



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор з наукової роботи
Національного університету
"Львівська політехніка"

І. Д. проф: *[Signature]* Іван ДЕМИДОВ

"15" травня 2024 р.

Висновок

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

«Розробка методів застосування рідких продуктів термічної деструкції
відпрацьованих автомобільних шин»

здобувача наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю

161 Хімічні технології та інженерія

(галузь знань 16 Хімічна інженерія та біоінженерія)

Юрія ЛИПКА

наукового семінару кафедри хімічної технології переробки нафти та газу

1. Актуальність теми дисертації

Промислові відходи стали однією з найважливіших екологічних проблем, вагомо підриваючи стабільність довкілля. Серед різних категорій відходів, що спричиняють забруднення навколишнього середовища, особливе місце займають відпрацьовані автомобільні шини (ВАШ), які є суттєвою загрозою для різноманітності екосистем та здоров'я людини.

З іншого боку, враховуючи виснаження світових запасів нафти, використання альтернативних джерел енергії сьогодні також стає актуальною проблемою. Тобто, повторне використання промислових відходів для виробництва енергоресурсів може зменшити негативний вплив на навколишнє середовище і покращити ефективність енергетичної галузі, в цілому, за рахунок збільшення обсягу циркуляційної економіки.

Найбільш прогресивним методом переробки ВАШ у енергоносії вважається піроліз. У ході процесу утворюються гази піролізу, твердий залишок і рідкі продукти піролізу відпрацьованих автомобільних шин (РППВАШ). Останні є цінною сировиною для виробництва моторних палив, які можна отримувати з використанням гідрогенізаційних процесів, що існують на сучасних нафтопереробних заводах (НПЗ). У цьому випадку доцільно будувати установки піролізу ВАШ на НПЗ. Проте більш економічно вигідно впроваджувати такі установки піролізу в місцях масового зберігання сировини у вигляді

малотонажних виробництв. В умовах війни в Україні це ще й буде набагато безпечніше, зважаючи на постійні атаки агресора на об'єкти енергетичної структури. У цьому випадку будівництво вищезгаданих традиційних гідрогенізаційних технологій переробки вуглеводнів є економічно і технологічно неможливим (першочергово, через відсутність дефіцитного водню).

Тому, актуальним є пошук альтернативних методів переробки і використання РППВАШ без застосування дорогих каталізаторів та дефіцитного водню.

2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри

Дисертаційна робота відповідає науковому напряму кафедри хімічної технології переробки нафти та газу Національного університету «Львівська політехніка» – «Розроблення основ процесів переробки горючих копалин, одержання та застосування моторних палив, мастильних матеріалів, мономерів, полімерів, смол, в'язучих і поверхнево-активних речовин з вуглеводневої сировини». Окремі частини роботи виконано в межах науково-дослідної роботи «Розробка «зелених» технологій використання низькометаморфізованих горючих копалин України» (державний реєстраційний номер: 0124U000516).

3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів

Він полягає у вивченні літературних джерел, постановці завдань та їх розв'язанні, плануванні та проведенні експериментальних досліджень, обробці та узагальненні отриманих даних, а також у формулюванні ключових висновків дисертаційної роботи. Автор активно сприяв у реалізації завдань, що висувуються на захист.

Рентгенфлуоресцентний аналіз РППВАШ та їх фракцій проводився на кафедрі фізичної, аналітичної та загальної хімії Національного університету «Львівська політехніка» спільно з к.х.н., асист. Стадніком В.Є. ІЧ-спектроскопічний аналіз РППВАШ та отриманих з них фракцій, проводився на кафедрі фізичної, аналітичної та загальної хімії Національного університету «Львівська політехніка» спільно з к.х.н., доц. Хом'яком С.В. Хроматографічний аналіз бензинових фракцій, які отримали із РППВАШ проводився на кафедрі фізичної, аналітичної та загальної хімії Національного університету «Львівська політехніка» та у Національному науковому центрі «Інститут судових експертиз ім. Засл. проф. М.С. Бокаріуса» спільно з к.т.н., доц. Полужиним І.П., к.т.н., доц. Корчаком Б.О. та завідувачкою сектору фізичних, хімічних досліджень лабораторії фізичних, хімічних, біологічних та ветеринарних досліджень Рудневою К.Є.

Визначення мети, завдань для її реалізації, планування етапів виконання роботи та послідовності проведення досліджень, обговорення отриманих результатів, написання

статей та тез доповідей на конференціях здійснювалося разом з науковим керівником – д.т.н., проф. Сергієм Пиш'євим.

4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, теоретично обґрунтовані, а їх достовірність підтверджується результатами теоретичних та експериментальних досліджень. Всі висновки базуються на результатах досліджень, одержаних з використанням стандартизованих і науково обґрунтованих методів.

5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

Дослідження за темою дисертації дозволили вперше отримати низку наукових результатів:

- за допомогою ІЧ-спектроскопії та хроматографії із застосуванням мас-спектрометричного детектора здійснено детальний якісний і кількісний аналіз бензинових фракцій (БФ), що виділені з РППВАШ. Встановлено, що вони складаються, в основному, з ненасичених та ароматичних сполук, а саме: ароматичних – 29,90 % мас., парафінових – 10,14 % мас., ненасичених – 57,76% мас., нафтоєвих – 2,21 % мас. (в перерахунку на 100 %); водночас кількості ідентифікованих сполук, в середньому, становили 87,90 % мас. та 58,24 % мас. для фр. п.к.-140 та 140-200 °С, відповідно;

- встановлено можливість з допомогою обробки формальдегідом та селективними розчинниками одержувати з БФ адгезійні добавки до дорожніх бітумів та ароматизовані пластифікатори. При цьому вдасться зменшити вміст у БФ аренових і олефінових компонентів, тим самим покращити їх екологічні характеристики та стабільність у випадку подальшого їх застосування як компонентів товарних бензинів;

- вивчено вплив складу сировинної суміші на процес поліконденсації компонентів БФ і формальдегіду за присутності каталізатора (хлоридна кислота) та показано, що оптимальними, з точки зору виходу та подальшого застосування одержуваних смол, можна вважати вміст формаліну 7,5 % мас. на сировину, вміст каталізатора – 3% мас. на сировину;

- досліджено вплив співвідношення розчинник : сировина на процес екстракційного розділення БФ і показано, що оптимальним можна вважати відношення 1:1,5 у випадку застосування N-метилпіролідону та 1:15 для ДЕГу;

- розроблено експериментально-статистичні математичні залежності, що дають змогу розраховувати вміст вуглецю у аренових, алканових і ненасичених структурах БФ та продуктів їх переробки.

6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації

За матеріалами дисертації опубліковано 4 друковані наукові праці, з яких 2 статті – у виданнях, що входять до наукометричних баз (Scopus); 2 статті – у наукових фахових виданнях України, а також 9 тез доповідей – у збірниках матеріалів конференцій.

Статті у наукових періодичних виданнях іноземних держав та у виданнях України, що індексовані в міжнародних наукометричних базах даних (Scopus та Web of Science)

1. Pyshyev S. Application of tyre derived pyrolysis oil as a fuel component / Pyshyev S., **Лупко Ю.**, Chervinsky T., Fedevych O., Kułazyński M., Pstrowska K. // South African Journal of Chemical Engineering. – 2023. – Vol. 43. – P. 342–347. (Scopus) *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

2. Pyshyev S. Study on the composition of gasoline fractions obtained as a result of waste tires pyrolysis and production bitumen modifiers from it / Pyshyev S., **Лупко Ю.**, Korchak B., Poliuzhyn I., Hubrii Z., Pochapska I., Rudnieva K. // Journal of the Energy Institute. – 2024. – Vol. 114. – P. 101598 (1–16). (Scopus) *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

Статті у наукових фахових виданнях України

3. Пиш'єв С. В. Одержання і дослідження складу рідких продуктів піролізу відпрацьованих автомобільних шин / Пиш'єв С. В., **Липко Ю. В.**, Шляхова А. О., Корчак Б. О. // ВуглеХімічний журнал. – 2022. – № 1. – С. 21–28. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

4. Пиш'єв С. В. Дослідження екстракційного розділення бензинових фракцій, одержаних внаслідок піролізу вживаних шин / Пиш'єв С. В., **Липко Ю. В.**, Корчак Б. О., Нявкевич М. В., Руднева К. Є. // ВуглеХімічний журнал. – 2023. – № 6. – С. 28–37. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

Тези доповідей та матеріали конференцій

5. **Липко Ю. В.** Склад рідких продуктів піролізу автомобільних шин / Липко Ю. В., Пиш'єв С. В., Присяжний Ю. В., Полюжин І. П. // Сучасні технології переробки паливних копалин : тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції, 15–16 квітня 2021 р.: матеріали конф. – Харків, 2021. – С. 65–68 *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

6. **Липко Ю. В.** Застосування рідких продуктів піролізу відпрацьованих автомобільних шин / **Липко Ю. В.**, Присяжний Ю. В., Пиш'єв С.В. // Problems of chemmology. Theory and practice of rational use of traditional and alternative fuels & lubricants : book of abstracts of the VIII International scientific-technical conference, June 21–25, 2021: materials. – Kyiv – Kamianets-Podilskyi, 2021. – Р. 90–91. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

7. Пиш'єв С. В. Дослідження структурно-групового складу рідких продуктів піролізу вживаних автомобільних шин за допомогою інфрачервоної спектроскопії / Пиш'єв С. В., **Липко Ю. В.**, Присяжний Ю. В., Полюжин І. П. Хом'як С. В. // Сучасні технології переробки паливних копалин : тези доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції, 14–15 квітня 2022 р.: матеріали конф. – Харків, 2022. – С. 75-78. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

8. **Липко Ю. В.** Застосування рідких продуктів піролізу вживаних автомобільних шин для одержання адгезійних добавок до дорожніх нафтових бітумів / **Липко Ю. В.**, Пиш'єв С. В. // Поступ в нафтогазопереробній та нафтохімічній промисловості : матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції, 16–20 травня 2022 р.: матеріали конф. – Львів, 2022. – С. 36–38. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

9. Корчак Б. О. Дослідження складу та напрямків переробки бензинових фракцій, що отримуються внаслідок піролізу вживаних шин / Корчак Б. О., Пиш'єв С. В., **Липко Ю. В.** // Сучасні технології переробки паливних копалин : тези доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції, 11–12 квітня 2023 р.: матеріали конф. – Харків, 2023. – С. 145–148. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

10. **Липко Ю. В.** Дослідження рідких продуктів піролізу вживаних автомобільних шин за допомогою атомно-флуоресцентного аналізу / **Липко Ю. В.**, Пиш'єв С. В., Стаднік В. Є., Нявкевич М. В. // Сучасні технології переробки паливних копалин : тези доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції, 11–12 квітня 2023 р.: матеріали конф. – Харків, 2023. – С. 148–151. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

11. Pyshyev S. Methods of used tire recycling with the aim of commercial fuels obtaining / Pyshyev S., **Lypko Y.**, Kukhar O., Korchak B. // Catalysis, chemical engineering and green

chemistry: book of abstracts [International conference], 22–23 May 2023: materials. – Tokyo, Japan, 2023. – P. 91–92. *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень, обробленні результатів та підготовці матеріалів до публікації.*

12. **Липко Ю. В.** Особливості мас-спектрометричної ідентифікації піків в газовій хроматографії бензинових фракцій, отриманих внаслідок піролізу вживаних автомобільних шин / **Липко Ю. В.**, Руднева К. С., Полюжин І. П., Пиш'єв С. В. // Modern achievements in food, organic and polymer chemistry : book of abstract of the international scientific conference, dedicated to the bright memory of professor Stanislav Voronov, October 24–26, 2023: materials. – Lviv, 2023. – P. 29 *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень та підготовці матеріалів до публікації.*

13. Корчак Б. О. Аналіз та шляхи використання продуктів, одержаних в результаті процесу піролізу вживаних шин / Корчак Б. О., **Липко Ю. В.**, Пиш'єв С. В., Кухар О. // Сталий розвиток – стан та перспективи : збірник матеріалів IV Міжнародного наукового симпозиуму в рамках Еразмус+ Модуль Жан Моне «Концепція екосистемних послуг: Європейський досвід» («EE4CES»), 13–16 лютого 2024 р.: матеріали конф. – Україна, Львів – Славське, 2024. – С. 272–275 *Особистий внесок здобувача полягає у проведенні експериментальних досліджень та підготовці матеріалів до публікації.*

7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозиумах, семінарах тощо.

Результати дисертаційного дослідження доповідалися та опубліковані в матеріалах міжнародних і вітчизняних наукових і науково-практичних конференціях, а саме: IV, V та VI Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні технології переробки паливних копалин» (м. Харків, Україна, 2021 р., 2022 р. та 2023 р.); Problems of Chemotology. Theory and Practice of Rational Use of Traditional and Alternative Fuels & lubricants: book of abstracts of the VIII International Scientific-Technical Conference (Kyiv – Kamianets-Podilskyi, 2021); XI Міжнародні науково-технічні конференції «Поступ в нафтогазопереробній та нафтохімічній промисловості» (м. Львів, Україна, 2022 р.); International conference «Catalysis, chemical engineering and green chemistry» (Tokyo, Japan, 2023); International scientific conference, dedicated to the bright memory of professor Stanislav Voronov «Modern achievements in food, organic and polymer chemistry» (Lviv, Ukraine, 2023); IV Міжнародного наукового симпозиуму в рамках Еразмус+ Модуль Жан Моне «Концепція екосистемних послуг: Європейський досвід» («EE4CES») «Сталий розвиток – стан та перспективи» (Львів – Славське, Україна, 2024 р.).

8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані

отримані результати

Наукові та практичні результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі кафедри «Технології переробки нафти, газу та твердого палива» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» і включено в навчальну практику студентів.

9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані

Результати дослідження можуть бути впроваджені на малотонажних підприємствах з переробки відходів, піролізу вживаних автомобільних шин, нафтопереробних заводах, зокрема «ВЕСТ ГРІН ЕНЕРДЖІ» (м. Дрогобич), ПАТ «Укртатнафта» (м. Кременчук).

10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Дисертаційна робота складається з вступу, 5-ти розділів, висновків, списку використаних джерел літератури та 2-ох додатків. Загальний обсяг дисертації 178 сторінок. Дисертація містить 57 таблиць, 37 рисунків, 219 найменувань використаної літератури. Рисунки, таблиці, додатки та список джерел використаної літератури займають 87 сторінок. Дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

11. З урахуванням зазначеного, на науковому семінарі кафедри хімічної технології переробки нафти та газу ухвалили:

11.1. Дисертація Липка Юрія Васильовича «Розробка методів застосування рідких продуктів термічної деструкції відпрацьованих автомобільних шин» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання, а саме: розроблення методів переробки і застосування рідких продуктів процесу піролізу відпрацьованих автомобільних шин та окремих її компонентів без використання гідрогенізаційних технологій, що має важливе значення для галузі знань 16 *Хімічна інженерія та біоінженерія*.

11.2. Основні наукові положення, методичні розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, – логічні, послідовні, аргументовані, достовірні, достатньо обґрунтовані. Дисертація характеризується єдністю змісту.

11.3. У 4 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них - 2 статті у наукових фахових виданнях України та 2 статті - у виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз.

11.4. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, зі змінами).

11.5. Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, компіляції, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

11.6. З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Липка Ю.В. дисертація «Розробка методів застосування рідких продуктів термічної деструкції відпрацьованих автомобільних шин» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді.

За затвердження висновку проголосували:

За	-	<i>шістнадцять</i>
Проти	-	<i>немає</i>
Утримались	-	<i>немає</i>

Головуючий на науковому семінарі
кафедри ХТНГ, д.т.н., професор,
завідувач кафедри ХТНГ

Олег ГРИНИШИН

Рецензенти:

к.т.н., доц., доцент кафедри ХТНГ

Петро ТОПІЛЬНИЦЬКИЙ

к.т.н, доц., доцент кафедри ТОП

Юрій ХЛИБИШИН

Відповідальний у ІХХТ за атестацію
PhD
д.т.н., професор, завідувач кафедри ХІ

Володимир АТАМАНЮК

«07» травня 2024 р.