

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»  
Факультет енергетики та інформаційних технологій  
Кафедра енергозберігаючих технологій та енергетичного менеджменту

## ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУМІШЕЙ БІОПАЛЬНОГО З РІПАКОВО-МЕТИЛОВИХ ЕФІРІВ ТА ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ

**Виконав:**

здобувач вищої освіти денної форми  
навчання освітнього ступеня «Магістр»,  
освітньо-професійної програми  
«Енергетичний менеджмент» спеціальності  
141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»

\_\_\_\_\_ Андрій ДЄДОВ

Керівник: доктор с.-г. наук, канд. техн.  
наук, доцент

\_\_\_\_\_ Олег ТКАЧ

**Оцінка захисту:**

Національна шкала \_\_\_\_\_

Кількість балів \_\_\_\_\_ Шкала ECTS \_\_\_\_\_

Допускається до захисту:

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

Керівник проектної групи  
(гарант освітньої програми)

«Енергетичний менеджмент»  
спеціальності 141 «Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка»

доктор сільськогосподарських наук,  
кандидат технічних наук, доцент

\_\_\_\_\_ Олег ТКАЧ

Кам'янець-Подільський, 2023 р.

## ЗМІСТ

Завдання. ....	2
Анотація. ....	5
Реферат. ....	6
Перелік умовних скорочень .....	7
ВСТУП.....	7
1. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДІВ ПАЛИВА У ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ .....	10
1.1. Використання альтернативних видів палива в дизельних двигунах внутрішнього згоряння.....	10
1.2. Існуючі технології виробництва біопалива на основі рослинних олій.....	13
1.3. Вимоги до фізико-хімічних та експлуатаційних показників ріпакових ефірів та його сумішей.....	16
1.4. Шляхи підвищення фізико-хімічних властивостей ефірів рослинних олій.....	20
1.5. Фізико-хімічні та експлуатаційні властивості ріпакових ефірів та їх сумішей.....	23
Завдання досліджень.....	37
2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ЦИКЛІВ ДВИГУНА, ЩО ПРАЦЮЄ НА РІПАКОВО-МЕТИЛОВИХ ЕФІРАХ.....	39
2.1. Теоретичні передумови визначення молекулярного складу біопального на основі ріпакової олії.....	39
2.2. Тепловий розрахунок двигуна, що працює на біопальному.....	41
Висновки за розділом.....	58
3. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	59
3.1. Програма досліджень.....	59

3.2. Методика отримання сумішей ріпаково-метилових ефірів з газовим конденсатом.....	59
3.3. Методика визначення основних фізико-хімічних властивостей моторних палив.....	60
3.4. Методика випробування двигунів під час роботи на сумішах ріпаково-метилових ефірів та газового конденсату.....	61
3.4. Методика зняття характеристик двигунів.....	63
Висновки за розділом.....	65
4. РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	66
4.1. Результати визначення в'язкісних властивостей ріпаково- метилових ефірів та їх сумішей з газовим конденсатом.....	66
4.2. Визначення низькотемпературних властивостей біопального....	67
4.3. Фракційний склад сумішей ріпаково-метилових ефірів.....	70
4.4. Результати випробувань ДВЗ під час роботи на сумішах ріпаково-метилових ефірів та газового конденсату.....	73
Висновки за розділом.....	76
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ.....	77
5.1. Правила техніки безпеки під час дослідження біопального.....	77
5.2. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій та травм.....	78
5.3 Охорона довкілля.....	80
6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУМІШЕЙ БІОПАЛЬНОГО В ДВЗ.....	85
6.1. Визначення собівартості отримання ріпаково-метилових ефірів..	85
6.2. Вплив вмісту газового конденсату на ціну ефірів.....	86
Висновки за розділом.....	88
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	91
ДОДАТКИ.....	94

## ВСТУП

Останні події на ринку нафтопродуктів підтверджують залежність України від імпорту нафти, який становить від 75% до 85%. Збільшення цін на нафтопродукти на світових біржах призводить до зростання цін на паливно-мастильні матеріали в Україні. Ця ситуація підкреслює необхідність переходу на альтернативні види палива для мобільних енергетичних засобів. Широке використання альтернативних видів палива може значно зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечити певну незалежність від імпорту.

Відповідно до прийнятих законів, українська Верховна Рада визначила правові, соціальні, економічні, екологічні та організаційні засади виробництва та споживання альтернативних видів палива. Дослідження показали можливість використання спиртів, ефірів та газових конденсатів як моторного палива для двигунів внутрішнього згорання. Однак найперспективнішим варіантом є використання рослинних олій, зокрема ріпакової, для виробництва біодизельного палива.

Враховуючи зростаючий обсяг вирощування ріпаку в Україні та дефіцит на світовому ринку дизельного палива, країна має потенціал стати виробником та користувачем екологічно чистого біопалива, такого як ріпаково-метилові та ріпаково-етиллові ефіри. Дослідження показали ефективність використання цих палив у дизельних двигунах сільськогосподарської техніки, особливо у суміші з дизельним паливом або газовим конденсатом.

**Метою роботи** покращення техніко-економічних показників дизельних двигунів шляхом їх переведення на роботу з використанням суміші ріпаково-метилових ефірів та газового конденсату.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити **наступні задачі:**

1. Обґрунтувати переваги застосування альтернативних видів палива у дизельних двигунах внутрішнього згорання.

2. Провести аналіз основних фізико-хімічних та експлуатаційних характеристик сумішей ріпаково-метилових ефірів та газового конденсату і порівняти їх з вимогами існуючих стандартів.

3. Визначити можливі шляхи покращення техніко-економічних параметрів дизельних двигунів, які працюють на біодизелі.

4. Провести експериментальне дослідження основних техніко-економічних показників дизельних двигунів внутрішнього згорання, які працюють на сумішах ріпаково-метилових ефірів та газового конденсату.

5. Розробити рекомендації стосовно можливості використання альтернативних видів палива на основі ріпакової олії у двигунах внутрішнього згорання.

6. Оцінити економічну ефективність використання сумішей ріпаково-метилових ефірів та газового конденсату у дизельних двигунах внутрішнього згорання.

**Об'єктом досліджень** були дизельне пальне, РЕЕ, газовий конденсат, дизельний двигун внутрішнього згорання, техніко-економічні показники двигуна.

**Предметом досліджень** були залежності впливу складу суміші РЕЕ та газового конденсату на основні техніко-економічні показники ДВЗ.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Виправдано використання альтернативних видів палива у дизельних двигунах внутрішнього згорання для регіонів західної частини України, зокрема на базі озимого ріпаку для виробництва біопалива.

2. Результати досліджень фізико-хімічних властивостей рослинних олій ефірів підтверджують їх відмінності від дизельного палива, особливо за наявності гліцерину та інших домішок, що впливає на в'язкість, густину та інші характеристики. Тому біодизель рекомендується використовувати в суміші з вуглеводневмісними речовинами.

3. Визначено оптимальний склад суміші біопалива та газового конденсату для дизельних двигунів, що забезпечує відповідні фізико-хімічні та експлуатаційні характеристики.

4. Порівняльний аналіз результатів досліджень зі стандартами показує, що суміш зі складом 40% газового конденсату та 60% біодизелю може бути використана в дизельних двигунах внутрішнього згорання.

5. Експериментальні дані підтверджують можливість використання ріпаково-метилових ефірів та газового конденсату як альтернативного палива для двигунів внутрішнього згорання.

6. Застосування суміші палива з 60% біодизелю та 40% газового конденсату забезпечує номінальну потужність двигуна лише на 6% нижчу, ніж при використанні дизельного палива.

7. Економічно найвигідніший режим роботи двигуна досягається при потужності 30 кВт, де споживання палива на одиницю потужності є мінімальним.

8. Перехід на суміш 60% біодизелю та 40% газового конденсату не вимагає додаткових змін в системі живлення, оскільки забезпечує подібні техніко-економічні показники порівняно з роботою на дизельному паливі.

9. При наявності відповідної сировинної бази та обладнання для переробки олії вартість ріпаково-метилових ефірів становить 29,1 гривень за кілограм.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаменко О., Височанський В. та інші, Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії. – Івано-Франківськ. 2000. – С. 43.
2. Я.Б. Бардин. Ріпак: від сівби до переробки. – Київ. – “Світ”, 2000 – 106с.
3. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. До питання про замітники дизельного палива //Збірник наукових праць Національного аграрного університету. Механізація сільськогосподарського виробництва. Теорія и розрахунок сільськогосподарських машин. – Київ. 1999.–т VI. – С. 46–49.
4. Бойченко С.В. и др. Моторные топлива и масла для современной техники: Монографія. – К.: НАУ, 2005. – 216с.
5. Васильєвих Л.А. Перспектива створення стратегічної паливної системи для агропромислового комплексу України. //Вісті академії інженерних наук України. 1999 №1(10) С. 8-11.
6. Вірьовка М.І. Фізико-хімічні властивості альтернативного пального на основі рослинних олій // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2002. – Вип. 86. – С. 290-294.
7. Гряник Г.М., Лахман С.Д., Булько Д.А. Охорона праці. – К – Урожай – 2014-266 с.
8. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі ріпакової олії.– А.П. Марченко, В.Г. Семенов, Д.У. Семенова, О.Ю. Лінков. // Двигатели внутреннего згорания: Вестник ХГПУ.: Сб. науч. тр.– Харьков, 2008. Вып. 101–С. 159-163.
9. Дубровін, М. Корчемний та інші. Біопалива. Технології, машини та обладнання. – Київ. – 2014. – 256с.

10. В. Ковальський, О. Голодников, М. Григорак, О. Косарев, В. Кузьменко. Про підвищення рівня, еколого-енергетичної безпеки України. // Економіка України.– 2008. №10 С.17-18.
11. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Загальнодержавний міжвідомчий науковий збірник. Під ред. Чорновола М.І. – Випуск 33. – Кіровоград КДТУ, 2013.
12. В. Ковалишин С. Й., Том'юк В.В. Вплив попередньої очистки ріпакової олії на в'язкісні властивості біопального //Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Агромех – 2004”. - Львів, 2004. – С. 118-122.
13. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Озимий ріпак. – Львів: НВФ “Українські технології”, 2013 – 52с.
14. Луковников А.В. Охорона праці: - К: - Вища школа. 2001-248 с.
15. Масло І.П., Заборський В.П. До питання використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві. // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Випуск 85.– 3б. наук. пр. – Глеваха, 2011.-300с. (45–49).
16. Механізація та електрифікація сільського господарства. – Впуск 86.– 3б. наук. пр. Глеваха, 2012.–302с. (286–294).
17. Механізація і енергетика сільського господарства. – Том 6. – 3б. наук. пр. – НАУУ. MOTROL, 2013 473с. (331-339).
18. Николаенко А.В. Теория, конструкція і розрахунок автотракторних двигунів. – М.: Колос, 2004.- 255 с.
19. Окоча А.І., Антипенко А.М. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали. – К.: Урожай, 2006. – 336с.
20. Окоча А.І., Білоконь Я.Ю. довідник по паливу і мастильних матеріалах. К.: Урожай, 2008. – 184с.



21. Окоча А.І., Вірьовка М.І. Альтернативні палива для дизельних двигунів сільськогосподарської техніки //Конструювання виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – КДТУ. – Вип.33. – 2013.
22. Паславський Р.І. Практикум з паливо мастильних та інших експлуатаційних матеріалів. – Львів 2015, 244с.
23. Перегінець В. Біодизель. Сучасне виробництво біодизельного палива з рослинної біомаси. – К.: 2011. 73с.
24. Редзюк А., Рубцов В., Гутаревич Ю. Чи є перспектива у використання ріпакової олії як моторного пального в Україні. // Пропозиція.– 2009 №5. С.55-56.
25. Семенов В.Г. “Біодизель”: “у них” и у нас. // Автодвор. – 2011. –№1. – С. 6.
26. Семенов В.Г. Фізико-хімічні показники альтернативних біопалив на основі похідних ріпакового масла //Экотехнологии и ресурсосбережение.–2011.–№ 2.– С. 8–10.
27. Тютюнников Б.Н., Бухштаб З.И., Гладкий Ф.Ф. и др. Химия жиров. – М.: Колос, 2002. – 448 с.
28. І. Штефаньо. Стан і перспективи виробництва рослинного пального для дизельних двигунів у європейських країнах. // Пропозиція.– 2009 №5. С.54.
29. Шпак О.Г. нафта і нафтопродукти // “Ясон-К”, Київ 2009. – 368с.
30. Шульга В.Г., Коробко В.П., Жовнір М.М. Основні результати та завдання впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні //Енергетика і електрифікація. – 2005. – №2. – С 39-42.