

УДК 678.67.03

О.Д. Деркач, к.т.н., доц., Д.О. Макаренко, к.т.н., доц., Є.С. Муранов,

В.О. Павлюченко, Д.І. Крутоус

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна

ВПЛИВ ГРАФІТУ НА ВЛАСТИВОСТІ ВТОРИННОГО ПОЛІЕТИЛЕНУ

O.D. Derkach, Ph.D., Assoc. Prof., D.O. Makarenko, Ph.D., Assoc. Prof.,

Ye.S. Muranov, V.O. Pavliuchenko, D.I. Krutous

THE INFLUENCE OF GRAPHITE ON THE PROPERTIES OF SECONDARY POLYETHYLENE

Широке застосування пластиків в промисловості і побуті та незначний термін їх служби, призвели до накопичення значного обсягу відходів такого типу не тільки на звалищах, а й морях та океанах [1]. Найбільш розповсюдженими полімерними матеріалами, що набули широкого вжитку в багатьох сферах використання є поліетилен. Термін повного розкладання пластикових відходів у природньому середовищі може сягати від декількох десятків до сотні років [2]. Саме тому, актуальним завданням сьогодення є повторне використання відходів пластиків. Науковий інтерес авторів полягав у використанні вторинної полімерної сировини в якості конструкційних матеріалів. Повторна переробка – рециклінг – таких матеріалів, зазвичай, призводить до зниження їх фізико-механічних, міцнісних та інших характеристик і властивостей. В цьому аспекті, існує необхідність вивчення впливу технологій переробки на їх характеристики. Як правило, для використання полімерів, як конструкційних матеріалів, в їх структуру вводять наповнювачі. Одним із ефективних модифікаторів характеристик та властивостей полімерних композитів є графіт. Тому, в якості матриці обрали надвисокомолекулярний поліетилен низького тиску (як найбільш розповсюджений забруднювач), а в якості наповнювача – порошкоподібний графіт.

Введення графіту в структуру вторинного поліетилену виконували на двокомпонентному екструдері ЕКГ-45. Екструдер мав два бункери з дозаторами та чотири зони нагріву. Кількість уведеного в матрицю наповнювача становила 2 мас. %, 3 мас. % та 4 мас. %. Дослідження фізико-механічних характеристик одержаних матеріалів при розтягу, виконували на машині FP-100/1, згідно ГОСТ 11262-80 [3]. Визначення трибологічних властивостей виконано на машині для дослідження тертя та зношування СМТ-1 за схемою «диск-колодка» за методикою [4]. Режими дослідження наведені в табл. 1. Мікротвердість матеріалів досліджували за Шором, шкала D (метод вдавлювання).

Таблиця 1 – Режими дослідження трибологічних властивостей матеріалів на основі вторинного поліетилену

Показник	Рівень		
	-1	0	+1
Тиск P, МПа	0,5	0,75	1
Швидкість ковзання V, м/с	0,4	0,45	0,5

Отримані результати впливу концентрації графіту мас. % на характеристики вторинного поліетилену при розтягу (табл. 2) свідчать, що введення графіту в кількості 2 мас. %, в структуру вторинного поліетилену, призводить до помірного зростання міцнісних характеристик отриманого композиту. Встановлено, що напруження міцності та величина відносного видовження при розриві зростають, у порівнянні з

ненаповненим вторинним поліетиленом, на 7,7 % та 19,9 % відповідно. Введення ж графіту в кількості, більшої 2 % мас. призводить до зменшення досліджуваних показників.

Таблиця 2 – Характеристики вторинного поліетилену наповненого графітом

Вміст графіту, мас. %	Відносне видовження, %		Напруження міцності, МПа		Мікротвердість (за Шором D)
	при максимальному навантаженні, ϵ_{\max}	при руйнуванні, ϵ_p	при максимальному навантаженні, σ_{\max}	при розриві, σ_p	
0	18,73	11,7	23,0	297,2	58,1
2	18,95	12,6	23,7	356,4	61,8
3	18,44	12,0	22,0	268,4	63,0
4	18,12	11,4	20,4	174,6	64,1

Встановлено, що введення графіту в структуру вторинного поліетилену призводить до підвищення мікротвердості. Це може бути пов'язано із високою твердістю самого наповнювача (графіту), рівномірно розподіленого в структурі матриці. Підвищення ж концентрації графіту призводить до поступового зростання величини мікротвердості (табл. 2).

Таким чином, можна рекомендувати введення графіту, в структуру вторинного поліетилену, в кількості, що не перевищує 2 мас. %.

Дослідження величини зносу при терті без мащення по сталевому контртілу, виконували для чистого вторинного поліетилену та поліетилену, наповненого 2 мас. % графіту. Дослідження виконані відповідно до режимів наведених в табл. 1.

Встановлено, що величина зносу зразків, за обраних режимів тертя, не має прямої залежності від тиску або лінійної швидкості. За наведених вище режимів тертя та шляху тертя 3000 м, величина зносу була однаковою і не перевищувала 0,0002 г (0,015 % від маси) для всіх досліджуваних матеріалів. Температура в зоні тертя не перевищувала 69 °С. Підвищення лінійної швидкості чи тиску, вище зазначених в табл. 1 значень, призводить до збільшення температури в зоні тертя до 72...73 °С, що є критичним для поліетилену та призводило до катастрофічного зносу зразків.

Таким чином, для використання в механізмах і машинах, які працюють в умовах тертя за критерієм $PV \leq 0,5$ МПа · м/с, можна рекомендувати введення 2 % мас. графіту в структуру вторинного поліетилену. Отриманий полімерний композит забезпечує працездатність за умови, якщо тиск не перевищує 1 МПа, а лінійна швидкість до 0,5 м/с. Уведення графіту в кількості до 2 % мас. дозволить стабілізувати і помірно підвищити міцнісні характеристики одержаного матеріалу, у порівнянні з ненаповненим поліетиленом.

Література

1. Баранова, А., Новожилова, Т., Літовка, А., & Білоусов, М. Проблема забруднення світового океану пластиковими відходами. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (2(12), 2022, С. 69–73. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2022.02.10>
2. Скільки років розкладаються різні види сміття. <https://gannivskagromada.gov.ua/news/1595569993>
3. ГОСТ 11262-80. Пластмассы. Метод испытания на растяжение [Текст]. – Введ. 1980–12–01. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – IV, 14 с.
4. Деркач, О.Д. Обґрунтування параметрів обертових елементів робочих органів зернозбиральних комбайнів: Дис. канд. техн. наук: 05.05.11. – Тернопіль, 2006. – 182с.