

ОЦІНКА ЯКОСТІ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Анотація. Розглянуто порядок і способи проведення товарознавчої оцінки якості полімерних матеріалів із вторинних матеріалів. Показано можливості використання статистичних методів забезпечення якості для проведення відбору зразків для оцінювання якості виробів та подальшого моделювання.

Ключові слова: якість, поліетиленові матеріали

Domatsevych N., Yatsyshyn B., Martynyuk M.

EVALUATION OF MATERIALS QUALITY FROM RECYCLED MATERIALS

Summary. The order and ways of implementation of the commodity science estimation of polymer materials quality made of recycled raw supplies were revealed. The possibilities of using of statistical methods for quality provision for evaluating of samples for estimation of quality of products and further modeling were shown.

Keywords: quality, polyethylene materials

1. Вступ

Збереження споживних властивостей товарів із металів на шляху від виробника до споживача забезпечується використанням засобів тимчасового захисту. Незважаючи на різноманітність полімерних матеріалів та їх широке застосування, існує проблема, яка полягає у їх здешевленні та утилізації відходів [1]. Ця проблема вирішується за рахунок повторного використання технологічних відходів пакувального виробництва та іншої полімерної сировини. При цьому необхідно враховувати дію різноманітних чинників, властивих конкретній вторинній сировині та екологічні вимоги до використання модифікованих полімерних матеріалів.

При введенні у термопласти додатків та забруднень, які супроводжують вторинну полімерну сировину при її використанні, порушується еластичність, текучість у розплаві та міцність матеріалу. Відповідно, змінюються якісні характеристики плівок, а проблема їх визначення зводиться до контролю емпіричного інтегрального показника, що враховує необхідний рівень механічних та інших експлуатаційних властивостей.

Із питання формування та оцінювання якості матеріалів із вторинної сировини публікацій практично немає, незважаючи на актуальність проблеми. Властивості отриманих матеріалів визначаються комплексом властивостей компонентів, що вво-

дяться до складу основи з метою підвищення показників якості.

Якість матеріалів залежить не тільки від природи полімерної матриці та інших компонентів його складу, але й від умов формування, зберігання та експлуатації матеріалу, які визначають швидкість та характер деструкційних процесів, що в ньому відбуваються.

Враховуючи це, вкрай важливим і необхідним є розроблення методологічних способів та прийомів до формування та оцінювання якості, удосконалення методів оцінки споживних властивостей широкій номенклатурі полімерних матеріалів із вторинної сировини.

2. Методика експерименту

Метою досліджень було встановлення змін показників якості у залежності від процентного вмісту компонентів, одним з яких є вторинна полімерна сировина.

Об'єктом дослідження були полімерні плівки, до складу яких вводили вторинну сировину.

Плівки виготовляли екструзією поліетилену низької густини, у якого співвідношення між первинною та вторинною сировиною складало до 3:7 (рис. 1).



Рис. 1. Гранули поліетилену поліетилену низької густини (LDPE) (а) та гранули поліетилену високого тиску із вторинної сировини (б), що використовувались для виготовлення виробів методом екструзії

Джерело: [2]

З метою забезпечення потреб виготовлення плівкового матеріалу пластифікатор дибутилфталат (ДБФ) та трансформаторне масло [3].

Оцінювання якості вторинних полімерних плівок проводили шляхом визначення відповідності нормативній документації окремих показників фізико-хімічних характеристик та математичного моделювання процесу із врахуванням інтегральних характеристик якості [4, 5].

Визначення відповідності показників вимогам нормативних документів дає змогу визначити не тільки окремі значення показників модифікованих матеріалів, але й комплексно оцінити споживні властивості захисного покриття, перш за все, технологічні та функціональні. Процедура оцінювання проводиться на основі експертних висновків із врахуванням коефіцієнтів вагомості показників визначених властивостей і передбачає складну математичну обробку результатів проведеного дослідження. Проведення робіт із встановлення оцінок якості продукції визначається певними вимогами: максимально уникнути такої експертної оцінки, яка базується на абстрагованих судженнях або супроводжується різними одиницями вимірювань; об'єд-

нати окремі вимірювання характеристик матеріалу в один індекс, який точно визначає загальну експертну оцінку.

3. Результати досліджень

Оцінка якості покриттів із вторинних матеріалів, згідно методики [6], дає змогу охарактеризувати різні властивості матеріалів за однією оціночною шкалою. Як відомо, у цьому випадку для будь-якої характеристики матеріалу визначають граничні значення, які мають відповідне цифрове значення від 0 до 1. При цьому показник $d = 0$, характеризує будь-яку із властивостей як таку, що не відповідає вимогам, а у випадку $d = 1$ забезпечується бажаний рівень, і у цьому випадку подальше покращення якості не буде вважатися доцільним.

Характеристикам матеріалу, що лежать у проміжку між цими двома рівнями, відповідають показники з величинами від 0,1 до 0,9. Значення показників споживних властивостей для вторинних полімерних плівок приведені у табл. 1.

Трансформація значень характеристик і властивостей покриттів у безрозмірну шкалу показників дає можливість об'єднати за допомогою простих

Таблиця 1

Значення показників споживних властивостей полімерних плівок, виготовлених із додатками вторинної сировини

Споживні властивості	Значення показників споживних властивостей та безрозмірні величини, які їм відповідають		
	Показники	Величини	
1	2	3	
Густина, кг/м ³	910 – 970	0,60 – 0,70	
Ступінь кристалічності, %	34 – 43	0,65 – 0,56	
Теплостійкість, К	381 – 388	0,67 – 0,76	
Теплопровідність Вт/м·К	0,33 – 0,36	0,60 – 0,40	
Водопоглинання за 30 діб при 293 К, %	0,01 – 0,04	0,80 – 0,60	
Міцність при розтягуванні, МПа	11,0 – 13,1	0,56 – 0,67	
Відносне видовження при розриві, %	350 – 500	0,56 – 0,67	
Еластичність, МПа	88 – 250	0,60 – 0,70	
Стійкість до фотоокислювального старіння, год.	400 – 600	0,60 – 0,70	
Стійкість до термоокислювального старіння, год.	8 – 40	0,60 – 0,70	
Питомий електричний опір	об'ємний, Ом м	$10^{10} - 4 \cdot 10^{13}$	0,50 – 0,70
	поверхневий, Ом м	$10^6 - 3 \cdot 10^7$	0,50 – 0,70

Джерело – розроблено авторами.

математичних операцій різні якісні характеристики матеріалу в одну інтегральну характеристику або показник D . Використовуючи як інтегральний показник D середнє квадратичне значення безрозмірних показників властивостей матеріалу d , можна встановити відповідну залежність між споживними властивостями матеріалу.

Це дає змогу спрогнозувати таку модель, коли вихід однієї із характеристик за межі допустимих значень приводить до визнання непридатності виробу в цілому. Оскільки

$$D = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_n}$$

і, якщо будь-яка величина d дорівнює нулеві, то середньоквадратичне значення також буде нульове. Так, полімерний виріб (крісло для стадіону), що має низьку стійкість до фотоокислювального старіння ($d_{\text{фотоокисл.}} = 0$) не може забезпечити необхідні механічні характеристики через прискорену деструкцію матеріалу. Відповідно до цього, рівень якості виробу буде низький, а інтегральне значення показника якості $D = 0$. При суттєво малих значеннях d_n величина інтегрального показника також буде малою. Тобто показник D є мірою якості, яка підлягає математичному та статистичному аналізу, а також оптимізації за номінальним значенням.

Використовуючи дану модель та інші роботи з експертної оцінки якості полімерної продукції та технології її виготовлення, нами здійснений прогноз по збереженню основних споживних характеристик поліетиленової продукції, що відзначаються складним комплексом характеристик (рис. 2) [6, 7].

Зміни показників якості при старінні поліетиленових виробів із вторинної полімерної сировини визначається особливостями зміни їх фізико-хімічних властивостей. У плівок зі збільшеною кількістю вторинного матеріалу (до 70 %) спостерігається

зниження показника D від початкових етапів (виготовлення), а після 2 років старіння – різкий спад, що пов'язаний зі збільшенням кристалічності зразку, збільшенням його крихкості, зниженням механічних характеристик. Зменшення вмісту вторинної сировини значно підвищує механічні характеристики зразків та підвищує термін експлуатації.

Електронно-мікроскопічними дослідженнями підтверджено збільшення дефектності полімерної матриці при використанні вторинної сировини (рис. 3, 4). У зразках із вмістом вторинної сировини спостерігається зростання кристалічності, в основному через внесення забруднень, які цьому сприяють, а також підвищене пороутворення, зростання дефектності на межі аморфної та кристалічної фаз.

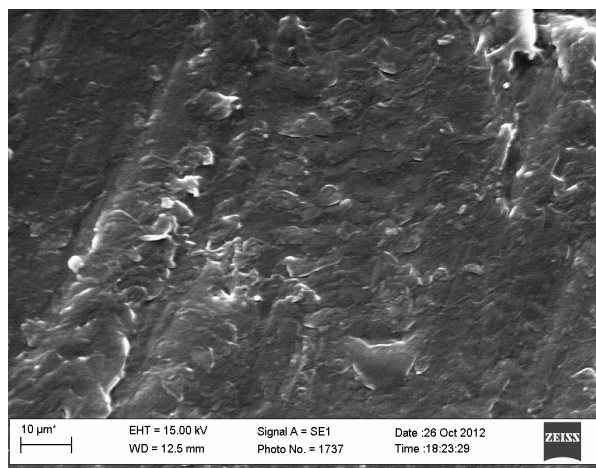


Рис. 3. Структура поверхні поліетиленового виробу (лоток для продуктів), виготовленого із первинного полімеру РВ-18, барвника (1 ваг. %) та ДБФ (3 ваг. %) X 1000.

Джерело – розроблено авторами

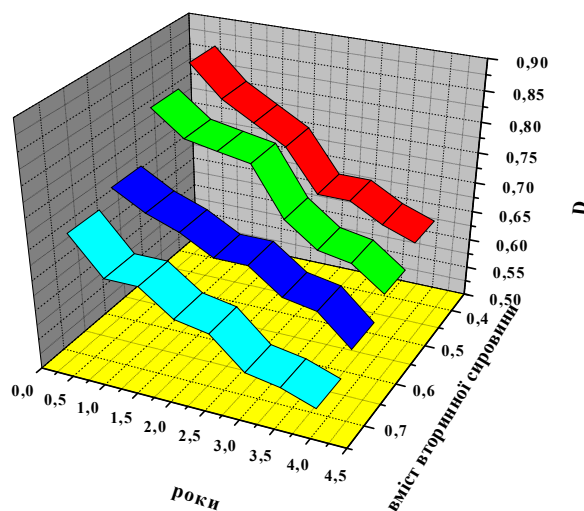


Рис. 2. Зміна інтегрального показника якості D вторинних полімерних плівок з вмістом вторинної сировини до 70 ваг. %.

Джерело – розроблено авторами

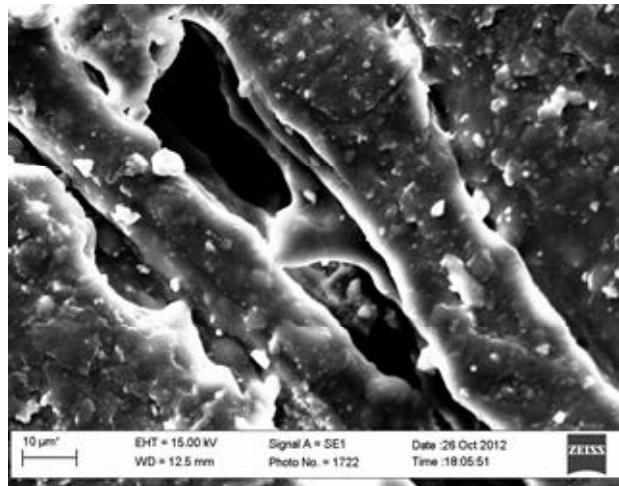


Рис. 4. Мікрофотографія поверхні поліетиленового виробу (мірне ведро), виготовленого поліетилену низької густини, у якого співвідношення між первинною та вторинною сировиною складало до 4 :6. X 1000.

Джерело – розроблено авторами

Збільшення термінів експлуатації спостерігається у зразках з великим вмістом вторинної сировини при введенні більшої кількості пластифікатора (до 12 ваг. % ДБФ або 10 ваг. % трансформаторного масла). Такі вироби характеризувались підвищеними механічними властивостями, зростанням терміну експлуатації, проте були неестетичні, липкі, через чого застосування їх було обмежене. Використовуючи дану модель та інші роботи з експертної оцінки якості продукції, для вторинних виробів було визначено оптимальну концентрацію у полімерній матриці пластифікатора ДБФ, що складала до 5 ваг. %, протягом тривалого часу експлуатації, за який проявляються високі споживні характеристики виробів. Можливо, це пов'язано зі структурними перетвореннями та процесами, які протікають у полімерній матриці під дією пластифікатора, таких, як зростання структуроутворення (зшивка ланцюгів

та утворенням жорсткої просторової сітки), зменшення пороутворення та загальної дефектності полімерної матриці (рис. 5).

У пластифікованих зразках не спостерігається великої дефектності, хоча кількість внесених із вторинною сировиною забруднень значна (рис. 5). Поверхня таких зразків більш рівна, кристалоутворення приглушене, проявляються тільки його початкові стадії – виявляються тільки окремі початкові етапи утворення кристалічного поліетилену ромбічної форми. Загалом внесення пластифікатора приводить до стабілізації властивостей та незначної активності протікання релаксаційних процесів. Це зумовлює стабілізацію показників якості на достатньо високому рівні ($D = 0,4 - 0,6$) протягом більш тривалого періоду експлуатації, порівняно з неластифікованими виробами.

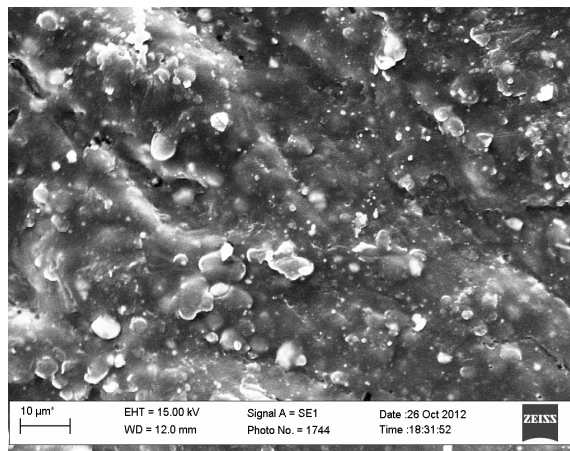


Рис. 5. Морфологія поверхні поліетиленового виробу (стік для води), виготовленого із суміші поліетилену первинного (40 %) та вторинного (60 %) поліетилену додатком пластифікатора. X 1000.

Джерело – розроблено авторами

Таким чином, використання модельної графіки дає змогу оцінити часові зміни якості вторинних полімерних матеріалів. Розроблення моделі оцінювання показників якості вторинних полімерних виробів дає змогу передбачити допустиму тривалість експлуатації і скоригувати технологічні параметри їх виготовлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технические руководящие принципы идентификации и экологически обоснованного регулирования пластмассовых отходов и их удаления / Матер. конф. сторон Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалении (Шестое совещание, Женева, 9-13 декабря 2002 года). – UNEP/CHW.6/21
2. Електронний ресурс. – Режим доступу: Polymers/LDPE/Гранула%20Вторичная%20ПВД%20-%20Центральный %20Рециклинг%20 Украины.mht
3. Кирилович В. И. Состояние производства и применения сложноэфирных пластификаторов полимеров / В.И. Кирилович // Пласт. Массы. – 2003. – № 11. – С. 24-25.
4. Harrington E.C.Jr. The desirability Function / E.C. Jr. Harrington// Industrial Quality Control. – 1965, April. – V.21. – P. 494-498.
5. Доманцевич Н.І. Модельна оцінка споживчих властивостей поліолефінових покриттів та її використання для вибору технології створення нових захисних матеріалів / Н. І. Доманцевич // В зб. “Сучасні проблеми товарознавства”. – Київ, 2003. – С. 197-201.
6. Статистические методы контроля качества продукции. [Ноулер Л., Хауэлл Дж., Голд Б., Коулман Э., Моун О., Ноулер В.] – М.: Издательство стандартов, 1989. – 96 с.
7. Ohshima M. Quality control of polymer production processes / Ohshima M.; Tanigaki M. // Journal of Process Control. – 2000. – V. 10 (2). – P. 135-148.