

УДК: 661.728.7

DOI: 10.20535/iwccmm2024303370

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАНОЦЕЛЮЛОЗНОЇ ОБРОБКИ НА ГІДРОФОБІЗОВАНІ БІОПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ

Вероніка МАКСИМЧУК,

Студент,

КПІ ім. Ігоря Сікорського

maksymchuk.veronika@iit.kpi.ua

Анотація. Дослідження зосереджене на процесі гідрофобізації біоматеріалів, зокрема целюлозних зразків. Аналізується вплив різних гідрофобізаторів на целюлозні зразки, оброблені наноцелюлозою. Результати показують, що ефективність гідрофобізаторів залежить від типу матеріалу: АМЕО продемонстрував нижчу ефективність на зразках бавовни порівняно з гідрофобізатором 1107. Дослідження з'ясовує потенційні обмеження ефективності обробки наноцелюлозою, включаючи невід'ємні характеристики структури наноцелюлози та потенційне утворення агломератів, які підвищують гідрофільні властивості зразків. Підкреслюється важливість адаптації стратегій гідрофобізації на основі конкретних складів матеріалів для оптимізації продуктивності. Майбутні дослідження планують заглибитися у з'ясування механізмів, що лежать в основі різної ефективності гідрофобізаторів на різних целюлозних субстратах, що сприятиме більш точному контролю над гідрофобізацією для покращення властивостей матеріалів та їхнього застосування.

Ключові слова : гідрофобність, целлюлоза, наноцеллюлоза, бавовна, кут змочування.

Abstract. The study focuses on the process of hydrophobization of biomaterials, in particular cellulose samples. The effect of various hydrophobic agents on cellulose samples treated with nanocellulose is analyzed. The results show that the effectiveness of water repellents depends on the type of material: AMEO demonstrated lower efficiency on cotton samples compared to water repellent 1107. The study clarifies potential limitations to the effectiveness of nanocellulose treatment, including the inherent characteristics of the nanocellulose structure and the potential formation of agglomerates that increase the hydrophilic properties of the sample. The importance of adapting hydrophobization strategies based on specific material compositions to optimize performance is emphasized. Future research is planned to delve deeper into the mechanisms underlying the different efficiencies of hydrophobic agents on different cellulosic substrates, which will facilitate more precise control of hydrophobization to improve material properties and applications.

Key words: hydrophobicity, cellulose, nanocellulose, fibre, contact angle.

Сучасний світ відзначається постійним зростанням проблеми забруднення навколишнього середовища, викликаного застосуванням полімерних матеріалів у різних галузях. Використання біорозкладних аналогів є одним із потенційних шляхів вирішення цієї проблеми [1]. Природні біополімери набули значної уваги

завдяки легкій доступності, низькій вартості, біосумісності, унікальним фізико-хімічним властивостям та широкому спектру застосування [2].

Целюлоза - один з найпоширеніших природних біополімерів в різноманітних сферах індустрії. Її використовують в текстильній промисловості, біомедицині та фармацевтиці, а також для виготовлення біорозкладаючих плівок та упаковок. Крім того, целюлоза використовується у харчовій промисловості та в якості як наповнювача у композитних матеріалах. Основний недолік целюлози – висока гідрофільність, яка обумовлена її хімічним складом та структурою. Ця особливість призводить до того, що целюлоза легко вбирає вологу, що ускладнює її застосування в ряді галузей. Для подолання цього обмеження використовується процес гідрофобізації, який полягає у зменшенні поверхневої енергії матеріалів [3].

Одним з додаткових методів швидкої, стабільної та екологічно прийнятної зміни властивостей целюлози є модифікація текстури поверхні шляхом збільшення шорсткості, що сприяє збільшенню контактної площі між матеріалом та рідиною [4]. Завдяки своїй структурі, наноцелюлоза здатна забезпечити цей ефект, що робить її важливим компонентом для різноманітних застосувань в промисловості та науці [5].

В рамках даного дослідження використовувалися наступні матеріали: наноцелюлоза, гідрофобізатори марок Амео і 1107, ксилол, а також целюлоза у вигляді бавовни (зразок А) та фільтрувального паперу: зразок Б з розміром пор 2-3 мкм та зразок В з розміром пор 5-8 мкм.

Зразки було оброблено розчином наноцелюлози з використанням аерографа та після цього просушено в сушильній шафі при температурі 100 °С протягом однієї години з метою фіксації частинок наноцелюлози на поверхні матеріалу. Далі зразки піддавалися витримці в розчині гідрофобізаторів протягом доби, після чого вони знову годину просувалися в сушильній шафі. Вплив гідрофобних властивостей оцінювався шляхом вимірювання кута змочування.

Гідрофобізатори виявили різний вплив на зразки (табл. 1). Зокрема, гідрофобізатор АМЕО продемонстрував найменший ефект у випадку бавовняного зразка, що проявилось у куті змочування 0° . У випадку застосування гідрофобізатора 1107, кут змочування становив 116° . Також порівнюючи різні гідрофобізатори, було виявлено, що гідрофобізатор 1107 найефективніше вплинув на зразки типу Б, тоді як гідрофобізатор АМЕО показав кращий результат на зразках типу А.

Таблиця 1 – Кути змочування зразків

Гідрофобізатори	1107			АМЕО		
	А	Б	В	А	Б	В
Тип зразків	123±3	100 ±3	118±3	0	105±3	91±3
	123±3	110±3	128±3	0	111±3	104±3
	100±3	112±3	118±3	0	119±3	124±3
	117±3	104±3	111±3	0	121±3	106±3
Середнє значення	116±3	106,5±3	119±3	0	114±3	106±3

Внаслідок проведеного експерименту виявлено, що обробка наноцелюлозою не призводить до значного підвищення гідрофобних характеристик матеріалу. Це можна пояснити тим, що структура наноцелюлози не є достатньою ефективною для формування необхідної текстури на поверхні матеріалу. Також можливим є утворення агломератів під час процесу обробки, що призводить до збільшення гідрофільних властивостей зразка.

ВИСНОВКИ

Здійснено аналіз впливу різних гідрофобізаторів на матеріали різного типу. Показано, що гідрофобізатор АМЕО виявився менш ефективним для бавовняних зразків, тоді як гідрофобізатор 1107 демонстрував кращі результати з кутом змочування 116° . Наявність залежності між типом матеріалу та ефективністю гідрофобізаторів також підтверджена, де гідрофобізатор 1107 був найбільш ефективним для зразків типу Б, а гідрофобізатор АМЕО - для зразків типу А.

Були виявлені деякі обставини, що обмежують ефективність обробки наноцелюлозою. Зокрема, вказано на недостатню ефективність структури наноцелюлози для створення необхідної текстури на поверхні матеріалу. Крім

того, можливе утворення агломератів під час процесу обробки, що призводить до збільшення гідрофільних властивостей зразка. З метою детального визначення негативних аспектів та можливостей їх уникнення, передбачається проведення подальших досліджень.

Список літератури:

1. Kanwal, A., Zhang, M., Sharaf, F., & Li, C. (2022b). Polymer pollution and its solutions with special emphasis on Poly (butylene adipate terephthalate (PBAT)). *Polymer Bulletin*, 79(11), 9303–9330. <https://doi.org/10.1007/s00289-021-04065-2>
2. Aher, P. D., Patil, Y. D., Waysal, S. M., & Bhoi, A. M. (2023). Critical review on biopolymer composites used in concrete. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.212>
3. Primc, G., Vesel, A., Zaplotnik, R., Gorjanc, M., Gselman, P., Lehocký, M., & Mozetič, M. (2024). Recent progress in cellulose hydrophobization by gaseous plasma treatments. *Polymers*, 16(6), 789. <https://doi.org/10.3390/polym16060789>
4. Koch, K., Bhushan, B., & Barthlott, W. (2008b). Diversity of structure, morphology and wetting of plant surfaces. *Soft Matter*, 4(10), 1943. <https://doi.org/10.1039/b804854a>
5. Gupta, P. K., Raghunath, S. S., Prasanna, D. V., Venkat, P., Shree, V., Chithananthan, C., Choudhary, S., Surender, K., & Geetha, K. (2019). An update on overview of cellulose, its structure and applications. In *IntechOpen eBooks*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84727>