальна сітка біопаливного фільтра; 12 – обмотка електромагніта ввімкнення подачі дизельного палива; 13 – якір електромагніта ввімкнення подачі дизельного палива; 14 – відбивач біопаливного фільтра; 15 – стакан біопаливного фільтра; 16 – зливний отвір; 17 – стакан дизпаливного фільтра; 18 – відбивач дизпаливного фільтра; 19 – фільтрувальна сітка дизпаливного фільтра; 20 – випускний отвір



Таким чином, наведені зміни в конструкції системи живлення двигуна дають можливість використовувати метилефіри, враховуючи їх фізико-хімічні та біологічні особливості.

Висновки

1. Використання підігріву біопалива за рахунок проходження через змієвик дає можливість зменшити густину та в'язкість палива та зрівняти ці параметри з відповідними параметрами дизельного палива.

2. Розділення баку відомої конструкції на дві окремі частини, дає можливість переобладнати двигун з однопаливного на двопаливний з використанням біопалива без значних змін у конструкції.

3. Запропонована конструкція системи живлення дає можливість уникнути закупорки паливних фільтрів внаслідок активної діяльності мікроорганізмів, що досягається завдяки очищенню паливної магістралі шляхом переведення двигуна на дизельне паливо перед його зупинкою.

4. Використання електромагнітного перемикача в двопаливній системі живлення дає можливість оператору швидко перейти на інший вид палива не виходячи з кабіни трактора.

5. Таку систему живлення можна запровадити без значних змін у конструкції для тракторів МТЗ тягового класу – 1,4 з двигунами серії Д-240.

Література

1. ДСТУ 4840:2007 Паливо дизельне підвищеної якості. Технічні умови.

2. Екологія життя: Енергетичні ресурси Землі та України. <http://www.ecolive.com.ua/content/energetichni-resursi-zemli-ta-ukraini>

3. Закон України "Про альтернативні види рідкого та газового палива" від 03.11.2008.

4. Анисимов В.Ф., Серєда Л.П., Рябошапка В.Б.: Перспективы и проблемы

использования биотоплива в автотракторных дизелях / "Промислова гідравліка і пневматика". Вінниця: ВДАУ, 2007 №4(18).

5. А. П. Марченко, В. Г. Семенов, Д. У. Семенова, О. Ю. Лінков. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі ріпакового масла // Вісник Харківського державного політехнічного університету. – Харків: ХДПУ, 2000. – Вип. 101.

6. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания.- М.: МАДИ (ТУ), 2000.

7. Редзюк А.М., Рубцов В.О., Гутаревич Ю.Ф. Проблеми та перспективи використання рослинної олії як моторного палива // Автошляховик. - 1999. - №1.

8. Лімекс Інвест: Основні етапи процесу виробництва. <http://www.bio-invest.com.ua/tehnology.html>.

9. Анисимов В.Ф., Рябошапка В.Б., П'ясецький А. А.: Дослідження характеристик дизельного двигуна при переведенні його на біодизельне паливо // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Земля України – потенціал енергетичної та екологічної безпеки держави" – Вінниця: ВНАУ, 2010. – Вип. 42, том 2.

10. Анисимов В.Ф., Серєда Л.П., Рябошапка В.Б., П'ясецький А. А.: Дослідження впливу кута випередження подачі на експлуатаційні показники роботи дизеля при переведенні його на біодизельне паливо // "Промислова гідравліка і пневматика". №2(20) 2008.

11. Анисимов В.Ф., Рябошапка В.Б.: Определение количества воздуха необходимого для полного сгорания биотоплива в дизельном двигателе // "Вібрації в техніці та технологіях". №1 (53) 2009.

12. Редзюк А.М., Рубцов В.О., Гутаревич Ю.Ф. Проблеми та перспективи використання рослинної олії як моторного палива // Автошляховик. - 1999. - №1. - С 4-6.