

## **ВІДГУК**

офіційного опонента

Скороходи Володимира Йосиповича

на дисертаційну роботу Лебедевої Катерини Олександрівни

«Біологічно-активні полімерні гідрогелеві матеріали, модифіковані похідними вугілля»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія

### **Актуальність теми**

Сучасний розвиток хімічних технологій та інженерії полімерних матеріалів тісно пов'язаний із зростаючими потребами медицини, фармації та біоінженерії у створенні новітніх біосумісних, функціонально керованих і технологічно доступних матеріалів. Особливу увагу в цьому контексті привертають полімерні гідрогелеві матеріали, які завдяки високому вмісту води, м'якій структурі та здатності до контрольованої взаємодії з біологічними середовищами є перспективною платформою для створення ранових покриттів, гемостатичних засобів і систем контрольованої доставки лікарських речовин.

Водночас актуальною науково-практичною задачею залишається підвищення біологічної активності гідрогелевих полімерних систем без використання токсичних і дорогих синтетичних модифікаторів. У цьому аспекті перспективним є залучення похідних бурого вугілля, зокрема гумінових кислот, які поєднують доступність сировини, екологічну доцільність та широкий спектр біологічної активності: антиоксидантної, антимікробної та протизапальної.

Тому дисертаційна робота Лебедевої К.О., що спрямована на вирішення науково-практичної задачі створення ефективних біологічно-активних гідрогелевих полімерних систем з підвищеним рівнем антиоксидантної та кровоспинної активності за допомогою модифікації похідними бурого вугілля, є актуальною.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедр технології пластичних мас і біологічно активних полімерів та технології переробки нафти, газу та твердого палива НТУ «ХП». Здобувачка брала участь у науково-дослідних роботах:

1) НДР К 8206 «Розробка та одержання нових біологічно активних полімерних матеріалів», ДР 0123U104324. Строки виконання НДР: 01.01.2024 – 31.12.2025. Науковий керівник НДР: канд. техн. наук, доц. Г.М. Черкашина. Участь автора – виконавець;

2) НДР М 8203 «Розробка кровоспинних гідрогелевих і мікроголчастих трансдермальних пластирів для невідкладної стабілізації поранених в бойових умовах», ДР 0124U001414. Строки виконання НДР: 01.01.2024 – 31.12.2025. Науковий керівник НДР: д-р фарм. наук, проф. А.Б. Ольховська. Участь автора – виконавець;

3) НДР М 8204 «Розробка технології 3Д друку з використанням полімерних та керамічних матеріалів для реабілітації поранених», ДР 0125U000703. Строки виконання НДР: 01.01.2025 – 31.12.2026. Науковий керівник НДР: д-р філософії А.А. Воронкін. Участь автора – виконавець.

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

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі Лебедевої К. О., є достатньо обґрунтованими і логічно впливають із поставленої мети та завдань дослідження. Обґрунтованість результатів базується на комплексному використанні сучасних фізико-хімічних, структурних, спектральних, реологічних та експлуатаційних методів дослідження, а також на коректній статистичній обробці експериментальних даних.

### **Достовірність результатів досліджень.**

Достовірність результатів дисертаційної роботи підтверджується узгодженістю теоретичних положень з експериментальними даними, багаторазовим повторенням експериментів, використанням незалежних методів аналізу, а також апробацією результатів у фахових наукових виданнях і на міжнародних та всеукраїнських конференціях. Практична перевірка отриманих результатів у напівпромислових умовах та впровадження їх у навчальний процес також підтверджують достовірність і прикладну значущість проведених досліджень.

**До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:**

– встановлено, що саме біологічно активні полімерні гідрогелеві матеріали желатину з 6,4 % мас. альгінату натрію є термочутливими і мають перехід гель-золь, що проявляється в різкому зниженні їх кінематичної в'язкості при фізіологічній температурі 37°C. Саме ці оптимізовані біологічно активні полімерні гідрогелеві матеріали є оптимальними з точки зору їх подальшої модифікації лужними солями гумінових кислот бурого вугілля;

– встановлено, що модифікація біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів желатину з 6,4 % мас. альгінату натрію натрієвою та кальцієвою солями гумінових кислот різних концентрацій, дозволяє контролювати реологічні властивості біополімерних гідрогелів у широкому діапазоні;

– вперше запропоновані схеми модифікації та структури модифікованих натрієвою і кальцієвою солями гумінових кислот біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів желатину з 6,4 % мас. альгінату натрію, відповідно. Встановлено, що для біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів желатину з 6,4 % мас. альгінату натрію, модифікація натрієвою сіллю гумінових кислот через їх взаємодію з альгінатом натрію супроводжується конформаційною зміною вторинної структури желатину. В той же час, схема модифікації кальцієвою сіллю гумінових кислот відбувається за рахунок зшивання желатину та альгінату натрію через іонні взаємодії  $\text{Ca}^{2+}$  між карбоксильними групами альгінату натрію, желатину та включає такі складові: іони  $\text{Ca}^{2+}$  утворюють хелатні взаємодії між блоками альгінату натрію, желатин може зв'язуватися через іонні взаємодії між аміногрупами та карбоксильними групами альгінату натрію або кальцієвою сіллю гумінових кислот, які додають додаткові точки зв'язування через комплексоутворення з  $\text{Ca}^{2+}$  та водневі зв'язки;

– вперше показано, що біологічно активні полімерні гідрогелі желатину з 6,4 % мас. альгінату натрію при модифікації кальцієвою та натрієвою солями гумінових кислот мають здатність до автофлуоресценції завдяки внутрішнім флуорофорам альгінату та желатину при квантовому виходу флуоресценції до 35%.

**Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.**

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень:

1) на ПАТ «Хімфармзавод «Червона Зірка»» (м. Харків) – профільному підприємстві фармацевтичної промисловості, яке є провідним виробником в галузі виробництва лікарських засобів, дієтичних добавок та косметики;

2) в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків) при впровадженні в навчальний процес кафедр загальної фармації, технології переробки нафти, газу та твердого палива та технології пластичних мас і біологічно активних полімерів.

### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Результати досліджень опубліковані у 24 роботах, серед яких: 6 статей у періодичних наукових виданнях, які включені до наукометричних баз Scopus та Web of Science, 3 статті у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України, 2 статті у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу та 2 розділів монографій; 11 матеріалів та тез доповідей на Міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях, з яких 7 індексується у наукометричній базі Scopus.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі. Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

### **Оцінка змісту дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Лебедевої К.О. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, 4 додатків. Структура роботи є логічною та послідовною.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

В першому розділі вивчено сучасний стан та перспективи одержання біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів, модифікованих похідними вугілля. Розглянута типологія, властивості та використання біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів та зроблено огляд напрямів модифікації природних біополімерних гідрогелів гуміновими кислотами для посилення їх біологічної активності.

В другому розділі охарактеризовано необхідний і достатній набір інструментальних, переважно, стандартизованих методів дослідження. В експериментальній частині роботи використані сучасні стандартизовані методи визначення властивостей бурого вугілля та лужних солей гумінових кислот.

У третьому розділі описано обґрунтування вибору та дослідження сировинних матеріалів для одержання біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів, модифікованих похідними бурого вугілля. Наведено дослідження раціонального складу біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів для подальшої модифікації похідними бурого вугілля.

У четвертому розділі наведено дослідження фізико-хімічних особливостей модифікації похідними бурого вугілля біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів. Представлено структурні та морфологічні особливості та фізико-хімічні взаємодії при модифікації лужними солями гумінових кислот біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів.

У п'ятому розділі приводяться результати дослідження експлуатаційних властивостей біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів, модифікованих похідними бурого вугілля та опис модифікованих натрієвими солями гумінових кислот бурого вугілля біологічно активних полімерних гідрогелів для одержання трансдермальних гемостатичних матеріалів.

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

Список використаних джерел із 121 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

### **Академічна доброчесність**

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у

яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

### **По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:**

З опису гель-золь характеристик розроблених біологічно-активних гідрогелів не зрозуміло, який він має характер – оборотний чи необоротний. Це дуже важливо з погляду, як процесів одержання, так і використання розроблених гідрогелевих матеріалів.

В розділі 3.1 на початку проведені дослідження з визначення умовної в'язкості ( $\nu$ , с) біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів, в подальшому в інших розділах дисертації була досліджена виключно їх кінематична в'язкість  $\nu$  (мм<sup>2</sup>/с). В роботі не наведено обґрунтування такого переходу в методі визначення в'язкості біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів.

Вибір амінокапронової кислоти як основного кровоспинного агента потребує більш розгорнутого обґрунтування. У роботі недостатньо висвітлено порівняльні переваги даного препарату відносно інших антифібринолітичних або гемостатичних засобів.

В розділі 5 недостатньо описано порядок одержання гемостатичних пластирів медичного призначення з застосуванням гемостатичних біологічно активних полімерних гідрогелевих матеріалів.

Існують недоліки оформлення матеріалу дисертаційної роботи, за текстом іноді зустрічаються друкарські, пунктуаційні та стилістичні помилки.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значущість.

## **ВИСНОВОК**

Дисертаційна робота Лебедевої К.О. «Біологічно-активні полімерні гідрогелеві матеріали, модифіковані похідними вугілля» за своїм змістом відповідає спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу, яка полягає в розвитку наукових основ і методів ефективного використання гумінових

солей бурого вугілля для модифікації біополімерних гідрогелів з метою одержання високоефективних біологічно активних полімерних матеріалів.

Подана дисертаційна робота «Біологічно-активні полімерні гідрогелеві матеріали, модифіковані похідними вугілля» Лебедевої К.О. відповідає спеціальності 161 – «Хімічні технології та інженерія», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Лебедева Катерина Олександрівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

Офіційний опонент

Заступник директора  
Інституту хімії та хімічних технологій  
Національного університету  
«Львівська політехніка»,  
професор кафедри хімічної технології  
переробки пластмас Національного  
університету «Львівська політехніка»,  
д.т.н., проф.

Володимир СКОРОХОДА

Підпис заступника директора ІХХТ  
НУ «Львівська політехніка»,  
проф. кафедри ХТПП,  
д.т.н., проф.  
Володимира Скороходи

«ЗАСВІДЧУЮ»:

Вчений секретар  
НУ «Львівська політехніка»  
к.т.н., доцент



Роман БРИЛИНСЬКИЙ