

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТОВАРОЗНАВСТВА ТА ТЕХНОЛОГІЙ НЕПРОДОВОЛЬЧИХ МАТЕРІАЛІВ І ТОВАРІВ

УДК 678.5.066:620

Доманцевич Н. І.,

*д.т.н., проф., професор кафедри товарознавства та технології непродовольчих товарів,
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

Яцишин Б. П.,

*д.т.н., проф., професор кафедри туризму і готельно-ресторанної справи, Львівський
торговельно-економічний університет, м. Львів*

Кріль М. М.,

аспірант, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

ПОЛІМЕРНІ ПАКУВАЛЬНІ ПЛІВКИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

***Анотація.** Розглянуто вимоги до функцій та властивостей полімерних пакувальних плівок спеціального призначення. Представлено основні аспекти формування розумної системи “матеріал-продукція” та споживні властивості полімерних пакувальних плівок спеціального призначення. Розглянуто питання розроблення класифікації полімерних плівок спеціального призначення. Встановлено вплив складу та способу формування полімерних плівок на властивості та можливість удосконалення структури та фізичних характеристик. Показано, що показники термічної стійкості, паро- та киснепроникності активних протикорозійних плівок можуть бути застосовані для оцінки якості і прогнозування термінів збереження споживних властивостей засобів захисту металотоварів на період їх транспортування та зберігання.*

Ключові слова: споживні властивості, полімерні пакувальні плівки, класифікація, інгібітор, пластифікатор, структура, фізичні властивості.

Domantsevych N. I.,

Doctor of Engineering, Professor, Professor of the Department of Commodity Research and Technology of Non-Food Products, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Yatsyshyn B. P.,

Doctor of Engineering, Professor, Professor of the Department of Tourism and Hotel&Restaurant Business, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Kril M. M.,

Postgraduate, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

POLYMERIC PACKING FILMS OF SPECIAL PURPOSE

Abstract. Requirements for the functions and properties of polymeric packing films of special purpose are considered. The main aspects of the formation of a reasonable “material-product” system and the consumer properties of polymeric packing films of special purpose are presented. The problems of developing the classification of special purpose polymeric films are considered. The influence of the composition and method of polymeric films formation on the properties and the possibility of improving the structure and physical

characteristics of these films is determined. It is shown that the parameters of thermal stability, vapor- and oxygen permeability of active anticorrosion films can be used to assess the quality and predict the timing of preserving the consumer properties of metal goods during their transportation and storage.

Keywords: consumer properties, polymeric packing films, classification, inhibitor, plasticizer, structure, physical properties.

Постановка проблеми. Полімерні плівки мають широкий спектр застосування. Передусім їх використовують як пакувальні матеріали, що забезпечують захист продукції від пошкодження і втрат під час процесу транспортування та зберігання продукції, мінімізують вплив пакувальної плівки і упакованої у неї продукції на забруднення довкілля, забезпечують збереження початкової якості продукції у системі “полімерна плівка-товар” на усіх етапах життєвого циклу.

Багатогранність вимог до властивостей і функцій полімерних плівок щодо їх експлуатації окреслила потребу у створенні полімерних матеріалів спеціального призначення, які забезпечували б виконання функцій та виступали частиною багат шарового комплексу.

Плівки отримали назву “розумних” та дають змогу координувати проходження процесів у системі “матеріал-продукція” і виявляють різний вплив як на продукцію, так і на довкілля, залежно від особливостей подальшої експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вагомий внесок у розроблення наукових основ із питань формування споживних властивостей та якості полімерних плівок, у тому числі і спеціального призначення, зробили вітчизняні та зарубіжні науковці Генель С. В., Мікульонок І. О., Макаревич А. В., Пінчук Л. С., Гольдаде В. А., Шилько С. В., Неверов А. С., Ухарцева Е. Ю., Гончарова К. П., Ф. Ла Мантія, Рейтлінгер С. А., Легонькова О. А., Сухарева Л. А., Сіракуза В. [1-5].

Авторами [1] сформовано загальні основи поняття “розумних” матеріалів, представлено загальну систематизацію із застосуванням методів таксономії за ознаками, притаманними кібернетичним системам. Це дозволило обґрунтувати трьохстадійний процес їх створення (вибір відповідного механізму корекції структури з використанням каналу зворотного зв’язку, реалізація обраного механізму корекції з огляду сучасних наукових досягнень, реєстрація змін структури матеріалу під час експлуатації). При цьому запропоновано феноменологічну модель “розумного” матеріалу, в якому первинну перебудову структури коректує зворотний зв’язок, що ініціює у матеріалі вторинні фізико-хімічні процеси за рахунок змін внутрішньої енергії матеріалу.

Генель С. В. вивчав застосування полімерних плівок для пакування харчових продуктів [2]. Мікульонок І. О. досліджував формування полімерних композитних матеріалів [3]. Створенню та впровадженню біоцидних та біодеградуючих полімерів на основі природної та синтетичної сировини присвячено ряд робіт [4, 5]. У роботах Макаревича А. В. розглядаються питання фізико-хімічних та технологічних принципів створення активних плівок і волокнистих матеріалів на основі термо-

пластів [6]. Роботи багатьох науковців та дослідників присвячені можливості використання інгібованих полімерних плівок для захисту від корозії металів [7-10].

Праці Гончарової К. П., Пінчука Л. С., Гольдаде В. А., Легонькової О. А. та Сухаревої Л. А. окреслюють різні аспекти, пов’язані з отриманням, властивостями і застосуванням полімерів, на основі яких створюють вироби, що підлягають розпаду під дією біологічного середовища [4, 11, 12]. У роботах Штільмана М. І. розглядаються властивості полімерів медико-біологічного призначення [13, 14]. Дістали розвиток питання застосування полімерних плівок для пакування окремих видів харчових продуктів у роботах Ухарцевої Е. Ю., Колосова О. Є. [15, 16].

Аналіз наукових досліджень свідчить про зростання вимог до сфери застосування, а відповідно до властивостей спеціальних полімерних плівок, тому вивчення їх переваг та можливих недоліків дозволить сформуванню та намітити шляхи розвитку даного напрямку пакувальної галузі.

Так, значною проблемою є потреба висвітлення значного обсягу обов’язкової інформації та її правдивості щодо стану продукції при збереженні у полімерних плівках (передусім це важливо для харчових продуктів). Деякі набуті властивості полімерних плівок сприяють їх застосуванню у таких новітніх формах носіїв інформації, як аромат, звукові сигнали, зміни кольору при зберіганні тощо.

Важливим питанням є дослідження змін, що відбуваються під дією зовнішніх факторів у полімерній плівці та продукції, яка у ній зберігається.

Інформативність та безпечність для споживача (забезпечення можливості проведення контролю середовища всередині пакування без порушення його цілості та кольорова сигналізація про стан виробу) – важливі характеристики полімерних плівок спеціального призначення, які підлягають детальному розгляду.

Постановка завдання. Проаналізувати проблеми та розглянути можливі перспективи використання полімерних плівок спеціального призначення і сформувати пріоритетні напрямки розвитку сучасної пакувальної галузі на основі аналізу літературних джерел і результатів власних досліджень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відповідно до загального характеру впливу на навколишнє середовище сучасний асортимент полімерних плівок спеціального призначення можна класифікувати на чотири групи, а саме: активні, газоселективні, біодеградуючі та інформуючі.

Слід зазначити, що наукової класифікації полімерних плівок спеціального призначення на сьогодні немає, тому дані дослідження є актуальними.

Активні полімерні плівки виявляють вплив на продукцію (хімічний, фізичний, біологічний), змінюючи склад газового середовища всередині упаковки або структуру поверхневого шару продукції. Дія активного елементу плівки пов'язана із забезпеченням захисту упакованої продукції від пошкоджень шляхом суміщення бар'єрного ефекту зі спрямованою зміною структури поверхневого шару упакованих товарів або складу середовища всередині упаковки. До активних полімерних плівок відносять протикорозійні (інгібовані) полімерні плівки, плівки з регулюванням коефіцієнта тертя, антистатичні плівки, плівки з поглинанням кисню, плівки для збереження продуктів харчування, біоцидні плівки, плівки з антимікробною активністю, плівки з інсектицидною дією [1, 5, 7].

Інгібовані плівки (полімерні плівки, що використовують як засоби тимчасового захисту від корозії), повинні мати необхідний комплекс властивостей: хімічних та протикорозійних, які забезпечують захист упакованих металевих виробів, не змінюють властивостей під впливом зовнішніх факторів та інертні щодо упакованих металевих виробів; бар'єрних, з низькими показниками паро-, водо-, газопроникності; фізико-механічних, з високими показниками міцності під час розтягування і видовження під час розриву, високою еластичністю; технологічних, з незначною матеріаломісткістю, легкою зварюваністю, з задовільними флексографічними властивостями [10].

До інгібованих полімерних плівок висувається низка вимог щодо експлуатаційних характеристик, в яких одночасно повинні поєднуватися функції захисту металу та ізоляції його від зовнішнього середовища. Використовуючи як модифікуючі добавки леткі інгібітори атмосферної корозії з достатньо високими температурами плавлення і розкладу та можливістю сумісно перероблятися в композиції з поліетиленом низької густини, необхідно враховувати термодинамічні показники з випаровування складника. Мінімальну кількість інгібітора, що вводять у полімер, вибирають розрахунково-експериментальним шляхом, враховуючи умови утворення мінімальної допустимої концентрації летких парів у замкненому об'ємі з товаром із металу і пролонгованість дії та міграції компонентів з полімерної матриці. Максимальну кількість інгібітора корозії, який вводять у полімер, вибирають експериментальним шляхом, зважаючи на умови отримання плівки та інтенсивність процесу переходу інгібітора в газоподібний стан. Плівки для герметичного упакування повинні зберігати мінімальну проникність стосовно парів води, кисню, промислових газів (CO_2 , Cl_2 , H_2S , SO_2), хімічних розчинів. Компонуючи склад полімерного захисного матеріалу, необхідно забезпечувати прозорість матеріалу, що дозволяє контролювати зберігання продукції без порушення пакування [17].

Вибір полімерного матеріалу для плівкового упакування визначається його корозійною активністю в разі контакту з металом, яка, в свою чергу, залежить від хімічного складу, структури, дифузійних і сорбційних характеристик полімеру, вмісту водорозчинних компонентів, здатністю до реакцій

іонного обміну з активаторами чи пасиваторами електродного процесу. Корозійні втрати металу, що контактує з полімером, різко зростають в умовах, сприятливих руйнуванню полімеру, а саме: при високій вологості, підвищеній температурі, аномальному тиску.

Таким чином, створення полімерних пакувальних плівок спеціального призначення, з регульованою концентрацією летких інгібіторів атмосферної корозії полягає у реалізації технологічного методу суміщення полімерної основи з інгібіторами і доставки останніх до поверхні металевого виробу, що підлягає захисту. Це можна вирішити шляхом підбору компонентів, які дозволяють реалізувати стан номінального насичення інгібіторами корозії внутрішньопакувального простору і забезпечити регульоване виділення інгібітора з об'єму матеріалу протягом часу експлуатації.

Використання як полімерної основи поліетилену низької густини (ПЕНГ) обумовлено його високими фізико-механічними характеристиками, технологічними та хімічними властивостями, а також хорошими бар'єрними характеристиками.

Вибір інгібіторів корозії обумовлений високою ефективністю їх дії під час захисту металевої поверхні, широким температурним інтервалом застосування, сумісністю з компонентами та матрицею, величиною тиску насиченої пари та низькими токсичними властивостями. Застосовувались інгібітори газової корозії дициклогексиламін бензоат (ДЦГАБ), циклогексиламін бензоат (ЦГАБ) та нітрит дициклогексиламіну (НДА). Для пом'якшення агресивної дії інгібіторів по відношенню до структури полімерної матриці використовували пластифікатори диоктилфталат (ДОФ), дибутилфталат (ДБФ) та ди-2-етилгексилфталат (ДЕГФ). Введення до складу плівки модифікуючих компонентів понижує величини показників паропроникності на 10-15 % порівняно з плівками без вмісту інгібітора. Початкова паропроникність інгібованих полімерних плівок у 1,3-1,6 раза менша від неінгібованих. Час переходу до стаціонарної дифузії для всіх одношарових інгібованих та неінгібованих плівок практично однаковий і становить близько 30 днів (рис. 1).

У табл. 1 представлені окремі характеристики інгібованих полімерних плівок.

Одними з найбільш активних та небезпечних для металовиробів дифузійних процесів, що мають місце у захисних матеріалах, окрім проникнення водяної пари, є проникнення кисню крізь полімерну плівку та подальша адсорбція кисню на металевій поверхні. Первинні окиснювальні процеси під таким тимчасовим захисним покриттям, як полімерна плівка, відбуваються навіть за дотримання всіх технологічних вимог до проведення протикорозійного захисту. Це пов'язано з існуванням певної кількості хімічно активних щодо металу атомів та молекул газу в обмеженому об'ємі під покриттям та у самому покритті, а також з постійним проходженням процесів перенесення [18].

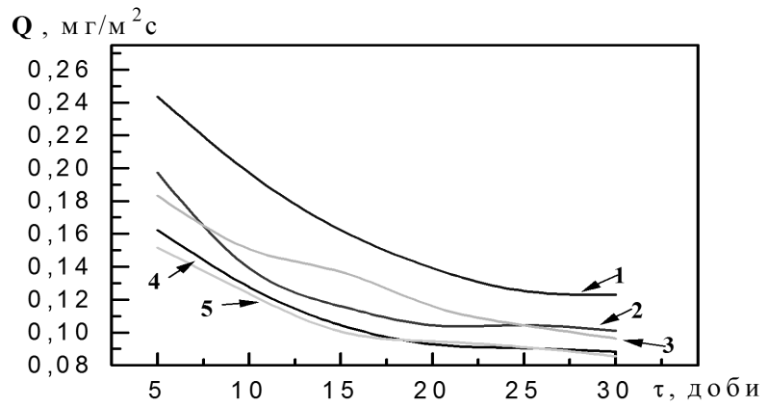


Рис. 1. Паропроники́сть модифікованих полімерних матеріалів: 1 – ПЕНГ; 2 – ПЕНГ + 0,5 ваг. % ДЦГАБ + 1,0 ваг. % ДБФ; 3 – ПЕНГ + 0,5 ваг. % ДЦГАБ; 4 – ПЕНГ+2,0 ваг. % НДА; 5 – ПЕНГ + 1 ваг. % ЦГАБ

Таблиця 1

Паропроники́сть інгібованих захисних полімерних плівок

| Склад | Товщина, мкм | Границя міцності | Модуль пружності | Відносне видовження, % | Паропроники́сть (25 мкм, 401 К), мг/(м²·с) |
|--------------------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------------|--|
| | | МПа | | | |
| ПЕНГ + 2 ваг. % НДА | 10 - 300 | 10 - 15 | 40 - 70 | 170 - 300 | 0,10±0,005 |
| ПЕНГ + 5 ваг. % ЦГАБ | 10 - 300 | 10-15 | 40 - 70 | 170 - 300 | 0,07±0,003 |
| ПЕНГ + 0,5 ваг. % ДЦГАБ | 10 - 300 | 10 - 15 | 40 - 70 | 180 - 260 | 0,10±0,005 |
| ПЕНГ + 5 ваг. % ДЦГАБ | 10 - 300 | 10 - 15 | 40 - 70 | 170 - 280 | 0,10±0,0050 |
| ПЕНГ + 5 ваг. % ДЦГАБ + 1% ваг. ДОФ | 10 - 300 | 11 - 15 | 40 - 70 | 190 - 280 | 0,04±0,002 |
| ПЕНГ + 5 ваг. % ДЦГАБ + 2 ваг. % ДБФ | 10 - 300 | 11 - 15 | 40 - 70 | 190 - 280 | 0,11±0,006 |

Встановлено, що внесення тонкоплівкового термоелектричного перетворювача в об'єм $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ ($50 \times 100 \times 10 \text{ мм}^3$) контрольної металевої комірки, що герметично закривалася, за повної ізоляції від атмосфери, приводить до поступової, протягом 6 годин, зміни термо-е.р.с., що відповідає адсорбції 3 моношарів кисню. У наступному, за заданих умов термо-е.р.с. не змінювалася, що свідчило про встановлення рівноваги у процесах адсорбція-десорбція атомів на поверхні в межах даного об'єму [19, 20].

Внесення датчика в пакет об'ємом $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ з полімерного матеріалу приводить до зміни характеристик термо-е.р.с. датчика навіть після 6 годин стабілізації. Так, для пакета з поліетиленової плівки без модифікаторів кількість моношарів адатомів кисню на поверхні поступово зростала до 6 протягом 8,5 год. (рис. 2).

Ці результати свідчать про посередні бар'єрні властивості немодифікованого поліетилену стосовно сповільнення дифузійних процесів крізь покриття та запобігання початковим етапам корозії. Плівки, що містили в своєму складі інгібітор, характеризувалися кращими показниками. Це пов'язано з активним надходженням парів інгібітора, які

запобігали проникненню або витісняли кисень, а також з процесами пасивації поверхні датчика.

Проте введення інгібітора газової корозії у склад захисної плівки приводить до зміни структури матеріалу. Відомо [21], що інгібітори класу амінів, введені у полімерну матрицю, також можуть діяти як ініціатори надмолекулярних утворень, які залежно від властивостей додатку і його кількості можуть призводити до виникнення структур різної форми. У полімерних плівках з додатками інгібіторів частка аморфної фази зменшується, вони стають більш кристалічними. Такий факт є позитивним на початкових етапах застосування інгібованих плівок, у яких за рахунок меншої проникності кристалічного матеріалу значно зменшена дифузія газів зовні захисного покриття. Однак із часом підвищене структуроутворення та надмірна кристалічність приводять до значної дефектності матеріалу, а в підсумку – до втрати бар'єрних властивостей (рис. 3).

Додатки пластифікаторів дозволяють уникнути негативного впливу інгібіторів на структуру плівки. Модифіковані покриття, що містять у своєму складі інгібітори та пластифікатори, характеризуються меншою дефектністю та більш тривалим часом

експлуатації. Крім того, зі збільшенням вмісту пластифікатора частково змінюється структура полімерного матеріалу, зростає здатність пластмас до високоеластичних деформацій, полегшується переробка пластмас у вироби, підвищується їх

міцність, довговічність і діелектрична здатність (рис. 3) [16-17]. Проте плівки з додатками пластифікатора частково втрачають свій естетичний вигляд та прозорість, а при тривалій експлуатації стають масними на дотик (рис. 4).

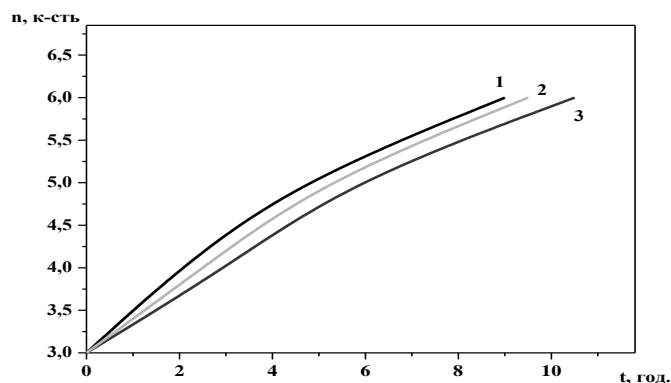


Рис. 2. Часова залежність кількості адсорбованих моношарів кисню n за $T = 293\text{ K}$ у пакетах із поліетилену: 1 – без додатків; 2 – з інгібітором 0,5 ваг. % ДЦГАБ + 1,0 ваг. % ДБФ; 3 – з інгібітором 1 ваг. % ДЦГАБ

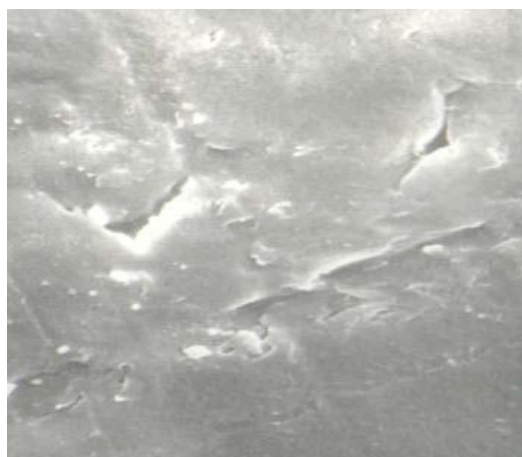


Рис. 3. Структура поверхні інгібованої полімерної плівки ПЕНГ+1 ваг. % ЦГАБ при старінні до 7 років. X 2000

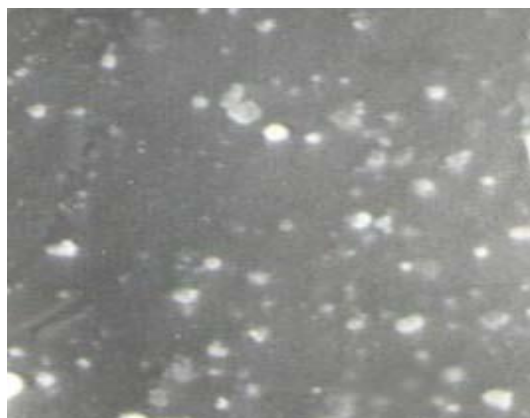


Рис. 4. Мікрофотографія поліетиленової плівки, модифікованої інгібітором ДЦГАБ (1 ваг. %) та пластифікатором ДЕГФ (1 ваг. % ДЕГФ) (X 6000)

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. На основі аналізу літературних джерел і результатів власних досліджень оцінено сучасний стан та перспективи застосування полімерних плівок спеціального призначення. Особлива увага приділена розробленню наукових засад формування властивостей нових активних протикорозійних плівок. Обґрунтовано доцільність розроблення класифікації полімерних плівок спеціального призначення з метою формування асортименту та вдосконалення якості.

Показано, що введення інгібітора та інших модифікувальних компонент, які збільшують кристалічність полімерної матриці, переважно спричиняє початкове пониження значень дифузійних характеристик. Показано, що пластифікація поліетиленових неінгібованих плівок, як правило, приводить до стабілізації аморфного стану матеріалу, підвищення рухливості полімерних ланок, що коригується зі зростанням показників дифузійних характеристик. Одночасне введення до полімерної матриці пластифікатора та інгібітора приводить до стабілізації часових залежностей дифузійних характеристик, які загалом мають нижчі значення порівняно з немодифікованими матеріалами.

Виявлено, що швидкість дифузійних процесів через багат шарові матеріали значно повільніша порівняно з одношаровими матеріалами, що дозволяє рекомендувати використання багат шарових матеріалів на триваліші терміни експлуатації в складських приміщеннях. Показано, що показники термічної стійкості, паро- та киснепроникності активних протикорозійних плівок можуть бути застосовані для оцінки якості і прогнозування термінів збереження споживних властивостей засобів захисту металотоварів на період їх транспортування та зберігання.

Подальші дослідження слід спрямувати на поглиблене вивчення властивостей полімерних пакувальних плівок спеціального призначення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Введение в систематику умных материалов / Л. С. Пинчук, В. А. Гольдаде, С. В. Шилько, А. С. Неверов. – Минск : Беларуск. Навука, 2013. – 399 с.
2. Полимерная тара и упаковка / [под ред. Генеля С. В.]. – М. : Химия, 1980. – 272 с.
3. Мікульонок І. О. Термопластичні композитні матеріали та їх наповнювачі: класифікація та загальні відомості / І. О. Мікульонок // Хімічна промисловість України. – 2005. – № 5. – С. 30-39.
4. Легонькова О. А. Тысяча и один полимер от биостойких до биоразлагаемых / Легонькова О. А., Сухарева Л. А. – М. : РадиоСофт, 2004. – 272 с.
5. Siracusa V. Food packaging permeability behaviour: A report (review article) / V. Siracusa // International Journal of Polymer Science. – 2012. – V. 2012, Article ID 302029. – 11 p. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [//www.scribd.com/document/348250250/PERMEATION-pdf](http://www.scribd.com/document/348250250/PERMEATION-pdf).
6. Макаревич А. В. Физико-химические и технологические принципы создания активных

пленочных и волокнистых материалов на основе термопластов : автореф. дисс. ...докт. хим. наук / А. В. Макаревич. – Мн., 2000.

7. Гольдаде В. А. Современные тенденции развития полимерной пленочной упаковки / В. А. Гольдаде // Полимерные материалы и технологии. – 2015. – Т. 1. – № 1. – С. 63-70.

8. Plastics for corrosion inhibitions / V. A. Goldade, L. S. Pinchuk, A. V. Makarevich, V. N. Kestelman. – Berlin : Springer-Verlag, 2005. – 384 p.

9. Пинчук Л. С. Полимерные пленки, содержащие ингибиторы коррозии / Л. С. Пинчук, А. С. Неверов. – М. : Химия, 1993. – 176 с.

10. Доманцевич Н. І. Формування споживних властивостей полімерних покриттів для захисту металовиробів / Н. І. Доманцевич, Б. П. Яцишин, О. І. Аксіментьєва // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2006. – № 1. – С. 35-39.

11. Современные тенденции создания биоразлагаемых полимерных материалов / Е. П. Гончарова, О. А. Ермолович, Л. С. Пинчук, В. Е. Сычко // Материаловедение. – 2006. – № 9. – С. 37-43.

12. Formation and biodegradation of polyethylene-based electret films / V. A. Goldade, L. S. Pinchuk, O. A. Ermolovich [et al.] // Intern. Polymer Processing. – 2011. – Vol. 26, № 2. – P. 205-211.

13. Штильман М. И. Полимеры медико-биологического назначения / М. И. Штильман. – М. : Академкнига, 2006. – 420 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: files.pilotlz.ru/pdf/cC1564-2-ch.pdf.

14. Штильман М. И. Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения : учебное пособие / М. И. Штильман. – М. : БИНОМ, 2015. – 328 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932081983.html>.

15. Ухарцева И. Ю. Современные тенденции применения высокомолекулярных соединений в создании упаковочных материалов для пищевых продуктов / И. Ю. Ухарцева // Пластические массы. – 2014. – № 9-10. – С. 57-62.

16. Колосов О. Є. Технологія зберігання харчової продукції: неупакованої та упакованої із застосуванням полімерних плівкових матеріалів / О. Є. Колосов. – К. : Політехніка, 2015. – 179 с.

17. Plastics for corrosion inhibitions / V. A. Goldade, L. S. Pinchuk, A. V. Makarevich, V. N. Kestelman. – Berlin: Springer-Verlag, 2005. – 384 p.

18. Доманцевич Н. І. Вимірювання киснепроникності модифікованих полімерних покриттів / Н. І. Доманцевич, С. П. Яцишин, Б. П. Яцишин // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2006. – Вип. 66. – С. 85-88.

19. Доманцевич Н. Структура та киснепроникність поліетиленових плівок для тимчасового зберігання продуктів / Доманцевич Н., Микитів Н., Яцишин Б. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – № 2. – С. 114-117.

20. Доманцевич Н. І. Тонкоплівковий термпарний вимірювач якості захисної здатності покриття / Н. І. Доманцевич, С. П. Яцишин, Б. П. Яцишин // Вимірювальна техніка та метрологія. – 2003. – Вип. 63. – С. 148-151.

21. Domantsevich N. Structura and properties of the modified polyethylene films / N. Domantzevich, O. Aksimentyeva, B. Yatsyshyn // Current trends in commodity science. Packaging : Zeszyty naukowe. – 186 – Poznan: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego. – 2012. – P. 67-75.

REFERENCES

1. Pynchuk, L. S. Hol'dade, V. A. Shyl'ko, S. V. and Neverov, A. S. (2013), Vvedeniye v systematyku umnykh materialov, Belarusk. Navuka, Mynsk, 399 s.

2. Polymernaia tara y upakovka, pod red. Henelia S. V. (1980), Khymia, M., 272 s.

3. Mikul'onok, I. O. (2005), Termoplastychni kompozytni materialy ta ikh napovniuvachi: klasyfikatsiia ta zahal'ni vidomosti, Khimichna promyslovist' Ukrainy, № 5, s. 30-39.

4. Lehon'kova, O. A. and Sukhareva, L. A. (2004), Tysiacha y odyn polymer ot byostojkykh do byorazla-haemykh, RadyoSoft, M., 272 s.

5. Siracusa V. (2012), Food packaging permeability behaviour: A report (review article), International Journal of Polymer Science, v. 2012, Article ID 302029, 11 p., available at : [//www.scribd.com/document/348-250250/PERMEATION-pdf](http://www.scribd.com/document/348-250250/PERMEATION-pdf).

6. Makarevych, A. V. (2000), Fyzyko-khymycheskye y tekhnolohycheskye pryntsy sy sozdaniya aktyvnykh plenochnykh y voloknistykh materialov na osnove termoplastov : avtoref. dys. ...dokt. khym. Nauk, Mn.

7. Hol'dade, V. A. (2015), Sovremennyye tendentsyy razvytyia polimernoy plenochnoy upakovky, Polymernyye materialy y tekhnolohyy. T. 1. № 1, s. 63-70.

8. Goldade, V. A. Pinchuk, L. S. Makarevich, A. V. and Kestelman, V. N. (2005), Plastics for corrosion inhibitions, Springer-Verlag, Berlin, 384 p.

9. Pynchuk, L. S. and Neverov, A. S. (1993), Polymernyye pleny, soderzhaschyye ynhybytory korrozii, Khymia, M., 176 s.

10. Domantsevych, N. I. Yatsyshyn, B. P. and Aksimient'ieva, O. I. (2006), Formuvannia spozhyvnykh vlastyvostej polimernykh pokryttiv dlia zakhystu metalovyrobiv, Vymiriuvai'na ta obchysliuvai'na tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh, № 1, s. 35-39.

11. Honcharova, E. P. Ermolovych, O. A. Pynchuk, L. S. and Sytsko, V. E. (2006), Sovremennyye

tendentsyy sozdaniya byorazla-haemykh polimernykh materialov, Materialovedeniye, № 9, c. 37-43.

12. Formation and biodegradation of polyethylene-based electret films, V. A. Goldade, L. S. Pinchuk, O. A. Ermolovich [et al.] (2011), Intern. Polymer Processing, vol. 26, № 2, p. 205-211.

13. Shtyl'man, M. Y. (2006), Polymery medyko-byolohycheskoho naznacheniya, Akademknyha, M., 420 s., available at : files.pilotlz.ru/pdf/cC1564-2-ch.pdf.

14. Shtyl'man, M. Y. (2015), Tekhnolohiya polymerov medyko-byolohycheskoho naznacheniya. Polymery pryrodnoho proyskhozhdeniya, BYNOM, M., 328 s., available at : <http://www.studentlibrary .ru/book-/ISBN9785932081983.html>.

15. Ukhartseva, Y. Yu. (2014), Sovremennyye tendentsyy pryimeneniya vysokomolekuliarnykh soedynenyj v sozdanny upakovochnykh materialov dlia pyscheyvykh produktov, Plastycheskye massy, № 9-10, s. 57-62.

16. Kolosov, O. Ye. (2015), Tekhnolohiia zberihannia kharchovoi produktsii: neupakovanoi ta upakovanoi iz zastosuvanniam polimernykh plivkovykh materialiv, Politekhnik, K., 179 s.

17. Goldade, V. A. Pinchuk, L. S. Makarevich, A. V. and Kestelman, V. N. (2005), Plastics for corrosion inhibitions, Springer-Verlag, Berlin, 384 p.

18. Domantsevych, N. I. Yatsyshyn, S. P. and Yatsyshyn, B. P. (2006), Vymiriuvannia kysnepronyk-nosti modyfikovanykh polimernykh pokryt', Vymiriuvai'na tekhnika ta metrolohiia, vyp. 66, s. 85-88.

19. Domantsevych N., Mykytiv N. and Yatsyshyn B. (2013), Struktura ta kysnepronyknist' polietylenovykh plivok dlia tymchasovoho zberihannia produktiv, Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu, № 2, s. 114-117.

20. Domantsevych, N. I. Yatsyshyn, S. P. and Yatsyshyn, B. P. (2003), Tonkoplivkovyj termoparnyj vymiriuvach iakosti zakhysnoi zdatnosti pokryttia, Vymiriuvai'na tekhnika ta metrolohiia, vyp. 63, s. 148-151.

21. Domantsevich N. Aksimentyeva O. and Yatsyshyn B. (2012), Structura and properties of the modified polyethylene films, Current trends in commodity science. Packaging : Zeszyty naukowe. – 186, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Poznan, p. 67-75.