УДК 678.742.4

ЛЯШОК І. О. [1]*, ПЛАВАН В. П. [1], ШВЕЦЬ В. В. [1], СМАЧИЛО О. В. [2], КРЮКОВА О. А. [1]
[1] Київський національний університет технологій та дизайну,
[2] Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»

БІОСУМІСНІ ГІДРОГЕЛІ НА ОСНОВІ КОМПОЗИЦІЙ ПОЛІВІНІЛОВИЙ СПИРТ/КРАБОКСИМЕТИЛКРОХМАЛЬ: ВЛАСТИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ

Предметом дослідження є полімерні композиції на основі полівінілового спирту та карбоксиметилкрохмалю. Мета роботи полягає у комплексному визначенні реологічних, сорбційних та фізико-механічних характеристик полімерних систем для встановлення оптимальних співвідношень компонентів, що забезпечують формування біосумісних гідрогелевих матеріалів із високою сорбційною здатністю, структурною стабільністю та достатньою механічною міцністю, придатних для перспективного застосування у стоматології та регенеративній медицині.
Методологія роботи включає кріоструктурування водних розчинів ПВС/КМК, визначення реологічних параметрів за допомогою ротаційного віскозиметра, оцінку сорбційних властивостей шляхом вимірювання водопоглинання та дослідження механічних характеристик (міцність, еластичність, відносне подовження) відповідно до міжнародних стандартів ISO та ASTM. Актуальність дослідження зумовлена потребою у створенні нових біосумісних перев'язувальних матеріалів, здатних підтримувати оптимальну вологість, абсорбувати ексудат та забезпечувати бар'єрний захист. Наукова новизна полягає у використанні КМК замість традиційної карбоксиметилцелюлози, що відкриває нові можливості для регулювання властивостей кріогелів.
Основні результати показали, що системи з високим вмістом КМК у співвідношенні ПВС/КМК 0/10–7/3 мають псевдопластичну поведінку, тоді як композиції з переважанням ПВС 8/2–10/0 характеризуються дилатантними властивостями. Встановлено, що найбільший ступінь набрякання ~3900 % спостерігається для складу 3/7, проте такі зразки швидко висихають. Перспективними за поєднанням сорбційних та механічних властивостей визначено композиції 5/5 та 6/4, які демонструють високу міцність 0,31–0,37 МПа та відносне видовження до 457 %.
Галузь застосування отриманих матеріалів охоплює сучасну медицину, зокрема створення перев'язувальних засобів, стоматологічних матеріалів та біосумісних матриць для регенеративної медицини. Практичне значення роботи полягає у визначенні складів, що поєднують високу початкову вологість, контрольовану десорбцію та механічну стійкість, що є критично важливим для процесів загоєння ран та відновлення тканин.

Ключові слова: *полівініловий спирт, карбоксиметилкрохмаль, біосумісні гідрогелі, реологічні властивості, фізико-механічні властивості, кріогелі, ресурсозбереження*

DOI: 10.20535/2617-9741.2.2026.361040

*Corresponding author: lyashok.io@knutd.edu.ua
Received 14 May 2026; Accepted 06 June 2026

Вступ

Кріогелі сформувалися як багатофункціональні та перспективні біоматеріали, що знаходять широке застосування у різних напрямах біомедицини [1, 2]. Поєднання механічної міцності, значної пористості та високої біосумісності робить кріогелеві матеріали перспективними для створення інноваційних технологій і розробки нових функціональних матеріалів у майбутньому.

Сучасні полімерні та гідрогелеві матеріали, що застосовуються для лікування та захисту пошкоджених ділянок шкіри, повинні відповідати комплексу функціональних вимог. Насамперед вони мають забезпечувати оптимальний рівень вологості у зоні ураження, що створює сприятливі умови для регенерації тканин. Важливою характеристикою є здатність до абсорбції ексудату та ранової рідини, що запобігає їхньому накопиченню та розвитку інфекційних процесів [3].

© The Author(s) 2026. Published by Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. This is an Open Access article distributed under the terms of the license CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Не менш значущим є захист від висушування та редукційного некрозу поверхні рани, що дозволяє підтримувати життєздатність клітин у зоні ушкодження. Перспективним напрямом є імітація дії природних факторів росту, які стимулюють процеси загоєння та відновлення тканин. Крім того, матеріали повинні виконувати бар'єрну функцію, перешкоджаючи проникненню мікроорганізмів та інфекційних агентів [4, 5].

З практичної точки зору, такі системи мають характеризуватися гнучкістю, нетоксичністю, високою біосумісністю та контрольованою біорозкладністю. Поєднання цих властивостей визначає їхню ефективність у клінічному застосуванні та перспективність для створення інноваційних перев'язувальних засобів у сучасній медицині [6].

Останні дослідження Rahman Khan та Hasan узагальнили сучасні тенденції синтезу ПВС-гідрогелів для біомедичних застосувань, підкресливши їхню біосумісність та антимікробні властивості [7, 8]. Гао та співавтори дослідили фізично зшиті гідрогелі на основі полівінілового спирту, отримані методом заморожування, та показали їхню ефективність як перев'язувальних матеріалів для лікування ран. Автори відзначили високу біосумісність, контрольовану деградацію та здатність підтримувати оптимальну вологість у зоні ураження [9]. У сучасному дослідженні Vieira Capanema та співавторів було синтезовано гібридні гідрогелі на основі карбоксиметилцелюлози (КМЦ) та ПВС із використанням лимонної кислоти як зшиваючого агента. Автори показали їхню високу сорбційну здатність та цитосумісність і перспективність як перев'язувальні матеріали для хронічних ран [10].

У нашій роботі замість КМЦ використано карбоксиметилкрохмаль (КМК), що відкриває нові можливості для створення біосумісних гідрогелів із регульованими властивостями та перспективою застосування у стоматології та регенеративній медицині.

Заміна КМЦ на КМК є доцільною не лише з біомедичної точки зору, а й з позицій зеленої хімії, оскільки забезпечує ресурсозбереження (завдяки використанню відновлюваної агросировини) та потенційну енергоефективність на етапі формування кріоструктури полімеру.

У даній роботі поставлено завдання комплексного дослідження полімерних композицій на основі полівінілового спирту (ПВС) та карбоксиметилкрохмалю (КМК) з метою визначення їхніх реологічних, сорбційних та фізико-механічних властивостей.

Невирішеною частиною наукової проблеми є встановлення оптимальних співвідношень ПВС/КМК, які забезпечують баланс між високою сорбційною здатністю, стабільністю структури та достатньою механічною міцністю для подальшого використання у біомедичних галузях, зокрема у стоматології та регенеративній медицині.

Метою даної роботи є комплексне дослідження полімерних композицій на основі полівінілового спирту та карбоксиметилкрохмалю для визначення їх реологічних, сорбційних та фізико-механічних характеристик, що дозволить встановити оптимальні співвідношення компонентів для створення гідрогелевих матеріалів із покращеними експлуатаційними властивостями. У процесі дослідження передбачається досягнення наукового результату, який полягає у виявленні залежності між складом системи та її здатністю утримувати вологу, абсорбувати ексудат і забезпечувати необхідну міцність та еластичність.

Методика виконання роботи

У якості базових компонентів для створення гідрогелевих матеріалів було використано ПВС марки 16/1 із масовою часткою ацетатних груп не більше 0,9–1,7%, а також КМК, зареєстрований під номером CAS: 9063-38-1. У роботі досліджували полімерні композиції 10% водного розчину ПВС з 5% КМК у співвідношеннях ПВС/КМК в об'ємних долях 0/10, 1/9, 2/8, 3/7, 4/6, 5/5, 6/4, 7/3, 8/2, 9/1, 10/0. Всі композиції піддавалися заморожуванню при -15 ºС протягом доби з наступним розморожуванням за нормальних умов [11].

Реологічні характеристики зразків визначали за допомогою ротаційного віскозиметра Vevor NDJ-9S (КНР) відповідно до стандартної методики ISO 2555:2018.

Сорбційні властивості кріогелів оцінювали за зміною ступеню набрякання X (%) за розрахунковою формулою: $X = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\%$, де m_2 – маса зразка в певний момент часу перебування у воді, г; m_1 – маса сухого зразка, г.

Визначення фізико-механічних властивостей кріогелів: міцність, еластичність і здатність витримувати механічне навантаження зразків кріогелів проводили на приладі BDO–FBO.5TH (ZwickRoell, Німеччина) відповідно до стандартного методу випробувань ASTM D882-18. Руйнівну напругу при розтягуванні $\sigma_р$

в Н/м^2 обчислюють за формулою: $\sigma_p = \frac{P_p}{b\,h}$, де $P_р$ – навантаження, при якій зразок зруйнувався, Н; b і h – ширина і товщина робочої частини зразка, м.

Відносне подовження при розриві $\varepsilon_р$,% обчислюють за формулою: $\varepsilon_p = \frac{\Delta l_p}{l_0} \cdot 100$,де $\Delta l_р$, $\Delta l_т$ – збільшення довжини бази зразка при розриві і при межі плинності, відповідно, м; l_0 – початкова база зразка, м.

Результати та їх обговорення

Вивчення реології є ключовим у створенні кріогелів на основі ПВС/КМК, адже саме вона визначає, як матеріал поводиться під дією навантажень і які властивості матиме готова система.

Реологія полімерних систем описує їхню поведінку під дією деформації. Залежність між напруженням і швидкістю зсуву дає уявлення про структуру та властивості матеріалу. Основним практичним параметром є в'язкість розчину ПВС/КМК, що визначається співвідношенням τ/γ. Для низькомолекулярних рідин в'язкість стала й не залежить від режиму деформації — це «ньютонівські» рідини. Полімерні розчини здебільшого «неньютонівські», їхня ефективна в'язкість змінюється зі швидкістю та напруженням зсуву. Структурні зміни характеризують індексом течії n = dlgτ/dlgγ: для ньютонівських рідин n = 1, а зі зростанням структурованості та аномальної в'язкості значення n зменшується.

На рис. 1 та 2 наведено залежності в'язкості розчинів полімерної композиції на основі ПВС/КМК у співвідношеннях від 0/10 до 10/0 від градієнту швидкості зсуву.

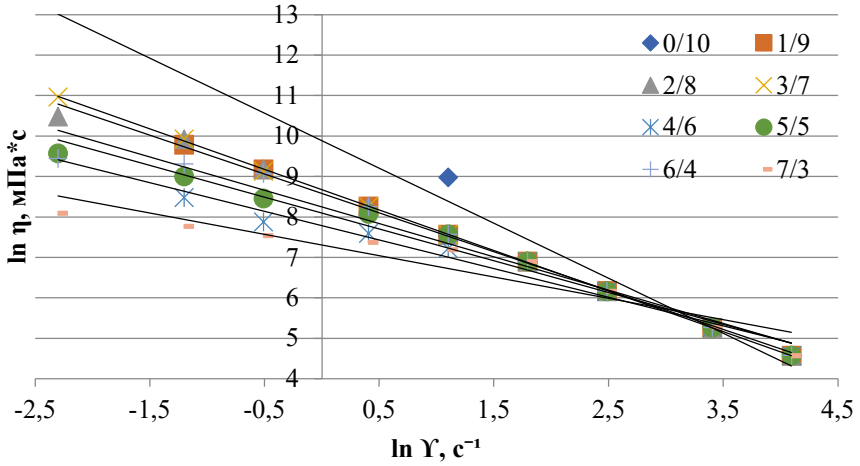

Рис. 1 – Залежність в'язкості розчину полімерної композиції на основі ПВС/КМК у співвідношеннях від 10/0 до 7/3 від швидкості зсуву

Як видно з рис. 1 зі збільшенням швидкості зсуву відбувається аномальне зниження в'язкості, як і для більшості полімерних систем. При чому кут нахилу ліній тренду залежності логарифму в'язкості від логарифму швидкості зсуву тим більший чим більше в системі вміст КМК.

З отриманих даних (рис. 2) спостерігається різке зниження показника в'язкості у розчинах при співвідношенні ПВС/КМК 8/2. Подальше збільшення частки ПВС – підвищує в'язкість системи. При чому показник в'язкості для композицій ПВС/КМК 9/1 вищий ніж для системи 10/0.

В досліджуваному інтервалі швидкостей зсуву, в'язкість розчинів композиції на основі ПВС/КМК відповідає ступеневому закону та описується рівнянням Оствальда-де Вілла: $\eta = K\,\gamma^{n-1}$, де К – коефіцієнт консистенції, що залежить як від природи матеріалу, так і від виду вимірювальної апаратури, та n – індекс течії.

За рівняннями ліній тренду в роботі було визначено константи К та n рівняння Оствальда–де Вілла для розчинів ПВС, КМК та їх композицій з різним співвідношенням компонентів. Встановлено, що при зростанні частки ПВС в полімерній композиції ПВС/КМК індекс течії розчину n зростає порівняно з чистими КМК, це, ймовірно, пов'язане зі зниженням структурованості системи. Розчини із співвідношенням ПВС/КМК від 0/10 до 7/3 показали n<1, характеризує їх як псевдопластичні композиції для яких в'язкість рідини зменшується при збільшенні напружень зсуву. А системи із вмістом ПВС від 8 до 10 частин індекс течії розчину n>1, при зниженні коефіцієнту К називають дилатантними рідинами, тобто системами для яких в'язкість зростає при збільшенні швидкості деформації зсуву.

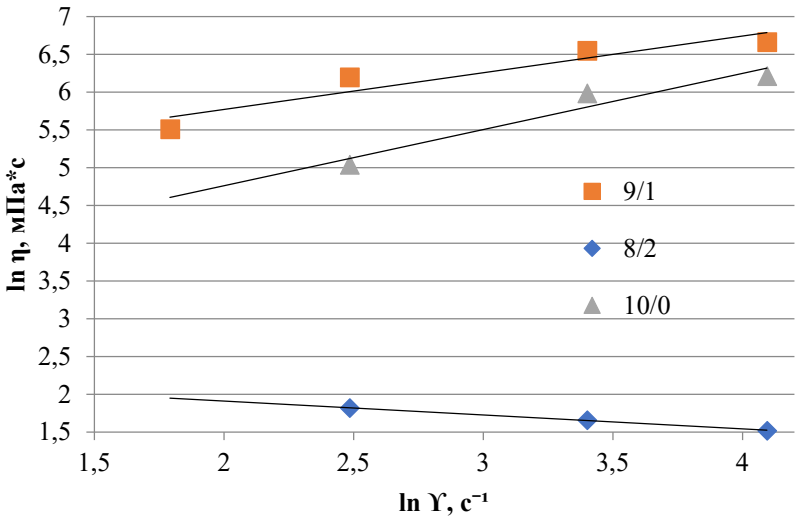

Рис. 2 – Залежність в'язкості розчину полімерної композиції на основі ПВС/КМК від 8/2 до 10/0 від швидкості зсуву

Композиції на основі ПВС/КМК, які містять 80–100 % КМК не утворили кріогелів, які б зберігали свою форму. Тому придатними для подальших досліджень були зразки із співвідношенням ПВС/КМК 3/7–10/0. Особливістю цих кріогелів є те, що із збільшенням вмісту 5% КМК початкова вологість зразків збільшується, так як вміст води у зразках більше. На рис.3 наведено розрахункові значення вмісту води в залежності від часу висихання зразків кріогелів на основі ПВС/КМК із співвідношенням від 3/7 до 10/0.

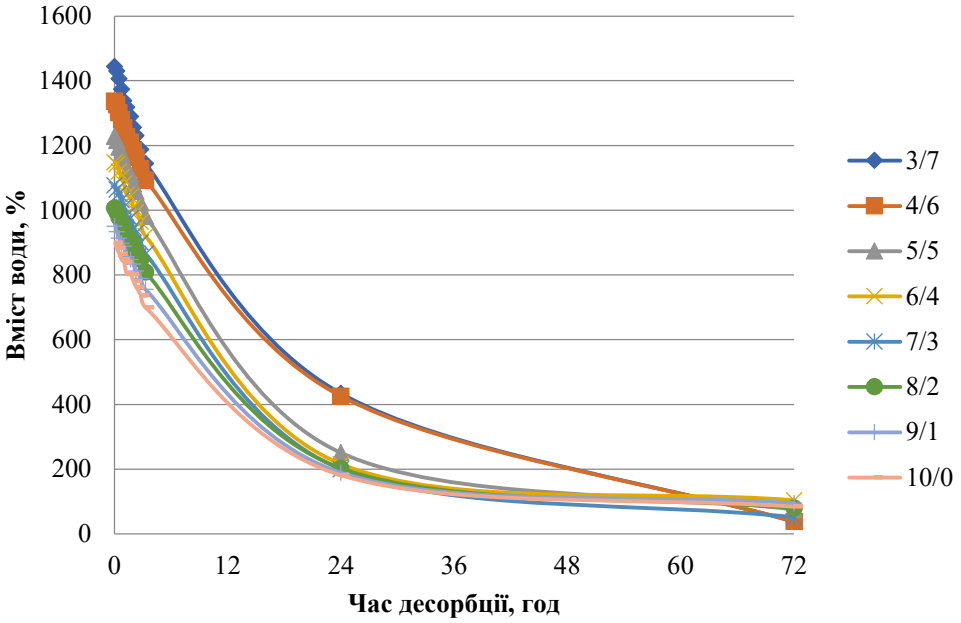

Рис. 3 – Залежність вмісту води в гідрогелях на основі композиції ПВС/КМК від часу десорбції.

Для зразків на основі композиції ПВС/КМК у співвідношенні 3/7 та 4/6 характерно найбільша кількість початкової вологи, що становить 1444 % та 1337 % та найменше значення залишкової 38 % для обох зразків. Волога за 72 години для цих кріогелей зменшується у 38 та 34 рази відповідно.

На рис. 4 наведено залежність десорбції води через 72 години з кріогелів на основі ПВС/КМК від вмісту ПВС.

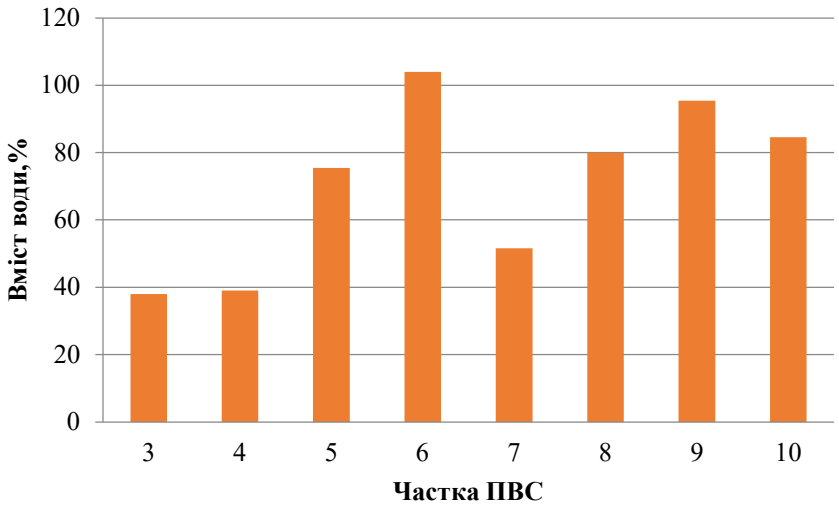

Рис. 4 – Залежність десорбції води через 72 години з кріогелів на основі ПВС/КМК від вмісту ПВС

Як видно з гістограми для зразків із вмістом ПВС 6, 9 та 10 частин залишкова волога через 72 години становить 104 %, 95 % та 84.5 % відповідно. Тобто кріогелі із співвідношенням ПВС/КМК 6/4 мають найбільшу залишкову вологу, яка менша у порівнянні з початковою в 11 разів. Отже зразок, який містить 6 частин ПВС та 4 частини КМК буде повільніше висихати при експлуатації на відкритій площині, разом з цим дані зразки мають високу початкову вологість, що сприяє процесам загоєння ран.

В роботі було досліджено сорбційні властивості кріогелів на основі ПВС/КМК у співвідношенні від 3/7 до 10/0.

На рис. 5 наведено залежність ступеню набрякання від часу занурення у дистильовану воду зразків кріогелів на основі ПВС/КМК.

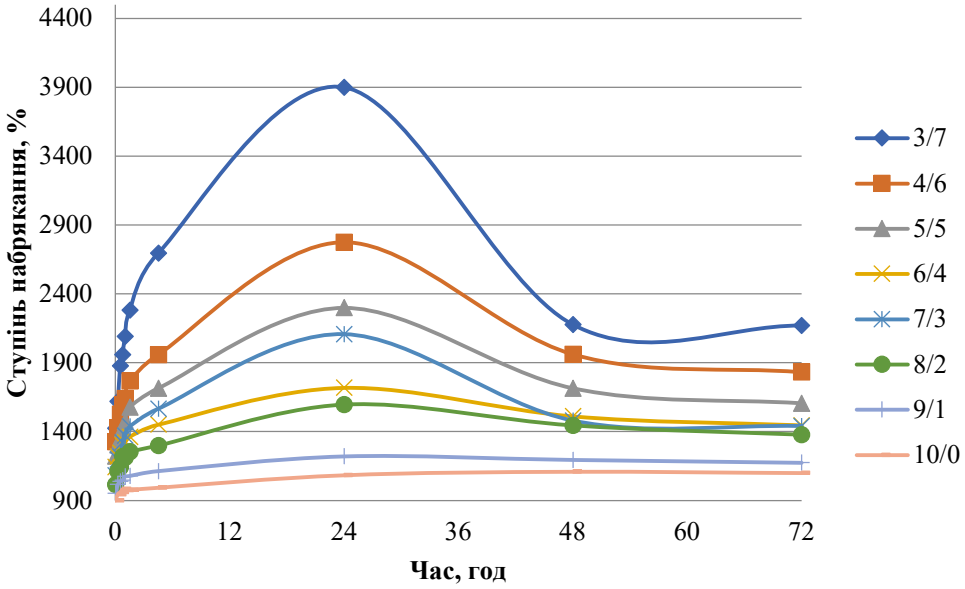

Рис. 5 – Залежність ступеню набрякання від часу занурення зразка кріогелів на основі ПВС/КМК

Як видно з графіка через 72 години встановлюється рівноважне значення ступеню набрякання для всіх зразків кріогелів. Збільшення вмісту КМК призводить до появи характерного піку після 24 годин дослідження. При цьому для зразка ПВС/КМК у співвідношенні 3/7 характерний найвищий ступінь набрякання, що становить порядка 3900 %. Подальше перебування кріогелів у воді призводить до поступового зменшення ваги зразків, що можливо пов'язано з вимиванням водорозчинного КМК. Після 48 годин втрата ваги практично припиняється і встановлюється рівновага.

На рис. 6. наведено порівняльну гістограму початкового та рівноважного значення ступеню набрякання води для зразків кріогелів на основі ПВС/КМК в залежності від вмісту ПВС.

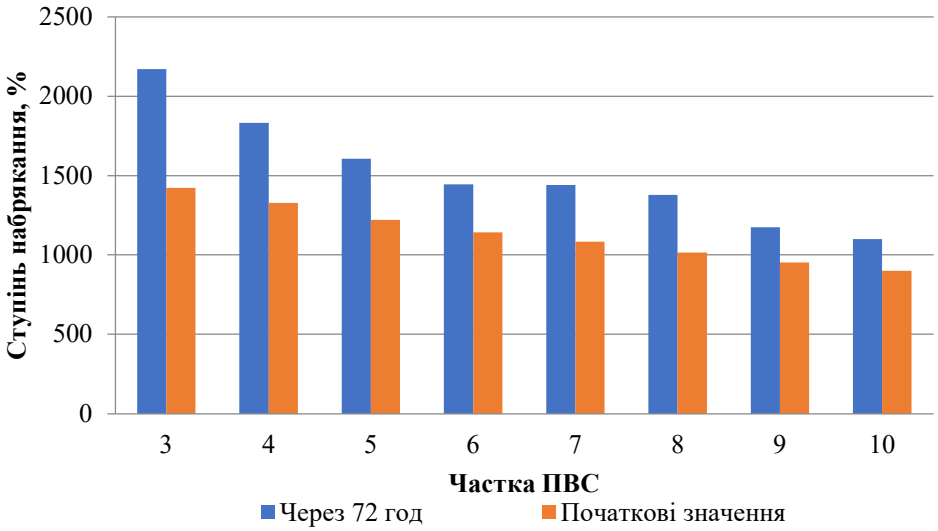

Рис. 6 – Початковий та рівноважний ступінь набрякання в залежності від вмісту ПВС у кріогелі

Як видно з гістограми, в усіх зразках кріогелів встановлене через 72 години рівноважне значення ступеню набрякання води більше за початкове в середньому в 1,32 рази. Найбільше залишкове значення ступеню набрякання характерне для зразка із співвідношенням ПВС/КМК 3/7 становить 2170 %, а найменше – для зразка, який містить лише ПВС 1100 %. Тобто збільшення вмісту ПВС зменшує сорбційні властивості кріогелю, а збільшення вмісту КМК, навпаки, збільшує сорбційні властивості зразків, що покращує їх характеристики.

Так як зразки з найбільшим значенням ступеню набрякання швидко висихають, то доцільно буде рекомендувати для подальшого дослідження зразки із співвідношенням ПВС/КМК 5/5 та 6/4.

Можливість використання кріогелевих матеріалів значною мірою визначається їхніми експлуатаційними властивостями: твердістю, еластичністю, міцністю. В роботі було досліджено зразки кріогелів на основі ПВС/КМК у співвідношенні від 4/6 до 9/1. Зразки з меншим ніж 3 частини вмістом ПВС не мали механічної міцності, та легко піддавалися руйнуванню. Таким чином, дослідили наступні фізико-механічні властивості кріогелів: навантаження при розриві та при видовженні на 100 та 300 %, межу міцності, відносне подовження. Всі вимірювання проводили на 5 паралельних дослідах. За істинне приймали середнє значення.

На рис. 7. наведено залежність величини навантаження при розриві від частки ПВС у композиції кріогелів ПВС/КМК.

Для кріогелів із співвідношенням ПВС/КМК 4/6 характерне найбільше значення навантаження при розриві, яке становить 6,31 Н, а при вмісті ПВС 5 і більше частин навантаження при розриві коливається в межах від 0,83 до 1,15 Н.

Так як кріогелі є еластичними, то, для встановлення експлуатаційних характеристик, необхідно визначити відносне подовження при розриві. Якщо зразок розірвався без видовження, тобто відразу, як тільки приклали зусилля значення відносного видовження відсутнє, як, наприклад для зразка ПВС/КМК 9/1. На рис. 8 наведено залежність відносного видовження від частки ПВС у композиції кріогелів із співвідношенням ПВС/КМК від 4/6 до 8/2.

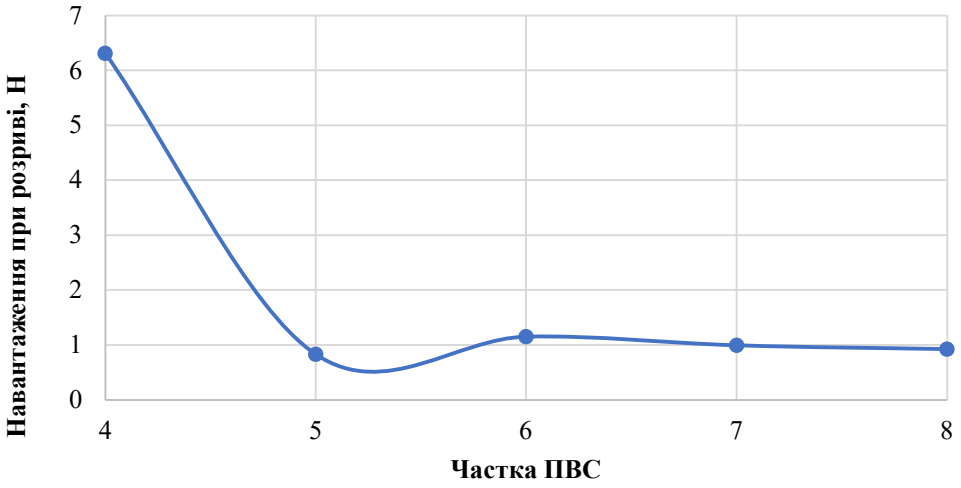

Рис. 7 – Залежність величини навантаження при розриві від частки ПВС у композиції кріогелів ПВС/КМК

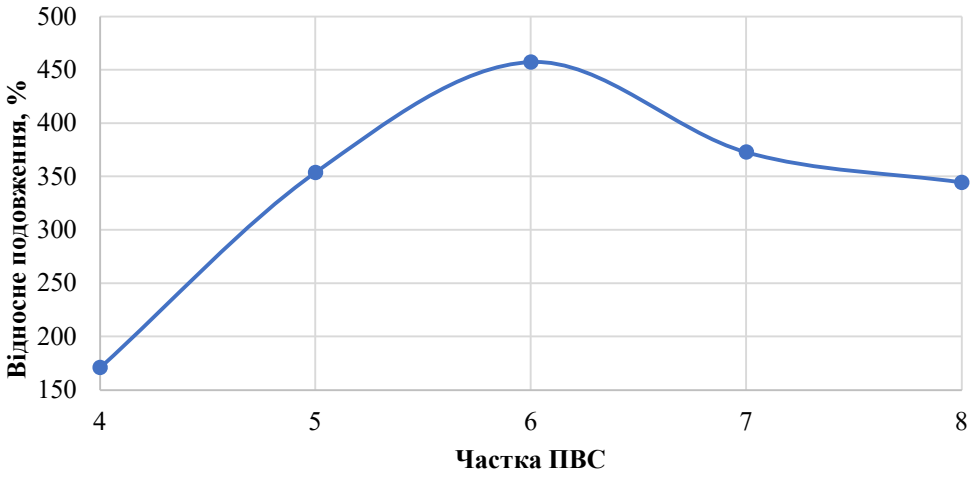

Рис. 8 – Залежність відносного подовження від частки ПВС у композиції кріогелів ПВС/КМК

Як видно з рисунка 10 відносне максимальне видовження характерне для зразка, що містить 6 частин ПВС і 4 частини КМК та становить 457 %, а найменше значення 170 % - для зразка, який містить 4 частини ПВС та 6 частин КМК.

Границя, або межа міцності є пороговою величиною статичного механічного напруження, після перевищення якого це механічне напруження зруйнує якесь тіло з конкретного матеріалу, в нашому випадку кріогелі на основі ПВС/КМК у співвідношенні від 4/6 до 9/1. На рис. 9 наведена залежність межі міцності від частки ПВС для композицій кріогелів ПВС/КМК.

Як видно з графіка крива залежності межі міцності від частки ПВС в композиції кріогелів на основі ПВС/КМК має схожий до логарифмічно-нормального розподілу з максимальними значеннями в інтервалі 0,31 – 0,37 МПа для кріогелів, які містять 5–7 частин ПВС. Зразки з вмістом ПВС 4, 8 та 9 частин мають відносно невисоку межу міцності від 0,035 до 0,11 МПа. Отже кріогелі із співвідношенням ПВС/КМК 5/5, 6/4, 7/3 мають достатню міцність і можуть бути рекомендовані для використання у біомедичні галузі.

Отже встановлено, що зі збільшенням вмісту КМК розривне навантаження зростає з 0,92 до 6,31 Н, а відносне подовження максимальне в композиції при співвідношенні ПВС/КМК 6/4. Подальше збільшення вмісту КМК призводить до зменшення відносного подовження кріогелів.

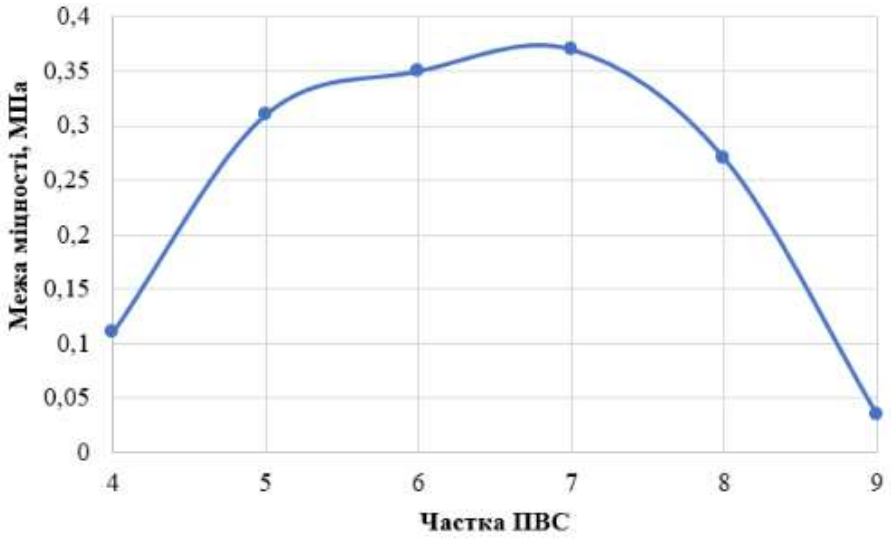

Рис. 9 – Залежність межі міцності від частки ПВС для композицій кріогелів ПВС/КМК

Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено, що реологічні властивості розчинів ПВС/КМК при вмісті КМК 0/10 – 7/3 мають індекс течії n < 1, що відповідає псевдопластичній поведінці. А при збільшенні частки ПВС (8/2 – 10/0) індекс течії n > 1, що характеризує їх як дилатантні рідини. Доведено, що індекс течії n зростає зі збільшенням вмісту ПВС, що свідчить про зниження структурованості системи. Вміст вологості у гідрогелях зі збільшенням КМК зростає. Найбільший ступінь набрякання ≈ 3900 % спостерігається для зразка 3/7, але такі системи швидко висихають. Оптимальними композиціями є 5/5 та 6/4. Встановлено, що найбільше навантаження при розриві 6,31 Н має склад 4/6, а максимальне видовження 457 % — склад 6/4, межа міцності досягає 0,31–0,37 МПа у зразках 5/5, 6/4 та 7/3, що робить їх перспективними для біомедичного застосування.

Отже, в роботі встановлено закономірності між складом системи ПВС/КМК та її реологічною поведінкою, сорбційними й механічними властивостями, що відкриває перспективи їхнього використання у біомедичних застосуваннях.

Перспективи подальших досліджень

Розроблені композиції на основі біосумісних ПВС/КМК, які поєднують регульовані фізико-механічні властивості, що відкриває перспективи їх потенційного використання як ефективних полімерних матриць для створення кріогелів біомедичного застосування.

Фінансування

Дослідження проводилось без фінансової підтримки.

Конфлікт інтересів

Автори декларують, що не мають конфлікту інтересів стосовно даного дослідження, в тому числі фінансового, особистісного характеру, авторства чи іншого характеру, що міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в даній статті.

Доступність даних

Дані, що підтверджують результати цього дослідження, можуть бути надані автором для листування за обґрунтованим запитом.

Використання засобів генеративного штучного інтелекту

Автори підтверджують, що не використовували технології штучного інтелекту при створенні представленої роботи.

Список використаної літератури

1. Omidian H, Dey Chowdhury S, Babanejad N. Cryogels: Advancing Biomaterials for Transformative Biomedical Applications. *Pharmaceutics*. 2023;*15*:1836. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15071836
2. Wang M, Bai J, Shao K, Tang W, Zhao X, Lin D, et al. Polyvinylalcohol Hydrogels: The Old and New Functional Materials. *InternationalJournal of Polymer Science*. 2021;*2021(1)*:1–16. https://doi.org/10.1155/2021/2225426

3. Subota Ye, Shumeyko M. Innovative hydrogel compositions for the treatment of burn wounds with anti-inflammatory properties: a literature review. [Innovatsiyni hidrohelevi kompozytsiyi dlya likuvannya opikovykh ran iz protyzapalnymy vlastyvostyamy: ohlyad literatury]. *Suchasna medytsyna, farmatsiya ta psykholohichne zdorovya.* 2025;*1(19):*46–55. https://doi.org/10.32689/2663-0672-2025-1-8 (In Ukrainian)
4. Demchenko VL, Rybalchenko NP, Yurzhenko MV, Kunytskyy DV, Marynin AI, Dolhoshey VB, et al. Features of formation, structure and properties of nanocomposite polymer cryogel materials. [Osoblyvosti formuvannya, struktura ta vlastyvosti nanokompozytnykh polimernykh kriohelevykh materialiv]. *Visnyk NTUU "KPI imeni Ihorya Sikorskoho". Seriya: Khimichna inzheneriya, ekolohiya ta resursozberezhennya.* 2026;*1(25)*:108–117. https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2026.356020 (In Ukrainian)
5. Lei J, Sun L, Li P, Zhu C, Lin Z, Mackey V, et al. The Wound Dressings and Their Applications in Wound Healing and Management. *Health Science Journal.* 2019;*13(4)*:662. https://doi.org/0.36648/1791-809X.1000662
6. Schoukens G. Bioactive dressings to promote wound healing. Advanced Textiles for Wound Care. *Cambridge: Woodhead Publishing*. 2009;*5*:114–152. https://doi.org/10.1533/9781845696306.1.114
7. Abdulsalam L, Abubakar S, Permatasari I, Lawal AA, Uddin S, Ullah S, et al. Advanced Biocompatible and Biodegradable Polymers: A Review of Functionalization, Smart Systems, and Sustainable Applications. *Polymers.* 2025;*17(21):*2901. https://doi.org/10.3390/polym17212901
8. Demchenko V, Mamunia Yu, Sytnyk I, Yurzhenko M, Rybalchenko N, Zahorodnia S, et al. Cryogel wound dressing materials based on polyvinyl alcohol, hyaluronic acid and nanoparticles Ag_2O. [Kriohelevi materialy dlia pereviazuvannia ran na osnovi polivinilovoho spyrtu, hialuronovoi kysloty ta nanochastynok Ag_2O]. *ACS Appl. Mater. Interfeisy.*. 2025;*17*(38):53312–53326. https://doi.org/10.1021/acsami.5c14960 (In Ukrainian)
9. Rahman Khan MM, Hasan Rumon M. Synthesis of PVA-Based Hydrogels for Biomedical Applications: Recent Trends and Advances. *Gels*. 2025;*11(2)*:88. https://doi.org/10.3390/gels11020088
10. Vieira Capanema NS, Mansur AP, Carvalho IC, Mansur HS. Bioengineered Water-Responsive Carboxymethyl Cellulose/Poly(vinyl alcohol) Hydrogel Hybrids for Wound Dressing and Skin Tissue Engineering Applications. *Gels*. 2023;*9(2)*:166. https://doi.org/10.3390/gels9020166
11. Liashok IO, Plavan VP, Ishchenko OV, Hodunko AA, Shvets VV. Properties of hybrid hydrogels with the addition of modified starch and montmorillonite-type clay. [Vlastyvosti hibrydnykh hidroheliv z dodavannyam modyfikovanoho krokhmalyu ta hlyny montmorylonitovoho typu]. *Visnyk KNUTD. Seriya Tekhnichni nauky*. 2023;3(14):47-55. https://doi.org/10.30857/2786-5371.2023.3.5 (In Ukrainian)

Irina Liashok, Viktoriia Plavan, Vyacheslav Shvets, Oksana Smachylo, Olena Kryukova

BIOCOMPATIBLE HYDROGELS BASED ON POLYVINYL ALCOHOL/CARBOXYMETHYL STARCH: PROPERTIES AND PROSPECTS OF USE

The subject of the study is polymer compositions based on polyvinyl alcohol and carboxymethyl starch. The aim of the work is to comprehensively determine the rheological, sorption and physico-mechanical characteristics of polymer systems to establish optimal ratios of components that ensure the formation of biocompatible hydrogel materials with high sorption capacity, structural stability and sufficient mechanical strength, suitable for promising applications in dentistry and regenerative medicine.
The methodology of the work includes cryostructuring of aqueous solutions of PVA/CMC, determination of rheological parameters using a rotational viscometer, assessment of sorption properties by measuring water absorption and study of mechanical characteristics (strength, elasticity, elongation) in accordance with international standards ISO and ASTM. The relevance of the study is due to the need to create new biocompatible dressing materials that can maintain optimal humidity, absorb exudate and provide barrier protection. Scientific news is not possible to use CMC instead of traditional carboxymethyl cellulose, which opens up new opportunities for regulating the properties of hydrogels.
The main results showed that systems with a high CMC content in the PVA/CMC ratio of 0/10–7/3 have pseudoplastic behavior, while compositions with a predominance of PVA of 8/2–10/0 are characterized by dilatant properties. It was found that the highest degree of sorption is ~3900% based on 3/7, but such samples dry out quickly. The compositions 5/5 and 6/4, which demonstrate high strength of 0.31–0.37 MPa and relative development up to 457%, were identified as promising for combining sorption and mechanical properties.
The field of application of the obtained materials covers modern medicine, in particular the creation of dressings, dental materials and biocompatible matrices for regenerative medicine. The practical significance of the work lies in the specific compositions that combine high initial moisture content, controlled desorption and mechanical stability, which is a critical point for wound healing and tissue repair processes.

Keywords*: polyvinyl alcohol, carboxymethyl starch, biocompatible hydrogels, rheological properties, physicomechanical properties, hydrogels, resource saving*