

О. В. Криховець¹
В. Г. Слободяник¹

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛІВОК НА ОСНОВІ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ ЯК ЕКОЛОГІЧНОГО ГНУЧКОГО ПАКУВАННЯ

¹Українська академія друкарства, Львів

Зростання обсягів виробництва пакувальних матеріалів веде до збільшення кількості відходів полімерного пакування, які попри обіцянки виробників не переробляються, а їхнє нагромадження та утилізація завдають шкоди екології. Альтернативою пластику є використання біорозкладних полімерів як пакувальних матеріалів. Обсяг світового ринку біорозкладних плівок досить значний і за прогнозами аналітиків буде зростати в найближчі роки. Тому актуальним питанням є пошук і дослідження екологічних плівкових пакувальних матеріалів, які маючи необхідні технологічні характеристики, здатні розкладатися протягом короткого часу і не завдавати шкоди природному середовищу.

Серед біодеградувальних плівок завдяки водорозчинності та біосумісності перспективним є створення плівкових матеріалів на основі полівінілового спирту. З метою одержання плівок білого кольору як можливої основи для друку необхідної інформації про товар аторами виготовлено забарвлені плівкові матеріали на основі полівінілового спирту марок Polyviol 6 04/140 і ПВС 55/12, що містять неорганічні пігменти $\text{BaSO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3$ (друкарські білила). Одержані плівки мають хороші фізико-механічні характеристики. Досліджено поверхневі властивості отриманих плівок визначенням контактного кута змочування. Наведено кінетичні криві процесів змочування плівок дистильованою водою і етиленгліколем. Значення рівноважних кутів змочування водою та етиленгліколем для плівки з вмістом 33 % друкарських білил є меншим ніж у незабарвленого зразка. Плівки на основі полівінілового спирту марки ПВС 55/12 з вмістом 33 % неорганічного пігменту за зовнішніми ознаками, здатністю до розтягування, міцністю на розрив та поверхневими властивостями проявляють кращі характеристики. Проведені дослідження показують можливість використання плівкових матеріалів на основі водорозчинного і біосумісного полівінілового спирту як біодеградувального пакування. Їхні гідрофільні властивості дозволяють прогнозувати можливість задруковування забарвлених плівок чи маркування упаковок чорнилом на водній основі цифровим струменевим друком.

Ключові слова: пакувальні матеріали, плівки, полівініловий спирт, рівноважний кут змочування, гідрофільні властивості.

Вступ

Світовий ринок пакування стрімко розвивається і його обсяги прогнозовано зростають. Згідно з [1], у 2021 році світовий ринок пакування для харчових продуктів оцінювався в 346,5 мільярдів доларів США, і очікується, що з 2022 по 2030 рік він зростатиме на 5,5 % у середньому за рік. Найбільшу частку доходу, понад 40,0 %, у 2021 році отримав сегмент гнучкого пакування і очікується значне зростання протягом прогнозованого періоду [1]. Перевагами плівкового пакування є невелика маса і об'єм, економічність, можливість створення оригінального маркетингового пакування для товару. Сучасна поліграфія дає змогу розмістити на поверхні плівки обов'язкову інформацію про товар. Велике різноманіття плівкових матеріалів дозволяє підібрати пакування, яке забезпечить можливість збереження товару. Такі фактори, як зручність і використання вискоєфективних матеріалів сприяють розвитку галузі. Але збільшення споживання товарів веде до зростання кількості використаного пакування, яке становить переважну частину всіх відходів. «Тривалість життя» більшості синтетичних полімерних матеріалів сягає декількох десятків років, забруднюючи ґрунт, повітря та воду, створюючи величезне навантаження на екосистему. Тому пошуки вчених спрямовані на створення якісної упаковки, яка, маючи необхідні технологічні характеристики, здатна розкладатися в природних умовах за порівняно невеликий термін [2]—[5]. Відмова від пластикового пакування в Європі та обмеження, введені в Україні, збільшують потребу в екологічних пакувальних матеріалах. Щороку в світі виробляється велика кількість біорозкладних

полімерів, що використовуються як пакувальні матеріали. Обсяг світового ринку біорозкладних плівок в 2021 році оцінюється в 1,0 мільярда доларів США [2]. Згідно з прогнозом аналітичних компаній обсяг ринку біодеградувальних матеріалів досягне 1,4 мільярда доларів до 2026 року за середньорічного зростання на 7,2 % [2]. Основними факторами, що стимулюють зростання ринку, окрім зростаючої обізнаності щодо пластикових відходів та їхнього шкідливого впливу на навколишнє середовище, є значне зростання попиту у харчовій промисловості, сільському господарстві та садівництві [2] а також як гнучкого екологічного пакування побутової хімії, будматеріалів, органічних відходів.

Плівки з полівінілового спирту — це екологічно чистий багатофункціональний матеріал, який в основному виготовляється з полівінілового спирту з модифікаторами та іншими добавками і може повністю руйнуватися в ґрунті, перетворюючись за короткий час на вуглекислий газ та воду. Плівки на основі полівінілового спирту мають важливі технологічні та високі бар'єрні характеристики. Плівки ПВХ є проникними для вологи та аміаку, але мають відмінні бар'єрні властивості для кисню, азоту, водню, гелію, аргону та вуглекислого газу. В сухих умовах плівки ПВХ мають чудові кисневі бар'єрні властивості, а їхній коефіцієнт проникнення кисню є найнижчим серед різних плівок, що дозволяє запобігати окисленню та корозії. Так, бар'єр для кисню за нормального тиску становить приблизно в 1000 разів більше порівняно з вініловою плівкою і в 300 разів більше ніж в поліпропіленовій плівці. Важливим є висока стійкість плівок ПВА до рослинної олії, тваринних жирів, органічних розчинників. Використання плівки ПВХ може зберегти інгредієнти упакованого продукту та його власний запах незмінними, що в поєднанні з не токсичністю та біосумісністю є важливим для харчової промисловості та сільського господарства.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Плівки, що містять полівініловий спирт у поєднанні з пластифікаторами та наповнювачами, знаходять широке застосування в харчовій промисловості, для пакування фруктів та овочів, в медицині та хімічній промисловості. Для розширення областей застосування плівок ПВХ в літературі описані різні способи їхньої модифікації та створення композитів на їхній основі [7], [8]. Для покращення технологічних характеристик важливим є надання плівкам ПВХ водостійкості. З цією метою вводять зшивальні агенти, зокрема епіхлоргідрин в лужному середовищі або піддають композит термо- і УФ-обробці. Під час термообробки макромолекули ПВХ піддаються дегідратації з утворенням міжмолекулярних ефірних мостиків. При цьому можливі побічні реакції, які призводять до утворення подвійних зв'язків, про що може вказувати зміна забарвлення полімеру в темно-коричневий колір. З метою пом'якшення умов дегідратації і уникнення побічних реакцій, автори [8] пропонують одночасну дію температури 100...150 °С і мікрохвильового випромінювання. Ступінь структурування досягає 90...100 % за оптимальної температури 120 °С.

Одержано плівки на основі полівінілового спирту з нанонаповнювачем модифікованим монтморилонітом $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O$ [7]. Встановлено, що введення монтморилоніт-полівінілпіроліденової суміші до полівінілового спирту дещо знижує механічну міцність та еластичність плівок. Завдяки гідрофільному характеру монтморилоніту підвищується водо- та бензостійкість плівок. У роботі [7] описано одержання нових матеріалів на основі ПВХ і гідроксидів/оксидів Be, Mg, Zn, Cd, V, Al, Cr і Fe. Ці матеріали мають ізольовані в органічній матриці ланцюги неорганічних полімерів.

ПВХ дозволений до використання у харчовій галузі як добавка E 1203 на території України і ЄС, оскільки не встановлено його несприятливого впливу на організм людини. Для покращення захисту та стійкості до зволоження харчових продуктів розробляють плівки на основі ПВХ з додавання полісахариду пулулану, крохмалю, целюлози з протеїнами. З метою надання певних смакових та естетичних якостей вводять природні барвники, лимонну кислоту, гліцерин, целюлозовмісні наповнювачі з дріжджами, з яких видалено нуклеїнові кислоти. Такі плівки пропонуються для покриття заморожених продуктів, фруктів і овочів. З метою пошуку біодеградабельних пакувальних матеріалів на основі ПВХ, у роботі [3] як пластифікатор розглядають добавку природного походження пектин. Пектин міститься в рослинній сировині, плодах, овочах і належить до розчинних харчових волокон. Він проявляє сорбційні властивості, позитивно впливає на кишково-шлунковий тракт, відіграє важливу роль в обміні речовин. У харчовій промисловості пектин використовують як желеутворювальний, стабілізувальний, вологоутримувальний агент. Автори [3] встановили, що з вмістом 10 % пектину досягається краща міцність без погіршення еластичності. А подальше збільшення вмісту гліцерину та пектину у складі плівок зменшує показники міцності під час розриву.

Вплив плівкоутворювача полівінілового спирту ПВС на властивості їстівних плівок на основі картопляного крохмалю та желатину розглянуто в роботі [8]. Встановлено, що додавання ПВС збільшує динамічну в'язкість розчинів плівки. Збільшення концентрації ПВС підвищує температуру застигання розчину плівки. Збільшується міцність досліджуваних плівок та показник паропроникності.

Завдяки біосумісності, хімічній стабільності, еластичності ПВС широко використовують у медичній практиці. З метою покращення властивостей і розширення можливостей застосування ведеться пошук нових матеріалів на основі ПВС і біосумісних речовин [9]—[11]. У роботі [9] плівкові композитні матеріали отримували на основі розчину полівінілового спирту і гелю гідроксиапатиту. Введення до 33 % гідроксиапатиту до складу плівок ПВС підвищує їхню гідрофобність та температуру деструкції, а УФ- та термічна обробка таких матеріалів збільшує їхні гідрофільні властивості [9]. Автори роботи [10] отримали полімерні композитні матеріали на основі ПВС, які показали високу антибактеріальну ефективність у разі вмісту наночастинок срібла більше 0,018 %. Роздруковані пероральні лікарські форми у форматі 3D демонструють великий потенціал у фармацевтичній галузі. Можна створити таблетки, завантажені ліками, з модифікованими характеристиками вивільнення лікарського засобу, де ПВС використовується як сполучна речовина [11]. Для поліпшення механічних властивостей плівки найчастіше використовують гліцерин, а для надання антисептичних властивостей плівці вводять йод (йодовані ПВС плівки), ацетилпіридинію бромід або інші придатні для цього речовини. Плівки використовуються для пакування фармацевтичних препаратів.

На сьогодні близько 20 % ПВС, отриманого у виробництві, використовується для одержання пакувальної плівки, оскільки плівки на основі ПВС характеризується прозорістю, відсутністю токсичності, хімічною стійкістю та міцністю. Використання водних полімерних дисперсій як плівкоутворювальні системи дозволяє зменшити навантаження на навколишнє середовище через їхню нетоксичність і біорозкладання. Тому дослідження екологічних плівкових матеріалів на основі полівінілового спирту є актуальним питанням сучасного матеріалознавства.

Метою роботи є одержання забарвлених плівкових матеріалів на основі полівінілового спирту, дослідження їхніх механічних та поверхневих властивостей. Оскільки для пакувальних матеріалів важливим є можливість нанесення необхідної інформації про назву та склад товару, терміни виготовлення та зберігання, то дослідження поверхневих властивостей отриманих плівок дасть можливість визначити можливі області застосування та розробити технологічні умови друку.

Результати досліджень

Плівки, виготовлені з ПВС марок Polyviol 6 04/140 і ПВС 55/12 мають хороші фізико-механічні властивості, вони прозорі і гомогенні, еластичні та гнучкі [12]. Тому для одержання забарвлених плівкових матеріалів і їхніх подальших досліджень вибрали саме ці марки ПВС. Зразки плівок виготовляли з водних розчинів ПВС, в які за кімнатної температури додавали певну кількість гліцерину. Для одержання забарвлених плівкових матеріалів використовували свіжоодержані друкарські білила, що містять неорганічні пігменти $\text{BaSO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3$, які додавали до емульсії ПВС і гліцерину. Отримані емульсії виливали на скляну або тефлонову поверхню для висихання. Плівки білого кольору можуть бути основою для друку необхідної інформації про товар. Оскільки рекомендована концентрація пігменту повинна знаходитись в межах 20...45 %, автори виготовили зразки з вмістом 33 % і 40 % масової частки друкарських білил (рис. 1, табл. 1).

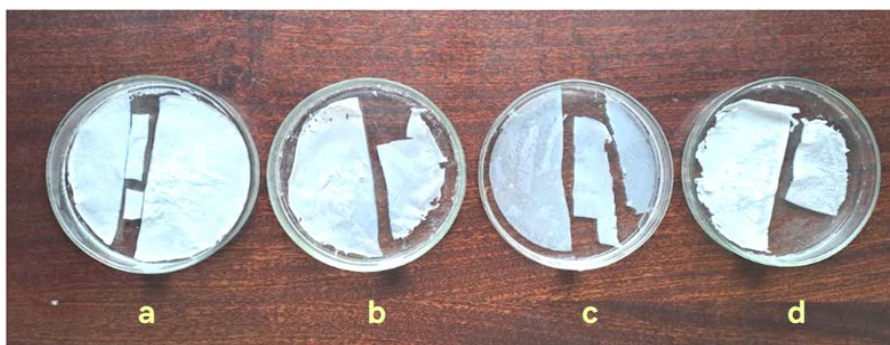


Рис. 1: а — 34 % Polyviol 6 04/140, 33 % гліцерину, 33 % $\text{BaSO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3$; б — 30 % Polyviol 6 04/140, 30 % гліцерину, 40 % $\text{BaSO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3$; в — 34 % ПВС 55/12, 33 % гліцерину, 33 % $\text{BaSO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3$; д — 30 % ПВС 55/12, 30 % гліцерину, 40 % $\text{BaSO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3$

Склад та механічні властивості плівок

№ зразка	Склад	Товщина плівки, мм	Навантаження на розрив, P, Н	Видовження на момент розриву, Δl , мм
1	100% Polyviol 6 04/140	0,047	1440	32,0
2	34 % Polyviol 6 04/140, 33% гліцерину, 33% ($\text{BaSO}_4+2\text{Al}(\text{OH})_3$)	0,180	340	19
3	30 % Polyviol 6 04/140, 30% гліцерину, 40% $\text{BaSO}_4+2\text{Al}(\text{OH})_3$	0,220	120	12
4	100 % PVC 55/12	0,060	1740	20,0
5	34 % PVC 55/12, 33% гліцерину, 33% $\text{BaSO}_4+2\text{Al}(\text{OH})_3$	0,170	575	16
6	30 % PVC 55/12, 30% гліцерину, 40% $\text{BaSO}_4+2\text{Al}(\text{OH})_3$	0,215	70	9

Одержані плівки м'які, еластичні на дотик. Товщину плівок виміряно за допомогою товщиноміра ИЗВ-2. Механічні властивості плівок досліджувалися на універсальній випробувальній розривній машині (динамометрі). За практично однакової товщини плівок за фізико-механічними властивостями кращі характеристики проявляють плівки на основі Polyviol 6 04/140 (див. табл. 1). Зразки плівок з вмістом 33 % неорганічного пігменту за зовнішніми ознаками, здатністю до розтягування та міцністю на розрив проявляють кращі показники порівняно зі зразками плівок, що містять у своєму складі 40 % $\text{BaSO}_4+2\text{Al}(\text{OH})_3$. Загалом, за фізико-механічними характеристиками одержані зразки плівок з вмістом друкарських білил дещо поступаються плівкам без пігменту (табл. 1).

Важливим показником для використання пакувальних плівкових матеріалів є здатність до нанесення на їхню поверхню зображень чи маркувань. Тому проведено дослідження поверхневих властивостей отриманих плівок. Вивчення поверхневих властивостей композитних плівок проводили на приладі для визначення контактного кута змочування. Контактні кути змочування визначали шляхом реєстрації цифровою камерою профілів краплин тестових рідин на поверхні плівки з подальшим автоматичним обчисленням косинуса контактного кута змочування [13], [14]. В якості тестових рідин для змочування використовували дистильовану воду і етиленгліколь як менш полярний розчинник. На рис. 2 показані кінетичні криві процесів змочування плівок на основі Polyviol 6 04/140 з вмістом 33 % і 40 % друкарських білил та плівки що містять 100 % Polyviol 6 04/140 (крива 1 (вода) і 1 (етиленгліколь)). Значення рівноважних кутів змочування водою та етиленгліколем для плівки з вмістом 33 % друкарських білил є меншим ніж у незабарвленого зразка (табл. 2). Це показує кращу адгезію і дозволяє прогнозувати можливість взаємодії задруковуваної поверхні з фарбою. Для зразка з вмістом 40 % друкарських білил спостерігаємо гістерезис змочування етиленгліколем, що може бути пов'язано з неоднорідністю поверхні плівки.

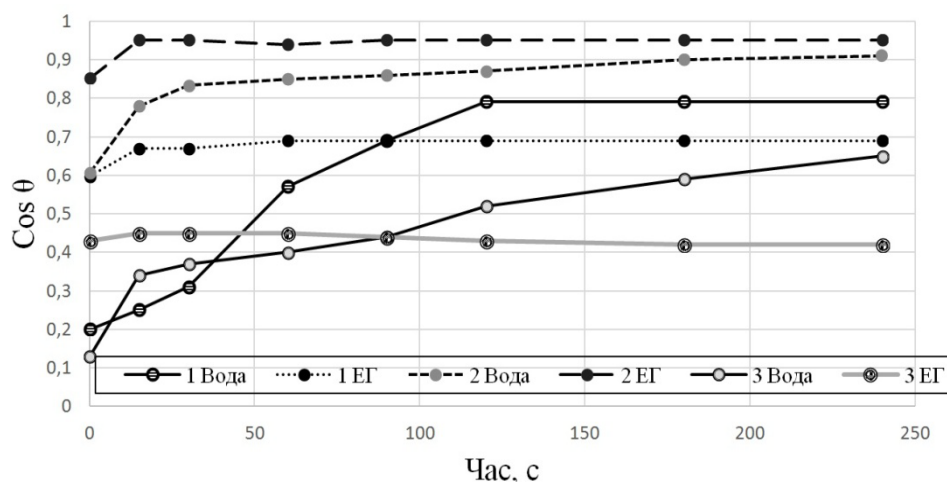


Рис. 2. Кінетика процесу розтікання води і етиленгліколю на полімерних плівках на основі Polyviol 6 04/140: 1 — 100 % Polyviol 6 04/140 ; 2 — 34 % Polyviol 6 04/140, 33 % гліцерину, 33 % $\text{BaSO}_4+2\text{Al}(\text{OH})_3$; 3 — 30 % Polyviol 6 04/140, 30 % гліцерину, 40 % $\text{BaSO}_4+2\text{Al}(\text{OH})_3$

Значення рівноважних кутів змочування та робота адгезії

Показник	1		2		3		4		5	
	Назва рідини									
	Вода	Етилен гліколь	Вода	Етилен гліколь	Вода	Етилен гліколь	Вода	Етилен гліколь	Вода	Етилен гліколь
Рівноважний кут змочування, °	38	46	24	18	49	65	53	31	13	39
Робота адгезії	131	84	139	91	120	65	144	83	114	87

На рис. 3 показані кінетичні криві процесів розтікання води та етиленгліколю на полімерних плівках на основі ПВС 55/12, що містять 100 % ПВС і 34 % ПВС. Під час вивчення процесу розтікання плівки на основі ПВС 55/12, що містять 40 % друкарських білил, спостерігається повне змочування водою через 5 с і етиленгліколем через 15 с.

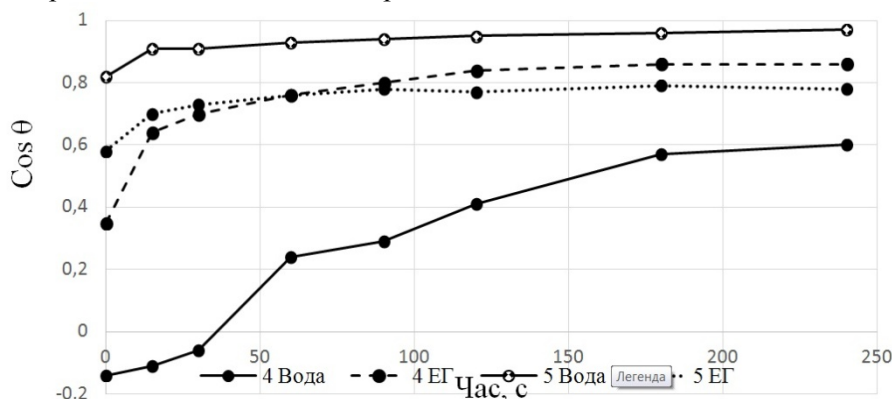


Рис. 3. Кінетика процесу розтікання води на полімерних плівках в основі яких є ПВС 55/12: 4 — 100 % ПВС 55/12; 5 — 34 % ПВС 55/12, 33% гліцерину, 33% BaSO₄+2Al(OH)₃

Для зразка 5, що містить 34 % ПВС 55/12, 33% гліцерину, 33% BaSO₄+2Al(OH)₃ значення рівноважного кута змочування водою є меншим ніж у плівки без друкарських білил (табл. 2). Це показує кращу адгезію і дозволяє прогнозувати можливість задрукування плівок чи маркування упаковок чорнилом на водній основі цифровим струменевим друком.

Висновки

Пошук і використання екологічних пакувальних матеріалів, які здатні розкладатися протягом короткого часу і не завдавати шкоди природному середовищу, є актуальним з огляду на подальше зростання ринку гнучкого пакування та невирішеності питання утилізації пластикових відходів. Серед біодеградувальних плівок завдяки водорозчинності та біосумісності перспективним є створення пліткових матеріалів на основі полівінілового спирту. Додавання друкарських білил дозволяє отримати плівки, які можна задруковувати чорнилами і фарбами на водній основі із забезпеченням високої адгезійної взаємодії. Встановлено, що кращі параметри за зовнішніми ознаками, здатністю до розтягування, міцністю на розрив та поверхневими властивостями проявляють плівки на основі полівінілового спирту марки ПВС 55/12 з вмістом 33% неорганічного пігменту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] "Food Packaging Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Rigid, Semi-Rigid, Flexible), By Material (Paper, Plastics), By Application (Bakery & Confectionery) By Region, And Segment Forecasts, 2023 – 2030," *Market Research Reports & Consulting Grand View Research, Inc.* [Electronic resource]. Available: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/food-packaging-market>.
- [2] "Biodegradable Films Market by Type (PLA, Starch Blends Biodegradable Polyesters, PHA), Application (Food Packaging, Agriculture & Horticulture, Cosmetic & Personal Care Products Packaging, Industrial Packaging) and Region-Global Forecast to 2026," *Markets and Markets.* [Electronic resource]. Available: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biodegradable-films-market-77112988.html>.
- [3] K. Al-Ajlouni, P. Fleming, and A. Pekarovicova, "Glucomanan-xylan blend biofilms for food packaging: preparation and evaluation of filmogenic solutions and biofilms," *J. Print Media Technol. Res.*, vol. 10, no. 4, pp. 247-259, 2021. <https://doi.org/10.14622/JPMTR-2116>. 2021.
- [4] М. В. Панчук, Л. С. Шлапак, С. А. Курта, і О. О. Струмінська, «Виробництво та використання біополімерів – шлях до покращення екології довкілля.» *Наук. вісник Івано-Франків. нац. техн. ун-ту нафти і газу*, № 4, с. 92-101, 2011.

- [5] А. І. Чорна, О. С. Шульга, Л. Ю. Арсеньева, С. М. Кобилінський, і Л. А. Гончаренко, «Пакувальні біодеградабельні плівки на основі полівінілового спирту», *Упаковка*, № 6, с. 32-35, 2016.
- [6] В. П. Черних, Голова ред. ради та авт. передм., *Фармацевтична енциклопедія*, 2-ге вид. Київ: Нац. фармац. ун-т України, МОРИОН, 2010.
- [7] В. В. Красінський, В. В. Антоноук, Т. Яховіч, і Р. І. Васишак, «Експлуатаційні властивості плівок на основі полівінілового спирту та модифікованого монтморилоніту», *Вісник нац. ун-ту «Львів. політехніка»*, № 841, с. 377-383, 2016.
- [8] О. Шульга, «Вплив полівінілового спирту на властивості істивних плівок на основі картопляного крохмалю і желатину», *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*, т. 81, № 2, с. 27-35, 2017.
- [9] О. Н. Мусская, А. И. Кулак, В. К. Крутько, С. А. Уласевич, Л. А. Лесникович, і Л. Ф. Суходуб, «Пленочные композиционные материалы на основе гидроксипатита и поливинилового спирта», *Журн. нано- та електрон. фізики*, т. 7, № 1, с. 2-5, 2016.
- [10] А. Л. Толстов, О. Н. Маланчук, И. Бей, і Д. Климчук, «Получение и свойства антибактериальных полимерных композитов на основе поливинилового спирта и наночастиц серебра», *Полимер. журн.*, т. 35, № 4, с. 343-349, 2013.
- [11] І. С. Гриновець, Р. І. Лучечко, В. С. Гриновець, і В. В. Бумащенко, «Розробка складу та технології стоматологічної лікарської плівки з діоксидом», *Сучасна стоматологія*, № 5, с. 36-38, 2021.
- [12] О. В. Криховець, і В. Г. Слободяник, «Експлуатаційні властивості плівок на основі полівінілового спирту», *Наукові записки*, № 2, с. 96-103, 2022.
- [13] V. Repeta, "Influence of Surface Energy of Polymer Films on Spreading and Adhesion of UV-Flexo Inks," *Acta Graphica*, № 3, с. 79-84, 2013
- [14] В. Б. Репета, Комп'ютерна програма «Аналіз кінетики розтікання рідин», *Авторське свідоцтво України 28766*, трав. 15, 2009.

Рекомендована кафедрою хімії та методики навчання хімії ВДПУ

Стаття надійшла до редакції 8.04.2023

Криховець Олександра Василівна — канд. хім. наук, доцент, доцент кафедри поліграфічного матеріалознавства і хімії, e-mail: olexandrakrykhov@gmail.com ;

Слободяник Валентина Григорівна — канд. техн. наук, доцент, старший викладач кафедри поліграфічного матеріалознавства і хімії, e-mail: slobvalya33@gmail.com .

Українська академія друкарства, Львів

O. V. Krykhovets¹
V. G. Slobodanyk¹

Research of Polyvinyl Alcohol-Based Films as Environmentally Friendly Flexible Packaging

¹Ukrainian Academy of Printing, Lviv

The growth in the production of packaging materials leads to an increase in the amount of waste. Despite the promises of manufacturers, polymer packaging waste is not recycled, and its accumulation and disposal is harmful to the environment. An alternative to plastic is the use of biodegradable polymers as packaging materials. The global market for biodegradable films is quite significant and according to the predictions of the analysts it will grow in the coming years. Therefore, the search and study of environmentally friendly film packaging materials, possessing the necessary technological characteristics, able to decompose in a short time and not harmful for the environment is an urgent scientific problem.

Among the biodegradable films, due to their water solubility and biocompatibility, the creation of film materials based on polyvinyl alcohol is very promising. In order to produce white films as a possible basis for printing the necessary product information, the colored film materials based on polyvinyl alcohol of Polyviol 6 04/140 and PVS 55/12 grades, containing inorganic pigments BaSO₄ +2Al(OH)₃ (printing inks) are manufactured. The resulting films have good physical and mechanical characteristics. The surface properties of the obtained films were investigated by determining the contact angle of wetting. The kinetic curves of the processes of wetting the films with distilled water and ethylene glycol have been presented. The values of the equilibrium wetting angles with water and ethylene glycol for films with 33 % of the printing ink is lower than that of the unshaded sample. Films based on polyvinyl alcohol of PVA 55/12 grade with 33% inorganic pigment in terms of external features, tensile strength, stretching capability, and surface properties show better characteristics. The research carried out, shows the possibility of using film materials based on water-soluble and biocompatible polyvinyl alcohol as biodegradable packaging. Their hydrophilic properties make it possible to predict the possibility of overtyping of the dyed films or labeling packages with water-based inks using digital inkjet printing.

Keywords: packaging materials, films, polyvinyl alcohol, equilibrium wetting angle, hydrophilic properties.

Krykhovets Olexandra V. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Printing Materials Science and Chemistry, e-mail: olexandrakrykhov@gmail.com ;

Slobodanyk Valentyna H. — Cand. Sc. (Eng.), Senior Lecturer, Associate Professor of the Chair of Printing Materials Science and Chemistry, e-mail: slobvalya33@gmail.com