

ОДЕРЖАННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ, МОДИФІКОВАНОЇ НАНОПРЕПАРАТАМИ МЕТАЛІВ

Валерія Кураксіна, Сергій Березненко, Лариса Білоцька

Київський національний університет технологій та дизайну,
Немировича-Данченка, 2, 01011, Київ, Україна, bersenik@ukr.net

В усьому світі спостерігається значний інтерес до полімерів і наночастинок на основі полімерів, а також до виробництва та застосування цих матеріалів. Нині вчені намагаються створити різні наночастинки й капсули з поверхнево-модифікованими властивостями. Крім того, значна увага приділяється синтезу і характеристиці полімерних наночастинок з наступною їх модифікацією. При цьому важливим є вибір полімерного матеріалу: наприклад полімер на основі амінокислот є оптимальним для одержання наночастинок по причині його нетоксичності, безпечності та здатності до біорозкладання. Але головним для науковців у галузі синтезу й переробки полімерних матеріалів наразі є те, що вже є можливість легко синтезувати полімер для створення наночастинок з наступною значною функціоналізацією та модифікацією поверхні шляхом зміни розчинника, концентрації, методів перемішування та ін. [1].

Полімерні наночастинки широко застосовуються в біомедицині, нанобіотехнології, нанобіофармацевтиці та в інших галузях медичного спрямування, наприклад при створенні систем доставки лікарських засобів, систем доставки генів та ін. Також окремим прогресивним напрямом є розробки з використання та модифікування природних і синтетичних глин для створення полімерних наноконструкцій [1, 2].

При створенні нових сучасних матеріалів слід враховувати той факт, що інертна природа більшості полімерів і наноматеріалів обмежує їх застосування в певних сферах, тому необхідно проводити модифікацію поверхні для поліпшення адгезії. За останні роки було розроблено кілька методів функціоналізації поверхні, які дають змогу реалізувати поставлену мету [3].

Аналіз літературних джерел свідчить про значні перспективи використання і застосування нанотехнологій у текстильній галузі. Особливий інтерес представляє створення і виготовлення текстильних матеріалів зі специфічними властивостями на основі використання наночастинок срібла (Ag), міді (Cu), заліза (Fe) та виробів на їх основі (захисний, медичний, спортивний одяг тощо).

Відомо, що наночастинки металів можна одержувати різними способами: диспергуванням і конденсацією, фізичними й хімічними методами. Очевидно, що для технології одержання полімерних матеріалів з наночастинками металів більш прийнятні фізичні методи, які не потребують додаткового очищення від побічних продуктів хімічної реакції. Найбільш простим і технологічним фізичним методом, на наш погляд, є метод розпилення металів у рідкому середовищі.

Наше завдання полягало в розширенні асортименту ниток зі спеціальними властивостями для тканих, нетканих і трикотажних виробів зі стійкими антимікробними властивостями без додаткової обробки, яка є недовговічною і стає неефективною після короткочасної експлуатації виробів.

Серед матеріалів-антисептиків особливу активність мають суспензії наночастинок срібла, які включають зараз у сотні споживчих продуктів замість небезпечних традиційних антибактеріальних хімікатів. Такі системи можуть замінити хлорування при обробці питної води, їх вводять як антибактеріальні добавки в продукти санітарії й гігієни, медичні препарати й пакувальні матеріали, косметику й антимікробні фарби для громадських приміщень і лікувальних установ. Вони також можуть застосовуватися для військових потреб: виготовлення антисептичної білизни, взуття й форми, а також для боротьби з біотероризмом і збудниками масових епідемій [4].

Для широкого застосування концентрованих систем наночастинок срібла необхідно було знайти відносно прості методи одержання не тільки у водному дисперсійному середовищі, а й в інших рідких основах, які традиційно застосовують у детергентах, господарчій хімії, харчових продуктах тощо. Тільки при простих способах розчинення, розмішування потрібної концентрації наночастинок срібла у звичайних інгредієнтах продуктів без зміни традиційної технології виготовлення можливе практичне застосування таких наносистем. Розробка новітньої високопродуктивної технології дає змогу практично вирішити це завдання.

Особливий інтерес представляє створення й виготовлення текстильних матеріалів зі специфічними властивостями на основі використання наночастинок срібла (Ag), міді (Cu), заліза (Fe) та виробів на їх основі (захисний, медичний, спортивний одяг тощо).

Для дослідження у роботі використали такі речовини:

- термопластичний полімер поліпропілен (ПП) (ТУ У 54008400-97, марка А);
- як антимікробні речовини – наночастинки срібла й міді в низькоплавкій поверхнево-активній речовині ПЕГ-115 у вигляді пасти (чорного кольору); наночастинки срібла в спиртовому та водному розчинах;
- як електропровідні матеріали – наночастинки заліза у водному розчині.

Для створення модифікованої композиції на основі поліпропілену, модифікованого наночастинами металів, використовували метод, який характеризується простотою здійснення і не потребує нового обладнання.

Термопластичну композицію, модифіковану наночастинами Ag, Cu у вигляді пасти виготовляли таким чином. Пасту з наночастинами Ag, Cu розчиняли в етиловому спирті. Одержану масу наносили на поверхню підігрітих гранул ПП до повного випаровування спирту за кімнатної температури.

Наночастинки Ag, (Ag+Cu) у спиртовому розчині та Ag і Fe у водному розчині наносили відразу на гранули ПП, ретельно перемішували до повного випаровування спирту і водного розчину за кімнатної температури. Вміст композиції змінювали в межах від 0,3 до 1 %.

Одержані експериментальні зразки сумішей перед подальшою переробкою сушили в сушильній шафі при 60 °С протягом 1 год. Для одержання грануляту, модифікованого наночастинами Ag, Cu, Fe, (Ag+Cu), на лабораторному екструдері ЛШП здійснювали лиття жилки у воду, температура якої становила 20±3 °С, з наступним її подрібненням до розмірів 3,0–3,5 мм. Для більш рівномірного розподілу наночастинок у масі полімеру проводили подвійну грануляцію оброблених гранул за таких параметрів: температура циліндра 250 °С, насадки 240 °С.

Характеристики одержаних термопластичних полімерних композицій на основі ПП наведено в таблиці.

Таблиця. Характеристика композицій на основі ПП, модифікованих нанопрепаратами металів.

Характеристика зразка	Дисперсійне середовище	Вміст ПАР	*Вміст модифікатора в ПАР
Поліпропілен немодифікований (контрольний зразок)	—	—	—
Поліпропілен, модифікований сріблом (Ag)	ПЕГ-115	1,0	4·10 ⁻⁴
Поліпропілен, модифікований сріблом (Ag)	ПЕГ-115	0,5	2·10 ⁻⁴
Поліпропілен, модифікований сріблом (Ag)	вода	1,0	4·10 ⁻⁴
Поліпропілен, модифікований сріблом (Ag)	спирт	1,0	4·10 ⁻⁴
Поліпропілен, модифікований сріблом (Ag)	гліцерин	1,0	4·10 ⁻⁴
Поліпропілен, модифікований міддю (Cu)	ПЕГ-115	1,0	4·10 ⁻⁴
Поліпропілен, модифікований міддю (Cu)	ПЕГ-115	0,5	2·10 ⁻⁴
Поліпропілен, модифікований сумішшю (Ag+Cu)	спирт	1,0	4·10 ⁻⁴
Поліпропілен, модифікований сумішшю (Ag+Cu)	спирт	0,5	2·10 ⁻⁴
Поліпропілен, модифікований залізом (Fe)	вода	1,0	4·10 ⁻⁴
Поліпропілен, модифікований залізом (Fe)	вода	0,5	2·10 ⁻⁴

* – за розрахунком.

Для створених композицій досліджено процеси волокноутворення, визначено параметри формування і термоорієнтаційного витягування дослідних зразків та їхні фізико-механічні властивості [5]. Показано, що одержані антимікробні нитки мають задовільні показники фізико-механічних властивостей і можуть згодом перероблятися на наявному трикотажному та текстильному обладнанні.

Отже, в даній роботі вивчено особливості модифікації волокнотвірного полімеру ПП нанопрепаратами металів, одержаних в дисперсійному середовищі (спирт, гліцерин, поверхнево-активні речовини тощо) та умови їх нанесення на гранули полімерів. Отримано термопластичні полімерні композиції на основі поліпропілену, модифіковані наночастинками срібла, міді, заліза в різних дисперсійних середовищах в кількості 0,3–1,0 %.

[1]. Zhong J, Kankala RK, Wang SB, Chen AZ. Recent Advances in Polymeric Nanocomposites of Metal-Organic Frameworks (MOFs). *Polymers (Basel)*. 2019 Oct 9;11(10):1627. doi: 10.3390/polym11101627. PMID: 31600886; PMCID: PMC6836088.

[2]. Moumita Kotal , Anil K Bhowmick Polymer Nanocomposites from Modified Clays: Recent Advances and Challenges. *Progress in Polymer Science*. DOI:10.1016/j.progpolymsci.2015.10.001.

[3]. Makvandi, P., Iftekhhar, S., Pizzetti, F. et al. Functionalization of polymers and nanomaterials for water treatment, food packaging, textile and biomedical applications: a review. *Environ Chem Lett* 19, 583–611 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01089-4>.

[4]. Kurhanskyi, A., Bereznenko, S., Novak, D., Kurganska, M., Sakovets, V., Bereznenko, N. and Haranina, O., 2018. Effects of multilayer clothing system on temperature and relative humidity of inter-layer air gap conditions in sen-try cold weather clothing ensemble. *Vlakna a Textil (Fibres and Textiles)* 25(3), 2018, pp.43-50.

[5]. Шен Цзяле, А. Рябо, О.Чоловська, С. Березненко. Дослідження пакетів матеріалів для одягу спеціального призначення. *Іноватика в освіті, науці та бізнесі: виклики та можливості: Матеріали II Всеукраїнської конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (18 листопада 2021 р., м. Київ)*. К.: КНУТД, 2021. Т. 1. С 341-346.