

УДК: 667.6

DOI: 10.20535/iwccmm2026356856

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ВОДОВІДШТОВХУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛІВОК ЦЕЛЮЛОЗИ ВІД ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ТА СТУПЕНЯ ГІДРОФОБІЗАЦІЇ

Солдатенков В.Ю.<sup>1</sup>, Мельник Л.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Аспірант кафедри хімічної технології композиційних матеріалів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Д.т.н., доцент, доцент кафедри хімічної технології композиційних матеріалів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

e-mail: [soldatenkov.vasyil@lil.kpi.ua](mailto:soldatenkov.vasyil@lil.kpi.ua), [luba\\_xtkm@ukr.net](mailto:luba_xtkm@ukr.net)

**Анотація.** У роботі досліджено вплив природи целюлози, її гранулометричного складу та вмісту гідрофобізатора на водовідштовхувальні властивості целюлозних плівок. Плівки отримували з водних систем на основі нерозчинної та розчинної целюлози з подальшим визначенням кута змочування водою. Встановлено, що найвищий кут змочування, 139,7°, характерний для системи на основі TECHNOCEL 2500-1 при вмісті Rucosil B-NA 2 мас. %, що свідчить про перспективність використання цієї комбінації в екологічних гідрофобних покриттях.

**Ключові слова.** водовідштовхувальні покриття, гідрофобізація, целюлоза, екологічні покриття, полідиметилсилоксан.

Водовідштовхувальні покриття є перспективними для захисту поверхонь від зволоження, забруднення, обледеніння та корозії [1]. Водночас значна частина таких систем базується на фторвмісних компонентах або органорозчинних середовищах, що обмежує їх екологічність. Тому актуальним є пошук безфторових водних систем з використанням біонаповнювачів, зокрема целюлози, та екологічно прийнятних агентів зниження поверхневої енергії [2, 3].

Метою роботи є встановлення впливу природи целюлози, її гранулометричного складу та вмісту гідрофобізатора Rucosil B-NA на водовідштовхувальні властивості целюлозних плівок.

У роботі було досліджено нерозчинну технічну целюлозу TECHNOCEL 40 (ТС 40) і TECHNOCEL 2500-1 (ТС 2500-1), гранулометричний склад приведено в табл. 1. Для порівняння також використовували водорозчинні ефіри целюлози WALOCEL XM 6000 PV (WL 6000) і WALOCEL XM 30000 PV (WL 30000). Як гідрофобізуючий агент – водну емульсію функціональних полісилоксанів Rucosil B-NA з часткою активної речовини у кількості близько 50%.

Таблиця 1 – Гранулометричний склад нерозчинної целюлози

Марка	Гранулометричний склад, у %, мас.		
	> 32 μm	> 300 μm	> 2500 μm
ТС 40	< 6	-	-
ТС 2500-1	< 95	< 35	< 2

Джерело: дані виробника

Гідрофобізація целюлози проводилася шляхом додавання Rucosil B-NA в кількості 0,5%; 1%; 2% від загальної маси суспензії целюлози у воді. Вміст целюлози у суспензії складав 2 мас. % для всіх зразків загальний час змішування – 10 хв. Отриману суспензію наносили на підкладку та висушували впродовж 24 годин у сушильній шафі при 50 °С. Водовідштовхувальні властивості оцінювали за кутом змочування водою на основі аналізу зображень у програмі ImageJ з плагіном DROP ANALYSIS - LB-ADSA.

Встановлено, що водорозчинні ефіри целюлози формують суцільні плівки, які без гідрофобізатора демонструють кути змочування  $49,1^\circ$  для WL 6000 і  $89,1^\circ$  для WL 30000. Зі збільшенням вмісту Rucosil B-НА до 2 мас. % кут змочування зростає до  $110,9^\circ$  для WL 6000 і до  $104,3^\circ$  для WL 30000. Для ТС 40 без гідрофобізатора спостерігається повне змочування поверхні водою, що відповідає куту  $0^\circ$ . Найкращі результати отримано для ТС 2500-1: при вмісті Rucosil B-НА 0,5; 1,0 і 2,0 мас. % кут змочування становить  $134,6^\circ$ ,  $136,8^\circ$  і  $139,7^\circ$  відповідно. Таким чином, максимальну гідрофобність виявлено для системи ТС 2500-1 + 2 мас. % Rucosil B-НА.

Отримані результати свідчать, що вирішальним фактором формування високої гідрофобності є не лише зниження поверхневої енергії за рахунок полісилоксану, а й наявність розвиненої поверхневої шорсткості. Для ТС 2500-1 це, ймовірно, пов'язано з поєднанням дрібних і грубих фракцій волокон, що забезпечує ієрархічну мікрорельєфну структуру поверхні та наближає її змочування до стану Кассі–Бакстера [4, 5]. Для розчинних ефірів целюлози, які формують більш однорідні плівки, кут змочування знаходиться на рівні  $104\text{--}111^\circ$ , що вказує на відсутність достатньо вираженої ієрархічної шорсткості.

Отримані результати підтверджують перспективність використання целюлози TECHNOCEL 2500-1 у поєднанні з Rucosil B-НА для створення екологічно безпечних водовідштовхувальних покриттів. Такі системи можуть бути використані як основа для розробки безфторових гідрофобних матеріалів для будівельних і функціональних покриттів.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що водовідштовхувальні властивості целюлозних плівок визначаються природою целюлози, гранулометричним складом нерозчинних волокон та вмістом гідрофобізатора. Максимальний кут змочування  $139,7^\circ$  досягнуто для системи на основі TECHNOCEL 2500-1 при вмісті Rucosil B-НА 2 мас. %. Для водорозчинних ефірів целюлози максимальні значення становили  $110,9^\circ$  для WALOCEL XM 6000 PV і  $104,3^\circ$  для WALOCEL XM 30000 PV. Отримані результати підтверджують, що поєднання гідрофобізації з ієрархічною шорсткістю поверхні є ефективним підходом до створення екологічних водовідштовхувальних покриттів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Bai, Y., Zhang, H., Shao, Y., Zhang, H., & Zhu, J. (2021). Recent progresses of superhydrophobic coatings in different application fields: An overview. *Coatings*, 11(2), 116. <https://doi.org/10.3390/coatings11020116>
2. Shigrekar, M., & Amdoskar, V. (2024). A review on recent progress and techniques used for fabricating superhydrophobic coatings derived from biobased materials. *RSC Advances*, 14(44), 32668–32699. <https://doi.org/10.1039/d4ra04767b>
3. Zhan, X., Chen, J., Yang, Z., Wu, G., & Kong, Z. (2023). Superhydrophobic film from silicone-modified nanocellulose and waterborne polyurethane through simple sanding process. *International Journal of Biological Macromolecules*, 232, 123431. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123431>
4. Zhu, Y., Chen, L., Zhang, C., & Guan, Z. (2018). Preparation of hydrophobic antireflective SiO<sub>2</sub> coating with deposition of PDMS from water-based SiO<sub>2</sub>-PEG sol. *Applied Surface Science*, 457, 522–528. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.06.177>
5. Cassie, A. B. D., & Baxter, S. (1944). Wettability of porous surfaces. *Transactions of the Faraday Society*, 40, 546. <https://doi.org/10.1039/tf9444000546>