

До разової спеціалізованої вченої ради
PhD16221
у Київський національний
університет технологій та дизайну,
01011, м. Київ, вул. Мала Шияновська, 2

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри технології моди Київського національного університету технологій та дизайну **Гараніної Ольги Олександрівни** на дисертаційну роботу **Швеця Вячеслава Васильовича** «Розроблення полімерних плівкових матеріалів та гідрогелів стоматологічного призначення комбінованої дії», яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок із планами науково-дослідних робіт

Дисертаційна робота Швеця Вячеслава Васильовича присвячена розробленню полімерних плівкових матеріалів та гідрогелів стоматологічного призначення комбінованої дії, а саме розробленню способів їх формування та модифікації з метою забезпечення стабільності їхніх фізико-механічних, реологічних та медико-біологічних властивостей.

Сучасна терапевтична стоматологія стикається із суттєвими викликами у лікуванні запальних захворювань пародонта та слизової оболонки ротової порожнини гінгівітів, пародонтитів, стоматитів. Традиційні лікарські форми швидко змиваються ротовою рідиною, що вимагає частого повторного нанесення та призводить до медикаментозного навантаження. На тлі зростаючої антибіотикорезистентності мікроорганізмів та патогенності бактеріально-грибкових біоплівки виникає гостра потреба у розробці вітчизняних



мукоадгезивних полімерних систем локальної дії з пролонгованим вивільненням природних антисептичних і протизапальних компонентів.

Особливістю представленої праці є її висока практична спрямованість на створення вітчизняних біосумісних і біодеградабельних терапевтичних систем на основі полівінілового спирту (ПВС), крохмалю та карбоксиметилкрохмалю (КМК), які за рахунок модифікації фітоекстрактами кори дуба *Quercus cortex* і кропиви дводомної *Urtica dioica*, а також глиною монтморилонітового типу, забезпечують керовані сорбційно-десорбційні характеристики, стійку мукоадгезію та ефективне пригнічення бактеріальної адгезії і формування біоплівки без ризику розвитку антибіотикорезистентності.

З огляду на це, дисертаційна робота Швеця В.В., присвячена розробленню полімерних плівок та кріогідрогелів комбінованої дії на основі ПВС, крохмалю та КМК з додаванням глини монтморилонітового типу, або фітоекстрактів є надзвичайно актуальною і має високе науково-прикладне значення.

Дисертаційна робота виконана у відповідності до планів науково-дослідних робіт кафедри хімічних технологій та ресурсозбереження Київського національного університету технологій та дизайну за темами:

- наукового напрямку КНУТД № 39/22 «Створення волокнистих композиційних матеріалів на основі природних полімерів та дослідження їх властивостей»;
- наукового напрямку КНУТД № 17/25 «Хімічні технології захисту навколишнього середовища: очистка стічних вод, переробка відходів підприємств легкої та хімічної промисловості, раціональне використання сировинних ресурсів»: № 17-2/25 «Створення полімерних матеріалів різного призначення на основі полімерів природного походження».

Наведене свідчить про актуальність обраної тематики, її відповідність сучасним напрямкам розвитку хімічної технології, а також про важливу роль виконаної роботи у розширенні асортименту вітчизняних біодеградабельних стоматологічних засобів комбінованої дії, здатних скоротити терміни реабілітації пацієнтів.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових досліджень, висновків та рекомендацій

Дисертаційна робота Швеця Вячеслава Васильовича є завершеним комплексним науковим дослідженням, виконаним на належному науково-методичному рівні.

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій, що виносяться на захист, забезпечується чіткою постановкою мети і завдань дослідження, логічною послідовністю виконання роботи, комплексним підходом до вирішення поставленої науково-прикладної задачі та узгодженістю отриманих експериментальних результатів із сформульованими висновками.

Достовірність отриманих результатів забезпечується використанням сучасних взаємодоповнювальних методів дослідження, які базується на використанні сучасного фізико-хімічного, механічного та мікробіологічного інструментарію (ротаційна віскозиметрія Vevor NDJ-9S, розривна машина ZwickRoell BDO-FBO.5TH за стандартом ASTM D882-18, аналізатор вологості Radwag MA-50 R, спектрофотометрія КФК-2, планшетний ридер Ніпро 96, резазуриновий тест та фарбування генціанвіолетом). Статистична обробка даних із визначенням стандартних відхилень, що не перевищували 5%, підтверджує надійність отриманих результатів.

Представлені у дисертаційній роботі наукові положення, результати експериментальних досліджень, висновки та практичні рекомендації є достатньо обґрунтованими, достовірними й повною мірою підтверджують досягнення поставленої мети дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів

Отримані у процесі виконання дисертаційної роботи наукові результати в сукупності дозволили розв'язати важливе науково-прикладне завдання, яке полягає у розробленні способів формування та модифікації полімерних плівкових матеріалів і гідрогелів стоматологічного призначення комбінованої дії з метою забезпечення стабільності їхніх фізико-механічних, реологічних та медико-біологічних властивостей.

Здобувачем вперше виявлено та науково обґрунтовано реологічні ефекти у сумішевих розчинах ПВС з крохмалем (ПВС/Кр) та КМК (ПВС/КМК) під впливом водного екстракту кори дуба *Quercus cortex*. Здобувачем детально простежено закономірності зміни характеру течії системи від псевдопластичного до дилатантного типу, що чітко корелює зі зменшенням частки полісахаридної складової (менше 7 об. ч. для Кр та менше 4 об. ч. для КМК).

З'ясовано фізико-хімічні закономірності модифікації плівок та гідрогелів екстрактом кори дуба *Quercus cortex*, що забезпечують оптимальний баланс фізико-механічної міцності та біологічної активності матеріалів. Автор переконливо довів, що сформовані плівки ПВС характеризуються високими показниками міцності близько 1170 кПа, тоді як для кріогідрогелів за вмісту полісахаридів 10–20 % досягаються значення міцності до 20 кПа при задовільній еластичності в межах 135–185 %.

Експериментально доведено виникнення ефекту структурного колапсу гідрогелевих матриць при введенні глини монтморилонітового типу. Визначено, що модифікація композицій 1–2 об. ч. глиною монтморилонітового типу знижує сорбційну здатність на 700 %, сповільнює десорбцію вологи та суттєво подовжує термін висихання кріогелів.

Установлено модифікуючу роль водного екстракту кропиви дводомної *Urtica dioica* у сумішевих системах ПВС/Кр. Доведено можливість ефективного варіювання та регулювання сорбційних характеристик гідрогелів у широкому діапазоні від 500 % до 1170 % шляхом цілеспрямованої зміни співвідношення полімерних компонентів.

Отримані результати характеризуються високим рівнем наукової новизни, є достатньо обґрунтованими та становлять вагомий внесок у розвиток хімічної технології полімерних та композиційних матеріалів стоматологічного призначення, а також розширюють теоретичні уявлення про фізико-механічні закономірності формування модифікованих гідрогелевих і плівкових матриць.

Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення одержаних результатів полягає у розв'язанні важливого науково-практичного завдання щодо розширення асортименту

вітчизняних біосумісних і біорозкладних стоматологічних матеріалів на основі ПВС та полісахаридів, модифікованих глиною монтморилонітового типу та фітоекстрактами кори дуба *Quercus cortex* і кропиви дводомної *Urtica dioica*. Здобувачем розроблено рецептури та технологічний алгоритм одержання плівок і гідрогелів із регульованими сорбційними властивостями, стабільними фізико-механічними параметрами та високим рівнем вивільнення екстракту кори дуба *Quercus cortex*. Доведена антибактеріальна дія та здатність матеріалів пригнічувати метаболізм і адгезію *Staphylococcus aureus*.

Клінічна апробація полімерних плівок та гідрогелів на основі ПВС/Кр та ПВС/КМК у практику стоматологічної клініки AND підтвердила їхню ефективність у стоматологічній практиці для скорочення термінів реабілітації пацієнтів.

Повнота викладення основних наукових положень, висновків та рекомендацій дисертації в опублікованих працях

Результати дисертаційного дослідження знайшли належне відображення у 10 наукових працях, серед яких 5 статей у наукових фахових виданнях України, 5 тез доповідей, опубліковані за матеріалами міжнародних наукових конференцій. Такий обсяг апробації та оприлюднення результатів свідчить про їхню достатню наукову перевірку, відповідність тематиці дисертаційного дослідження та належний рівень представлення науковій спільноті.

Результати дисертаційної роботи пройшли належну апробацію на міжнародних наукових конференціях. Опубліковані наукові праці повною мірою відображають основні результати дослідження, його наукову новизну та практичне значення. Усі наукові положення, висновки та результати, винесені на захист, здобувач отримав особисто.

Відсутність порушення академічної доброчесності

За результатами аналізу представлених матеріалів фактів порушення принципів академічної доброчесності не встановлено. Швець Вячеслав Васильович під час виконання дисертаційної роботи дотримувався вимог академічної доброчесності та законодавства України про авторське право, порушень яких, зокрема академічного плагіату, не виявлено. У дисертації

наведено посилання на відповідні джерела, включені до списку використаної літератури, а також визначено особистий внесок здобувача у наукові праці, опубліковані у співавторстві.

Аналіз змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Швеця Вячеслава Васильовича є завершеним самостійним науковим дослідженням, яке складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел (148 найменування на 17 сторінках) та 2 додатків (5 сторінок). Робота містить 10 таблиць і 41 рисунка. Основний текст дисертації викладено на 152 сторінках, загальний обсяг роботи становить 174 сторінки.

У вступі дисертантом обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, наведено наукову новизну, практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, апробацію результатів дослідження та публікації за темою дисертації.

У першому розділі виконано ґрунтовний аналіз науково-літературних джерел, в яких розглядаються функціональні властивості та застосування полімерних плівкових матеріалів і гідрогелів у стоматології, зокрема особливості їх використання як локальних мукоадгезивних систем букальної доставки ліків у ротову порожнину. Проаналізовано склад мікробіоценозу ротової порожнини, фактори патогенності бактеріально-грибкових біоплівки, механізми мукоадгезії та трансепітеліального транспорту, а також технологічні методи одержання (лиття розчинником, електроспінінг, 3D-друк) і класифікацію функціональних плівок. Значну увагу приділено структурно-функціональній організації та класифікації гідрогелів і кріогелів, фізичним і хімічним методам їх зшивання, особливостям застосування синтетичних та природних полімерів. Окрім цього, у розділі висвітлено підходи до створення гібридних композитних матриць, модифікованих монтморилонітовими глинами, антибактеріальними агентами та рослинними фітоекстрактами, а також методологію оцінки їхньої клінічної ефективності в комплексному лікуванні захворювань пародонту.

У другому розділі описано матеріали, обладнання та методики проведення експериментальних досліджень. Зокрема, наведено характеристики вихідних

реагентів — ПВС, картопляного крохмалю, КМК, глини монтморилонітового типу та водних екстрактів кори дуба *Quercus cortex* і кропиви дводомної *Urtica dioica*. Описано методики виготовлення полімерних плівок та кріогідрогелів. Детально представлено комплекс сучасних фізико-механічних та мікробіологічних методів аналізу, включаючи ротаційну віскозиметрію (NDJ-9S) за рівнянням Оствальда–де Вілла, фізико-механічні випробування на розривній машині ZwickRoell за стандартом ASTM D882-18, дослідження кінетики сорбції та десорбції вологи, спектрофотометричний аналіз вивільнення біоактивних речовин, а також методики оцінки антибактеріальної активності, адгезії та пригнічення біоплівки щодо штамів *S. aureus*, *E. coli* та *P. aeruginosa*.

У третьому розділі представлено результати експериментальних досліджень реологічної поведінки сумішевих полімерних розчинів ПВС/Кр та ПВС/КМК, розраховані за рівнянням Оствальда–де Вілла, а також закономірності переходу характеру течії від псевдопластичного до дилатантного типу. Окрім цього, наведено фізико-механічні характеристики сформованих плівок і гідрогелів, оцінку впливу складу матриці на її цілісність. Встановлені оптимальні співвідношення компонентів ПВС/КМК 5/5, 6/4, 7/3, які забезпечують баланс між стабільністю, еластичністю та здатністю до утримання вологи, що визначає перспективність їхнього використання у стоматології як матеріалів комбінованої дії для тривалого зволоження слизової оболонки, регенерації тканин та контрольованого вивільнення біоактивних речовин.

У четвертому розділі наведено результати дослідження сорбційно-десорбційних властивостей та кінетики набрякання кріогідрогелів ПВС/КМК, модифікованих глиною монтморилонітового типу (М-5). Експериментально доведено виникнення ефекту структурного колапсу гідрогелевих матриць при додаванні глини, а також встановлено, що введення 1–2 об. ч. наповнювача знижує сорбційну здатність матеріалу у діапазоні від 381 до 816 %, сповільнює випаровування вологи та подовжує час висихання кріогелів. Окрім цього, наведено результати оцінки впливу мінерального наповнювача на збереження цілісності тривимірної полімерної сітки та її експлуатаційну стабільність.

П'ятий розділ присвячено дослідженню сорбційно-десорбційних властивостей та кінетики набрякання кріогідрогелів на основі ПВС/Кр, модифікованих водним екстрактом кропиви дводомної *Urtica dioica*. У розділі висвітлено регулюючий вплив фітоекстракту кропиви дводомної *Urtica dioica* на водопоглинальну здатність матеріалів, що дозволило цілеспрямовано змінювати ступінь їхнього набрякання в діапазоні від 500% до 1170% шляхом варіювання співвідношення полімерних компонентів. Окрім цього, наведено порівняльний аналіз кінетики сорбції у дистильованій воді та фізіологічному розчині NaCl, вивчено показники гідрофільності, а також обґрунтовано оптимальні рецептурні співвідношення для створення високосорбуючих стоматологічних гідрогелевих покриттів.

У шостому розділі наведено результати комплексного дослідження впливу водного екстракту кори дуба *Quercus cortex* на реологічні, фізико-механічні та мікробіологічні властивості плівок і кріогідрогелів на основі композицій ПВС/Кр та ПВС/КМК. Встановлено, що додавання екстракту кори дуба *Quercus cortex* дозволяє керовано змінювати реологічну поведінку розчинів від псевдопластичної до дилатантної при підвищенні частки полісахаридів, а також регулювати сорбційну здатність матеріалів у дистильованій воді та фізіологічному розчині NaCl, де системи з КМК демонструють суттєво вище набрякання. Доведено, що щільність сухих плівок та їхня руйнівна напруга на порядки перевищують відповідні параметри кріогідрогелів, тоді як максимальна еластичність зразків досягається при низькому вмісті полісахаридної складової. Окрім цього, визначено оптимальні умови для пролонгованого вивільнення екстракту кори дуба *Quercus cortex* через добу інкубації при середніх концентраціях полісахаридів та доведено його виражену дозозалежну антибактеріальну й антиадгезивну дію, яка найсильніше проявляється щодо грампозитивного штаму *Staphylococcus aureus* порівняно з грамнегативними тест-культурами.

Висновки повністю відповідають поставленим меті та завданням дослідження, логічно узагальнюють отримані результати, відображають наукову новизну та практичне значення виконаної роботи.

Зміст дисертації викладено чітко, логічно й послідовно. Сформульовані автором висновки є достатньо обґрунтованими, відповідають отриманим експериментальним результатам і повною мірою розкривають зміст виконаного дослідження.

Дискусійні положення та зауваження до дисертаційної роботи

Незважаючи на високий науковий рівень виконаної дисертаційної роботи, її актуальність, наукову новизну та практичну цінність, окремі положення мають дискусійний характер або потребують додаткового уточнення, що дає підстави висловити такі зауваження:

1. У дисертаційній роботі в розділах 4 та 6 при аналізі реологічної поведінки сумішей ПВС/КМК за рівнянням Оствальда–де Вілла доцільно було б надати більш детальне теоретичне обґрунтування фізико-хімічних механізмів, які зумовлюють перехід від псевдопластичного до дилатантного типу течії при додаванні кори дуба *Quercus cortex* та глини.

2. У мікробіологічному розділі вивчено антибактеріальну дію проти планктонних форм та адгезії *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*. Було б доцільно розширити дослідження оцінкою впливу матеріалів на *Candida albicans* як важливого спів-збудника пародонтальних інфекцій.

3. У тексті дисертації трапляються поодинокі стилістичні неточності в оформленні деяких графічних залежностей.

Зауваження мають переважно дискусійний характер, не зменшують наукової новизни, практичного значення та достовірності отриманих результатів, не впливають на обґрунтованість сформульованих висновків і не змінюють загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Швеця Вячеслава Васильовича «Розроблення полімерних плівкових матеріалів та гідрогелів стоматологічного призначення комбінованої дії» є завершеним, самостійно виконаним науковим дослідженням, у якому на високому науковому та методичному рівні вирішено актуальне науково-прикладне завдання щодо розроблення способів формування та модифікації полімерних плівкових матеріалів і гідрогелів стоматологічного

призначення комбінованої дії з метою забезпечення стабільності їхніх фізико-механічних, реологічних та медико-біологічних властивостей.

Отримані результати дозволили розширити асортимент вітчизняних біосумісних та біорозкладних терапевтичних систем на основі ПВС й полісахаридів, модифікованих глиною монтморилонітового типу та рослинними екстрактами кори дуба *Quercus cortex* й кропиви дводомної *Urtica dioica*, що забезпечують керовані сорбційно-десорбційні характеристики, стійку мукоадгезію та ефективне пригнічення бактеріальної адгезії і формування біоплівки для скорочення термінів реабілітації пацієнтів у стоматологічній практиці.

Сукупність отриманих результатів, їх апробація, достатній рівень публікаційної активності здобувача та впровадження результатів роботи свідчать про високий науковий рівень виконання дисертаційної роботи.

За актуальністю, науковою новизною, теоретичним і практичним значенням, обсягом та рівнем проведених досліджень дисертаційна робота повністю відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Порядок присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор, Швець Вячеслав Васильович, на основі публічного захисту заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Офіційний рецензент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри технологій моди
Київського національного
університету технологій та дизайну



Ольга ГАРАНИНА

