

67-72-24/2  
15.03.2021

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу ЯЦУЛЬЧАК Галини Володимирівни «*Основи технології формування композиційних гідрогелевих плівок з кополімерів полівінілпіролідону та полікапроаміду*», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.06 – технологія полімерних і композиційних матеріалів

**Актуальність теми дисертації.** Вироби з полімерних гідрогелів широко застосовуються у різних галузях медицини та фармацевтики. Особливо широко їх використовують у медичній галузі для офтальмології, травматології, імплантології тощо. Окрім основних вимог (біосумісність, гідрофільність, антитромбогенність) полімерні гідрогелі повинні мати достатню механічну міцність, що забезпечує якість та довговічність їх використання. У зв'язку з цим, пошук альтернативних методів підвищення міцносних властивостей полімерних гідрогелів є актуальним завданням.

Дисертаційна робота Яцульчак Г.В. присвячена дослідженням, що спрямовані на розроблення технології одержання композиційних полімерних гідрогелевих плівок з підвищеними фізико – механічними властивостями, а також встановлення технологічних умов їх формування.

Створення композиційних матеріалів за допомогою поєднання м'яких гідрогелів та більш жорстких полімерних мембран є перспективним, оскільки дає змогу одержати безліч полімерних композитів широкого цільового призначення, тому вважаю, що є актуальним і представляє науковий і практичний інтерес.

Дисертаційна робота є складовою частиною науково-дослідної роботи кафедри хімічної технології переробки пластмас Національного університету «Львівська політехніка» та проєктів “Модифікаційні процеси створення адгезивних полімер-мінеральних композитів з використанням функційно активних полімерних матриць” (номер держреєстрації 0113U003179) та “Наукові основи технології одержання полімерних наногідрогелів підвищеної міцності зі спеціальною функційністю” (номер держреєстрації 0120U102211), що додатково свідчить про її актуальність.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.** Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Яцульчак Г.В. є високою й базується на критичному аналізі вітчизняних та іноземних джерел літератури за останні роки (201 позиція) за даною проблемою, гармонійній постановці мети і задач дослідження, на використанні сучасних методів дослідження, зіставленні і критичному аналізі отриманих результатів та на якісному формулюванні наукових висновків. Достовірність

результатів дисертаційної роботи підтверджується використанням здобувачем апробованих науково обґрунтованих методик досліджень та обробки експериментальних даних, багаточисельними різноплановими експериментами та їх відтворюваністю, використанням сучасних прикладних комп'ютерних програм. Основні наукові положення та теоретичні висновки у своєму логічному викладенні узгоджуються з наявними результатами вітчизняних і зарубіжних авторів.

**Як наукову новизну** автор захищає особисто розроблену та науково обґрунтовану технологію формування композиційних полікапроамід-гідрогелевих мембран підвищеної міцності за допомогою методу осадження тонкого шару модифікувальної суміші ПА-6/ПВП вільною водою у приповерхневому об'ємі гідрогелевої плівки. Встановлено вплив співвідношення компонентів гідрогелевої композиції, концентрації модифікувального розчину, концентрації мурашиної кислоти, молекулярної маси ПВП як у матриці гідрогелю, так і у модифікувальному розчині на фізико-механічні властивості та на осмотичну проникність одержаних композиційних мембран. Автором експериментально підтверджено утворення зміцнювального шару частково кристалічної будови на основі ПА-6/ПВП товщиною 10-30 мкм у приповерхневому об'ємі гідрогелевої плівки за допомогою сканувальної електронної мікроскопії та рентгено-структурного аналізу. Запропоновано принципову схему установки для неперервного формування композиційних гідрогелевих мембран методом осадження комплексу ПА-6/ПВП у приповерхневому об'ємі гідрогелю.

**Практичне значення одержаних результатів.** Автором експериментально встановлено співвідношення компонентів гідрогелевої композиції та модифікувального розчину, що дає змогу формувати композиційні полікапроамід-гідрогелеві мембрани з прогнозованими властивостями. Практичне значення дисертаційної роботи полягає у розробленні принципової технологічної схеми і норм технологічного режиму формування композиційних полікапроамід-гідрогелевих мембран і у розробленні тимчасового технологічного регламенту для виготовлення цих плівок. Вперше автором одержані композиційні гідрогелеві плівки, міцність яких є вища у 2÷5 разів, а коефіцієнт осмотичної солепроникності для натрій хлориду утвореної композиційної мембрани залишеться на високому рівні і становить  $\alpha_{\text{NaCl}} = 0,86 \div 7,80$  моль/(м<sup>2</sup>·год). Практична цінність розроблених плівок підтверджується виробничими випробуваннями в процесі очищення ін'єкційних розчинів в умовах АТ «Галичфарм». Необхідно зазначити, що автором були одержані гідрогелеві трубчасті вироби на основі розроблених композиційних гідрогелів, що характеризуються підвищеною стійкістю до

внутрішнього тиску. Розроблені методики формування композиційних полімерних гідрогелевих мембран використовуються у навчальному процесі кафедри хімічної технології переробки пластмас Національного університету «Львівська політехніка» для підготовки магістрів спеціалізації «Хімічні технології переробки полімерних і композиційних матеріалів». Практичну цінність та технічну новизну дисертаційної роботи також підтверджує отриманий автором патент України на винахід.

**Повнота викладу основних наукових положень дисертації в опублікованих працях.** Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 40 наукових працях, зокрема у 13 наукових статтях (з них 6 внесені до наукометричних баз даних), 1 патенті України на винахід, 2 розділах двох монографій та 24 тезах доповідей на наукових конференціях.

Автореферат в достатній мірі відтворює структуру та обсяг роботи, в ньому та опублікованих працях висвітлено всі основні положення, які становлять наукову новизну і виносяться на захист.

**Оцінка змісту дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 142 сторінках друкованого тексту, містить 39 рисунків та 10 таблиць. Вона включає анотацію українською та англійською мовами, вступ, огляд наукової літератури за темою дисертації, експериментальну частину, висновки, список використаних літературних джерел – 201 найменування та додатки.

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету, завдання досліджень, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Викладено основні положення, які виносяться на захист дисертації та дані про апробацію і публікацію основних результатів досліджень.

**У першому розділі** висвітлено огляд та аналіз літературних джерел щодо модифікування гідрогелевих мембран. Докладно розглянуто методи одержання композиційних мембран, проаналізовано переваги і недоліки цих методів. Наведено критичний аналіз наукової літератури та патентних джерел з питань одержання композиційних плівок. Показано перспективність модифікування гідрогелевих плівок з метою одержання композиційних мембран з підвищеними фізико-механічними властивостями.

На основі виконаного огляду літератури сформульовано мету та завдання досліджень.

**У другому розділі** подано основні характеристики вихідних речовин - 2-гідроксіетилметакрилату (2-ГЕМА), полівінілпіролідону (ПВП) з молекулярною масою  $(12 \text{ і } 360) \cdot 10^3$  г/моль, персульфату калію (ПСК), поліаміду-6 (ПА-6), мурашиної кислоти (НСООН) та наведені їх властивості, викладено методики одержання та дослідження експериментальних зразків.

У третьому розділі значна увага приділена закономірностям осадження комплексу ПА-6/ПВП з форміатного розчину вільною в об'ємі гідрогелю водою. Наведені результати досліджень впливу часу модифікування, складу гідрогелевої матриці, молекулярної маси ПВП, а також концентрації модифікувального розчину на величину поверхневої адсорбції комплексу ПА-6/ПВП гідрогелевими мембранами. Доведено утворення ущільненого приповерхневого шару на основі ПА-6/ПВП за допомогою сканувальної електронної мікроскопії (SEM), що представлено на світлинах злому сухої плівки, а також на дифрактограмах рентгено-структурного аналізу.

У четвертому розділі розглянуто умови підвищення фізико-механічних властивостей гідрогелевих плівок за допомогою модифікування їх розчинами на основі комплексу ПА-6/ПВП та наведені графічні залежності впливу чинників процесу модифікації та складу вихідних композицій на міцносні та дифузійно-транспортні характеристики композиційних гідрогелевих мембран. Встановлено, що міцність гідрогелевої плівки зростає у 2÷5 разів після модифікації. Одночасно зазначено, що із зростанням міцності спостерігається зменшення видовження під час проривання композитів.

На основі результатів досліджень обґрунтовано використання ПВП з різною молекулярною масою, а саме: використання ПА-6 в комплексі з ПВП з молекулярною масою  $12 \cdot 10^3$  г/моль у зміцнювальному шарі, а ПВП з молекулярною масою  $360 \cdot 10^3$  г/моль у мембрані-підкладці, що забезпечує високу міцність мембрани і ефективну дифузію модифікувального розчину у приповерхневий шар гідрогелевої плівки. Наведені залежності осмотичної солепроникності та коефіцієнтів водо- та солепроникності композиційних полікапроамід-гідрогелевих мембран від часу модифікації та молекулярної маси ПВП і підтверджена достатньо висока їх проникність.

У п'ятому розділі описані технологічні особливості одержання композиційних полікапроамід-гідрогелевих мембран та описано схему розробленої лабораторної установки їх неперервного формування. Наведено принципову технологічну схему формування композиційних мембран, а також схему одержання гідрогелевих трубчастих виробів на їх основі. Наведені опрацьовані норми технологічного режиму одержання композиційних полікапроамід-гідрогелевих мембран.

Додатки містять розроблену технічну документацію (тимчасовий технологічний регламент), акти випробувань експериментальних зразків та технологічного процесу в умовах виробництва та акт впровадження результатів наукових досліджень в навчальний процес.

Назва дисертації повністю відповідає суті виконаних досліджень. Висновки відображають одержані здобувачем найважливіші наукові і практичні результати і є достатньо аргументованими.

Разом із цим, до дисертаційної роботи Яцульчак Г.В. є такі зауваження:

1. Під час дослідження впливу модифікування на міцність гідрогелевих плівок чомусь не подається результат досліджень без модифікації вихідної гідрогелевої плівки.

2. На нашу думку, для досліджень використовуються досить вузькі співвідношення ПА-6/ПВП і їх концентрація.

3. У роботі не згадується, яка ж різниця міцності при прориванні залежно від сторони дії індентора.

4. При розробленні технологічної схеми потрібно було б більш акцентовано рекомендувати розміщення технології на одному виробництві у вигляді послідовних схем формування гідрогелевої плівки з наступним модифікуванням.

5. У дисертації зустрічаються невдалі вирази, наприклад, на стор. 82 - як видно з рис. 4.5 (замість, як видно з даних рисунку 4.5).

6. В авторефераті допущені граматичні помилки та описки, наприклад, стор. 19, третій абзац - *плівки, модифіковані тонким шаром суміші* (замість, плівки, що модифіковані тонким шаром суміші).

Вказані зауваження не мають принципового характеру та не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи Яцульчак Г.В.

## Висновок

Вважаю, що рецензована дисертація Яцульчак Галини Володимирівни на тему «Основи технології формування композиційних гідрогелевих плівок з кополімерів полівінілпіролідону та полікапроаміду» є актуальною і закінченою науковою працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати в галузі технології полімерних і композиційних матеріалів і яка має наукову новизну, практичну і теоретичну цінність. Дисертація розв'язує важливу наукову і прикладну задачу, що полягає у розробленні основ технології формування композиційних гідрогелевих плівок із кополімерів полівінілпіролідону та полікапроаміду. Дисертаційна роботи відповідає вимогам МОН України, які висуваються до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема, пп. 9, 11, 12 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 р., а її автор, **Яцульчак Галина Володимирівна**, заслуговує присудження наукового ступеня

кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.06 – технологія полімерних і композиційних матеріалів.

Офіційний опонент,  
доцент кафедри технологій палив,  
полімерних та поліграфічних матеріалів  
ДВНЗ «Український державний хіміко-  
технологічний університет», м. Дніпро,  
кандидат технічних наук, доцент



П.І. Баштаник

Підпис доцента кафедри технологій палив,  
полімерних та поліграфічних матеріалів,  
канд. техн. наук П.І. Баштаника засвідчую:  
вчений секретар ДВНЗ УДХТУ



Л.Л. Руднева