

УДК 628.477

А.В. Ільченко

к.т.н.

І.В. Давидова

к.с.-г.н.

І.Г. Коцюба

аспірант

Г.В. Кірейцева

аспірант

Житомирський державний технологічний університет

Рецензент – член редколегії «Вісник ЖНАЕУ» д.с.-г.н. Надточій П.П.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВТОРИННОГО ПОЛІЕТИЛЕНТЕРАФТОЛАТУ, ЩО ЗБЕРІГАЄТЬСЯ НА ЗВАЛИЩАХ МІСТА ЖИТОМИРА

Наведено результати досліджень з вивчення впливу на фізико-механічні властивості вторинного поліетилентерафтолату умов його зберігання на звалищах м. Житомир. Вивчено динаміку основних фізичних властивостей пластмас протягом 1,5 років залягання у ґрунті. Побудовано математичні залежності цих змін, що дозволяє у подальшому відсортовувати поліетилентерафтолат, придатний для вторинного використання.

Постановка проблеми

Сучасний етап екологічного розвитку України характеризується актуалізацією впровадження переробки поліетилентерафтолату 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 автомобілебудівництво. Реалізації вторинного поліетилентерафтолату в автомобілебудівному комплексі забезпечить зростання економічної ефективності виробництва, збереження природних та інших видів ресурсів, скорочення обсягів забруднення довкілля, підвищення рівня життя населення.

Аналіз останніх досліджень та постановка завдання

За своїми властивостями предмети з пластику настільки добрі, що увійшли практично до всіх сфер нашого життя, стали абсолютно незамінними й абсолютно необхідними. Проте разом з видатними якостями у полімерів, як, власне, й інших синтетичних матеріалів, є один істотний недолік: вони, виконавши своє функціональне призначення, не знищуються під впливом природних чинників протягом десятків років. Сьогодні відходи полімерів

складають 10–15 % побутового сміття, або до 20 кг в рік на людину. Проблему утилізації відходів влада України намагається вирішувати вже майже одинадцять років. Сьогодні в Україні більше 80 % пластикової тари для рідких продуктів складають бутлі з поліетиленутерефталату (ПЕТФ). Об'єми утилізації відходів ПЕТФ-тари, що утворюються, з урахуванням повторного використання бутлів в домашніх умовах, не перевищують 3 % (в Житомирській області практично не утилізуються).

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

Дослідження має такі завдання: 1) визначення фізико-механічних властивостей вторинного ПЕТФ, які зберігались на звалищах міста Житомир; 2) 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, за фізико-механічними властивостями майже не відрізняється від первинного поліетилентерефталату. За основу досліджень була взята бічна частина пляшки. Це обумовлене тим, що бічна частина аморфноорієнтована, має високу стійкість до розтріскування, значну гнучкість й ударну в'язкість, товщина стінки коливається в межах 0,3–1,2 мм. Лабораторні дослідження містять визначення короточасної міцності та деформаційних характеристик пластмас при випробуваннях на розтягнення, стиск, згин і зріз, а також визначення теплостійкості пластмас різними методами. Результати випробувань дозволяють дати оцінку можливості використання полімеру в різних умовах експлуатації.

В ході виконання роботи визначали короткочасні характеристики матеріалу при випробуваннях на розтягнення, згині, стиску і зрізі в умовах нормальної та підвищеної температури. За наслідками експериментів встановлювали значення межі міцності (МПа), модуля пружності E (МПа) і відносної деформації ϵ (%) дослідних матеріалів.

Прилади: універсальна машина для випробування пластмас IP-5057; прилад для підтримки постійної температури; термометр з межами вимірювання температури 0...200 °С; штангенциркуль.

Зразки мають гладку рівну поверхню, без здуття, тріщин, раковин та інших видимих дефектів. Кількість зразків для випробувань – п'ять одиниць [1]. До проведення випробувань зразки кондиціонували не менше 16 годин за ГОСТ 12423-66 за температури 296 ± 2 К і відносної вологості 50 ± 5 %. Дослідження складалося з чотирьох частин, які проводили за стандартними методиками: I – визначення міцності та модуля пружності пластмас при розтягненні; II – визначення міцності та модуля пружності пластмас при стиску; III – визначення міцності та модуля пружності пластмас при вигині; IV – визначення міцності при зрізі.

Результати досліджень

Обробка початкових даних здійснювалася для вторинного і первинного поліетилентерефталату. Застосовуючи метод багатофакторного експерименту, були отримані математичні моделі, що піддавалися подальшому аналізу щодо відповідності моделі первинного ПЕТФ.

В роботі проведено моделювання процесів зміни фізико-механічних властивостей вторинного ПЕТФ на несанкціонованих звалищах в районі р. Кам'янка, районі Богунія, вул. 1 Травня, вул. Малинська та вул. Родонова за середніми значеннями за 5-ма джерелам (звалищам). За існуючою класифікацією досліджувані показники з якісної оцінки належать до показників статистичних властивостей будь-яких масових явищ і процесів, за кількісною ознакою – до відносних показників, що характеризують взаємозв'язок результативних показників (y) – наслідків (параметри зміни фізико-механічних властивостей вторинного ПЕТФ) – з факторними показниками (x) – причинами (час залягання вторинного ПЕТФ на звалищах м. Житомира).

Застосувавши апарат математичної статистики до отриманих експериментальних досліджень, було встановлено, що залежність між наведеними змінними x та y для таких показників, як твердість, межа міцності при стисканні та згині, руйнівна напруга при розтягуванні та ударна в'язкість описується логарифмічною залежністю. Для визначення даних параметрів використовували пакет аналізу прикладних програм. В результаті математичних обчислень для залежності ударної в'язкості від часу були отримані значення параметрів $a = 33,227$ та $b = -4,1315$ у логарифмічній моделі. Таким чином, можна знайти вигляд регресії, за якою фізико-механічна властивість – 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 щодо розрахованого за даною емпіричною формулою.

На рисунку 1 наведено графік залежності ударної в'язкості вторинного ПЕТФ від часу залягання в ґрунтах звалища м. Житомира.

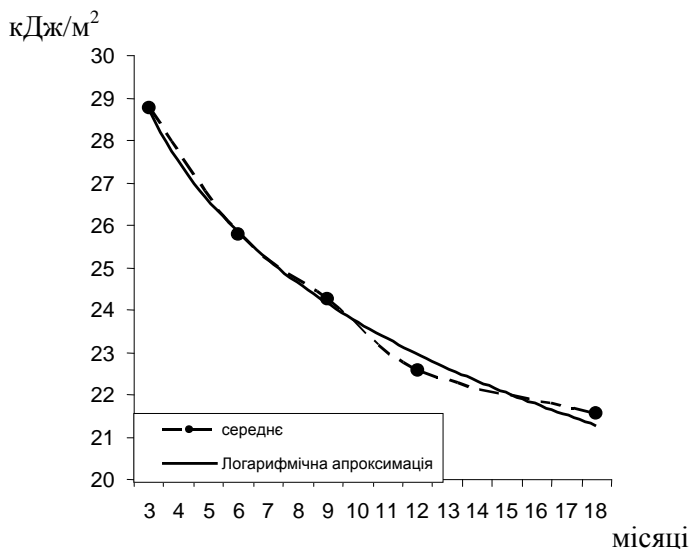


Рис. 1. Динаміка залежності ударної в'язкості вторинного ПЕТФ від часу залягання в ґрунтах звалища м. Житомира

Для встановлення залежності руйнівної напруги при розтягуванні, межі міцності при згині, межі міцності при стиску, межі твердості вторинного ПЕТФ від часу залягання в ґрунтах звалища м. Житомира обчислення проводились за аналогічною схемою. Застосувавши апарат математичної статистики до отриманих експериментальних досліджень, було встановлено, що зміна фізичних властивостей вторинного ПЕТФ логарифмічно залежить від часу їх залягання в ґрунтах звалища м. Житомира. Отримані математичні залежності можна використовувати для прогнозу зміни фізичних властивостей вторинного ПЕТФ від часу залягання.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Досліджена зміна фізичних властивостей (ударна в'язкість, твердість, межі міцності при стиску та згині, руйнівна напруга при розтягуванні тощо) вторинного ПЕТФ.

Отримано аналітичні залежності фізичних властивостей вторинного ПЕТФ від часу залягання (достовірність від 96 до 99 %), що дає змогу використовувати вторинний ПЕТФ від часу залягання в ґрунтах звалища м. Житомира.

Проведений математичний аналіз властивостей вторинного поліетилен-рефтолату підтвердив його подібність з первинним матеріалом. Щодо можливості композицій стати альтернативою первинному матеріалу, то слід зазначити автомобілебудівну галузь застосування поліетиленрефтолату, де така заміна є доцільною й абсолютно не відіб'ється на якості кінцевої продукції.

Література

1. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / *Б.А. Доспехов* – М. : Колос, 1968. – 336 с.
2. *Яковлев К.П.* Математическая обработка результатов измерений / *К.П. Яковлев.* – М. : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953. – 284 с.