УДК 678.549

Садова О.Л., к.т.н., доцент кафедри матеріалознавства,
Кашицький В.П., к.т.н., професор кафедри матеріалознавства,
Вишинський М.І., аспірант кафедри матеріалознавства
Луцький національний технічний університет

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ БІОКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Протягом останніх десятиліть екологічно чисті біодеградабельні композити привертають увагу через необхідність зменшити світове забруднення, спричинене синтетичними пластмасами на основі нафти [1, 2]. Одним з першочергових нафтохімічних матеріалів багатотонного щорічного виробництва для заміни на біорозкладні полімери є пакувальний пластик [3, 4]. Біопластик із природних ресурсів є надійною та стійкою альтернативою синтетичному полімеру. З метою підвищення конструкційної міцності біокомпозитів їх армують природними лігноцелюлозними волокнами [5]. Порівняно з синтетичними волокнами, натуральні волокна менш щільні, крім того, що вони повністю розкладаються [6]. Досліджено, що лігноцелюлозні волокна (сизаль, джут, кенаф, койра, деревина, целюлоза, багаса, банан, апельсин та льон) покращують властивості матриці природного походження [7,8].

В якості біополімерної матриці ефективно використовують глютин, розчин якого готують наступним чином: до 26 г кісткового клею додають 34 г дистильованої води і залишають на 3 год в печі при 50 °С. Вміст наповнювача (подрібнені стебла соломи фракції 0,7 мм) становив 130 мас. ч., 140 мас. ч. та 150 мас. ч. на 100 мас. ч. розчину глютину. Далі необхідно ретельно вимішати наповнювач із попередньо приготованим розчином глютину. Після цього отриману суміш поміщають в прес-форму, що складається з втулки та пуансонів, та піддають стискуванню. Для уникнення пружної післядії та розширення матеріалу під час термічної обробки пуансони фіксують за допомогою струбцини, яка додатково стискує композицію в прес-формі. Далі проводять основну термічну обробку композиту за ступінчастим режимом: 1 год за температури 150 °С, далі зразки необхідно додатково допресувати з наступною витримкою 1 год за температури 150 °С [9]. Потім виймають зразки та проводять додаткову термічну обробку (підсушування): 1 год за температури 80 °С, 1 год за температури 100 °С, 1 год за температури 150 °С. Після кожного етапу термічної обробки зразки зважують і розраховують втрату маси біокомпозитних матеріалів (табл. 1).

Таблиця 1

№ зразка	Маса зразків за температури підсушування				Δm, %
	m_0, г	m_1, г (80 °С)	m_2, г (100 °С)	m_3, г (150 °С)	
1	8,90	8,47	7,86	7,14	19,78
2	7,06	6,76	6,33	5,63	20,25
3	10,09	9,74	9,22	8,16	19,13

Експериментально встановлено, що найменшу втрату маси зразків зафіксовано для біокомпозитів складу № 3. Це пояснюється найменшим вмістом води в біокомпозиті з найвищим ступенем наповнення серед досліджуваних матеріалів. Найвищу міцність при стисканні мають біокомпозити складу № 1, що вказує на утворення оптимальної кількості зв'язків між компонентами в даному біокомпозитному матеріалі. З підвищенням ступеня наповнення біокомпозитного матеріалу до 150 мас. ч. відбувається зниження міцності при стисканні біокомпозитів. Це можна пояснити погіршенням змочування на межі розділу системи «матриця-наповнювач» через високий ступінь наповнення та, відповідно, утворенням меншої кількості зв'язків між компонентами біокомпозитного матеріалу. Загальний вигляд поверхонь зламу вказують на крихкий характер руйнування розроблених біокомпозитних матеріалів.

Список використаних джерел:

1. A. Bourmaud, Y.-M. Corre, and C. Baley, Fully biodegradable composites: Use of poly-(butylene-succinate) as a matrix and to plasticize l-poly-(lactide)-flax blends, Ind. Crops Prod., vol. 64, pp. 251–257 (2015).

2. Y.-X. Weng, Y.-J. Jin, Q.-Y. Meng, L. Wang, M. Zhang, and Y.-Z. Wang, Biodegradation behavior of poly(butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT), poly(lactic acid) (PLA), and their blend under soil conditions, Polym. Test., vol. 32, no. 5, pp. 918-926 (2013).

3. V. Koushal, R. Sharma, M. Sharma, R. Sharma, and V. Sharma, Plastics: Issues challenges and remediation, Int. J. Waste Resour. vol. 4, no. 1, pp. 1-6 (2014).

9. K. A. Iyer and J. M. Torkelson, Dispersion and property enhancements in polyolefin/Soy flour biocomposites prepared via melt extrusion followed by solid-state shear pulverization, Macromol. Mater. Eng., vol. 300, no. 8, pp. 772-784 (2015).

4. K. G. Satyanarayana, G. G. C. Arizaga, and F. Wypych, Biodegradable composites based on lignocellulosic fibers – An overview, Prog. Polym. Sci., vol. 34, no. 9, pp. 982-1021 (2009).

5. M. M. Haque, M. Hasan, M. S. Islam, and M. E. Ali. Physico-mechanical properties of chemically treated palm and coir fiber reinforced polypropylene composites, vol. 100, no. 20, pp.4903-4906 (2009).

6. F. Le Digabel, N. Boquillon, P. Dole, B. Monties, and L. Averous, Properties of thermoplastic composites based on wheat-straw lignocellulosic fillers, J. Appl. Polym. Sci., vol. 93, no. 1, pp. 428-436 (2004).

7. H. Elsayed, M. Farag, H. Megahed, and S. Mehanny. Influence of flax fibers on properties of starch-based composites, in Volume 3: Design, Materials and Manufacturing, Parts A, B, and C, p. 1397 (2012).

8. Кашицький В.П., Садова О.Л., Шум Н.В. Розробка технології отримання біокомпозитів на основі глютину та деревного борошна // Товарознавчий вісник: збірник наукових праць. – Випуск 15, том 1. – Луцьк, 2022. – С. 308-316.