

ВІДГУК

офіційного опонента про дисертаційну роботу

Сафронова Олега Ігоревича

за темою «Синтез і властивості азотовмісних присадок та мастильних матеріалів
на основі олій і фосфатидів»,

що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
05.17.07 – Хімічна технологія палива та паливно-мастильних матеріалів

У контексті розширення вітчизняної сировинної бази для виробництва мастильних матеріалів, а також зменшення техногенного навантаження на довкілля через використання альтернативної сировини замість традиційних сировинних компонентів тема дисертаційного дослідження Сафронова О. І. є актуальною. Вивчення рукопису та автореферату дозволяють дійти висновку, що дисертаційна робота Сафронова О. І. присвячена вирішенню **актуального науково-прикладного завдання** забезпечення зростаючого попиту на мастильні матеріали вітчизняного виробництва через упровадження технологічних способів використання відходів виробництва олій як альтернативної сировини для вітчизняного виробництва мастильних матеріалів.

На підставі аналізу науково-технічної, патентної літератури та сучасних тенденцій та уявлень про розвиток технологій отримання мастильних матеріалів у світі, а також вивчення технологічних прийомів утилізації відходів сільського господарства та жировмісних відходів харчової, м'ясо-молочної і м'ясопереробної галузей економіки, що дозволяють розширяти сировинну базу для виробництва мастильних матеріалів через вітчизняне виробництво олеохімічних продуктів, дозволили автору фахового визначити мету, основні наукові завдання, об'єкт і предмет дослідження, а також напрями та методи дослідної роботи.

Аналізуючи формальні аспекти дисертації, можна дійти висновку, що поставлені в роботі завдання досліджень доведені до кінцевого логічного вирішення, а сама дисертація є завершеною науково-дослідною роботою та відповідає встановленим вимогам.

Структура дисертації Сафронова О. І. складається зі вступу, чотирьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел (**120** найменувань на **13** сторінках), додатків. Загальний обсяг дисертації становить **145** сторінок друкованого тексту, містить **28** рисунків, **13** таблиць, **4** додатки на **27** сторінках.

Достовірність наукових положень та висновків дисертаційної роботи підтверджується даними апробації, апробованою технологічною картою,

актом виготовлення дослідно-промислової партії, результатами випробувань дослідних зразків.

Наукові положення, практичне значення та висновки дисертації логічно побудовані у контексті мети та поставлених завдань, теоретично обґрунтовані й патентно захищені (за результатами проведених досліджень автором оформлено 2 патенти України (1 на корисну модель (№ 118132) + 1 патент на винахід (№ 115752)).

Публікації. Основний зміст роботи викладено в 6 публікаціях, серед яких 5 статей у фахових наукових виданнях (в т.ч. 1 – у періодичних виданнях, що включено до наукометричної бази Scopus), тези 3-х доповідей на наукових конференціях. За матеріалами роботи одержано патент України на винахід і патент України на корисну модель.

Про корисність, новизну результатів досліджень, їх практичну значимість та особистий внесок здобувача свідчать 6 наукових праць у провідних фахових виданнях, з яких – 5 статей у наукових фахових виданнях, 1 стаття у науковому періодичному виданні України, що включено до міжнародних науко-метричних баз даних, 2 патенти України, 3 тези доповідей у збірниках матеріалів міжнародних конференцій. Опубліковані праці повністю відображають основний зміст дисертаційної роботи та характеризують вклад дисертанта.

Оцінка обґрунтованості наукових положень в дисертації, їх достовірності і новизни. Наукові положення, висновки, технологічні напрацювання, що сформульовані в дисертаційній роботі, теоретично обґрунтовані, а їх достовірність підтверджується результатами експериментальних, порівняльних досліджень, що мають теоретичне підґрунтя. Усі висновки базуються на великому масиві матеріалів, одержаних з використанням сучасних стандартних і науково обґрунтованих методів досліджень.

Тема дисертаційної роботи Сафронова О. І. пов'язана з **пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки України** згідно з п. 3 «Енергетика та енергоефективність», п. 4 «Рациональне природокористування» і п. 5 «Нові речовини і матеріали» статті 3 Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» (зі змінами від 29.01.2021 р., а також знаходиться у контексті положень Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність».

Поставлені завдання у контексті сформульованої мети досягнуто та доведено до логічного завершення, що дозволило автору одержати **чотири** наукові результати, що характеризують їх **новизну та інноваційний характер**. Автор трактує та репрезентує наукові положення у такий спосіб:

1) вперше теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено можливість застосування азотовмісних присадок на основі олій. Показано, що через особливості структури використаної рослинної сировини запропонована методика дозволяє збільшити кількість атомів азоту в досліджених присадках через введення амінних складових по карбонільним групам і подвійним зв'язкам.

2) набуло подальшого розвитку уявлення про дію захисних присадок до мастильних матеріалів, що дозволяє підвищити ефективність їх застосування на 15–20 %. Доведено можливість інгібування процесів окиснення у випадку відсутності протону при атомі азоту в досліджених присадках, що підтверджено порівняльними випробуваннями захисних властивостей мастильних матеріалів з ними.

3) науково обґрунтовано та створено методологічні засади ефективного використання рослинної сировини для синтезу сечовинних мастил. Одержання сечовинних мастил з використанням амідованих етилендіаміном олійних продуктів позитивно впливає на їх антиокиснювальні властивості завдяки більшій кількості атомів азоту та амінних груп в молекулах загусника.

4) вперше показано, що трет-бутилат калію може використовуватися як ефективний каталізатор реакції амідування ацилгліцеридів олій амінами різної структури.

Практичне значення результатів теоретичних і експериментальних досліджень автором обґрунтовано **чотирма** положеннями:

1) розроблено метод одержання захисних присадок до мастильних матеріалів шляхом епоксидування олій з подальшим введенням амінної складової по карбонільним та епоксидним групам. Встановлено можливість реалізації процесу амідування з високими виходами в одному реакційному об'ємі з використанням каталізаторів та без них. Проведені стендові випробування одержаних амідамінів у складі мастил у порівнянні з товарними зразками. Показано, що додавання до складу мастильних композицій розроблених захисних присадок у кількості 1,5%, дозволяє досягти задовільних показників захисту від корозії та окиснення;

2) доведено, що трет-бутилат калію як каталізатор дозволяє знизити в 1,5–2 рази температуру та тривалість амідування ацилгліцеридів олій, у порівнянні з гідроксидами лужних металів.;

3) амідуванням етилендіаміном з подальшою конденсацією з поліізоціанатом та введенням розроблених захисних присадок одержано сечовинні мастила на основі олій. Проведені випробування показали можливість використання розроблених мастил за температур до 150–200°C;

4) знайдено новий метод утилізації відходів олійного виробництва – фосфатидного концентрату. Показано, що амідування фосфатидного концентрату етилендіаміном з подальшою конденсацією з поліізоціанатом дозволяє одержати високотемпературні сечовинні мастила. Через особливості хімічного складу одержані мастила можуть використовуватися за температур 180–200°C без додавання функціональних присадок.

Розроблені рецептура і технологія виготовлення сечовинного мастила «УРІНОЛ» (ТУ У 19.2-03563790-019:2019), що призначене для застосування в вузлах тертя технологічного обладнання, працюючого в умовах підвищених температур, високих швидкостей і в контакті з агресивними середовищами. Організовано його дослідно-промислове виробництво на ТОВ «НВП РІМОЛ».

Загальна характеристика роботи.

У **вступі** описано стан проблеми та обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету та основні завдання досліджень, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, а також сформульовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У **першому розділі** виконано ґрунтовний аналіз літературних джерел стосовно сучасного стану досліджень у галузі використання олій та продуктів їх виробництва в технологічних цілях. Розглянуто відомі методи амідування естерних груп та подвійних зв'язків ацилгліцеридів олій. Проаналізовано описані в літературі залежності проведення подібних процесів від температури, часу синтезу, співвідношення вихідних реагентів та вплив каталізаторів.

Автор проаналізував сучасний ринок мастильних матеріалів у контексті використання біологічної сировини для їх одержання. Виявлено сферу застосування, методики одержання та досліджень мастильних матеріалів на основі олій та продуктів їх переробки.

У **другому розділі** автор описав основні та допоміжні речовини, що використані у роботі: олій, фосфатидів, амінів, хімічних реагентів, каталізаторів та розчинників. Приведено їх хімічний склад основні характеристики.

Описано методики проведення фізико-хімічних досліджень готових продуктів та методи експлуатаційних випробувань мастильних матеріалів.

У **третьому розділі** автор обґрунтував використання методики модифікації олій з метою одержання захисних присадок до мастильних

матеріалів. Сутність її полягає в епоксидуванні ацилгліцеридів олії з подальшим додавання різних амінів як по карбонільній групі, так і по епоксидному кільцю. Оскільки домішки, що містяться в рослинних оліях, є інгібіторами реакції епоксидування, для синтезу використовувалася рафінована ріпакова олія з йодним числом 113 г I₂ / 100 г, числом омилення 188 мг КОН / г, в якому були відсутні фосфоліпіди і вільні кислоти.

Результати проведених автором випробувань показали, що показники розроблених мастил мають вищі антиокиснювальні та антикорозійні властивості аніж товарні продукти. Епоксидування проводили 40% пероксидом водню в середовищі безводної мурашиної кислоти за температури 40–45°C протягом 3,5 год. Це дозволяє стверджувати про перспективність використання синтезованих продуктів як функціональних присадок до мастильних матеріалів.

Четвертий розділ присвячено висвітленню результатів експериментальних досліджень щодо використання продуктів хімічної трансформації олій та фосфатидного концентрату для одержання сечовинних мастил. Мастила одержував амідуванням олій або ФК етилендіаміном та проведенням конденсації з поліізоціанатом. Відмінність процесів полягала в неможливості використання каталізаторів для амідування фосфатидного концентрату. До складу сечовинних мастил на основі олій додавали вищеописані амідаміни як захисні присадки.

Також в цьому розділі автор описав загальну технологію одержання сечовинних мастил для різних типів рослинної сировини.

А також на підставі всебічних експериментальних досліджень доведено та обґрунтовано розроблення ТУ У 19.2-03563790-019:2019. «Мастило уреатне "УРІНОЛ"» та оформлено технологічну карту на виробництво мастила.

У той же час під час вивчення дисертації й автореферату в опонента виникли наступні дискусійні **запитання та рекомендації**:

1. Формулювання науково-прикладного завдання, що вирішується автором в дисертації вимагає додаткового пояснення. Воно має корелювати з гіпотезою дослідження й бути визначальним фактором для формулювання мети дослідження. Що є гіпотезою дослідження? На думку опонента, науково-прикладним завданням, що вирішується в дисертації є забезпечення зростаючого попиту на мастильні матеріали вітчизняного виробництва через упровадження технологічних способів використання відходів виробництва олій як альтернативної сировини для вітчизняного виробництва мастильних матеріалів. Окремим випадком у межах завдання формулюється мета.

2. Не достатньо описано досвід відчизняних вчених, які займалися створенням нових матильних матеріалів.

3. Пункти 1 і 3 наукової новизни мають декларативний характер. Необхідно конкретизувати, що саме розуміється у поданих твердженнях з точки зору нових знань?

4. Під час репрезентації практичного значення досліджень з точки зору забезпечення хімотологічної надійності техніки у дисертації необхідно було б додатково висвітлити вплив нових мастильних матеріалів на конструкційні матеріали.

5. Розкриваючи суть практичної складової, значущості виконаних досліджень автору слід було б висвітлити в яких саме галузях можна застосовувати запропоновані ним мастила, тобто більш детально окреслити сферу їх експлуатаційного призначення.

6. У 4 розділі автор описує технологічні схеми. Тут логічно було б навести матеріальні баланси цих процесів.

7. У 4-му розділі автор наводить опис технології одержання сечовинних мастил на рослинній основі. Проте, не розглянуто економічну складову даної технології. Доцільно було б розрахувати та навести орієнтовну вартість розроблених мастил. Економічні ефекти доцільно було б подати у зведеному вигляді з порівнянням з відомими аналогами.

8. У дисертації представлено значний масив результатів експериментальних досліджень, але інформації про якість цих результатів відсутня. Тому варто було б навести метрологічні показники приладів і оцінити похибки результатів вимірювань.

9. У тексті дисертації й автореферату зустрічаються редакційні, стилістичні та термінологічні помилки. Так, наприклад, автором часто помилково вживаються такі конструкції «шляхом» замість «через», «зрахунок» замість «через» і т.п.

Однак, виявлені невідповідності не знижують науково-практичної цінності дисертаційної роботи. Наукова новизна, практичне значення результатів та їх апробація аргументовані, кількість публікацій цілком достатня.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

На підставі вивчення дисертаційної роботи й автореферату Сафронова О. І. можна стверджувати, що дисертаційна робота «Синтез і властивості азотовмісних присадок та мастильних матеріалів на основі олій і фосфатидів» є завершеною кваліфікаційною працею, в якій автором

виконано прикладне та наукове дослідження щодо вивчення нових мастильних матеріалів різного призначення на основі біологічно-відновлюваної олійної сировини. Мета дисертації спрямована на вирішення актуальної науково-практичного завдання забезпечення зростаючого попиту на мастильні матеріали вітчизняного виробництва через упровадження технологічних способів використання відходів виробництва олій як альтернативної сировини для вітчизняного виробництва мастильних матеріалів.

Результати роботи містять наукову новизну та мають практичне значення. Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.17.07 – Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів.

Вирішення завдань дисертаційного дослідження та отримані нові науково-теоретичні й практичні результати у сукупності мають вагомое значення для підвищення енергоощадності та екологічності економіки країни.

На підставі вищевикладеного вважаю, що дана дисертаційна робота відповідає вимогам ДАК України, зокрема пп. 9, 11–14 Порядку присудження наукових ступенів (затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами згідно Постанов Кабінету Міністрів України від 19.08.2015 № 656, від 30.12.2015 № 1159, від 27.07.2016 р. № 567, від 20.11.2019 р. № 943 і від 15.07.2020 р. № 607), а сам автор, **Сафронов Олег Ігоревич**, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів.

Професор кафедри теплотехніки та енергозбереження
Інституту енергоменеджменту та енергозбереження
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
доктор технічних наук, професор

С. В. Бойченко

Вчений секретар
КПІ ім. Ігоря Сікорського



В. В. Хольєво