

Голові спеціалізованої вченої ради  
ДФ 05.854.004  
Вінницького національного  
аграрного університету доктору  
технічних наук, доценту  
Цуркану Олегу Васильовичу

## **ВІДГУК**

офіційного опонента доктора технічних наук, доцента, завідувача кафедри тракторів і автомобілів Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка **Шуляка Михайла Леонідовича** на дисертаційну роботу **Бурлаки Сергія Андрійовича** «Підвищення ефективності використання машинних агрегатів при роботі на суміші палив», що представлена до спеціалізованої вченої ради ДФ 05.854.004 Вінницького національного аграрного університету на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

### **1. Актуальність теми дисертаційної роботи та зв'язок з науковими планами і програмами**

Особливої актуальності сьогодні набувають питання скорочення витрат енергетичних ресурсів у галузях сільського господарства, встановлення оптимального співвідношення між поточною ринковою та енергетичною вартістю сільськогосподарської продукції, що дозволить зменшити собівартість і як наслідок, підвищити доходи товаровиробників, зміцнити конкурентоспроможність сільськогосподарської продукції. Необхідність переорієнтації сільського господарства на альтернативні види енергії перш за все зумовлено загостренням конкуренції на внутрішньому і зовнішньому ринках, інвестиційною непривабливістю вітчизняного сільськогосподарського виробництва, залежністю національної економіки від імпортних первинних енергетичних ресурсів.

Дисертаційна робота присвячена актуальній науково-технічній проблемі

підвищення ефективності використання машинних агрегатів працюючих на суміші традиційного мінерального та біопалива, застосування якого сприяє підвищенню як економічних так і екологічних показників.

Тема дисертації Бурлаки Сергія Андрійовича відповідає перспективним напрямкам розвитку науки і техніки України та є продовженням роботи наукової школи Вінницького національного аграрного університету з наукової проблематики виробництва та ефективного використання альтернативних джерел енергії, в.т.ч. біопалива. Результати дисертаційних досліджень відображені у розділах звітів, підготовлених дисертантом за відповідними науково-дослідними темами Вінницького національного аграрного університету, зокрема:

- «Забезпечення ефективності роботи двигунів внутрішнього згорання працюючих на різних видах біопалива шляхом розробки змішувача з електронним керуванням чутливим до навантажувально-швидкісних режимів» (номер державної реєстрації 0118U001423) у межах якої обґрунтовано підходи до переобладнання двигуна та його систем для роботи на біопаливі та його сумішах;

- «Методика визначення потенціалу джерел відновлюваної енергії на прикладі Сандракської ГЕС у Вінницькій області» (номер державної реєстрації 0118U003689) в межах якої дисертант самостійно сформував методику визначення ефективності використання альтернативних джерел енергії;

- «Дослідження роботи машинних агрегатів з метою підвищення їх ефективності з урахуванням зміни виду палив» (номер державної реєстрації 0117U006827) в межах якої встановлена ефективність використання сумішевих палив на роботу машинних агрегатів.

## **2. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації**

Головні положення дисертації, висновки і рекомендації достатньо обґрунтовані. Автором проведено ряд теоретичних та експериментальних досліджень на основі відомих методик розрахунку, планування та обробки одержаних даних. У достатньому обсязі представлено літературний огляд,

надані пропозиції виробництву та загальні висновки щодо проведеної роботи.

Дослідження приведені в дисертаційній роботі складаються з аналізу стану технічного рівня і конструкцій змішувачів дизельного палива та біопалива, окреслення мети і завдань, теоретичних та експериментальних досліджень. Робота містить висновки та рекомендації для виробництва. Всі дослідження ґрунтуються на об'єктивних даних, які достатньо представлені в тексті дисертаційної роботи.

Головне наукове положення дисертації полягає в тому, що підвищення ефективності функціонування машинних агрегатів працюючих на біопаливі та його сумішах досягнуто шляхом розробки та обґрунтування конструктивно-режимних параметрів системи змішування для приготування біопалива.

Висновки дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими, вони підтвержені достатньою кількістю експериментальних досліджень, котрі проведені як в лабораторних, так і у польових умовах.

**Перший пункт** висновків констатує, що перспективним є удосконалення системи подачі палива на дизельному двигуні, працюючого на паливних сумішах, застосування нового обладнання регулювання вмісту суміші та пристрою для змішування мінерального та біологічного палив, проте такі рішення потребують детального вивчення, аналізу, математичної обґрунтованості та експериментального підтвердження.

**У другому пункті** висновків автор констатує ефективність сумішей дизельного та біопалива, що дозволяє досягти позитивних результатів шляхом конструктивних удосконалень, а саме розробки системи живлення зі змішувачем з урахуванням навантажувально-швидкісних режимів роботи.

**У третьому пункті** висновків автор приводить факт використання коефіцієнта суміші  $\alpha$  для отримання індикаторних показників, який в повній мірі описує теплові процеси у двигуні при різному відсотковому вмісті біопалива.

**У четвертому пункті** висновків приведено алгоритм функціонування машинно-тракторного агрегату з використанням сумішевого палива для забезпечення ефективної роботи з урахуванням навантажувально-швидкісних

характеристик та режимів роботи.

**П'ятий пункт** висновків визначає регуляторну характеристику шляхом використання двофакторного багаторівневого експерименту з обраними двома незалежними факторами – навантаження двигуна (зусилля силовимірвального механізму) і вид застосовуваного палива та тягову характеристику трактора – повнофакторним багаторівневим експериментом, з трьома незалежними факторами: передаточне число коробки передач (з урахуванням понижуючого редуктора), глибина обробітку та вид застосовуваного палива.

**Шостий пункт** констатує, що діаметр краплі при використанні ріпакової олії збільшився на 9%, кут впорскування зменшився на 9%, на стінки камери згорання при використанні дизельного пального потрапляє лише 59% палива, а при застосуванні ріпакової олії - 79%, що призводить до порушення процесів сумішоутворення. Тому використання системи живлення зі змішувачем забезпечує роботу двигуна з наближенням характеристик дизельного палива.

**Сьомий пункт** констатує, що величина  $\Delta S$ , тобто різниця відкриття дроселя подачі ДП та БП, відповідає необхідному відсотковому співвідношенню та впливає на техніко-економічні показники двигуна, збільшення вмісту рослинного палива спричиняє збільшення питомої витрати палива, так при  $\Delta S = 0,5 \text{ мм}^2$ , що відповідає відношенню 5%ДП/95%БП  $g_e = 267 \text{ г/(кВт год)}$ , крутний момент при роботі на сумішевому паливі 5%ДП/95%БП на 9,9% більший порівняно з 95%ДП/5%БП, а економія палива при роботі на сумішевому паливі 5%ДП/95%БП на 3,9% менша порівняно з 95%ДП/5%БП. Потужність при збільшенні вмісту біопалива до 95% знижується на 10%.

**Восьмий пункт** констатує, що комплексний критерій оптимізації  $A_{\text{ц}}$  оцінює вплив всіх трьох критеріїв та становить для дизельного палива не більше 0,659, для Б20 – 0,812 для, Б50 – 1,064 і для біопалива 2,87.

**Дев'ятий пункт** констатує економічну обґрунтованість виготовлення змішувача, яка склала 56815,5 грн. Термін окупності удосконаленої система живлення та змішувача включив в себе витрати на переобладнання, виготовлення та встановлення та становить 3,3 роки.

Усі пункти висновків впливають із результатів досліджень, проведених автором у дисертаційній роботі, однак наукова новизна роботи, на мій погляд, у висновках відображена недостатньо.

Наукові положення, висновки та рекомендації, які отримані в результаті досліджень, є достовірними. Це досягається коректним застосуванням положень вищої математики, теплотехніки. Експериментальні дослідження проводились на засадах системного підходу, статистичного опрацювання інформації, планування багатфакторного експерименту. Тому висновки у дисертації потрібно визнати достовірними, оскільки вони ґрунтуються на використанні апробованих методів із застосуванням сучасних приладів та обладнання. Усі пункти висновків логічно впливають із результатів досліджень, приведених автором у дисертації.

### **3. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях**

Результати дисертаційної роботи опубліковані в 15 друкованих працях. Основні положення дисертації апробовано на 5 Міжнародних науково-практичних конференціях та опубліковано в 15 наукових працях з яких: 1 у закордонному фаховому виданні; 8 - у наукових фахових виданнях України. Отримано 1 патент України на корисну модель.

Наведені публікації відображають основний зміст дисертації.

### **4. Наукова новизна одержаних результатів та їх значення для науки та виробництва**

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що автором визначено режими функціонування машинних агрегатів в залежності від співвідношення компонентів біопалива, також отримано теоретичні залежності з обґрунтуванням конструктивно-режимних параметрів системи змішування для приготування біопалива, що підвищує ефективність функціонування машинних агрегатів та збільшено вміст біопалива у суміші зі збереженням техніко-економічних показників та забезпеченні мінімальної витрати палива.

У роботі вирішені питання, які мають наукове та практичне значення, зокрема: розроблено систему живлення зі змішувачем для роботи на біопаливі

та його сумішах, введено коефіцієнт  $\alpha$  для більш повного математичного опису індикаторних показників дизельного двигуна. Результати дисертаційної роботи рекомендуються для практичного використання при підвищенні ефективності роботи машинних агрегатів на суміші палив.

Методи дослідження включають теоретичні та експериментальні дослідження процесу отримання та подачі біопалива з використанням змішувального пристрою, порівняльні дослідження дизельного двигуна в стендових умовах і машинного агрегату в умовах експлуатації із застосуванням сучасних технічних засобів та методів обробки даних на ПЕОМ.

Достовірність отриманих результатів підтверджується використанням сертифікованого та модернізованого обкатувального, контрольно-випробувального стенда КИ-5542 ГОСНИТИ з двигуном 4Ч11,0/12,5 (заводська марка Д-240), керованого ПК з автоматизованим опрацюванням даних, що дало змогу отримати необхідну точність і достовірність результатів лабораторних досліджень, а застосування машинно-тракторного агрегату (МТЗ-80 з плугом ПЛН-3-35) та регульовального і обчислювального обладнання дозволило проаналізувати роботу машинного агрегату в реальних умовах при виконанні технологічної операції та підтвердити достовірність експериментальних досліджень.

Практична значимість роботи полягає в розробці системи живлення дизельного двигуна з електронним регулюванням складу суміші та пристрою для отримання якісного сумішевого біопалива (змішувача), що підвищує ефективність функціонування машинних агрегатів, практична цінність якого підтверджена патентом України на корисну модель № 125234.

## **5. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових результатів в опублікованих працях**

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Повний обсяг дисертації складає 174 сторінки, у тому числі 5 додатків на 27 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 159 сторінок,

містить 213 рисунків, 29 таблиць. Список використаних джерел нараховує 143 найменування на 15 сторінках.

**У вступі** автором розкрито сутність і стан досліджень обраного наукового напрямку, а також викладено його наукову новизну і практичну значущість.

**У першому розділі** проведено огляд літературних джерел, класифіковані існуючі паливні системи дизельних двигунів та пристрої для утворення та використання біопалива і його сумішей, встановлені особливості роботи машинних агрегатів з використанням сумішей палив.

**У другому розділі** наведені теоретичні дослідження ефективності роботи машинних агрегатів з використанням біопалива та його сумішей. Наведені класифікація паливних систем дизелів та змішувачів, удосконалено систему живлення дизельного двигуна з електронним регулюванням складу дозованої паливної суміші, розроблено змішувач для забезпечення машинного агрегату сумішевим паливом, обґрунтуванні режими роботи машинно-тракторного агрегату, розроблено фізико-математичну модель роботи МТА.

**У третьому розділі** наведено програму та методику визначення роботи машинно-тракторного агрегату при роботі на біопаливі та його сумішах.

**У четвертому розділі** наведено результати експериментальних досліджень впливу біопалива і його сумішей на ефективні показники роботи дизельного двигуна, зміни кута впорскування палива в залежності від фізико-хімічних властивостей палив та досліджень режимів роботи машинно-тракторного агрегату при роботі на суміші палив.

**У п'ятому розділі** наведено економічне обґрунтування виготовлення змішувача палив, переобладнання системи живлення машинно-тракторного агрегату МТЗ-80 та термін окупності.

Матеріали дисертації достатньо проілюстровані схемами, рисунками, графіками і таблицями. Загальні висновки і рекомендації у дисертації впливають з проведених здобувачем досліджень та відображають основні результати роботи. Текст дисертаційної роботи викладений чітко та в логічній послідовності. Мова і стиль викладення змісту, оформлення дисертації

відповідають вимогам, що представляються до кандидатських робіт.

В цілому дисертаційна робота відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва і містить наукові результати досліджень, що направлені на підвищення ефективності функціонування машинних агрегатів працюючих на біопаливі та його сумішах.

У друкованих працях, які опубліковані здобувачем, представлені:

- удосконалена система живлення дизельного двигуна та змішувач палив;
- техніко-економічні показники роботи двигуна внутрішнього згорання при використанні біопалива та його сумішей;
- методика розрахунку нерозривності потоків робочої рідини на характерних ділянках удосконаленої системи живлення з визначенням витрат  $Q$  та тисків  $P$  на всіх ключових ділянках системи та взаємозв'язок з ефективними показниками двигуна;
- методика побудови зовнішньої швидкісної характеристики, що знаходиться з індикаторної діаграми та впливає на ефективні показники двигуна з урахуванням коефіцієнта суміші  $\alpha$ .

Дисертаційна робота містить оригінальні дослідження. Пройшла перевірку на дотримання вимог академічної доброчесності з використанням StrikePlagiarism. Основні положення роботи висвітлені в наукових фахових публікаціях та представлені на наукових конференціях.

## **6. Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації**

1. У розділі першому порушена логіка викладення матеріалу, доцільно спочатку проаналізувати склад паливних сумішей, потім їх вплив на паливну систему двигуна та на показники ефективності машинних агрегатів, а вже наприкінці, як один з методів зменшення негативного впливу біопалив, проаналізувати систем живлення з використанням сумішей палив.

2. У роботі запропоновано удосконалену систему живлення зі змішувачем, що автоматично регулює відсотковий вміст біопалива у суміші залежно від навантажувально-швидкісних показників роботи при виконанні



операції оранки. Бажано було б провести дослідження впливу відсоткового вмісту біопалива при виконанні різних технологічних операцій починаю від найменш до найбільш енергоємних.

3. Для обґрунтування достовірності запропонованого в роботі змішувача доцільно було б більш детально математично описати процес змішування та утворення готової суміші. В якості побажання можна порекомендувати провести порівняння результатів роботи змішувача при різних температурних градаціях.

4. У другому розділі введено коефіцієнт  $\alpha$ , який характеризує паливну суміш за вмістом біопалива (рівняння 2.35), поясніть чому в подальшій роботі ви знов повернулися до процентної характеристики сумішевого палива (табл. 2.3, рис. 2.8 та ін.)? Для позначення коефіцієнту  $\alpha$  доцільно було б використати іншу букву бо виникає плутанина з коефіцієнтом надлишку повітря.

5. У роботі представлена методика побудови зовнішньої швидкісної характеристики, що знаходиться з індикаторної діаграми та впливає на ефективні показники двигуна з урахуванням коефіцієнта суміші  $\alpha$ . Доцільно було б провести порівняння результатів з використанням більшої різноманітності тракторів вітчизняного та зарубіжного виробництва та ширшою номенклатурою сільськогосподарських знарядь.

6. У розділі 3.4 описано вимірювальну апаратура робота якої базується на різних фізичних принципах, як автором вирішувалось питання частоти опитування обладнання та синхронізації отриманих результатів за часом? З якою метою для визначення витрати палива застосовували два способи (масовим та об'ємний)?

7. У табл. 4.1 проаналізовано вплив сумішевих палив на ефективні показники роботи двигуна Д-240, чим пояснюється збільшення потужності та зменшення циклової подачі палива для суміші 30 % БП-70 % ДП, даний результат відрізняється від загальновідомих досліджень та докладно не пояснюється в подальшій роботі.

8. У висновках за результатами проведених досліджень здобувач

стверджує, що використання запропонованої системи живлення зі змішувачем дозволяє збільшити вміст біопалива у паливі без втрат потужності та перевитрати палива. Бажано уточнити як удосконалення двигуна впливає на довговічність та залишковий ресурс елементів паливної системи.

Зазначені зауваження і недоліки суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку роботи, в першу чергу, завдяки її всебічній науковій обґрунтованості.

## 7. Висновок

Дисертаційна робота **Бурлаки Сергія Андрійовича** «Підвищення ефективності використання машинних агрегатів при роботі на суміші палив», є закінченою науковою роботою, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що у сукупності вирішують задачу підвищення ефективності роботи машинних агрегатів при використанні сумішевих видів палива. Наукові положення, висновки і рекомендації в дисертації є обґрунтованими та базуються на достовірному матеріалі.

В цілому дисертаційна робота відповідає вимогам пп. 9, 10, 11, 12 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою Кабінетом Міністрів України від 6 березня 2019 року № 167 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», відповідає спеціальності 133 Галузеве машинобудування, а її автор **Бурлака Сергій Андрійович** заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за вказаною спеціальністю.

### Офіційний опонент:

завідувач кафедри тракторів і автомобілів

Харківського національного технічного

університету сільського господарства

імені Петра Василенка,

доктор технічних наук, доцент



М.Л. Шуляк

ЗАСВІДЧУЮ  
Керівник відділу діловодства ХНТУСГ