

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОДЕГРАДУЮЧИХ ПЛІВОК ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАКОВАНЬ

Проаналізовано результати досліджень механічних властивостей біодеградуючих плівок та плівок на основі поліетилену високої та низької щільності.

The results of investigations of the mechanical properties of biodegradable films and films based on polyethylene high and low density were analyzed.

1. ВСТУП

Стрімкий розвиток полімерної галузі, характерний для розвинених в промисловому відношенні країн, зумовлює виникнення проблеми, яка несе загрозу екології планети. В наш час проблема накопичення полімерного сміття на сміттєзвалищах, все більше загострюється.

Для часткового вирішення такої проблеми було створено полімерні біодеградуючі матеріали для виробів з коротким життєвим циклом, в тому числі для пакувань. В навколишньому середовищі, під впливом мікроорганізмів та природно-кліматичних факторів (температури, УФ-опромінення, кисню повітря, вологості) такі матеріали здатні розкладатися, а це дозволяє скоротити відсоток полімерного сміття кількість полімерного сміття. [1, 2, 3, 4]

2. МЕТА РОБОТИ

Дослідження механічних властивостей біодеградуючих плівок та плівок на основі поліетилену високої і низької щільності.

3. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення досліджень було обрано взірці плівок на основі поліетилену, а саме:

№ взірця	Тип плівки	Товщина
Плівка № 1	плівка на основі поліетилену високої щільності (HDPE)	25 мкм
Плівка № 2	плівка на основі поліетилену високої щільності (HDPE) та оксо-біодеградуючої домішки OX5854PE фірми Tosaf	25 мкм

²⁹ Українська академія друкарства

№ зріця	Тип плівки	Товщина
Плівка № 3	плівка на основі поліетилену високої щільності (HDPE) та оксо-біодерадуючої домішки EP OBD-1 (Eco-Protect)	33 мкм
Плівка № 4	плівка на основі поліетилену низької щільності (HDPE) та оксо-біодерадуючої домішки EP OBD-1 (Eco-Protect)	95 мкм
Плівка № 5	плівка на основі поліетилену низької щільності (LDPE)	80 мкм

4. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Міцність біодерадуючих полімерних плівкових матеріалів визначали на розривній машині 050/RT—601U японської фірми “Kimuga Machinery” по ГОСТ 14236-81. Дослідження проводили при швидкості переміщення затискача 100 мм/хв до розриву зразка. Розміри досліджуваних зразків: 15 мм — ширина, 11 см — довжина. Температура в приміщенні 22 °С.

У відповідності з наявною на приладі шкалою фіксували значення руйнуючого зусилля (F, Н) і за відповідними формулами встановлювали міцність даного виду плівки на розрив.

Оцінювали механічні властивості зріців плівок без обробки та зріців плівок, що піддавали нагріванню у сушильній шафі ШС-80 при температурі 50 °С протягом 14 год.

Відносне видовження зріця плівки визначали за формулою:

$$l_a = \left(\frac{l_a}{l_p} \right) \cdot 100\%,$$

де l_a — абсолютне видовження зріця під час навантаження до моменту руйнування, см;

l_p — робоча довжина зріця плівки (11 см);

l_r — відносне видовження зріця плівки, %.

Межу міцності плівки на розрив визначали за формулою:

$$G = \frac{F}{S} = \frac{F}{h \cdot b},$$

де F — руйнуюче зусилля, Н;

S — площа поперечного перерізу зріця плівки, мм²;

h — товщина зріця плівки, мм;

b — ширина зріця плівки, мм.

5. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В процесі виготовлення та експлуатації полімерні пакування, на основі досліджуваних нами поліетиленових та біодеградуючих плівок, будуть зазнавати механічних навантажень (розтяг, а, можливо й розрив) та дії підвищених температур. Як відомо, процес нагрівання прискорює деструкцію біодеградуючих плівок, тому важливо знати вплив температурного чинника на механічні властивості цих плівок.

В результаті проведених досліджень механічних властивостей плівок матеріалів були отримані та вираховані величини міцності плівок (табл. 1 і 2) та побудовані діаграми величин руйнуючого зусилля (рис. 1), відносного видовження плівок (рис. 2).

Таблиця 1

Результати механічних властивостей вихідних зрізів плівок

№ п/п	Руйнуюче зусилля, F (Н)	Абсолютне видовження, l_a (см)	Відносне видовження, l_i (%)	Межа міцності на розрив, G (Н/мм ²)	Примітки
1	13,5	23,4	212,7	36	
2	15,4	27	245,5	41,1	
3	12,2	13,5	122,7	24,6	
4	22,5	57,4	521,8	15,8	
5	22	47,3	430	18,3	

Таблиця 2

Результати механічних властивостей зрізів плівок, що піддавали нагріванню

№ п/п	Руйнуюче зусилля, F (Н)	Абсолютне видовження, l_a (см)	Відносне видовження, l_i (%)	Межа міцності на розрив, G (Н/мм ²)	Примітки
1	13,2	26,9	244,5	35,2	
2	13,9	31,8	289,1	37,1	
3	10,8	25,1	200,9	21,8	
4	21,9	58,1	528,2	15,4	
5	21,1	49,5	450	17,6	не розірвалася



Рис. 1. Порівняння величин руйнуючого зусилля (F) до та після нагрівання візірів плівок

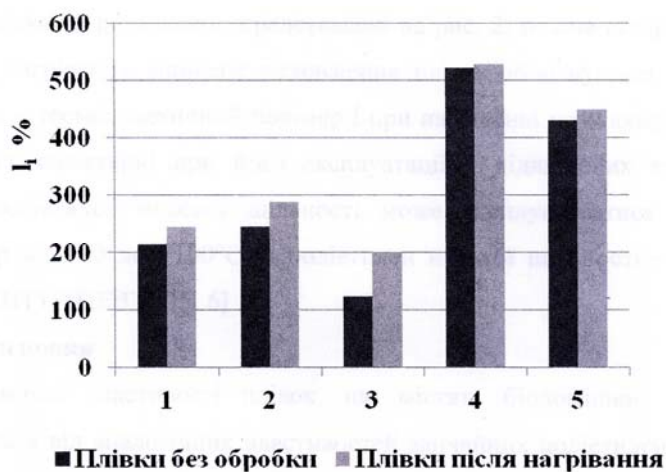


Рис. 2. Відносне видовження I_1 візірів плівок до та після нагрівання

6. АНАЛІЗ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

З отриманих результатів досліджень (табл. 1 та 2) та діаграми, представленої на рис. 1 випливає, що величина руйнуючого зусилля для плівок, що піддавали нагріванню зменшується. Це свідчить про зниження міцності поліетиленових плівок, як звичайних, так із вмістом біодеградуючих домішок, в результаті їх нагрівання.

Молекули лінійних полімерів хімічно інертні одна відносно одної і зв'язані між собою лише силами Ван-дер-Ваальса. У процесі нагрівання молекулярні зв'язки руйнуються. Показники механічних властивостей таких полімерів зменшуються. [5]

Введення оксо-біодерадуючої домішки OX5854PE фірми Tosaf у плівку № 2 покращує її міцнісні характеристики. Дослідження показують, що взірець плівки № 2 проявляє вищі показники механічних властивостей, порівняно із зразком № 1 на основі HDPE. Аналогічні властивості між собою продемонстрували взірці плівок № 4 та № 5 на основі LDPE, які відрізняються за вмістом домішки. Біодерадуюча плівка № 4 міцніша, порівняно із звичайною поліетиленовою плівкою № 5.

Аналізуючи результати, представлені на рис. 2, можна стверджувати, що внаслідок нагрівання відносно видовження плівок збільшується. Відомо, що поліетилен - термопластичний полімер і при нагріванні розм'якшується. Тобто дані явища характерні при його експлуатації у підвищених температурах. Загалом поліетилен високої щільності може експлуатуватися у діапазоні температур від -80 до +100°C, а поліетилен низької щільності - від -80 до +60°C (ПЕНТ) і (ПЕВТ). [5, 6].

7. ВИСНОВКИ

Механічні властивості плівок, що містять біодомішки не суттєво відрізняються від аналогічних властивостей звичайних поліетиленових плівок, а отже, пакування, виготовлені з біодерадуючих матеріалів в процесі експлуатації не поступатимуться своїми міцнісними характеристиками полімерним пакуванням на основі поліетилену.

1. Коротка В. О. Аналіз сучасних тенденцій виготовлення паковань з біодерадуючих полімерних матеріалів / В. О. Коротка // Квалілогія книги: зб. наук, праць— Л.: УАД, 2012. —№2 (22) — С.93-99. 2. Коротка В.О. Спектроскопічні дослідження оксо-біодерадуючих плівкових матеріалів для виготовлення паковань / В. О. Коротка, Р. С. Зацерковна //Квалілогія книги: зб. наук, праць —Л.: УАД, 2013. —№1 (23). — С.69-72. 3. Короткая В. О. Исследование качества изображения трафаретной печати на биоразлагаемых пленочных материалах / В. О. Короткая // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. — 2013.— №5. — С. 34-39. 4. Пантюхов 77. В. Особенности структуры и биодерадация композиционных материалов на основе полиэтилена низкой плотности и растительных наполнителей: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. хим. наук : спец. 02.00.06 "Высокомолекулярные соединения"/П. В. Пантюхов — Москва, 2013. — 24 с. 5. Волощук О. В. Органічна хімія (частина перша). — Черкаси: ЧВПУ, 2012. — 52 с. 6. Деркач Ф. А. Хімія. / Ф. А. Деркач. — Львів: Вид-во Львівського університету, 1968. — 312 с.