

*Кашицький В.П., к.т.н., професор  
кафедри матеріалознавства,  
Садова О.Л., к.т.н., доцент кафедри  
матеріалознавства,  
Шегинський В.О., аспірант кафедри  
матеріалознавства,  
Луцький національний технічний  
університет*

## **ФОРМУВАННЯ ГІДРОФОБНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ВОСКУ ДЛЯ ЗАХИСТУ БІОКОМПОЗИТНИХ ВИРОБІВ**

Біокомпозитні матеріали є перспективними для формування виробів конструкційного призначення, оскільки виготовлені з використанням компонентів природного походження [1, 2]. Це дозволяє розширити сировинну базу для виготовлення виробів побутового використання, в приладобудуванні, автомобільній та будівельній галузях. Компоненти біокомпозитів мають переваги, які пов'язані з низькою густиною таких матеріалів, екологічністю та низькою собівартістю отримання і підготовки сировини [3, 4]. Також значною перевагою біокомпозитних матеріалів є безпечна утилізація виробів, яка полягає у переробці та повторному використанні біокомпозитів як сировини для виготовлення нових виробів [5]. У випадку потрапляння виробів на сміттєві полігони відбувається руйнування біокомпозитного матеріалу з утворенням компонентів, які є безпечними для навколишнього середовища.

Використання відходів сільськогосподарської та харчової промисловості, а також деревопереробної галузі забезпечує вирішення проблем, що пов'язані з утилізацією матеріалів та виготовленням міцних екобезпечних виробів. Такі компоненти мають високу пористість та гідрофільність, що обмежує використання біокомпозитних виробів в умовах підвищеної вологості. У випадку насичення біокомпозитів вологою відбувається інтенсивний розвиток мікроорганізмів та грибків, які спричиняють руйнування біокомпозитного матеріалу під час його експлуатації [6]. Тому постає проблема захисту таких матеріалів від впливу вологи шляхом застосування гідрофобних покриттів на природній основі, зокрема бджолиного воску.

Технологічно складно нанести віск на поверхню біокомпозитних виробів через високу в'язкість матеріалу, тому доцільним є використання розчинника (бутилацетат), який в оптимальній кількості 110 мас. ч. на 100 мас. ч. бджолиного воску забезпечує утворення рідкотекучої речовини. Приготування розчину полягає у попередньому подрібненні воску з утворенням частинок лускоподібної форми розміром 3-5 мм з наступним додаванням бутилацетату дозованої кількості. Тривалість розчинення воску складає 2-3 год з періодичним перемішуванням композиції.

Встановлено, що занурення у холодну воду біокомпозитних виробів, які складаються з глютинового в'язучого та наповнювачів (деревне борошно та

подрібнені стебла зернових культур) призводить до миттєвого насичення водою біокомпозитного матеріалу та розчинення біополімерного в'язучого. В результаті відбувається руйнування біокомпозитного виробу протягом 1 год. У випадку нанесення одношарового покриття на основі бджолиного воску підвищується гідрофобність біокомпозитного матеріалу, що дозволяє провести витримку біокомпозиту у середовищі холодної води протягом 3 год. Далі відбувається проникнення молекул води через захисний шар з наступним частковим руйнуванням біокомпозитного виробу.

Формування двошарового покриття забезпечує витримку біокомпозитного виробу у середовищі води протягом 24 год. Далі відбувається проникнення води через покриття. Це пов'язано з невисокою щільністю молекул воску, оскільки відбувається випаровування розчинника з об'єму гідрофобного покриття та утворення пустот, через які проникає вода. Доцільним є формування покриття більшої товщини шляхом нанесення декількох шарів або забезпечення проникнення воску всередину біокомпозитного матеріалу. В результаті нанесення двошарового покриття з наступною обробкою біокомпозитного виробу в тепловому полі за температури 100° С протягом 3 год відбувається зниження в'язкості воску, що дозволяє проникати молекулам гідрофобного покриття всередину виробу, а також всередину частинок наповнювача та розчинятися в біополімерній матриці. Це призводить до утворення захисного гідрофобного шару навколо дисперсних частинок наповнювача, що перешкоджає проникненню води та руйнуванню біокомпозитного виробу. Тривалість експлуатації біокомпозитних виробів з таким покриттям складає 600-720 год (25-30 діб). Проведення термічної обробки підвищує тривалість експлуатації у десятки разів порівняно з біокомпозитами, що містять двошарові воскові покриття без термічної обробки. Після зазначеного терміну відбувається проникнення молекул води, що призводить до поступового руйнування біокомпозитів, тому потрібно провести дослідження водостійкості біокомпозитних виробів з використанням повторного нанесення гідрофобного покриття та проведення термічної обробки.

#### **Список використаних джерел:**

1. Piyas, R.A. & Sapuan, S.M. (2020). Biopolymers and Biocomposites: Chemistry and Technology. *Current Analytical Chemistry*, 16(5), 1-4.
2. Kashytskyi V.P., Sadova O.L., Yanchuk S.L. (2023). Intensification of the formation process of sodium sulfate-modified biocomposite materials based on the glutinous matrix. *Funct. Material*, 30 (1), 35-42.
3. Thakur, V.K., & Singha, A.S. (2008). Mechanical properties of natural fibre reinforced polymer composites. *Bulletin of Materials Science*, 31(5), 791-799.
4. Shahzad A. (2013). A study in physical and mechanical properties of hemp fibres. *Advances in materials Science and Engineering*, 2013, 9.
5. Кашицький В.П., Савчук П.П., Садова О.Л., Мазурок В.С., Костриця О.В. (2022). Формування нових біокомпозитів на основі вторинної сировини, отриманої рециклінгом біокомпозитних виробів. *Наукові нотатки*, 74, 115-121.

6. Munoz E., Garcia-Manrique J. A. (2015). Water absorption behaviour and Its effect on the mechanical properties of flax fibre reinforced bioepoxy composites. *International Journal of Polymer Science*, 2015, 10.

**УДК 678.86**

*Криховець О.В., к. х. н., доцент кафедри  
поліграфічного матеріалознавства і хімії,  
Бондар А.В., здобувач рівня вищої освіти,  
Українська академія друкарства*

## **ОДЕРЖАННЯ ПЛІВОК НА ОСНОВІ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ І КРОХМАЛЮ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ПАКУВАННЯ**

Ринок пакувальних матеріалів продовжує стрімко розвиватись кількісно і якісно. Із зростанням обсягів та різноманіття споживання товарів пакування повинно забезпечувати не тільки збереження якості продукції, але і відповідати естетичним потребам суспільства. Зростання обсягів виробництва плівкового пакування зумовлено його перевагами: невелика маса і об'єм у поєднанні з низькою собівартістю, можливість створення оригінального маркетингового підходу, зручність у транспортуванні та доступі до товару. Використане пакування становить переважаючу частину всіх відходів, адже «тривалість життя» більшості синтетичних полімерних матеріалів сягає декількох десятків років, забруднюючи ґрунт, повітря та воду, створюючи величезне навантаження на екосистему. Відмова від пластикового пакування в Європі та обмеження, введені в Україні, збільшують потребу в екологічних біорозкладних пакувальних матеріалах, які володіючи необхідними технологічними характеристиками, здатні розкладатися в природніх умовах за порівняно невеликий термін. Плівки на основі полівінілового спирту мають хороші бар'єрні характеристики, а в поєднанні з модифікаторами та іншими добавками з екологічно сумісних матеріалів можуть не тільки покращувати свої експлуатаційні характеристики і розширювати спектр застосувань, але і повністю руйнуватися в ґрунті, перетворюючись за короткий час на вуглекислий газ та воду.

Метою нашої роботи є одержання плівкових матеріалів на основі полівінілового спирту з додаванням крохмалю і дослідження їх механічних властивостей. Зразки плівок виготовляли з попередньо одержаного при нагріванні водного розчину полівінілового спирту марки Polyviol 6 04/140 до якого додавали крохмаль, доводили до клейстеризації, охолоджували, додавали гліцерин в якості пластифікатора і виливали на скляну підложку.

Одержані плівки однорідні, м'які, еластичні на дотик, добре тягнуться. Товщина плівок, виміряна за допомогою товщиноміра ИЗВ-2, знаходиться в межах 0,15-0,17 мм. Механічні властивості плівок досліджувалися на універсальній випробувальній розривній машині (динамометрі). Розривне зусилля знаходилось в межах 300-490 Н, а розтяг – 114-129 мм. За фізико-механічними властивостями кращі характеристики проявляють плівки що