

О. В. Майкович, І. А. Дронь, Н. М. Букартик, О. Ю. Борденюк, Н. Г. Носова  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра органічної хімії  
Nataliia.H.Nosova@lpnu.ua

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГЕЛЕУТВОРЕННЯ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІДРОГЕЛІВ ПРИ СТРУКТУРУВАННІ ФОРПОЛІМЕРІВ АКРИЛАМІДУ

<https://doi.org/10.23939/ctas2021.01.179>

Наведено результати досліджень утворення полімерної матриці гідрогелю унаслідок структурування поліакриламідом його реакційноздатним полімерним похідним – полі-N-(гідроксиметил)акриламідом, визначено зони оптимальних умов синтезу та отримано характеристики гідрогелю залежно від рН-середовища, концентрації форполімерів, співвідношення між форполімерами та тривалості синтезу. Встановлено, що водневий показник реакційного середовища під час синтезу гідрогелів є одним із вагомих факторів, який у разі конструювання полімерного каркаса гідрогелів дає змогу в широких межах регулювати їхні колоїдно-хімічні властивості.

**Ключові слова:** поліакриламід; гідрогель; рН середовища; гель-фракція; ступінь набрякання.

### Вступ

У великій кількості публікацій упродовж останніх декількох десятиліть [1, 2] значну увагу приділяють гідрогелевим системам. Завдяки винятковим фізичним та хімічним властивостям (високий вміст води, гнучкість, еластичність, біосумісність тощо) їх широко застосовують у найрізноманітніших галузях промисловості: медичній, харчовій, аграрній тощо. Сьогодні в цій сфері гідрогелі широко досліджують та використовують у процесах пролонгованої доставки ліків [3–5], як матриці для контрольованого вивільнення біологічно активних сполук та фармацевтичних протеїнів [6, 7], як імпланти [8, 9], для конструювання тканин організму [10] і, відповідно, інкапсуляції клітин живих тканин [11], як лікувальні пов'язки для лікування ран і опіків та інших поверхневих пошкоджень [12, 13, 14]. Незважаючи на той факт, що на основі гідрогелів вже створено та впроваджено велику кількість виробів біомедичного спрямування, завдання одержання та дослідження властивостей нових гідрогелів залишається актуальним, а потенціал їх використання ще далеко не вичерпаний.

Синтетичні гідрогелі зазвичай отримують або внаслідок “тривимірної полімеризації”, полімеризацією гідрофільного мономера у присутності поліфункціонального зшивального агенту, або внаслідок перехресного зшивання макромолекул водорозчинних полімерів. Полімеризація, зазвичай, ініціюється сполуками, здатними до утворення вільних радикалів (бензоїлпероксид, 2,2-азо-ізообутиронітрил, персульфат калію та амонію), або ініціювання відбувається під дією УФ-, гамма- чи електронно-променевого випромінювання [15, 16]. Як наслідок, гідрогелі, синтезовані методом тривимірної полімеризації, містять значні кількості непрореагованих мономерів, залишків ініціаторів, які потрібно видаляти із гідрогелю, що нерідко є процесом складним та довготривалим. Натомість у разі використання реакцій перехресного зшивання полімерів без використання додаткових низькомолекулярних зшивальних агентів можна уникнути необхідності очищення гідрогелів після їх синтезу. Такі процеси відомі для полі(вінілового спирту), полі(вінілпіролідону), поліетиленгліколю, полі(акрилової кислоти) та деяких полісахаридів, структурування яких відбувається за дії радіації [17–19]. Такі процеси хімічного ковалентного

зшивання макромолекул, особливо під час синтезу гідрогелів, коли необхідно проводити реакції конденсації у водному середовищі, практикуються значно рідше.

Метою роботи було вивчення умов отримання і дослідження властивостей гідрогелів поліакриламід, синтезованих під час структурування за різних умов у водному середовищі форполімерів акриламід та полі-N-(гідроксиметил)акриламід порівняно невисокої молекулярної маси (40 та 60 кДа відповідно).

### Матеріали та методи досліджень

Синтез поліакриламід (ПАА) з молекулярною масою 40 кДа та полі-N-(гідроксиметил)акриламід (СТ) з молекулярною масою 60 кДа, у якому вміст ланок з метилольними групами становить 85 % мольн., здійснювали за методиками, розробленими й описаними раніше [20].

Синтез гідрогелів проводили з використанням водних розчинів полі-N-(гідроксиметил)акриламід 5÷15 %, поліакриламід 5÷20 %, які змішували із дотриманням заданих співвідношень. Отриману суміш форполімерів або підкислювали введенням 5н сульфатної кислоти до водневого показника 2÷3, або створювали лужне середовище рН = 9÷11 введенням 10 % розчину гідроксиду натрію. Потім композицію прогрівали за температури 60÷80 °С упродовж заданого часу.

Ступінь набрякання зразків гідрогелів (відношення маси води до маси полімерів в зразку гідрогелю) визначали гравіметричним методом за 20 °С у дистильованій воді.

Вміст гель-фракції у зразках гідрогелів визначали так: вирізали зразки гідрогелю масою 0,5÷1 г, зважували на аналітичних вагах і заклали в попередньо зважені нейлонові мішечки. Зразки поміщали у дистильовану воду з температурою 50 °С на 15 год, із постійним перемішуванням, кожні 2÷3 год змінювали воду. Після відмивання зразки поміщали в сушильну шафу з температурою 70 °С. Зразки висушували до постійної маси і порівнювали одержане значення з початковою масою полімеру в зразку, визначаючи відсоток полімеру, який не ввійшов у структуру гідрогелю.

### Результати досліджень та їх обговорення

У наших попередніх публікаціях [20, 21] описано метод одержання поліакриламідних гідрогелів, формування тривимірного полімерного

каркаса методом хімічного структурування під час взаємодії поліакриламід та полі-N-(гідроксиметил)акриламід за рН середовища в межах 2÷3. Проте гідрогелі у такій системі утворюються також і в лужній області рН. У цій публікації подано із порівнянням результати досліджень умов синтезу поліакриламідних гідрогелів за різних рН середовища та здійснено оцінку властивостей отриманих гідрогелів.

Найважливішими факторами, які впливають на процеси утворення гідрогелю поліакриламід за методом хімічного структурування його форполімерів, окрім рН-середовища, є температура, концентрація форполімерів та час проведення реакції.

Для процесу синтезу гідрогелів використовували поліакриламід з порівняно невисокою середньою молярною масою 40 кДа, а отриманий з нього полі-N-(гідроксиметил)акриламід із середньою молярною масою 60 кДа, що дало змогу уникнути утворення високов'язких гелеутворювальних сумішей на початкових стадіях синтезу.

У розглянутому випадку структурування форполімерів проводили за температури 70 °С. Збільшення температури, хоча і прискорює процеси структурування, однак, за літературними даними [22, 23], може призвести до перебігу небажаних реакцій імідизації (неконтрольованого структурування поліакриламід з утворенням водонерозчинних продуктів), а зниження температури синтезу призводить до істотного збільшення часу, необхідного для утворення гідрогелю та великої кількості золь-фракції, що свідчить про незавершеність процесів структурування [24].

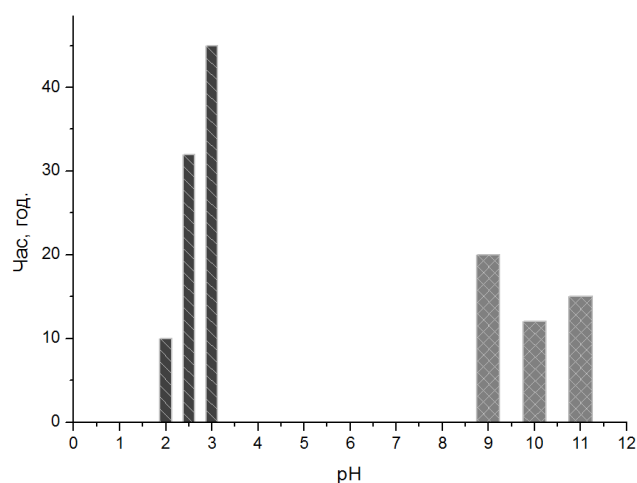


Рис. 1. Залежність тривалості синтезу гідрогелів від рН середовища (до досягнення гель-фракції понад 97 %)

Під час дослідження впливу рН середовища синтез гідрогелів проводили, змінюючи його в межах від 2 до 11. На рис. 1 наведено залежність тривалості синтезу гідрогелю (час, необхідний для досягнення гель-фракції понад 97 %) від рН середовища для зразків гідрогелів за загальної концентрації форполімерів 20 % та співвідношення між ПАА та СТ як 1 : 1.2. Аналізуванням отриманих результатів встановлено, що у разі проведення синтезу в діапазоні значень рН від 3,5 до 8,5 структурування (гелеутворення) за прийнятний час досягти не вдається. Істотну швидкість реакції гелеутворення спостерігали в двох діаметрально протилежних діапазонах рН – у кислотній області  $2 \leq \text{pH} \leq 3$  та в лужній  $9 \leq \text{pH} \leq 11$ , за яких повне (до 97 % гель-фракції) структурування гідрогелю відбувалось в інтервалі від 9 до 45 год (рис. 1). Для детальніших досліджень вибрано рН реакційної суміші 2 та 10, за яких реалізувалась задана повнота структурування форполімерів за термін до 24 годин.

Основні відмінності отриманих у лужному та кислому середовищі гідрогелів, за інших рівних умов, проявляються у різній їх здатності до набрякання у воді. Результати вивчення параметрів набрякання гідрогелів, одержаних за рН = 10, показали істотно вищі значення ступеня набрякання порівняно з гідрогелями, отриманими за рН = 2 (рис. 2).

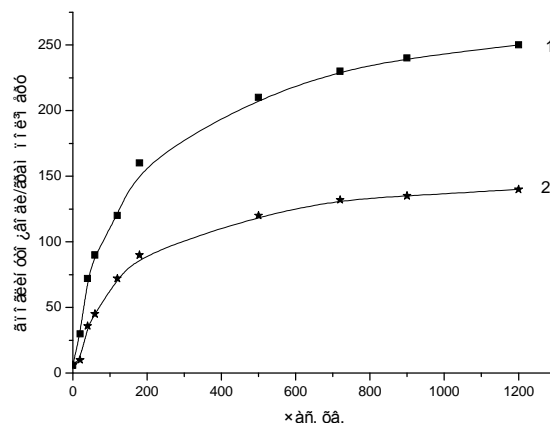


Рис. 2. Залежність набрякання від часу для зразків гідрогелів, отриманих за різних рН: 1 – зразок гідрогелю, синтезований за рН = 10; співвідношення ПАА:СТ=1:1,2; 70 °С; 12 год 2 – зразок гідрогелю, синтезований за рН = 2, співвідношення ПАА:СТ= 1:1,2; 70 °С; 10 год

Пояснимо причини утворення різних за властивостями гідрогелів, які отримано в умовах кислого та лужного рН. Як відомо з літературних даних [25], в умовах кислого середовища ковалентні зв'язки утворюються у разі взаємодії метилольних груп полі-N-(гідроксиметил)акриламідів з амідними групами поліакриламідів, відповідно до схеми, зображеної на рис. 3, I.

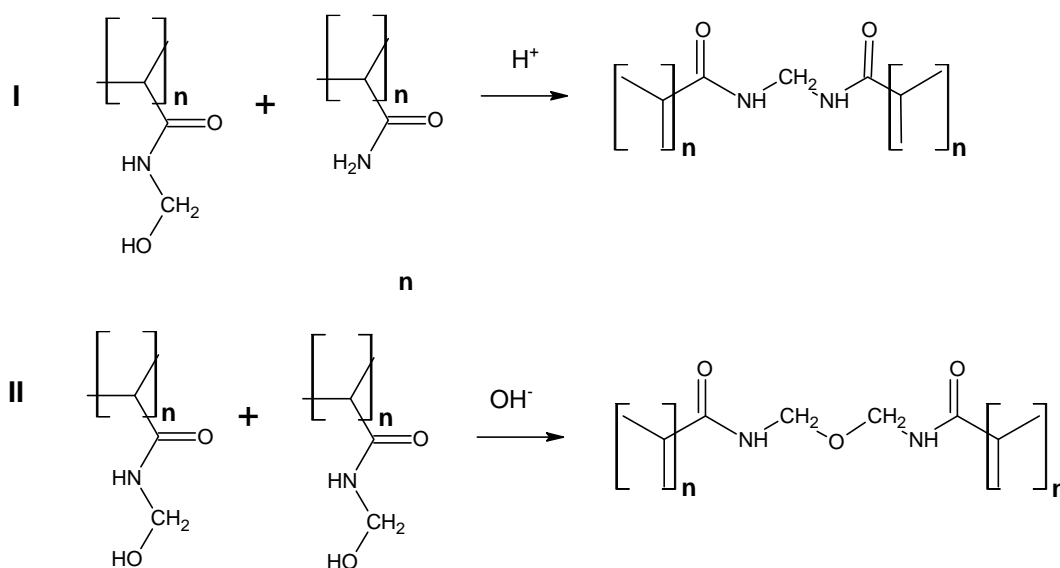


Рис. 3. Схема структурування форполімерів акриламідів

Така схема структурування передбачає утворення між макромолекулами форполімерів доволі жорсткого, короткого зв'язку через

метилонову групу, що зменшує сегментальну рухливість фрагментів полімерної сітки. Крім того, у разі утворення такого зв'язку сумарна

гідрофільність полімеру зменшується. Обидва ці фактори спрямовані на пониження ступеня набрякання просторової полімерної сітки гідрогелю.

Літературні дані дають підстави прогнозувати, що механізм структурування у лужному середовищі реалізується також із утворенням гнучкіших і гідрофільніших етерних зв'язків (рис. 3, II) [22, 26]. Крім того, цілком ймовірно, що під час структурування у лужному середовищі частково модифікується і хімічна структура поліакриламідних ланцюгів. Відомо, що за низьких значень рН середовища амідні групи у поліакриламідах є доволі стійкими [22]. А у лужному середовищі за 70 °С процес супроводжується, очевидно, частковим їх гідролізом. Утворення у полімерному ланцюгу, крім амідних, також карбоксильних груп, частина яких у вигляді амонієвих/натрієвих солей, істотно підвищує осмотичний тиск набрякання, завдяки чому збільшуються і швидкість, і ступінь набрякання (рис. 2). Цьому також сприяє підвищена гнучкість макроланцюгів та міжсегментна рухливість, яка забезпечує можливість досягнення істотно вищого, ніж у разі синтезу гідрогелю в кислому середовищі (практично удвічі), його рівноважного ступеня набрякання.

Ще одним параметром, який істотно впливає на швидкість утворення гідрогелю, і, відповідно, на його властивості, є загальна концентрація форполімерів. Вплив загальної концентрації форполімерів, залежно від часу проведення синтезу, за якого досягається повне структурування зразків гідрогелів із заданим співвідношенням ПАА та СТ, для рН = 2 і температури 70 °С показано на рис. 4. Залежності наведено для зразків гідрогелів, отриманих із використанням поліакриламідів різної молекулярної маси (40 кДа та 270 кДа). Показано, що у разі використання поліакриламідів з ММ = 40 кДа, за 9÷13 год забезпечується повне структурування гідрогелю за загальної концентрації форполімерів у діапазоні 8÷25 %, а у випадку використання поліакриламідів з ММ = 270 кДа – за 3÷7 год за загальної концентрації форполімерів у діапазоні 5÷8 %. Проте, незважаючи на деякий вигреш в часі у разі використання форполімеру акриламідів вищої молекулярної маси, отримувати гідрогель з концентрацією понад 8 % практично неможливо через високу в'язкість вихідного розчину полімеру.

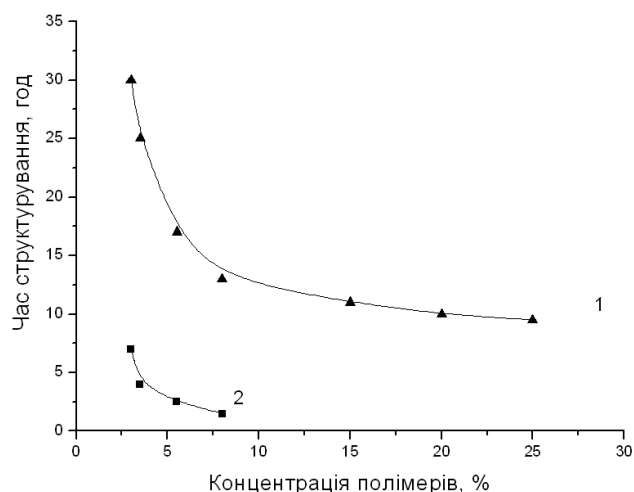


Рис. 4. Залежність часу, необхідного для повного структурування гідрогелю, від загальної концентрації форполімерів, за рН = 2, співвідношення ПАА:СТ 1:1,2 за  $T = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ : 1 – зразок гідрогелю, синтезований із використанням ПАА з ММ = 60 кДа; 2 – зразок гідрогелю, синтезований із ПАА з ММ = 270 кДа

Зіставивши дані щодо часу структурування і залежності ступеня набрякання у воді від часу набрякання для зразків гідрогелів (синтезованих у цих самих умовах), отриманих за різного часу структурування, можна дійти висновку, що просторова тривимірна структура полімерного каркаса гідрогелю утворюється уже за перші три години синтезу. Про це можна стверджувати на підставі характеру кривої набрякання, яка виходить на плато, досягаючи рівноважного набрякання, і не проявляє ознак слабкоструктурованого гідрогелю (зразок 1, рис. 5, а). Однак повне залучення практично всіх макромолекул, за даними гель-фракції, у цих умовах відбувається тільки після 10 год (рис. 1). За даними набрякання гідрогелів, якраз зразки, які синтезувалися понад 10 год, уже не відрізняються ні за швидкістю, ні за рівноважним ступенем набрякання (зразки 3, 4, 5 на рис. 5, а). Досягнення незмінності цієї залежності від часу прогрівання можна вважати критерієм для вибору мінімально необхідної тривалості проведення реакції.

Дані, наведені на рис. 5, б, підтверджують висновок, зроблений раніше, про те, що в таких умовах для досягнення максимально можливого структурування форполімерів, для отримання зразків гідрогелю на основі поліакриламідів з ММ = 40 кДа необхідно 9÷13 год. Тому наступні

дослідження проводили із тривалістю синтезу гідрогелів 12 год.

Дослідження впливу співвідношення форполімерів (поліакриламід та структурюючого полімеру – полі-N-(гідроксиметил)акриламід) на повноту структурювання, виконані для гідрогелів, синтезованих за різних водневих показників реакційного середовища (в області кислого та лужного рН), показали, що у разі здійснення синтезу за  $pH = 2,0$  у діапазоні  $ПА/СТ = 1/0,58 \div 1,17$ ,

ступінь набрякання отриманих гідрогелів уже не залежить від цього співвідношення, що характерно для повністю структурюваної гідрогелевої системи. За істотно меншого співвідношення одержували гідрогель, для якого, навіть через 20 год, не досягали рівноважного ступеня набрякання. Хоча характер залежності й не вказує на необмежене набрякання (розчинення), але гідрогель, отриманий за такого співвідношення, має незадовільні механічні властивості.

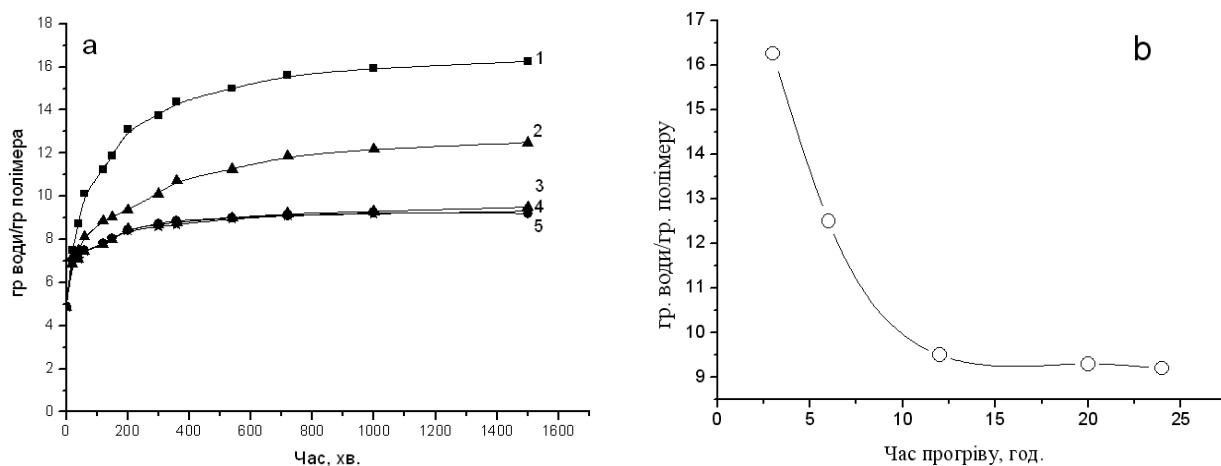


Рис. 5. Залежність набрякання від часу для зразків гідрогелів, отриманих за різної тривалості реакції структурювання: 1 – 3 год; 2 – 6 год; 3 – 12 год; 4 – 20 год; 5 – 24 год (а); б – залежність рівноважного ступеня набрякання зразків гідрогелів від часу структурювання (умови синтезу: загальна концентрація полімерів  $C = 20 \%$ ,  $pH = 2$ ,  $T = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ )

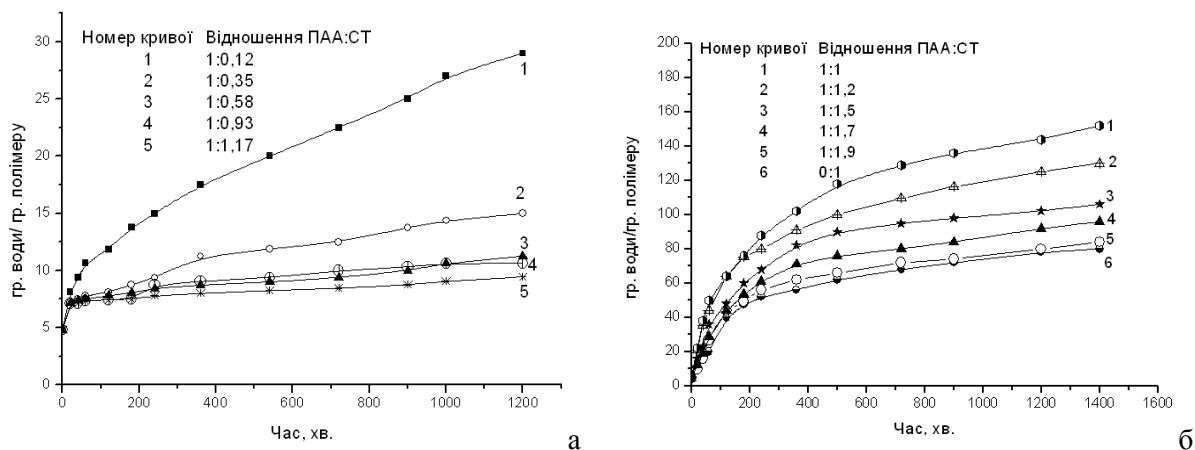


Рис. 6. Залежність набрякання від часу для зразків гідрогелів, отриманих за різних співвідношень форполімерів у композиції: а –  $pH = 2,5$ ; б –  $pH = 10$  (час структурювання 12 год за  $T = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ )

Отримання гідрогелів, у разі структурювання форполімерів за водневих показників середовища  $pH \geq 9$ , потребувало коригування їх

співвідношення. Гідрогелі, одержані за співвідношення менше як 1:2, мали невисокі фізико-механічні характеристики, криві кінетики набрякання

із ознаками слабкозшитих гелів, для яких характерна відсутність вираженого плато на кривих набрякання (рис. 6, б). За даними цього дослідження видно, що відмінність у параметрах рівноважного набрякання настає за доволі великих надлишків СТ у суміші. Максимальний ступінь структурування (тобто мінімальне набрякання) досягається у цих умовах, за співвідношення поліакриламід до полі-N-гідроксиметилакриламід від 1:1,9. При тому, за співвідношення 1:1, у цих умовах отримували гідрогелі, рівноважний ступінь набрякання яких на десяту добу становить понад 1500 %. Разом із тим, структурування в умовах кислого середовища дає змогу отримувати гідрогелі, які практично не набрякають у воді або характеризуються доволі незначним набряканням у межах 20–40 %.

### Висновки

Досліджено умови синтезу поліакриламідних гідрогелів під час перебігу реакції конденсації форполімерів. Визначено оптимальні умови їх одержання із високим ступенем завершеності реакцій у макромолекулярній системі та отримано залежності впливу на властивості гідрогелів рН-середовища, концентрації, співвідношення між форполімерами (полі-N-(гідроксиметил)-акриламідом) і поліакриламідом та тривалості проведення реакції. Одержані залежності дають підстави вважати, що, змінюючи умови синтезу, можна ефективно керувати параметрами набрякання гідрогелів, що дає змогу конструювати гідрогелеві матеріали для різноманітних застосувань у техніці – гідрофільні матриці флуоресцентних давачів, гідрогелеві сорбенти, мембрани.

### References

1. Tavakoli, S., & Klar, A. S. (2020). Advanced Hydrogels as Wound Dressings. *Biomolecules*, 10(8), 1169. doi:10.3390/biom10081169
2. Li, Y., Huang, G., Zhang, X., Li, B., Chen, Y., Lu, T., Xu, F. (2012). Magnetic Hydrogels and Their Potential Biomedical Applications. *Advanced Functional Materials*, 23(6), 660–672. doi:10.1002/adfm.201201708
3. Chai, Q., Jiao, Y., & Yu, X. (2017). Hydrogels for Biomedical Applications: Their Characteristics and the Mechanisms behind Them. *Gels*, 3(1), 6. doi:10.3390/gels3010006
4. Samchenko Yu. M., Konovalova V. V., Kryklya S. O., Pasmurtseva N.O. (2015). Nanorozmirni ferohidroheli na osnovi N-izopropil-akrylamidu dlia kontrolovanoho transportu likarskykh preparativ. *Polimernyi zhurnal*, 37(4), 416–422.
5. Gong, C., Qi, T., Wei, X., Qu, Y., Wu, Q., Luo, F., & Qian, Z. (2012). Thermosensitive Polymeric Hydrogels As Drug Delivery Systems. *Current Medicinal Chemistry*, 20(1), 79–94. doi:10.2174/0929867311302010009.
6. Mir, M., Ali, M. N., Barakullah, A., Gulzar, A., Arshad, M., Fatima, S., & Asad, M. (2018). Synthetic polymeric biomaterials for wound healing: A review. *Progress in Biomaterials*, 7(1), 1–21. doi:10.1007/s40204-018-0083-4.
7. Shantha, K., & Harding, D. (2000). Preparation and in-vitro evaluation of poly[N-vinyl-2-pyrrolidone-polyethylene glycol diacrylate]-chitosan interpolymeric pH-responsive hydrogels for oral drug delivery. *International Journal of Pharmaceutics*, 207(1–2), 65–70. doi:10.1016/s0378-5173(00)00533-0.
8. Xiong, L., Luo, Q., Wang, Y., Li, X., Shen, Z., & Zhu, W. (2015). An injectable drug-loaded hydrogel based on a supramolecular polymeric prodrug. *Chemical Communications*, 51(78), 14644–14647. doi:10.1039/c5cc06025g.
9. Seliktar, D., Black, R. A., Vito, R. P., & Nerem, R. M. (2000). Dynamic Mechanical Conditioning of Collagen-Gel Blood Vessel Constructs Induces Remodeling In Vitro. *Annals of Biomedical Engineering*, 28(4), 351–362. doi:10.1114/1.275.
10. George, M., Joseph L., Francis L. T. (2017). Development and evaluation of silver sulphadiazine loaded sodium alginate gelatin film for wound dressing applications. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 4(11), 420–423.
11. Naik, E. R., Reddy, K. V., & Swetha, N. (2019). Super Porous Hydrogels. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 12(1), 434. doi:10.5958/0974-360x.2019.00079.9.
12. Lin, R., Chen, Y., Moreno-Luna, R., Khademhosseini, A., & Melero-Martin, J. M. (2013). Transdermal regulation of vascular network bioengineering using a photopolymerizable methacrylated gelatin hydrogel. *Biomaterials*, 34(28), 6785–6796. doi:10.1016/j.biomaterials.2013.05.060.
13. Stoica, A. E., Chircov, C., & Grumezescu, A. M. (2020). Hydrogel Dressings for the Treatment of Burn Wounds: An Up-To-Date Overview. *Materials*, 13(12), 2853. doi:10.3390/ma13122853.
14. Tavakoli, J., & Tang, Y. (2017). Honey/PVA hybrid wound dressings with controlled release of antibiotics: Structural, physico-mechanical and in-vitro biomedical studies. *Materials Science and Engineering: C*, 77, 318–325. doi:10.1016/j.msec.2017.03.272.
15. El-Mohdy, H. A., & Safrany, A. (2008). Preparation of fast response superabsorbent hydrogels by

- radiation polymerization and crosslinking of N-isopropylacrylamide in solution. *Radiation Physics and Chemistry*, 77(3), 273–279. doi:10.1016/j.radphyschem.2007.05.006.
16. Rodrigues, F. H., Spagnol, C., Pereira, A. G., Martins, A. F., Fajardo, A. R., Rubira, A. F., & Muniz, E. C. (2013). Superabsorbent hydrogel composites with a focus on hydrogels containing nanofibers or nanowhiskers of cellulose and chitin. *Journal of Applied Polymer Science*, 131(2). doi:10.1002/app.39725.
17. Park, J., Kim, H., Choi, J., Gwon, H., Shin, Y., Lim, Y., Nho, Y. (2012). Effects of annealing and the addition of PEG on the PVA based hydrogel by gamma ray. *Radiation Physics and Chemistry*, 81(7), 857–860. doi:10.1016/j.radphyschem.2012.02.005.
18. Neimash V. B., Kupianskyi H. D., Olkhovyk I. V., Povarchuk V. Yu., Rohutskyi I. S. (2017). Fizychni vlastyvyosti radiatsiino-zshytykh hidroheliu polivinilovoyi spyrt-polietylenhlikol v konteksti zastosuvannia v medychnykh poviazkakh. *Ukrainskyi Fizychnyi Zhurnal*, 62(5), 400–409.
19. Zhang, Y., Wu, F., Li, M., & Wang, E. (2005). PH switching on-off semi-IPN hydrogel based on cross-linked poly(acrylamide-co-acrylic acid) and linear polyallyamine. *Polymer*, 46(18), 7695–7700. doi:10.1016/j.polymer.2005.05.121.
20. Nosova N. H., Samaryk V. Ia., Varvarenko S. M., Ferens M. V., Voronovska A. V., Nahorniak M. I., Khomiak S. V., Nadashkevych Z. Ia., Voronov S. A. (2016). Porysti poliakrylamidni hidroheli – oderzhannia ta vlastyvyosti. *Voprosy khymyy u khymycheskoi tekhnolohyy*, 5(6), 78–86.
21. Samaryk, V., Varvarenko, S., Nosova, N., Fihurka, N., Musyanovych, A., Landfester, K., Voronov, S. (2017). Optical properties of hydrogels filled with dispersed nanoparticles. *Chemistry & Chemical Technology*, 11(4), 449–453. doi:10.23939/chcht11.04.449.
22. Christensen, L., Breiting, V., Vuust, J., & Hogdall, E. (2005). Adverse reactions following injection with a permanent facial filler polyacrylamide hydrogel (Aquamid): Causes and treatment. *European Journal of Plastic Surgery*, 28(7), 464–471. doi:10.1007/s00238-005-0005-2.
23. Abramova L. Y., Baiburdiv T. A., Hryhorian E. P. Polyakrylamyd (1992). *Khymyia*.
24. Nilimanka D. Preparation methods and properties of hydrogel: a review. (2013). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(3), 112–117.
25. Dwivedi S., Khatri P., Mehra G.R., Kumar V. Conceptual hydrogel-A, overview. (2001). *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archive*, 2(6), 1588–1597.
26. Sonali B. D., Ganesh V. D., Sandeep S. T., Atul S. B., Avinash P. T., Hrishikesh A. J., Rajendra N. P. Hydrogel new trend in drug delivery system. Review. (2017). *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 4(1), 503–512.

**O. V. Maikovych, I. A. Dron, N. M. Bukartyk, O. Yu. Bordeniuk, N. G. Nosova**

Lviv Polytechnic National University,

Department of Organic Chemistry

Nataliia.H.Nosova@lpnu.ua

#### **INVESTIGATION OF GEL FORMATION PECULIARITIES AND PROPERTIES OF HYDROGELS OBTAINED BY THE STRUCTURING OF ACRYLAMIDE PREPOLYMERS**

The paper represents the results of the investigation of the formation of a polymeric matrix of hydrogel due to the structuring of polyacrylamide using its reactive polymeric derivative – poly-N-(hydroxymethyl) acrylamide. Research determined zones of optimum conditions of synthesis and characterized hydrogel depending on pH of media, the ratio between the concentration of prepolymers, and time of synthesis. The investigation of the reaction mixture showed that the hydrogen index of the synthesis of hydrogels is one of the important factors, which in the design of the polymer framework of hydrogels allows regulating their colloidal chemical properties in a wide range.

**Key words:** polyacrylamide; hydrogel; pH value; gel-fraction; swelling degree.