

УДК 677

ЛЮБКА К. С., САДРЕТДИНОВА Н. В., ВЛАСЕНКО В. І.  
Київський національний університет технологій та дизайну,  
Україна

## **АНАЛІЗ МЕТОДІВ НАНОМОДИФІКАЦІЇ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Мета.* Системний аналіз методів наномодифікації текстильних матеріалів, що відповідають сучасним напрямам наукових досліджень..

*Наукова новизна.* Проведено аналіз та здійснено систематизацію сучасних методів поверхневої наномодифікації текстильних матеріалів

*Практичне значення.* Сформульовано переваги та недоліки найбільш поширених методів наномодифікації текстильних матеріалів, що може слугувати одним з факторів раціонального вибору пріоритетних напрямів досліджень у виробництві нанотекстилю.

*Ключові слова:* нанотекстиль, наномодифікація.

**Постановка завдання.** Протягом останніх років впровадження нанотехнологій стимулювало значний розвиток текстильної галузі. Наномодифіковані текстильні продукти знайшли застосування не лише у технічній сфері, а й успішно використовуються у повсякденних виробках, покращуючи їх властивості та збільшуючи функціональність.

Застосування наночастинок під час традиційних технологій обробки текстилю, таких як оздоблення, нанесення апретів та фарбування, підвищує ефективність виробів за рахунок розширення їх функціональності. Нові методи нанесення покриттів, такі як золь-гель метод, електроспінінг, плазмовий метод, значно спрощують процеси наномодифікації та розширюють спектр доданих властивостей.

У зв'язку із широкими перспективами використання нанотекстилю, велика кількість вітчизняних та закордонних науковців працюють над цією тематикою, створюючи та досліджуючи нові методи функціоналізації текстильних матеріалів. Тому метою нашої роботи є проведення системного аналізу методів наномодифікації текстильних матеріалів, що відповідають сучасним напрямам наукових досліджень.

**Методи досліджень.** Методологічну основу дослідження становлять сукупність загальнонаукових та спеціальних методів наукового пізнання. У процесі дослідження поєднано аналіз та синтез, методи логічного

узагальнення і абстрагування, методи структурованого порівняння на основі критичного огляду наукових джерел.

**Результати досліджень.** Усі види нанотехнологій базуються на використанні елементарних нанорозмірних об'єктів – наночастинок, які можуть представляти собою іони металів (Pd/Pt, Ag, Fe, Cu, тощо), органічні та неорганічні сполуки (вітаміни, барвники, оксиди металів), полімерні композиції. Основні види наночастинок, що використовуються в текстильній промисловості, та їх властивості надані в таблиці 1 [1].

Таблиця 1 – Властивості наночастинок, що використовуються у текстильному виробництві

№	Наночастинок	Властивості
1	Ag, Cu	Антибактеріальна обробка
2	Fe	Електропровідні магнітні властивості, дистанційний нагрів.
3	ZnO і TiO <sub>2</sub>	Захист від ультрафіолетового випромінювання, вонгетривкість
4	TiO <sub>2</sub> і MgO	Хімічні та біологічні захисні властивості, самостерилізуюча функція.
5	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , наночастинок з ПП або ПЕ покриттям	Водовідштовхувальні властивості
6	Наночастинок оксиду олова	Захист від електромагнітного випромінювання
7	Керамічні наночастинок	Підвищення стійкості до стирання.
8	Вуглецеві наночастинок	Підвищення стійкості до стирання, хемостійкості, електропровідність, забарвлення деяких текстильних виробів.
9	Глиноземні наночастинок	Висока електрична, тепло- та хемостійкість.

Нанотехнології відкрили величезні можливості в області функціоналізації текстилю, що призвело до нових інноваційних видів заключних обробок та технологій нанесення оздоблень. Особливий акцент робиться на те, щоб зробити хімічну обробку більш контрольованою, довговічною та значно підвищити її функціональність.

Існують наступні шляхи модифікації текстильної поверхні [2]:

- 1) реконструкція хімічної обробки і результуючих функцій;
- 2) використання наночастинок в заключній обробці;
- 3) самоорганізація наношарів.

Найбільш поширеним є другий шлях. При заключній обробці текстильних матеріалів використовують наночастинок різних речовин у вигляді наноемульсій і нанодисперсій. Їх використання дає можливість

одержувати текстильні матеріали, лицьова сторона яких проявляє гідро-, масло-, брудовідштовхувальні властивості, а виворіт залишається гідрофільним, здатним поглинати вологовиділення тіла (піт). Найбільш відомим прикладом такої наномодифікації є обробка Teflon, що забезпечує водо-, масло-, брудозахисні ефекти. Для її реалізації використовують наноемульсії фторвуглецевих полімерів.

Колорування, тобто фарбування й друк текстильних матеріалів також є нанотехнологією, тому що під дією спорідненості барвників до волокна (термодинамічний параметр) і законів дифузії молекули або іони барвників (мають розміри 2–3 нм) дифундують у структуру волокон, і там відбувається їх самозбирання в моно- і поліадсорбційні шари товщиною не більше 2–6 нм.

Надзвичайно широко використовуються нанотехнології для одержання різних споживчих ефектів за допомогою нанесення й закріплення на текстилі різних структур-контейнерів: нанокapsули, ліпосоми, макроциклічні хімічні сполуки з нанополостями усередині циклу. У ці контейнери можуть бути тимчасово поміщені речовини з різними властивостями, які передаються текстилю й проявляються в певних умовах експлуатації виробу. За допомогою таких речовин можна надавати текстилю й одягу з нього наступні властивості: водо- і масло відштовхувальні, знижену горючість, антимікробні, лікувальні, хемозахисні, косметичні, репелентні (відлякування комах) і ін. [3].

Ще одним методом модифікації текстильних матеріалів є металізація їх поверхні. Для цього застосовується метод магнетронного розпилення, що заснований на використанні аномального тліючого розряду в інертному газі з накладенням на нього кільцеподібної зони схрещених неоднорідних електричного і магнітного полів, які локалізують і стабілізують газорозрядну плазму в прикатодній області. Метод магнетронного розпилення дозволяє наносити на тканини тонкі плівки міді, алюмінію, титану, латуні, срібла, нержавіючої сталі, бронзи та інших металів, і їх сплавів [4]. Даний метод модифікації не передбачає використання додаткових хімічних реагентів, отже, відсутня необхідність в очищенні стічних вод. Існує також можливість металізації текстильних матеріалів методом вакуум-термічного осадження. Перевагами методу осадження тонких плівок іонним розпиленням є регульована швидкість осадження і універсальність, яка полягає в тому, що даним методом можливе нанесення чистих металів, сплавів, діелектриків і магнітних композицій [5].

Останнім часом для модифікації текстильних волокон і матеріалів різної структури найбільш часто застосовують високочастотні розряди.

На відміну від традиційних методів обробки, електрофізичні методи, в тому числі плазмові, більш ефективні і вимагають вкладення лише одноразових інвестицій [6]. Обробка текстильних матеріалів плазмою високочастотного емнісного розряду зниженого тиску дозволяє цілеспрямовано змінювати поверхневі властивості, підвищити адгезійні і сорбційні характеристики, поліпшити фізичні і механічні властивості волокон і ниток.

Високочастотна плазма зниженого тиску ефективно використовується в різних технологічних процесах, в тому числі для нанесення наночасток металів на волокнисті матеріали. Але даний метод потребує великих капіталовкладень і до того ж він є не повністю дослідженим, з чого виникає питання про захист навколишнього середовища та здоров'я людини в цілому.

Одним із способів модифікації текстильного волокнистого матеріалу є отримання антибактеріальної обробки за рахунок відновлення срібла з водного розчину нітрату срібла відновником, в якості якого використовують водний розчин таніну [7]. Даний метод отримання антибактеріальних текстильних матеріалів дозволяє підвищити стійкість отриманого текстилю до мокрих обробок в процесі експлуатації, а також розширити колірну гамму одержуваних антибактеріальних текстильних матеріалів в бік світлих тонів.

Також розроблений метод модифікації матеріалу наночастинками срібла із застосуванням обробки ультразвуком [8]. Текстильний матеріал поміщають в розчин нітрату срібла в суміші вода/етиленгліколь, після чого матеріал піддається ультразвуковому впливу. Текстильні матеріали, отримані цим методом, мають чудову антибактеріальну активність, процес нанесення наночасток на поверхню матеріалу проходить в одну стадію і не вимагає використання токсичних реактивів, але значним недоліком даного методу модифікації є те, що модифікований текстиль набуває виражений сірий колір, що обмежує застосування даної технології для виробництва антибактеріальних текстильних матеріалів світлих відтінків.

Проаналізовані в роботі методи модифікації текстильних матеріалів наночастинками систематизовано в табличній формі (таблиця 2).

**Висновок.** У результаті проведених досліджень було встановлено сучасні методи наномодифікації текстильних поверхонь, виділено переваги та недоліки кожного з них, на основі чого складено систематизовану таблицю методів наномодифікації.

Таблиця 2 – Методи наномодифікації текстильних матеріалів

<b>Найменування методу наномодифікації</b>	<b>Переваги</b>	<b>Недоліки</b>
Нанесення модифікуючого розчину у вигляді спрею	Легкість та доступність нанесення, широкий спектр застосування	Недовговічність
Плазмовий метод	Досягається стійкий антибактеріальний ефект, і високий рівень закріплення наночасток металу в структурі текстильних матеріалів	Необхідність спеціалізованого обладнання, затратність, небезпека для навколишнього середовища і здоров'я людини
Відновлення металу з водного розчину	Висока стійкість модифікованого текстилю до вологих обробок в процесі експлуатації, розширення кольорової гами текстильних матеріалів в бік світлих тонів	Існують екологічні ризики, використання великої кількості хімічних реагентів, великі витрати на очищення стічних вод
Замочування в контейнері з подальшим етапом сушіння	Відсутність складних хімічних обробок і екологічних ризиків	Важко забезпечити достатню стійкість наночастинок на поверхні волокон
Введення наномодифікатора у суміш для фарбування	Простота технологічної реалізації методу	Невисока стійкість антибактеріальних покриттів
Метод магнетронного розпилення металів і їх сплавів	Відсутність використання допоміжних реагентів, висока екологічність	Складність підготовки зразків для отримання бездефектного покриття
Метод вакуум-термічного осадження	Нанесення надтонких шарів металу на текстильні матеріали, універсальність, стійкість до вимивання.	Нерегульована енергія осідаючих частинок і отримання недостатньої чистоти осідаючої плівки
Нанесення за допомогою ультразвуку	Не вимагає використання токсичних реактивів	Обмеження кольорової гами текстильних матеріалів
Трансферний друк	Універсальність	Необхідність у спеціальних фіксаторах

### Література

1. Nano-particles & their uses in textiles. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.indiantextilejournal.com/articles/fadetails.asp?id=693>
2. Md. Ruhul Amin Application of Nanotechnology in Textile Finishing Textile Engineering College, Begumgonj, Noakhali 2013 [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <http://textilelearner.blogspot.com/2013/04/application-of-nanotechnology-in.html>.
3. Применение липосом в текстильной химии: возможности и перспективы нанокapsулирования / Телегин Ф.Ю., Белокурова О.А., Щитова Н.П // Международная научно-практическая конференция и школа молодых ученых "Сегодня и завтра медицинского, технического и защитного текстиля. Роль традиционных и высоких технологий (Медтекстиль-2012)", 8–9 октября 2012г., г.Москва (Тезисы докладов). – Москва, 2012. – 102с.
4. Горберг Б.Л. Технология и оборудование для металлизации текстильных материалов методом магнетронного распыления / Б.Л. Горберг, А.А. Иванов, В.А. Титов, Э.И. Куликовский // Новости материаловедения. Наука и техника. - 2013. - No 2. - С. 7.
5. Гребенкин А.А. Металлизация текстильных полотен в гидродинамическом поле / А.А. Гребенкин, А.Н. Гребенкин, С.В. Зверлин, А.Е. Макаров // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. - 2010. - No 3. - С. 40-42.
6. Ершов И.П. Модификация синтетических волокон и нитей. Обзор / И.П. Ершов, Е.А. Сергеева, Л.А. Зенитова, И.Ш. Абдуллин // Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - Т. 15, No 18. - С. 136-143.
7. Пат 2350356 Ru. Антибактериальный текстильный волокнистый материал и способ его получения / А.В. Вишняков, Т.В. Минаева, В.А. Чашин, Д.В. Хотимский. - No 2007124816/12; заявл. 03.07.2007; опубл. 27.03.2009
8. Пат 2426484 Ru. Способ изготовления медицинской маски / В.М. Жариков, Д.Г. Шарапов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС" - No 2010108904/12; заявл. 11.03.2010; опубл. 20.08.2011