

ВІДГУК

офіційного опонента Бойченка Сергія Валерійовича про дисертаційну роботу
Лебедєва Володимира Володимировича
**«Наукові основи отримання гібридних полімерних матеріалів
модифікованих гуміновими речовинами бурого вугілля»**,
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.17.07 – Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів

Актуальність теми.

На сьогодні галузь економіки з продукування гібридних полімерних матеріалів є однією з передових так як ці композити характеризуються широким діапазоном функціональних характеристик і набувають широкого застосування в машинобудівній, аерокосмічній, медичній та інших галузях промисловості. Саме через поєднання в гібридних полімерних матеріалах хімічно різних компонентів дозволяє досягнути синергетичного ефекту корисних властивостей в готовому гібриді, що призводить до значного розширення їх функціональних властивостей та і сфер їх застосування.

Через виявлену здатність гумінових речовин до функціонального впливу на експлуатаційні властивості полімерів можливо підвищувати їх міцність та стійкість. Через це перспективним є отримання гібридних полімерних матеріалів з використанням похідних бурого вугілля у вигляді гумінових речовин, що мають комплекс поліфункційних фізико-хімічних характеристик та специфічний вплив на процеси структуроутворення та комплекс експлуатаційних властивостей цих композитів.

Це стало визначальним для автора в контексті обґрунтування актуальності, науково-практичної проблеми та мети даного дисертаційного дослідження.

Актуальність теми роботи додатково підтверджується тим, що вона безпосередньо пов'язана з науковими напрямками кафедр технології переробки нафти, газу та твердого палива, технології пластичних мас і біологічно-активних полімерів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» та виконувалась в рамках ініціативних та прикладних держбюджетних тематик МОН України: «Дослідження і розробка полімерних композиційних матеріалів з різними функціональними властивостями» (ініціативна тема № 0119U002559), «Розробка кровоспинних гідрогелевих і мікро-голчастих трансдермальних пластирів для невідкладної стабілізації поранених в бойових умовах» (ДР № 0124U001414), в яких здобувач був виконавцем окремих розділів.

Поставлені в дисертації завдання доведені до кінцевого логічного вирішення, а сама наукова праця є завершеною науково-дослідною роботою та відповідає встановленим вимогам.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі **Лебедєва В.В.** є високою й базується на аналізі науково-технічних джерел за даною проблемою, гармонійній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні і критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, і якісному формулюванні отриманих висновків.

Усі висновки базуються на великому масиві матеріалів, одержаних з використанням сучасних стандартних і науково обґрунтованих методів досліджень.

Тема дисертаційної роботи **Лебедєва В.В.** пов'язана з пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки України згідно з п. 5 «Раціональне природокористування» і п. 7 «Нові речовини і матеріали» статті 3 Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» (редакція від 13.01.2024 р.).

Достовірність результатів дослідження підтверджується даними апробації, упровадженнями у навчальний процес і виробництво (7 актів упровадження).

Наукові положення, практичне значення та висновки дисертації логічно побудовані у контексті мети та поставлених завдань, теоретично обґрунтовані й патентно захищені (за результатами досліджень отримано 3 патенти на корисну модель).

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- автором встановлено, що фенольні гідроксильні –ОН та карбоксильні COO– групи у кількості 2–4 мас. % визначають здатність гумінових речовин вугілля виступати гібридним модифікатором по відношенню до полімерних матеріалів (біодеградабельних речовин) через такі механізми: хімічної взаємодії за метилен гідроксильними групами з утворенням естерних зв'язків, координаційного зв'язування з аміногрупами з утворенням пептидних груп - CONH-, диполь-дипольної взаємодії з присутністю водневих зв'язків та конформаційних змін, що дозволяє підвищити комплекс технологічних, міцністних та експлуатаційних властивостей полімерів;

- автором виявлено, що гібридна модифікація гуміновими речовинами бурого вугілля гідрогелів желатину відбувається за механізмом матричного синтезу за рахунок водневих зв'язків між гуміновими речовинами та желатином, перебудови первинних амідів в суміші желатину з гуміновими речовинами вугілля, що при взаємодії з молекулами води «секвеструють» їх, перешкоджаючи координації з ланцюгами желатину та викликають конформаційні зміни вторинної структури желатину, що дозволяє підвищити експлуатаційні властивості гідрогелів: ступінь набрякання та час втрати липкості;

- встановлено, що гібридна модифікація гуміновими речовинами вугілля полівінілового спирту (ПВС) відбувається за механізмом матричного синтезу і пов'язана з диполь-дипольними взаємодіями і водневим зв'язком між

гідроксильною групою ланцюгів ПВС та гідроксильними та карбоксильними групами гуміновими речовинами вугілля, що дозволяє інтенсифікувати утворення надмолекулярних структур полімеру;

- встановлено, що між функціональними групами гумінових речовин вугілля та ПВС виникають додаткові взаємодії, відбувається посилення кристалізації ланцюгів ПВС, утворюються надмолекулярні структури полімеру, в яких гумінові речовини вугілля виконують роль агенту зшивання ланцюгів, що дозволяє отримувати біодеградабельні плівки з підвищеними міцністю та водостійкістю;

- встановлено, що гібридна модифікація гуміновими речовинами вугілля гідроксипропілметилцелюлози (ГПМЦ) відбувається за механізмом матричного синтезу пов'язаного зі зшиванням ГПМЦ багатоточковою хелатною взаємодією з карбоксильною групою гумінових речовин вугілля; при цьому, збільшення вмісту гумінових речовин вугілля у досліджуваних розчинах ГПМЦ спричиняє агломерацією та посиленням процесів структуроутворення полімеру, що дозволяє отримувати біодеградабельні плівки з підвищеними міцністю та водостійкістю;

- встановлено, що гібридна модифікація гуміновими речовинами вугілля полілактиду (ПЛА) відбувається за механізмом матричного синтезу за наявності водневих та естерних зв'язків між ПЛА і гуміновими речовинами вугілля, що спричиняє утворення більш жорсткої сітчастої структури та підвищення ступеня кристалізації в порівнянні з вихідним полімером, що дозволяє підвищити міцність композитів на основі ПЛА;

- набули подальшого розвитку дослідження механізму отримання гібридних гідрогелів желатину, біодеградабельних плівок ПВС і ГПМЦ та композитів ПЛА та сформовані наукові основи отримання гібридних полімерних матеріалів модифікованих гуміновими речовинами вугілля.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання полягає у тому, що на основі виконаних досліджень і створених наукових основ отримання гібридних полімерних матеріалів модифікованих гуміновими речовинами бурого вугілля, визначені раціональні склади гібридних гідрогелів желатину, біодеградабельних плівок ПВС та гідроксипропілметилцелюлози ГПМЦ і композитів ПЛА з заданими експлуатаційними властивостями, придатні для одержання антибактеріальних гелів, патчів, масок для шкіри людини, міцних водостійких плівок з антибактеріальними властивостями для сухих та вологих харчових продуктів з подовженим терміном зберігання, тари та пакування харчових продуктів, високоселективних мембран і деталей мікроелектроніки.

Розроблені двостадійні схеми технологічних процесів отримання гібридних полімерних матеріалів модифікованих гуміновими речовинами бурого вугілля. Практична значимість розробок підтверджена 3 патентами України на корисну модель.

Результати розробок науково-технологічних основ отримання гібридних полімерних матеріалів модифікованих гуміновими речовинами бурого вугілля

пройшли успішні напівпромислові випробовування в умовах ТОВ «ЕВА ГЛОБАЛ ТЕХНОЛОДЖІ» та прийняті до впровадження, що підтверджено актом впровадження. Спеціалістами ТОВ «НВП «МАТЕРІАЛ ВІЗАРД» та ПАТ «Хімфармзавод «Червона Зірка» виконані роботи з одержання гібридних полімерних матеріалів з використанням гумінових речовин бурого вугілля, що засвідчено протоколом про випробування.

Теоретичні та практичні результати, що отримані під час виконання досліджень, набули практичного використання у Державному підприємстві «Український державний науково-дослідний вуглехімічний інститут «УХІН» (м. Харків) та впроваджені у навчальний процес кафедр військової фармації Української військово-медичної академії (м. Київ), технології переробки нафти, газу та твердого палива та технології пластичних мас і біологічно активних полімерів НТУ «ХПІ», що підтверджено актами впровадженням.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи прийнятно репрезентовано в 56 наукових працях: 16 статей – у наукових періодичних фахових виданнях України категорії «А», «Б»; 14 статей – у наукових періодичних фахових виданнях з наукометричних баз SCOPUS або WEB of Science, 4 статті – у наукових періодичних виданнях України та інших держав, 2 розділи колективної монографії (у співавторстві), 17 у матеріалах конференцій різного рівня, 3 патентах України на корисну модель.

Оцінка змісту дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота **Лебедєва В.В.** складається зі вступу, сімох основних розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг дисертації становить 337 сторінок: 158 рисунків за текстом; 91 таблиця за текстом, 362 найменування використаних джерел на 41 сторінці, 9 додатків на 30 сторінках.

У **вступі** обґрунтовано актуальність проблеми, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету та напрями її досягнення, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, охарактеризовано особистий внесок здобувача та апробацію роботи.

У **першому** розділі виконано дослідження специфіки одержання та властивостей гібридних матеріалів, сучасного стану та перспективам використання гумінових речовин бурого вугілля як гібридних модифікаторів біодеградабельних матеріалів, досліджені особливості структури, властивостей та функціональних напрямів застосування гумінових речовин бурого вугілля.

У **другому** розділі наведено характеристики сировинних матеріалів, обґрунтовано вибір методик досліджень, надано опис розрахункових методів досліджень, використаних у роботі.

Третій розділ присвячено оцінці здатності гумінових речовин бурого вугілля виступати гібридним модифікатором по відношенню до полімерних матеріалів.

У **четвертому** розділі наведено дослідження з розробки наукових основ гібридної модифікації ГК гідрогелів желатину, її фізико-хімічні особливості,

властивості та характеристики одержуваних гідрогелевих матеріалів згідно її реалізації.

У **п'ятому** розділі наведено дослідження з розробки наукових основ гібридної модифікації ГК плівок на основі ПВС та ГПМЦ, її фізико-хімічні особливості, властивості та характеристики плівкових матеріалів згідно їх реалізації.

У **шостому** розділі наведено дослідження з розроблення наукових основ гібридної модифікації ГР бурого вугілля під час одержання біодеградабельних композитних матеріалів на основі ПЛА.

У **сьомому** розділі наведена розробка технологічних основ отримання гібридних полімерних матеріалів з використанням гумінових речовин бурого вугілля. Були формалізовані двостадійні технологічні схеми отримання гібридних полімерних матеріалів з використанням гумінових речовин бурого вугілля. Показано розрахункову економічну ефективність процесів отримання гібридних полімерних матеріалів з використанням гумінових речовин бурого вугілля у вигляді гідрогелів, біоплівки, кавонаповнених композитів та композитних матеріалів за рівнем їх рентабельності на рівні 37–47%.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані достатньо чітко і виразно та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Зміст автореферату відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває внесок здобувача в наукові результати та практичну цінність роботи.

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

1. Розділ перший повністю присвячено глибокому аналізу специфіки одержання та властивостей гібридних матеріалів, сучасного стану та перспективам розвитку у цій сфері. Проте, на думку опонента, розділ сильно перевантажений літературними даними. Варто було значно скоротити цей матеріал і послатися та джерела. Автору доцільно було б сфокусуватися в рамках цього розділу на критичному аналізі напрацьованого людством доробку в цій сфері науки та практики. І виділити, при цьому, напрацювання вітчизняних наукових шкіл до вирішення зазначеної науково-прикладної проблеми.

2. Вимагає додаткового пояснення наукового та практичного значення інформації, що наведено на рис. 3.8. Як ці дані впливають на досягнення мети дисертації?

3. У розділі 4 автором отримано низку експериментальних даних. Але під час ознайомлення з ними виникло питання. Яке прикладне та наукове значення мають, наприклад, рис. 4.27, 4.28, у контексті мети дисертації? Аналогічне запитання виникає і до розділів 4.29–4.32.

4. Висновок 4 у 4-му розділі дисертації подано у надто громіздкому формулюванні, що ускладнює його сприйняття. Прошу розтлумачити зміст висновку у контексті предмету та об'єкту дослідження.

5. У роботі дуже багато експериментальних даних, рр. 4–6, але через їх кількість вони важко сприймаються для аналізу. Доцільно було систематизувати та сформувану зведену таблицю з відповідними висновками та рекомендаціями. Так, наприклад, чи використовуються результати, висвітлені у цих розділах на прийняття рішення щодо розроблення подальших технологічних схем? Значну кількість досліджень автор присвятив дослідженню властивостям біодеградабельності. Додаткового пояснення вимагає наявна в дисертації інформація щодо цих властивостей в контексті вирішення поставлених завдань.

6. У висновку 7 розділу дисертації автор засвідчує, що сформульовано комплексний технологічний підхід до створення схем перероблення бурого вугілля з подальшим використанням ГР і ГК. Але ознайомлення із змістовною частиною такого підходу викликало необхідність додаткового пояснення щодо сутності такої комплексності та впливу на кінцевий результат праці.

7. Під час обґрунтування розробленої принципової технологічної схеми автору бажано було б виконати порівняння з відомими аналогами, вказати на їх недоліки та переваги запропонованої схеми. Це значно посилює б аргументи автора у висновках щодо ефективності розробленої технологічної схеми. А за наявності очікуваного економічного ефекту (у грн, наприклад) було б фактично репрезентовано фактичний економічний ефект.

8. У тексті дисертації й автореферату зустрічаються редакційні, стилістичні та термінологічні помилки, технічні описки. Так, наприклад, автором часто помилково вживаються такі конструкції «шляхом» (стор. 115) замість «через», «за рахунок» (стор. 60, 65) замість «через», на сторінці 23 допущено описки в реченні “...було запропоновано класифікувати...”, “... експериментально...” (стор. 115), «при» замість «під час або у процесі ...», «розробка» замість «розроблення», «у якості» замість “як” і т.п.

Однак, виявлені невідповідності не знижують науково-практичної цінності дисертаційної роботи. Наукова новизна, практичне значення результатів наявні та їх апробація аргументовані, кількість публікацій цілком достатня. Дисертація має чітко виражений науково-прикладний характер.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

На підставі вивчення дисертаційної роботи й автореферату **Лебедєва В.В.** стверджую, що дисертаційна робота «**Наукові основи отримання гібридних полімерних матеріалів модифікованих гуміновими речовинами бурого вугілля**», є завершеною кваліфікаційною працею, в якій автором виконано прикладне та наукове дослідження щодо вивчення **технологічних основ використання похідних бурого вугілля для одержання гібридно-модифікованих матеріалів** в галузі одержання гібридних полімерних матеріалів.

Мета дисертації спрямована на вирішення актуальної науково-прикладної проблеми розроблення науково-технологічних основ створення гібридних полімерних матеріалів з використанням гумінових речовин бурого вугілля.

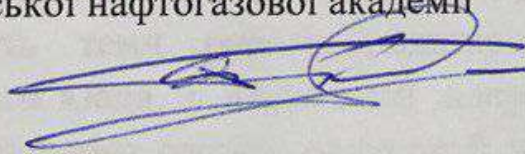
Дисертаційна робота має логічну структуру, виконана із дотриманням принципів академічної доброчесності. Зміст автореферату та дисертації є ідентичним і адекватно відображають основні положення дисертації.

Результати цієї праці роботи містять наукову новизну та мають практичне значення. Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.17.07 – Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів. Опубліковані праці є у достатній кількості та повністю відображають основний зміст дисертаційної роботи та свідчать про особистий вклад дисертанта.

Вирішення завдань даного дисертаційного дослідження та отримані нові науково-теоретичні й практичні результати у сукупності є важливими для розвитку галузі одержання гібридних полімерних матеріалів, теорії та практики перспективних технологічних процесів одержання гібридних полімерних матеріалів з використанням гумінових речовин бурого вугілля.

На підставі вищевикладеного вважаю, що дана дисертаційна робота відповідає вимогам пп. 7, 8, 9, **Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук** (затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197 «Деякі питання присудження (позбавлення) наукових ступенів» зі змінами згідно Постанови Кабінету Міністрів України від від 3 травня 2024 р. № 507), а сам автор, *Лебедєв Володимир Володимирович*, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.17.07 – Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів.

Завідувач кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів НН ІЄЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського, доктор технічних наук, професор, академік Української нафтогазової академії



Підпис професора Бойченка С. В. **ЗАСВІДЧУЮ:**
Вчений секретар КПІ ім. Ігоря Сікорського

21.11.2024 р.



Валерія ХОЛЯВКО