

УДК 628.477

ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОГО ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТУ ЗІ ЗВАЛИЩ МІСТА ЖИТОМИРА ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОСТІ

А.В. Ільченко, доцент, к.т.н., І.Г. Коцюба, аспірант,
Житомирський державний технологічний університет

Анотація. Наведено результати досліджень з вивчення фізико-механічних властивостей вторинного поліетилентерефталату в умовах його зберігання на звалищах м. Житомир. Вивчено динаміку основних фізичних властивостей поліетилентерефталату протягом 1,5 років залягання у ґрунті. Побудовано математичні залежності цих змін, що дозволяють у подальшому відсортовувати поліетилентерефталат, придатний для вторинного використання.

Ключові слова: тверді побутові відходи, поліетилентерефталат, фізичні властивості, переробка, звалище.

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА СО СВАЛОК ГОРОДА ЖИТОМИРА В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.В. Ильченко, доцент, к.т.н., И.Г. Коцюба, аспирант,
Житомирский государственный технологический университет

Аннотация. Приведены результаты исследований по определению физико-механических свойств полиэтилентерефталата в условиях хранения его на свалках г. Житомира. Изучена динамика основных физических свойств полиэтилентерефталата на протяжении 1,5 года залегания в почве. Построены математические зависимости этих условий, которые позволяют в дальнейшем отсортировать полиэтилентерефталат, пригодный для вторичного использования.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, полиэтилентерефталат, физические свойства, переработка, свалка.

GROUND OF POSSIBILITY OF USE OF SECONDARY POLYETHYLENETEREPTOLATE FROM DUMPS OF INDUSTRY ZHYTOMYR AS A RAW MATERIAL FOR

A. Ilchenko, Associate Professor, Candidate of Technical Science,
I. Kotsyuba, post-graduate, Zhytomyr State Technological University

Abstract. Results physical-mechanical properties of secondary polyethylen-eterephtolates considering their deposition conditions in Zhytomyr dumps are investigated. The dynamics of main properties of polyethyleneterephtolates during 1,5 years of their deposition in the soil is investigated. A mathematical dependence of these changes is built; this helps to sort polyethylen-eterephtolate for further utilization.

Key words: hard domestic wastes, polyethyleneterephtolate, physical properties, processing, dump.

Вступ

Сучасний етап екологічного розвитку України характеризується актуалізацією впровадження переробки поліетилентерефталату (ПЕТФ) в усіх сферах народного господарства країни з огляду на можливості комплексного вирішення існуючих соціальних, екологічних, економічних проблем за допомогою ресурсозбереження.

Пріоритетними для підвищення ресурсоефективності вітчизняного виробництва є високотехнологічні наукомісткі галузі, до яких належить автомобілебудування. Реалізація вторинного ПЕТФ в автомобілебудівному комплексі забезпечить зростання економічної ефективності виробництва, збереження природних та інших видів ресурсів, скорочення обсягів забруднення довкілля, підвищення рівня життя населення.

Аналіз публікацій

Практичне набуття зазначених переваг в умовах ринкових відносин потребує глибокого наукового обґрунтування і впровадження організаційно-економічних механізмів управління вторинним ПЕТФ на автомобілебудівних підприємствах [1, 2]. Разом з тим критичний аналіз опублікованих праць із даної проблематики дає підстави говорити про недостатнє наукове і практичне розкриття окремих питань, а саме: економічного обґрунтування вибору пріоритетних напрямів переробки ПЕТФ, вдосконалення методичних підходів до управління інноваційною діяльністю щодо зменшення ресурсомісткості автомобілебудівної продукції; розроблення екологічних та економічних механізмів реалізації вторинного ПЕТФ суб'єктами господарювання в автомобілебудівному комплексі. Таким чином, актуальність проведеного дослідження полягає в об'єктивній необхідності подальшого розвитку теоретико-методичних підходів до переробки ПЕТФ та формуванні адекватних організаційно-економічних механізмів застосування вторинного ПЕТФ в автомобілебудуванні.

Мета та постановка задачі

Метою дослідження є визначення фізико-механічних властивостей вторинного ПЕТФ, які зберігались на звалищах міста Житомир, і оцінка можливості використання вторинного

ПЕТФ з урахуванням зміни його фізико-механічних властивостей.

Об'єкти та методика досліджень

Найбільш доцільною за даних умов є вторинна переробка поліетилентерефталатної пляшки, що не тільки екологічно безпечно, але й економічно вигідно. Адже поліетилентерефталатний гранулят є достатньо дорогим продуктом, а той, що може бути отриманий шляхом вторинної переробки, майже не відрізняється за фізико-механічними властивостями від первинного поліетилентерефталату. За основу досліджень було взято бічну частину пляшки. Це зумовлено тим, що більша частина є аморфноорієнтованою, має високу стійкість до розтріскування, значну гнучкість і ударну в'язкість; товщина стінки коливається в межах 0,3–1,2 мм. Лабораторні дослідження включають визначення короткочасної міцності та деформаційних характеристик пластмас при випробуваннях на розтягування, стиск, згин і зріз, а також визначення теплостійкості пластмас різними методами. Результати випробувань дозволяють дати оцінку можливості використання полімеру в різних умовах експлуатації.

Результати досліджень

В ході виконання роботи визначали короткочасні характеристики матеріалу при випробуваннях на розтягування, згин, стиск і зріз в умовах нормальної і підвищеної температури. За наслідками експериментів встановлюються значення межі міцності (МПа), модуля пружності E (МПа) і відносної деформації (%) дослідних матеріалів. Прилади: універсальна машина для випробування пластмас ІР-5057; прилад для підтримки постійної температури; термометр із межами вимірювання температури 0–200 °С; штангенциркуль. Зразки мають гладку, рівну поверхню, без здуття, тріщин, раковин та інших видимих дефектів. Брили п'ять одиниць зразків для випробувань [1]. До проведення випробувань зразки кондиціювали не менше 16 годин за ГОСТ 12423-66 за температури 296 ± 2 К і відносної вологості 50 ± 5 %. Дослідження складалися з чотирьох частин, які проводили за стандартними методиками: I – визначення міцності і модуля пружності пластмас при розтягуванні; II – визначення міцності і модуля пружності пластмас при стиску; III – визначення міцності і модуля пружності пластмас при вигині; IV – визначення міцності при зрізі.

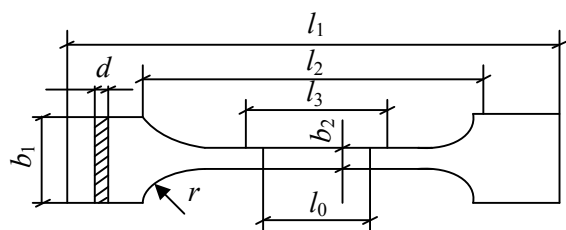


Рис. 1. Форма зразків для випробувань на розтягування

Обробка початкових даних здійснювалася для вторинного і первинного поліетилентерефталату. Застосовуючи метод багатфакторного експерименту, було отримано математичні моделі, які піддавалися подальшому аналізу щодо відповідності моделі первинного ПЕТФ. В роботі проведено моделювання процесів зміни фізико-механічних властивостей вторинного ПЕТФ на несанкціонованих звалищах у районі р. Кам'янка, районі Богунія, на вул. 1 Травня, вул. Малинській та вул. Родоновій за середніми значеннями по п'яти джерелах (звалищах). Застосувавши апарат математичної статистики до отриманих експериментальних досліджень, було встановлено, що залежність між приведеними змінними x та y для таких показників як твердість, межа міцності при стисканні та згині, руйнівна напружка при розтягуванні та ударна в'язкість описується логарифмічною залежністю. На рис. 2 наведено графік залежності ударної в'язкості вторинного ПЕТФ від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир.

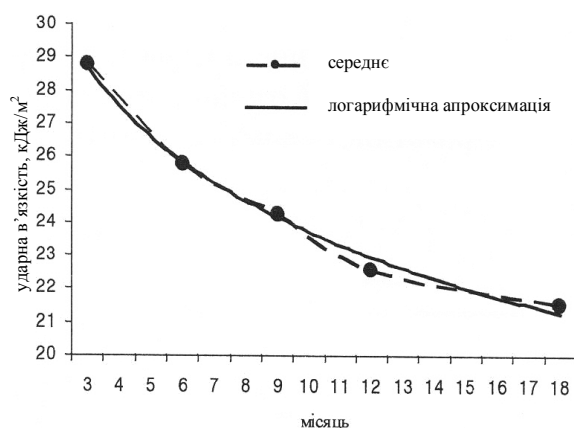


Рис. 2. Динаміка залежності ударної в'язкості вторинного ПЕТФ від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир

Таким чином, це дало змогу знайти вигляд регресії, за якою фізико-механічна власти-

вість – ударна в'язкість (a_n) вторинного ПЕТФ змінюється з часом

$$a_n = 33,227 - 4,1315 \ln(x). \quad (1)$$

Для даного рівняння коефіцієнт детермінації становить 0,993 – це означає, що отримане рівняння регресії на 99,3 % пояснює розкид дослідних даних відносно розрахованого за даною емпіричною формулою.

На рис. 3 наведено динаміку залежності руйнівної напружки при розтягуванні вторинного ПЕТФ від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир.

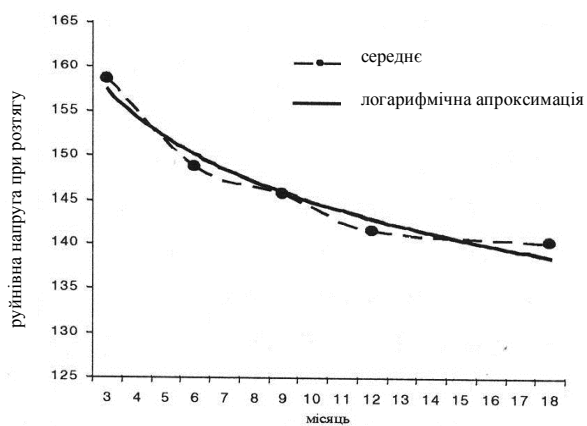


Рис. 3. Динаміка залежності руйнівної напружки при розтягуванні вторинного ПЕТФ від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир

Для встановлення залежності руйнівної напружки при розтягуванні вторинного ПЕТФ від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир обчислення проводились за аналогічною схемою. Таким чином, це дало змогу знайти вигляд регресії, за якою руйнівна напружка при розтягуванні вторинного ПЕТФ знаходиться в залежності від часу ($R^2 = 96,2$)

$$\sigma_p = 168,78 - 10,414 \ln(x). \quad (2)$$

На рис. 4 наведено динаміку залежності межі міцності при згині вторинного ПЕТФ від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир.

Вигляд регресії, за якою межа міцності при згині вторинного ПЕТФ знаходиться в залежності від часу, описується функцією ($R^2 = 0,97$)

$$\sigma_{зг} = 83,888 - 13,061 \ln(x). \quad (3)$$

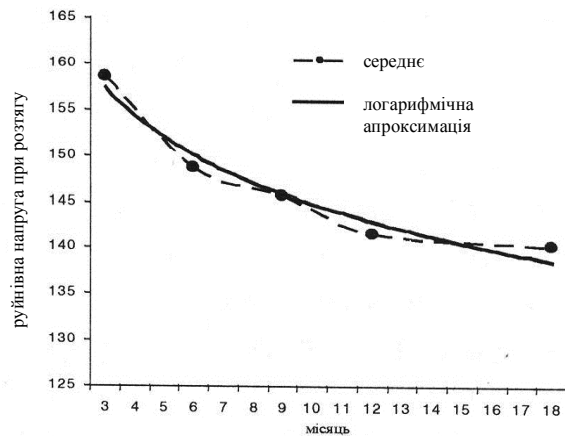


Рис. 4. Динаміка залежності межі міцності при згині вторинного ПЕТФ від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир

На рис. 5 наведено динаміку залежності межі міцності при стиску вторинного ПЕТФ від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир.

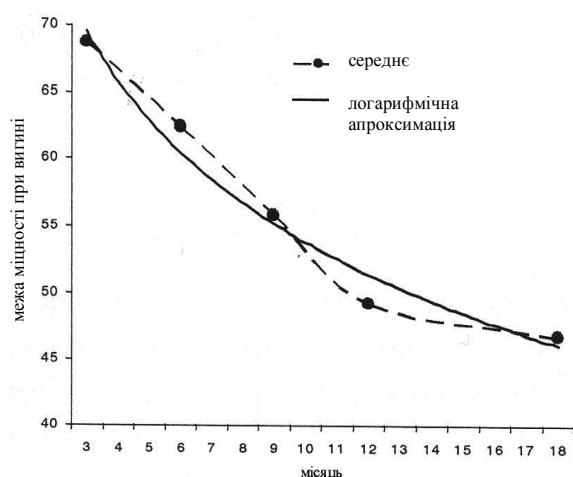


Рис. 5. Динаміка залежності межі міцності при стиску вторинного ПЕТФ від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир

Проаналізувавши дані дослідження та застосувавши апарат математичної статистики, було встановлено, що залежність між приведеними змінними x та y для межі міцності при стиску описується логарифмічною залежністю ($R^2=91,9$)

$$\sigma_{zg} = 121,39 - 27,3551 \ln(x). \quad (4)$$

На рис. 6 наведено динаміку залежності межі твердості вторинного ПЕТФ від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир.

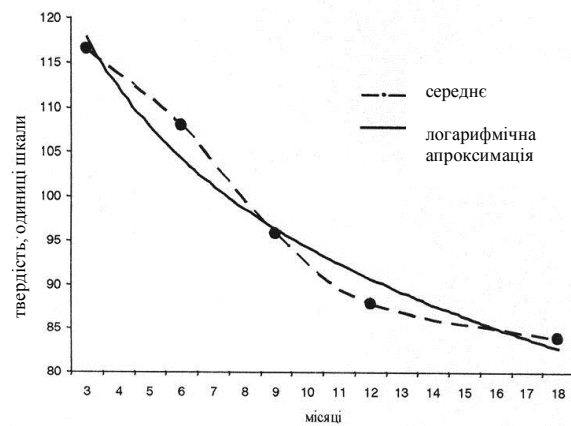


Рис. 6. Динаміка залежності межі твердості вторинного ПЕТФ від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир

Застосувавши апарат математичної статистики до даних, отриманих шляхом експериментальних досліджень, було встановлено, що залежність між приведеними змінними x та y для межі твердості описується логарифмічною залежністю. Таким чином, це дало змогу знайти вигляд регресії, за якою змінюється межа твердості за Брінелем вторинного ПЕТФ від часу залягання в ґрунтах звалища м. Житомир ($R^2 = 96,61$)

$$HB = 139,35 - 19,5681 \ln(x). \quad (5)$$

Для підтвердження висунутої гіпотези нами було проведено дисперсійний аналіз для всіх фізичних властивостей. Було обчислено значення критичної точки розподілу Фішера і фактичне значення критерію Фішера статистики. Оскільки $F_k < F_{\text{ф}}$, то логарифмічна регресія є статистично значущою, а отже гіпотеза про незначущість моделі в даному випадку відхиляється. Таким чином, можна зробити висновок, що зміна фізичних властивостей вторинного ПЕТФ логарифмічно залежить від часу залягання у ґрунтах звалища м. Житомир. Отримані математичні залежності можна використовувати для прогнозу зміни фізичних властивостей вторинного ПЕТФ від часу залягання.

Висновки

Наведено результати досліджень з вивчення впливу на фізико-механічні властивості ПЕТФ в умовах його зберігання на звалищах м. Житомир протягом 1,5 років залягання у ґрунті. Проведений математичний аналіз залежності межі міцності при стиску, межі

твердості, межі міцності, ударної в'язкості при згині, руйнівної напруги при розтягуванні властивостей вторинного ПЕТФ підтвердив його подібність до первинного матеріалу. В композиціях даний матеріал стане альтернативою первинному матеріалу, особливо слід зазначити автомобілебудівну галузь, де така заміна є доцільною і абсолютно не відіб'ється на якості кінцевої продукції.

Література

1. Бортников В.Г. Основы технологии и переработки пластических масс: учебное пособие для вузов / В.Г. Бортников. – Д.: Химия, 1983. – 304 с.
2. Гордієнко Н.І. Мінімізація та утилізація твердих побутових відходів: досвід зарубіжних країн / Н.І. Гордієнко, О.І. Шекшуєв // Коммунальное хозяйство городов. Сер. Экономические науки: науч.-техн. сб. – К.: Техніка. – 2002. – Вып. 37. – С. 101–104. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.ksame.kharkov.ua/4260/>

Рецензент: Е.Б. Хоботова, професор, д.х.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 17 травня 2011 р.
