

УДК 621.311.24:631.372

## ВИКОРИСТАННЯ РІДКИХ БІОПАЛИВ В МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Большут В. С., e-mail: bozel313@ukr.net.ua,

Мироненко В. Г., д.т.н., проф. E-mail: mironenko1952@ukr.net, тел: 0973344198

Третяк В. М., к.т.н., ННЦ «ІМЕСГ»

### Анотація

**Мета.** Зменшення витрат рідких вуглеводневих палив мобільними енергетичними засобами сільськогосподарського призначення.

**Методи.** Літературна інформація оброблялась за системного аналізу; стендові та польові дослідження проводились з реальними тракторами з використанням методик, що регламентуються національними та міжнародними нормативними документами; оброблення результатів експериментів здійснювалось з використанням методів статистичного аналізу.

**Результати.** Встановлена доцільність використання двигунів MeM3-307 українського виробництва, як багатопаливних, для тракторів класу 0,6 виробництва АТ «ХТЗ». Доведено доцільність застосування альтернативних видів палив для зменшення об'ємів використання рідких вуглеводневих палив в мобільних енергетичних засобах сільськогосподарського призначення. Підтверджене зменшення шкідливих викидів двигунами внутрішнього згоряння за умов застосування альтернативних видів палив.

**Висновки.** Існуючі альтернативні види палива можливо застосовувати в двигунах, які використовуються в сільському господарстві України, з мінімальними конструкційними змінами.

Двигуни з іскровим запаленням українського виробництва доцільно використовувати як багатопаливні в сільськогосподарських мобільних енергетичних засобах замість імпортованих дизельних двигунів відповідної потужності.

Розроблений спосіб впорскування біоетанолу у впускний тракт дизельних двигунів дозволяє зменшити витрати дизельного палива. Експериментальні дослідження підтвердили зменшення шкідливих викидів у відпрацьованих газах двигунів внутрішнього згоряння із розробленим способом додавання альтернативних палив.

Україна має хороші умови для вирішення в короткі терміни всіх технічних питань і успішного впровадження у виробництво вітчизняних тракторів на альтернативних енергоносіях.

**Ключові слова:** двигуни внутрішнього згоряння, біодизель, пропан-бутан, біоетанол, багатопаливні двигуни, екологія.

UDC 621.311.24:631.372

## USING LIQUID BIOFUELS IN MOBILE POWER MEANS AGRICULTURAL

Bolbut V. S., e-mail: bozel313@ukr.net.ua,

Mironenko V. G., E-mail: mironenko1952@ukr.net, tel: 0973344198

Tretyak V. M., NSC «IEAA»

### Annotation

**Purpose.** The decrease of liquid hydrocarbon fuels of mobile energy resources for agricultural purposes.

**Methods.** Literary information is processed by the system analysis; bench and field studies were conducted with real tractors using techniques regulated by national and international regulations; processing the results of experiments carried out using statistical analysis techniques.

**Results.** The expediency of using engines MeMZ-307 Ukrainian production is multi-fuel, for class 0.6 tractors produced JSC "HTZ". The expediency of the use of alternative fuels to reduce the volume of use of liquid hydrocarbon fuels in the mobile energy means an agricultural purpose.

Confirmed reduction of harmful emissions from internal combustion engines in the conditions of use of alternative fuels.

**Conclusions.** Existing alternative fuels can be used in the engineering and used in Engine with spark ignition of Ukraine, with minimal design changes.

Spark ignition engines of Ukrainian origin, should be used as a multi-fuel for agricultural vehicles mobile power instead of imported diesel engines of corresponding power.

A fuel injection system of bioethanol in the intake tract of diesel engines to reduce diesel consumption.

Experimental research have confirmed the reduction of harmful emissions in the exhaust gases of diesel engines with the addition of alternative fuels.

Ukraine has good conditions for the solution in the short term all the technical issues and successful implementation in production of tractors in alternative energy resources.

**Key words:** internal combustion engines, biodiesel, propane, butane, ethanol, multifuel engines, ecology.

УДК 621.311.24:631.372

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИДКИХ БИОТОПЛИВ В МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Большут В. С., e-mail: bozel313@ukr.net.ua,

Мироненко В. Г., д.т.н., проф. E-mail: mironenko1952@ukr.net, тел: 0973344198

Третяк В. М., к.т.н., ННЦ «ИМЭСХ»

### Аннотация

**Цель.** Уменьшение расходов жидких углеводородных топлив мобильными энергетическими средствами сельскохозяйственного назначения

**Методы.** Литературная информация обрабатывалась по системному анализу; стендовые и полевые исследования проводились с реальными тракторами с использованием методик, регламентируемых национальными и международными нормативными документами; обработка результатов экспериментов осуществлялась с использованием методов статистического анализа.

**Результаты.** Установлена целесообразность использования двигателей MeM3-307 украинского производства, как многотопливных, для тракторов класса 0,6 производства АО "ХТЗ". Доказана целесообразность применения альтернативных видов топлива для уменьшения объемов использования жидких углеводородных топлив в мобильных энергетических средствах сельскохозяйственного назначения. Подтверждено уменьшение вредных выбросов двигателями внутреннего сгорания в условиях применения альтернативных видов топлива.

### Проблема

Двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) є основними енергетичними засобами, які встановлюють на автотракторну техніку. В сільськогосподарському виробництві більшу частину ДВЗ складають дизелі.

Сучасні тенденції розвитку дизельних двигунів такі, що, з одного боку невпинно підіймається їх паливна економічність та рівень потужності, з іншого – стають все жорсткішими екологічні вимоги до складу відпрацьованих газів. В той же час, обмеженість нафтових запасів та безперервний ріст цін на енергоносії диктують необхідність раціонального споживання нафтових енергоресурсів, пошуку альтернативних (відновлюваних) джерел енергії, розробки нових

**Выводы.** Существующие альтернативные виды топлива можно применять в двигателях, используемых в сельском хозяйстве Украины, с минимальными конструктивными изменениями.

Двигатели с искровым зажиганием украинского производства, целесообразно использовать как многотопливные в сельскохозяйственных мобильных энергетических средствах вместо импортных дизельных двигателей соответствующей мощности.

Разработанная система впрыска биоэтанола в впускной тракт дизельных двигателей позволяет уменьшить расход дизельного топлива. Экспериментальные исследования подтвердили уменьшение вредных выбросов в отработавших газах дизельных двигателей с системами добавления альтернативных топлив.

Украина имеет хорошие условия для решения в короткие сроки всех технических вопросов и успешного внедрения в производство отечественных тракторов на альтернативных энергоносителях.

**Ключевые слова:** двигатели внутреннего сгорания, биодизель, пропан-бутан, биоэтанол, многотопливные двигатели, экология.

способів і засобів інтенсифікації робочих процесів ДВЗ.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Методам застосування альтернативних видів пального: біодизеля, біоетанолу, біогазу присвячені безліч робіт [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Проблема застосування в Європі вирішена шляхом його додавання 5-10 % до дизельного палива. Застосування біоетанолу вирішується шляхом додавання 5-15 % до бензину.

Питання застосування біоетанолу для дизеля знаходиться в стані досліджень. Особливо це стосується дизелів різних поколінь. В сільському господарстві України в значній кількості використовуються дизелі без наддуву з насосами високого тиску, тому

в статті наведені дослідження з застосування альтернативних палив в таких двигунах.

Однією з характерних особливостей виробництва сільськогосподарської продукції в Україні є суттєва залежність від імпортних енергоносіїв:

- дизельне пальне лише при виконанні основних технологічних процесів рослинництва складає понад 20 % собівартості рослинної продукції;

- спочатку продається (і в досить обмежені терміни) продукція рослинництва, а потім купується пальне.

З іншої сторони, Україна на сьогодні є однією з найбільш розвинутих і перспективних країн світу з питань виробництва відновлювальної енергії, а також має значний біоенергетичний потенціал [5].

Необхідно також відмітити, що Україна випускає свої трактори виключно з використанням імпортних дизельних двигунів, але поряд з цим має досить потужне власне

виробництво автомобільних двигунів високої якості.

Таким чином, можна стверджувати про те, що одним із чинників подальшого підвищення ефективності сільського господарства України може бути переведення мобільних енергозасобів, зокрема, тракторів сільськогосподарського призначення, на двигуни внутрішнього згоряння, які працюють на різних видах біопалива.

В табл. 1 розміщено інформацію про сировину, методи отримання та можливості використання рідких біопалив.

Рослинні олії можуть використовуватись як рідке біопаливо для дизельних двигунів у не переробленій або переробленій до так званих ефірів формах. У світовому виробництві різних олій лідером є соєва (близько 20 млн. т), проте, в умовах Європи, пріоритетне значення має ріпакова олія, а соняшникова займає вагому другу позицію.

Таблиця 1. Рідкі біопалива та їх використання

Table 1. Liquid biofuels and their use

Найменування складової палива	Енергетичні культури	Процес конверсії сировини	Спосіб використання
Рослинна олія	Ріпак, соняшник, соя		Складова пічного палива
Біоолива	Тополя, верба, міскант	Піроліз	Присадка до моторної оливи чи бензину
Біодизельне паливо	Ріпак, соняшник, соя	Етерифікація	Замінник дизельного палива
Біоетанол	Зернові, картопля та топінамбур	Гідроліз та ферментація	Складова бензину та збагачення повітряного заряду дизельних двигунів
	Цукрові буряки, тростина та сорго	Ферментація	
	Тополя, верба, солома, міскант та трави	Попередня обробка, гідроліз та ферментація	
Біометанол	Тополя, верба, міскант та румекс	Газифікація або синтез метанолу	Складова бензину

Безпосереднє використання рослинних олій для приводу двигунів до нинішнього часу не знайшло практичного застосування у зв'язку з їх високою густиною та в'язкістю, що перешкоджає нормальній роботі систем живлення (зокрема, насосів і форсунок), утворенням надмірної кількості нагару в камері згоряння, в основному, навколо отворів форсунок, погіршуючи характеристики їх роботи. Властивості, що суттєво відрізняють рослинні олії від традиційних палив для ДВЗ:

- низька летючість (ріпакова олія починає розпадатися вже при 250°C і майже не випаровується; у той час, моторне паливо випаровує не менше 85 % летючих речовин при температурі 350°C);

- висока в'язкість (ріпакова олія при температурі -10°C має в'язкість більше 90 cst, коли дизельне паливо – близько 10 cst);

- низьке цетанове число (для ріпакової олії воно складає – 32 ÷ 36, а для дизельного палива - близько 50, що обумовлює різні можливості їх samozapalювання).

На рентабельність виробництва біопалива, крім ціни сировини, суттєво впливає продуктивність процесу етерифікації [3].

В умовах України організацію виробництва ріпакової олії можна провести з базуванням на наступних типах заводів:

- господарських – з виробництвом до 300 т біодизеля на рік,
- малих – до 5000 т/р.,
- великих – до 20000 т/р.,

- промислових – від 100000 т/р.

В табл. 2 подана добова та годинна продуктивність окремих установок, а в табл. 3 представлена орієнтовна потреба у ріпаку в залежності від типу заводу. Забезпечення необхідною кількістю сировини великих та промислових заводів, вимагає розробки логістики зберігання і транспортування сировини та вироблених продуктів.

**Таблиця 2.** Класифікація заводів для виробництва біодизельного палива  
**Table 2.** Classification of plants for biodiesel

Назва типу заводу	Річний вихід біодизеля, т	Виробництво за добу, т	Виробництво за годину, т
Господарський	300	1,0	0,04
Малий	5000	16,7	0,69
Великий	20000	66,7	2,77
Промисловий	100000	333,3	13,9

**Таблиця 3.** Необхідна кількість ріпаку в залежності від типу установки  
**Table 3.** Required number of rape, depending on the type of installation

Назва типу заводу	Щорічна потреба у насінні, т	Кількість насіння на добу, т	Кількість насіння на годину, т
Господарський	945	3,2	0,13
Малий	15 750	52,5	2,19
Великий	63 000	210,0	8,73
Промисловий	315 000	1050,0	43,72

У процесі виробництва біодизельного палива важливо виконання: трансестерифікації, розділення ефірної та гліцеринової фаз, видалення метанолу, промивки та видалення залишків води. Тільки із врахуванням у технологічній схемі всіх цих операцій кінцевий продукт – біодизель буде відповідати вимогам стандартів.

За попередніми розрахунками повні витрати енергії на отримання біодизельного пального на 30 % менші від енергомісткості цього біопалива. А комплексне виробництво і продаж рослинної оливи (рентабельність близько 80 %), біодизельного палива (рентабельність не менше 15 %), а також комбікормів і твердого біопалива (рентабельність близько 30 %), їх використання для власних потреб як оборотні кошти, дозволить господарству отримувати стабільний прибуток і окупили затрати за 1,5÷2 роки.

Біоетанол – обезводнений етиловий спирт максимальної міцності (99,5 %). Біоетанол отримують під час переробки будь

якої рослинної сировини з високим вмістом крохмалю. Один з найбільш розповсюджених виробництв є бродіння [7].

За своїми властивостями біоетанол помітно відрізняється від бензину та дизельного пального, він має високе октанове число (104–108 одиниць за дослідницьким методом), та має меншу теплоту згоряння (23,5 МДж/кг, у бензину – 44 МДж/кг, у дизельного пального 42,7 МДж/кг). У якості пального для двигунів внутрішнього згоряння з іскровим запаленням, біоетанол застосовується як у “чистому” вигляді, так і в сумішах, які позначаються E5, E10, E85 й таке інше (де E – від англійського ethanol, а цифри — об’ємна доля спирту у відсотках). Агресивність до гумотехнічних деталей на сьогодні долається за рахунок введення до пального спеціальної присадки, що підвищує значення кислотного параметра pH (цей показник повинен бути від 6 до 9 одиниць). Гігроскопічність (нею особливо характеризуються суміші з низьким вмістом спирту)



обмежують застосування бензинів з біодобавками в непристосованих ДВЗ [2, 8].

Застосування біоетанолу для дизельних двигунів ведеться методом розпилення біоетанолу в повітрянім заряді, що подається в дизель. Дизельне пальне використовується як запальна доза. Біоетанол має значно вищу температуру спалаху. Температура спалаху дизельного пального складає 200 – 210°C, температура спалаху біоетанолу складає 400°C.

За додавання біоетанолу зменшуються шкідливі викиди у випускних газах дизеля (табл. 4) [1, 4, 9].

Використання спирту в дизелях може бути здійснено різними способами.

Аналіз показав наступні основні способи подачі спирту [10]:

1 – карбюрування спирту у систему впуску повітря у поєднанні з упорскуванням дизельного палива штатною паливною апаратурою.

2 – упорскування спирту за допомогою додаткової паливної системи та ініціювання спирто-повітряної суміші запальною порцією дизельного палива.

3 – переобладнання дизельного двигуна на іскрове запалювання.

4 – використання емульсій і розчинів з ДП.

**Таблиця 4.** Викиди у відпрацьованих газах дизельного двигуна Д-21А за роздільної подачі біоетанолу та дизельного палива

**Table 4.** Emissions in the exhaust gases of diesel engine D-21A for separate supply bioethanol and diesel fuel

Показник	ДП-100%	Біоетанол-10%, дизельне паливо-90%
Оксид вуглецю (CO), об. %	0,38	0,282
Двоокис вуглецю (CO <sub>2</sub> ), об. %	9,56	8,29
Сума вуглеводнів (СН) у одиницях С <sub>16</sub> Н <sub>14</sub> , %	0,15	0,143
Оксид азоту (NO), %	0,106	0,185
Кисень (O <sub>2</sub> ), %	10,13	18,79

За використання чистого спирту дуже важко забезпечити його самозаймання. Тому поширення набули способи займання спирто-повітряної суміші за допомогою запальної порції ДП або електричної іскри, проте в цьому випадку необхідні значні конструкційні зміни.

Використання емульсій і розчинів з ДП вимагає особливих хімічних засобів.

Застосування способу подачі біоетанолу у впускний трубопровід дизеля на такті впуску дозволяє замінити частину дизельного палива, подачу якого попередньо знижують відповідним регулюванням паливного насоса високого тиску на еквівалентну величину, яка замінюється біоетанолом.

Цей спосіб став ефективним за використання поряд із системою подачі дизельного палива, системи упорскування біоетанолу електромагнітними форсунками, що збагачують повітряний заряд. Основними елементами системи подачі біоетанолу є електричний насос, електромагнітні форсунки встановлені у впускному трубопроводі, електронний блок управління і датчики

швидкісного і навантажувального режимів [11, 12, 13, 14].

Біоетанол подається окремим електронасосом з окремого резервуару через фільтр до електрофорсунок, встановлених в повітропроводі біля кожного впускного клапана (рис. 1).



**Рис. 1.** Загальний вигляд системи подачі біоетанолу

**Fig. 1.** General view of the system supply ethanol

Керування подачею біоетанолу виконує електронний блок (рис.2) в залежності від навантаження та швидкісного режиму роботи дизеля. Відповідно до циліндру на такті впуску подається біоетанолоповітряна суміш, що пройшла попередню хімічну підготовку, змішалась з повітрям, що сприяє активному зародженню вогнищ спалахів в камері згоряння після подачі дизельного палива, що служить пальником під час такту стискання. Від точності дозування біоетанолу та якості змішування його з повітрям залежить потужність дизеля, витрати палива, вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Цю точність забезпечує електронний блок [15].

За проведеними експериментальними дослідженнями кількість біоетанолу може становити до 70 %, а дизельного палива – 30 %.



Рис. 2. Загальний вигляд блоку електронного керування

Fig. 2. General view of the block e-government

Система подачі біоетанолу в повітряний тракт може встановлюватись на будь-який дизель сільськогосподарської техніки. Реалізація запропонованого способу подачі біоетанолу до повітря з корегуванням його об'єму дозволяє покращити робочий процес в циліндрах дизеля та значно скоротити витрати мінерального дизельного палива за рахунок його заміни біоетанолом. До переваг запропонованої системи відносяться універсальність відносно до різних типів дизелів, компактність, відносна дешевизна, малий строк окупності на її виготовлення й монтаж. Не вимагається великих капітальних вкладень й виконавців високої кваліфікації.

Для визначення об'ємів біоетанолу, що подається електричними форсунками на

різних режимах дизеля, розроблений стенд (рис. 3).

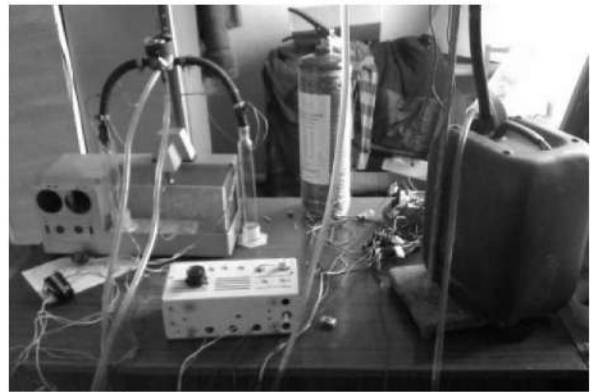


Рис. 3. Стенд для визначення об'ємів подачі біоетанолу

Fig. 3. Stand for determination volume supply ethanol

Дослідження проводяться у напрямі встановлення закономірності керування подачею біоетанолу з метою розроблення програм для універсального електронного блоку керування для всіх дизелів, що застосовуються в АПК України [16, 17, 18, 19].

На даний час фахівцями Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», АТ «Харківський тракторний завод» та ПАТ «АвтоЗАЗ» розроблено дослідний зразок багатопаливного трактора кл. 0,6 на основі шасі трактора ХТЗ-2410 та двигуна виробництва Мелітопольського моторного заводу МемЗ-307. Трактор обладнано газовою апаратурою IV-го покоління (рис. 4).

Сучасні системи живлення, як двигунів з іскровим запаленням (інжекторні), так і дизельного циклу побудовано принципово однаково. Тільки в двигунах з іскровим запаленням для утворення стехіометричної суміші регулюється кількість повітря за допомогою керованої комп'ютером дросельної заслінки та кількість пального, яке впорскується у впускний трубопровід, а у дизельних систем «Common Rail» комп'ютером регулюється час початку впорскування та кількість пального, яке впорскується під тиском 200 МПа безпосередньо в камеру згоряння. [20, 21].



Рис. 4. Багатопаливний трактор класу 0,6  
 Fig. 4. Multi-fuel tractor class 0,6

Таким чином, при переведенні двигуна на альтернативні палива із збереженням високого ККД, необхідно змінювати налаштування бортових комп'ютерів.

В Україні розробкою програмного забезпечення для двигунів MeMЗ-307 займається ТОВ «НВП Джионікс» (м. Запоріжжя). Його розробки постачаються на серійне виробництво автомобілів ПАТ «АвтоЗАЗ». Розроблені цією фірмою автомобільні

комп'ютери дозволяють встановлювати до 4-х варіантів налаштування системи живлення. Наприклад: бензин, пропан-бутан, метан, біоетанол. Таким чином, створюються умови для впровадження у сільськогосподарське виробництво українських двигунів. На рис. 5 наведено зовнішню характеристику двигуна MeMЗ-307, який відповідає вимогам Євро-5 та працює на бензині або пропан-бутані.

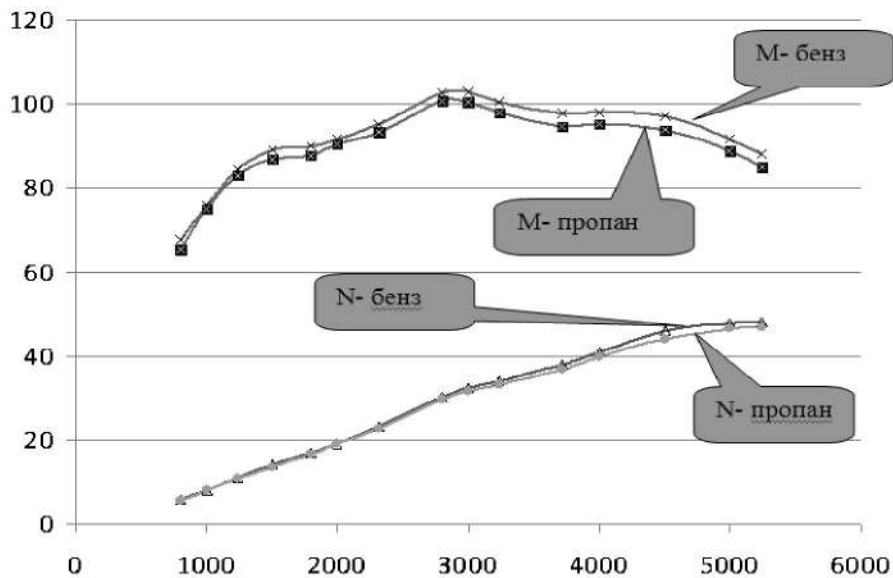


Рис. 5. Зовнішня характеристика двигуна MeMЗ-307, який працює на бензині або пропан-бутані

Fig. 5. The external characteristics of the engine MeMZ-307 that runs on gasoline or propane-butane

Порівняльні характеристики імпортного тракторного дизельного двигуна та вітчизняного автомобільного двигуна, який встановлений на дослідному зразку багатопаливного двигуна, приведені в табл. 5.

**Таблиця 5.** Технічні характеристики двигунів для трактора кл. 06  
**Table 5.** Specifications for tractor engines cells. 06

Виробник	Україна, Мелітополь	Білорусь, Мінськ
Модель	З іскровим запаленням	Дизель
Потужність двигуна, кВт (к.с.)	26, (35)	26, (35)
Частота обертання, хв. <sup>-1</sup>	3000	3000
Питома витрата пального, г/(кВт*год)	312	310
Крутний момент, Н*м	94	94

Проведені стендові та лабораторно-польові дослідження дослідного зразка трактора класу 0,6 підтвердили технічну можливість переведення їх на альтернативні енергоносії. Встановлено, що дослідні зразки тракторів не поступаються серійним за технічними показниками, але мають значні переваги за економічними та екологічними показниками.

**Висновки.** Існуючі альтернативні види палива можливо застосовувати в двигунах, які використовуються в сільському господарстві України, з мінімальними конструкційними змінами.

Двигуни з іскровим запаленням українського виробництва доцільно використо-

вувати як багатопаливні в сільськогосподарських мобільних енергетичних засобах замість імпортних дизельних двигунів відповідної потужності.

Розроблена система впорскування біоетанолу в впускний тракт дизельних двигунів дозволяє зменшити витрати дизельного палива. Експериментальні дослідження підтвердили зменшення шкідливих викидів у відпрацьованих газах дизельних двигунів з системами додавання альтернативних палив.

Україна має хороші умови для вирішення в короткі терміни всіх технічних питань і успішного впровадження у виробництво вітчизняних тракторів на альтернативних енергоносіях.

#### Бібліографія

1. Третяк В. М. Проблеми і перспективи застосування біопалив різних поколінь та переобладнання дизельного двигуна для роботи на різних видах рідкого біопалива/ В. М Третяк, О. Д. Клімчук, В. С. Більбут // Міжвідомчий тем. наук. збірник. Механізація та електрифікація сільського господарства. XIV Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні проблеми землеробської механіки», присвячена пам'яті академіка П. М. Василенка. Вип. 98. Глеваха. 2013 – С. 420-428.

2. Більбут В. С. Ефективність використання пального рослинного походження для живлення двигунів внутрішнього згоряння сільськогосподарських машин/ В. С. Більбут, В. М. Третяк, О. М. Ганженко,

А.М. Мазуренко// наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Вип. 19. 2013,- С. 24-26.

3. Мироненко В. Г. Технології та технічні засоби виробництва біодизеля / В. Г. Мироненко, В. М. Поліщук, С. Є. Тарасенко, О. В. Поліщук/ [Електронний ресурс] / Енергетика і автоматика. - 2010. – №2 (4) // Режим доступу до журн.:

[http://www.nbuv.gov.ua/e-journal/eia/2010\\_2/index.htm](http://www.nbuv.gov.ua/e-journal/eia/2010_2/index.htm).

4. Розробити методи ефективного використання пального рослинного походження для живлення двигунів внутрішнього згоряння сільськогосподарських машин (22.05.03.08. п)/ Звіт про НДР (заключний) № 0101U005266. ННЦ „ІМЕСГ” УААН. 2013. – 98 с.

5. Інноваційні пріоритети паливно-енергетичного комплексу України / Під заг. ред. А. К. Шидловського. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2005. – 521 с.

6. Чуба В. В. Обґрунтування експлуатаційних параметрів машино- тракторних агрегатів при виконанні польових робіт з використанням дизельного біопалива [Рукопис]: дис. канд. техн. наук: 05.05.11/ В.В. Чуба. – Київ, 2015. 171 с.

7. ТУ У 24.6-30219014-009:2007. Компонент моторного палива альтернативний (КМПА) (біоетанол).

8. Использование биоэтанола. Режим доступу: [http://www.Studbooks.net/722997/ekologiya/ispolzovanie\\_bioetanol](http://www.Studbooks.net/722997/ekologiya/ispolzovanie_bioetanol).



9. Спирт в качестве топлива: Автомобили-алкоголики. Режим доступу:

<http://www.autocentre.ua/opyt/tehnologii/>.

10. Патент на винахід № 101769 від 28.04.2013. Спосіб подачі в циліндри двигуна біопалива/ Больбут В. С., Клімчук О. Д. (UA).

11. Патент на винахід № 107537 від 12.01.2015. Спосіб подачі в циліндри дизельного двигуна рідкого біопалива / Больбут В. С., Клімчук О. Д., Скороход Є. В. (UA).

12. Уханов А. П. Обогащение воздушного заряда тракторных дизелей углеводородными активаторами/ А. П. Уханов, М. В. Рыблов, Д. А. Уханов// – Пенза, 2015.–199 с.

13. Хачиян А. С. Применение спиртов в дизелях/ А. С. Хачиян. Двигателестроение.–1984. – № 8.– С.30-34.

14. Вагнер В. А. Основы теории и практика использования альтернативных топлив в дизелях: дис. д-ра техн. наук/ В. А. Вагнер. – Барнаул, 1995. – 403 с.

15. Патент 2451807. Устройство для изменения количества активатора воздушной смеси во впускном трубопроводе дизеля. 20.06.2012. (РФ).

16. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. – М.: Госстандарт. – 68 с.

17. Расчет задержки воспламенения топлива в газодизеле, работающем на сжатом природном газе, с учетом фазовых превращений на границе газовой и конденсированной среды / П. К. Сеначин, В. Т. Толстов, Д. Д., Матиевский, М. Н. Залюбовский // Эволюция дефектных структур в конденсированных средах: Тез. докл. III Междунар. школы-семинара, 28 авг.-4 сент. 1996 г. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 1996. - с. 55.

18. Моделирование процессов самовоспламенения и сгорания смеси в дизеле и газодизеле / Г. В. Куприенко, А. П. Сеначин, Д. Д. Матиевский,

П. К. Сеначин // Эволюция дефектных структур в конденсированных средах: 5 Междунар. школа- семинар: сб. тез. докл. - Барнаул, 2000. - С.74-75.

19. Матиевский Д. Д. Повышение эффективности использования воздушного заряда в дизеле / Д. Д. Матиевский, А. Е. Свистула // Ползуновский вестник. - Барнаул, 2004. - N 1. - С. 181-187.

20. А. М. Левтеров, Л. И. Левтерова, Н. Ю. Гладкова результаты численного исследования характеристик автомобильного двигателя, работающего на бензоэтаноле ///двигатели внутреннего сгорания / [Электронный ресурс] / Режим доступу: [ttp://dvs.khpi.edu.ua/article/view/21569](http://dvs.khpi.edu.ua/article/view/21569)

21. Использование биологического газа в качестве моторного топлива для двигателей / Д. Д. Матиевский, А. Е. Свистула, П. К. Сеначин, М. Н. Залюбовский // Вузовская наука на между-

народном рынке научно-технической продукции: тезисы докл. междунар. науч.-техн. конф. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 1995. - С. 75-76.

#### Reference

1. Tretyak V. M. Problemy I perspektyvy zastosuvannya biopalyv risnych pokolin ta pereobladnannya dyselnogo dvyguna na risnych vydach ridkogo biopalyva/ Tretyak V. M., Klimchuk O. D., Bolbut V.S. // “Suchasni problem semlerobskoi mechaniky”, prysvyachena pamyati akademika P. M. Vasylenka. Vyp.98. Hlevakha. 2013 – S. 420-428.

2. Bolbut V. S. Efektyvnisnt vykorystannya pahnogo roslinnogo pochodzhennya dlya zhyvlennya dvyguniv vnutrishchnogo zgoryannya silskogospodarskykh mashchyn/ Bolbut V. S., Tretyak V. M., Ganzhenko O. M., Masurenko A. M.// Naukovi praci instytutu bioenergetychnykh kultur I cukrovych buryakiv. Vyp. 19. 2013 S.. 24-26.

3. Myronenko V. G. Technologiya ta sasoby vyrobnyctva biodyselya/ V.G. Myronenko, V. M. Polishchuk, S. E. Tarasenko, O. V. Polishchuk./ [Elektronny resurs] /Energetyka I avtovatyka. - 2010. -№2 (4)// Rezhym dostupu do shchurn.:[http://www.nbuv.gov.ua/e-journal/eia/2010\\_2/index.htm](http://www.nbuv.gov.ua/e-journal/eia/2010_2/index.htm).

4. Rozrobiti metodi efektyvnogo vikoristannya pahnogo roslinnogo pokhodzhennya dlya zhyvlennya dvyguniv vnutrishchnogo zgoryannya silskogospodarskikh mashin (22.05.03.08.p)/ Zvit pro NDR (zaklyuchniy) № 0101U005266. NNTs „IMESG” UAAN. 2013. – 98 s.

5. Inovaziyni priority palyvno-enerhetichnoho kompleksu Ukrainy/Pid sah.red. A. K. Sydlovskoho: – Kyiv. Ukrainski encyklopedychni snnnyya. 2005. – 521 s.

6. Chuba V. V. Obruntuvannya ekspluatatsiynikh parametriv mashino traktormikh agregativ pri sikonanni polovikh robit z vikoristanniam dizel'nogo biopaliva[Rukopis]:. dis. ...kand. tekhn. nauk :. 05.05.11/ V. V. Chuba.– Kiïv, 2015. 171 s.

7. TU U 24.6-30219014-009:2007. Komponent motornogo paliva alternativniy (KMPA) (bioetanol).

8. Ispolzovanie bioetanola. Rezhim dostupu.: [http://www.Studbooks.net/722997/ekologiya/ispolzovanie\\_bioetanola](http://www.Studbooks.net/722997/ekologiya/ispolzovanie_bioetanola).

9. Спирт в качестве топлива: Автотомобили-алкоголики. Режим доступу.: <http://www.autocentre.ua/opyt/tehnologii/>.

10. Patent na vinakhid № 101769 vid 28yu 04.2013 Sposib podachi v tsilindri dvyguna biopaliva/ Bolbut V. S., Klimchuk O. D. (UA).

11. Patent na vinakhid № 107537 vid 12. 01.2015 Sposib podachi v tsilindri dizelnogo dvyguna ridkogo biopaliva/ Bolbut V. S., Klimchuk O. D., Skorokhod E. V. (UA).

12. Ukhanov A. P. Obogashchenie vozdushnogo zaryada traktornykh dizeley uglevodorodnymi

aktivatorami/ A. P. Ukhanov, M. V. Ryblov, D. A. Ukhanov// – Penza, 2015.–199 s.

13. Khachiyani A. S. *Primenenie spirtov v dizelyakh/ A. S. Khachiyani. Dvigatelistroenie. – 1984. – № 8. – S.30-34.*

14. Vagner V. A. *Osnovy teorii i praktika ispol'zovaniya al'ternativnykh topliv v dizelyakh: dis. d-ra tekh. nauk/ V. A. Vagner. – Barnaul, 1995. – 403 s.*

15. Patent 2451807. *Ustroystvo dlya izmeneniya kolichestva aktivatora vozdushnoy smesi vo vpusknom truboprovode dizelya. 20.06. 2012. (RF).*

16. GOST 18509-88. *Dizeli traktornye i kombaynovye. Metody stendovykh ispytaniy. – M.: Gosstandart. – 68 s.*

17. *Raschet zaderzhki vosplamneniya topliva v gazodizele, rabotajushhem na szhatom prirodnom gaze, s uchetom fazovykh prevrashhenij na granice gazovoy i kondensirovannoy sredy / P. K. Senachin, V. T. Tolstov, D. D. Matievskij, M. N. Zaljubovskij // Evoljucija defektnykh struktur v kondensirovannykh sredah: Tez. dokl. III Mezhdunar. shkoly-seminara, 28 avg.-4 sent. 1996 g. - Barnaul: Izd-vo AltGTU, 1996. - s. 55.*

18. *Modelirovanie processov samovosplamneniya i sgoraniya smesi v dizele i gazodizele / G. V. Kuprienko, A. P. Senachin, D. D. Matievskij, P. K. Senachin // Evoljucija defektnykh struktur v kondensirovannykh sredah: 5 Mezhdunar. shkola-seminar: sb. tez. dokl. - Barnaul, 2000. - S.74-75.*

19. *Matievskij, D. D. Povysenie jeffektivnosti ispol'zovaniya vozdushnogo zarjada v dizele / D. D. Matievskij, A. E. Svistula // Polzunovskij vestnik. - Barnaul, 2004. - N 1. - S. 181-187.*

20. *A. M. Levterov, L. I. Levterova, N. U. Gladkova. Rezultaty chislenного issledovanija harakteristik avtomobilnogo dvigatelja, rabotajushhego na benzojetanole ///dvigateli vnutrennego sgoraniya / [Elektronnij resurs] / Rezhim dostupu: ttp://dvs.khpi.edu.ua/article/view/21569*

21. *Ispolzovanie biologicheskogo gaza v kachestve motornogo topliva dlja dvigatelej / D. D. Matievskij, A. E. Svistula, P. K. Senachin, M. N. Zaljubovskij // Vuzovskaja nauka na mezhdunarodnom rynke nauchno-tehnicheskoy produkcii: tezisy dokl. mezhdunar. nauch.-tehn. konf. - Barnaul: Izd-vo AltGTU, 1995. - S. 75-76.*

#### Reference

1. Tretiak V. M. Problems and perspectives of different generations of biofuels and improvement of the diesel engine to run on different types of liquid biofuels / Tretiak V. M., Klimchuk O. D., Bolbut V. S. // *Interdepartmental topics. nauk.zbirnyk. Mechanization and electrification of agriculture. XIV International Scientific Conference "Modern problems of agricultural mechanics" dedicated to the memory of academician Vasilenko P.M. Vol . 98, Hlevakha. 2013,-pp. 420-428.*

2. Bolbut V. S. The efficiency of fuel of vegetable origin to power internal combustion engines of agricultural machines / Bolbut V. S., Tretiak V. M., Hanzhenko A. M., Mazurenko A. M. // *Proceedings institute bioenergy crops and sugar beet Issue 19. 2013. pp. 24-26.*

3. Mironenko V. G. Technology and hardware for the production of biodiesel / Mironenko V. G., Polishchuk V. M., Tarasenko S. E., Polishchuk O. V. / [electronic resource] / *Energy and Automation. - 2010. -№2 (4) // Access to the journal.: Http: // www.nbu.gov.ua/e-journal/ eia / 2010\_2 / index.htm.*

4. Develop methods for the effective use of vegetable fuel to power internal combustion engines of agricultural machinery (22.05.03.08.p) / GDR Report (Conclusive) № 0101U005266. NSC "IEAA" Agrarian Sciences., 2013. – 98 p.

5. Innovative priorities of the energy sector of Ukraine / Society. Ed. A. K. Shydlovsky. - Kyiv: Ukrainian encyclopedic knowledge, 2005., – 521 p.

6. Chuba V. V. Justification machine operating parameters tractor units with field work using biodiesel [manuscript] ∴ Dis. ... Candidate. Sc. Science. 05.05.11 / V. V. Chuba. – Kyiv, 2015. – 171 p.

7. TU 24.6-30219014-009: 2007. Component alternative motor fuels (KAMF) (bioethanol).

8 Using ethanol fuel. Access: [http://www.Studbooks.net/722997/ ekologiya/ ispolzovanie\\_bioetanola](http://www.Studbooks.net/722997/ ekologiya/ ispolzovanie_bioetanola).

9. The alcohol as a fuel: Cars-alcoholics. Access Mode: <http://www.autocentre.ua/opyt/tehnologii/>.

10. The patent for invention number 101769 04.2013 28. Method of supply to the engine cylinders biofuels / Bolbut V. S., Klimchuk O. D. (UA).

11. The patent for invention number 107537 01.2015 12. Method of feeding cylinder diesel engine in liquid biofuel / Bolbut V. S., Klimchuk O. D., Skorokhod E. V. (UA).

12. Uhanov A. P. The enrichment of the air charge of tractor diesel hydrocarbon activators / A. P. Ukhanov M. V. Ryblov, D. A. Ukhanov // - Penza, 2015. - 199 p.

13. Hachyyan A. S. Application alcohols in diesel engines / A. S. Hachyyan., 1984. – № 8. – pp.30-34.

14. Wagner V. A. Fundamentals of the theory and practice of the use of alternative fuels in diesel engines: dis. ... Dr. tehn. Science / V. A. Wagner. – Barnaul, 1995. – 403 p.

15. Patent 2451807. A device for changing the amount of activator air mixture in the intake manifold of a diesel engine. 20.06. 2012. (RF).

16. GOST 18509-88. Diesels tractor and combine. Methods of bench tests. – M. ∴ State Standard. – 68 p.

17. Calculation of fuel ignition delay in diesel engine running on compressed natural gas, taking into account the phase transitions on the border of the gas and condensed matter / P. K. Senachin, V. T. Tol-

stov, D. D. Matievsky, M. N. Zalyubovskiy // Evolution of defect structures in condensed matter: Tez. rep. III International. Summer School, 28 August – 4 September. 1996 – Barnaul: Altai State Technical University Publishing House, 1996. – pp. 55.

18. Modeling processes samovosplamneniyya mixture and combustion in diesel engines and gas diesels / G. V. Kupryenko, A. P. Senachyn,

D. D. Matyevskyy, P. K. Senachyn // Evolution of defective structures in environments kondensirovaniy 5 Internat. School is seminar: Sat. theses. Proceedings. - Barnaul, 2000. - pp.74-75.

19. Matyevskyy D. D. Using Increase of the effectiveness of the air charge in diesel /

D. D. Matyevskyy, A. E. Svistula// Polzunovskyy Journal. - Barnaul, 2004. - N 1. - pp. 181-187.

20 A. M. Levterov, L. I. Levterov, N. Y. Gladkov results of numerous RESEARCH CHARACTERISTICS Automobile engines, /// combustion engine / [electronic resource] / Access: <http://dvs.khpi.edu.ua/article/view/21569>

21. Using biologically kachestve gas in motor fuel for engines / D. D. Matyevskyy, A. E. Svistula, P. K. Senachyn, M. N. Zalyubovskyy // Vuzovskaya science at the market of International scientific-technical products: Abstracts Proceedings. Internat. nauch.-Tech. Conf. - Barnaul: Altgtu Publishing House, 1995. - pp. 75-76.