

УДК 620.3:677

НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ТЕКСТИЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

О.С. ШЛАПАК

Київський національний торговельно-економічний університет

У роботі представлено огляд перспективних застосувань нанотехнологій і наноматеріалів, які обумовлюють перспективність їх використання в текстильній промисловості, зокрема при виробництві панчішно-шкарпеткових виробів відомчого призначення

Сьогодні увагу науковців привертає проблема надання природним та хімічним матеріалам нових властивостей. Одним із найцікавіших напрямів в області модифікації властивостей волокнистих матеріалів є розроблення методів надання волокнам антимікробних та антигрибкових властивостей.

Антимікробна обробка дозволяє зменшити або повністю усунути мікробну забрудненість виробів з текстильних матеріалів; попередити розвиток патогенних грибків на одязі та шкірних покривів людини. Тому постає необхідність у дослідженні та аналізі методів надання виробам бактерицидних властивостей.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом даного дослідження є нанотехнології та наноматеріали, які використовують для надання текстильним виробам антимікробних та антигрибкових властивостей. Для цього дослідження було обрано аналітичний огляд літературних джерел, що допоможе проаналізувати існуючий досвід у цій сфері та сприяти відбору найбільш придатних нанотехнологій для виготовлення шкарпеткових виробів відомчого призначення.

Постановка завдання

Метою дослідження є вибір найбільш перспективних технологій для надання бактерицидних властивостей панчішно-шкарпетковим виробам відомчого призначення.

Результати та їх обговорення

Одним із засобів надання шкарпетковим виробам заданих властивостей є застосування нанонауки.

Нанонаука (Nanoscience: Nanos – з грецької – карлик, гномик, science – наука, система знань) – нова галузь науки та виробництва, що вивчає фізичні, фізико-хімічні, біологічні, фармакологічні, токсикологічні властивості наночастинок розміром до 100 нм., можливість їх синтезу за допомогою сучасних нанотехнологій та застосування у різних галузях народного господарства [1].

Дослідження свідчать, що наночастки поділяють на: нанопорошки, нанодропи, нанотрубки, фулерени, алмазоїди та тонкі плівки, які отримують хімічним осадженням, застосуванням високих температур і тисків, застосуванням електромагнітних імпульсів, за допомогою лазерних випаровувань та каталітичного піролізу електродугового розпорощення, диспергаційного, конденсаційним, механічним, детонаційним, біохімічним, радіаційно-хімічним способами.

Широко відомі два загальних підходи їх отримання – диспергаційний і конденсаційний. Диспергаційний метод заснован на подрібненні макроскопічних частинок до нанорозмірів. Конденсаційний засіб пов'язан з утворенням частинок при фазових переходах. Разом з тим у міру

розвитку експериментальних методів вдосконалюються не тільки традиційні способи, але з'являються і принципово нові, що дозволяє отримати частинки з вузьким розподілом за розмірами, стабільні в часі.

Диспергаційні методи. Механічне диспергування для отримання наночастинок не отримало досить широкого поширення внаслідок дуже великої енергоємності. У лабораторній практиці для одержання металевих наночастинок в останній час використовується ультразвукове подрібнення. При подрібненні конкурують два протилежні процеси – диспергування та агрегування виникаючих частинок. Співвідношення швидкостей цих процесів залежить від тривалості помелу, а також температури, природи рідкої фази, в якій проводиться помел, присутності стабілізаторів, якими найчастіше є поверхнево-активні речовини (ПАР). Підшуковуючи оптимальні умови, можна одержати частки потрібного розміру. Однак розподіл часток за розмірами найчастіше буває досить широким.

Найбільш цікавий випадок утворення наночастинок представляє мимовільне диспергування твердих тіл в рідкій фазі. Проте подібний процес може відбуватись тільки для твердих тіл, що мають шарувату структуру.

Характерною особливістю таких структур є сильні взаємодії між атомами в шарі та слабкі ван-дер-ваальсові взаємодії між шарами.

Конденсаційні методи поділяються на фізичні та хімічні. Формування наночастинок цими методами здійснюється через ряд перехідних станів при виникненні проміжних ансамблів, що призводять до виникнення зародка нової фази, спонтанного його зростання і появи фізичної поверхні розділу фаз.

При цьому важливо забезпечити високу швидкість виникнення зародків нової фази і малу швидкість їхнього зростання.

Фізичні методи, найбільш широко використовувані для одержання металевих ультрадисперсних частинок, по суті є диспергаційно-конденсаційними, оскільки першою стадією є диспергування металу до атомних розмірів (випаровування та створення визначеного насичення), а потім конденсація.

В останні роки були синтезовані і наночастки змішаних складів типу «ядро-оболонка», наприклад Cd/ZnS; ZnS/CdSe; TiO₂/SiO₂. Такі наночастинки отримують в результаті контрольованого осадження молекул одного типу (оболонка) на попередньо синтезованій наночастинці іншого типу (ядра). Синтез здійснюється в колоїдному розчині аналогічними методам синтезу однокомпонентних частинок.

Основним недоліком більшості перерахованих методів є широкий розподіл за розмірами наночастинок, які утворюються.

Наночастки, як вже було зазначено, мають цілий ряд специфічних властивостей, які можуть бути використані у різних технологіях. У зв'язку з цим виникає проблема створення матеріалів, які утримують наночастинки – нанокомпозити. Серед способів одержання нанокомпозиційних матеріалів найбільш розповсюдженим є золь-гелевий метод. В основі методу лежать реакції полімеризації неорганічних сполук, які включають наступні основні стадії: 1) виготовлення вихідного розчину, з вмістом алкоксидів металів M(OR)_n, де M – Si, Ti, Zr, Zn, Al, Sn, Ce, Mo, W та ін., R – акрил або арил; 2) утворення гелю; 3) сушка; 4) термообробка.

Реакцію гідролізу проводять в органічних розчинах гелю. Подальша полімеризація призводить

до утворення гелю: $M(OR)_4 + 4H_2O \rightarrow M(OH)_4 + 4ROH$; $mM(OH)_n \rightarrow (MO_2) + 2mH_2O$.

Цей метод має надзвичайно широкі можливості і дозволяє отримувати матеріали, що містять і біологічно активні макромолекули [2].

Нановолокна можна виробляти, наповнюючи традиційні волокноутворюючі полімери різними за конфігурацією наночастинками різних речовин, або шляхом виготовлення ультра тонких (діаметром в рамках нанорозмірів) волокон. Як наповнювачі волокон широко використовують вуглецеві нанотрубки з однією або декількома стінками [3]. Для початку мікроскопічні об'єкти ділять на дві порції і створюють на їх основі два розчини: в одному до них приєднуються позитивно заряджені молекули (результат: MWNT-NH₂), в іншому – негативно заряджені (MWNT-COOH). Потім дослідники по черзі занурюють підкладки (один з варіантів: кременеві) у відповідні розчини (рис. 1).

Різниця зарядів призводить до утворення рівних тонких плівок, в яких багаточислові вуглецеві нанотрубки тримаються один за одний без будь-яких клеючих речовин. Завдяки наявності зарядів вирішується й інша поширена проблема: трубки не злипаються в грудочки, оскільки однаково заряджені об'єкти відштовхуються один від одного.

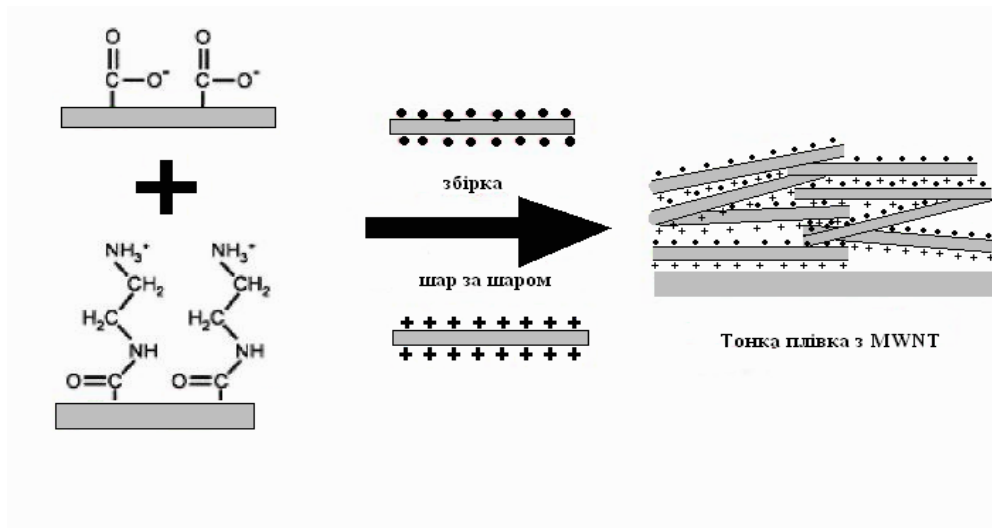


Рис. 1. Процес створення нановолокон із плівок нанотрубок

Останнім часом широко використовується спосіб металізації різних деталей та виробів, заснований на випарі металів у камері, в якій створюється глибокий вакуум, і конденсації парів металу на виробі. В результаті на поверхні виробів утворюється рівномірний шар металу товщиною від сотих частин мікрона до декількох мікрон [4].

При заключній обробці текстильних матеріалів використовують наночастинки різних речовин у вигляді наноемульсій і нанодисперсій. Наночастинки, після нанесення їх на поверхню, самоорганізуються у найтоншу плівку і міцно зчіплюються з обробленою поверхнею. Якщо матеріал гладкий та не вбирає вологу, то частинки утворюють тонку гладку плівку, яка відштовхує рідкі субстанції разом з брудом, жиром, вапном та ін. На пористих поверхнях наночастинки проникають в пори, вистилаючи їх зсередини, обволакуючи кожне окреме волокно.

Дослідники із Швейцарії та Ізраїлю розробили новий метод одержання тканин (з бавовни,

нейлону, поліаміду), покритих наночастинками срібла [5]. Вони запропонували використовувати для цих цілей ультразвук. Процес нанесення наночасток проходить в одну стадію і не вимагає використання токсичних реактивів. Крім того, обробці піддається безпосередньо вже готова тканина, а не волокно або нитки.

У розчин нітрату срібла в суміші вода/етиленгліколь поміщається зразок бавовняної тканини, який після цього піддається ультразвуковому впливу. Також до вихідної суміші додається гідроксид амонію. Етиленгліколь, покликаний відновити срібло до металу, внаслідок утворення стійкого комплексу $[Ag(NH_3)_2]$, концентрація іонів Ag падає і реакція відновлення протікає дуже повільно. У таких умовах відбувається утворення дуже дрібних частинок срібла (наносрібло). Тканина набуває сірого кольору. На закінчення її кілька разів перуть, щоб перевірити, чи добре частки скріплені з волокнами тканини.

Масова частка відкладеного срібла слабо залежить від природи тканини. Це свідчить на користь того, що частки утримуються за рахунок фізичної адсорбції. Таким чином, ультразвук немов би вдавлює частки в поверхню волокон. Розмір частинок в середньому становить близько 80 нм., однак спостерігаються і більші агрегати.

У раманівському спектрі матеріалу виявляються смуги, характерні для аморфного вуглецю. Отже, можна зробити висновок, що в процесі обробки досягаються температури, достатні для плавлення і карбонізації волокон тканини в місцях контактів з наночастинками срібла. В результаті частки міцно прилипають і не відторгаються при пранні. Також виявилось, що механічні властивості тканини при покритті сріблом зазнають незначного зниження. Експерименти на бактеріях (кишкова паличка і золотистий стафілокок) показали, що тканини мають чудову антимікробну активність.

Таким способом, можливо виготовляти вироби з заданими властивостями, які можуть набувати: надвисоку міцність, бактерицидність, антистатичність, вогнетривкість, термостійкість, брудо-, водо- і олієстійкість, водо- і повітрянепроникність; високу гігроскопічність і терморегуляцію, захисну дію від УФ та ІЧ випромінювання.

При виробництві панчішно-шкарпеткових виробів у кінцевому обробленні можливе застосування наночастинок металів у вигляді наноемульсій і нанодисперсій для надання виробам водо- і маслостійкості, зниження горючості, протизабруднення, м'якості, антистатичного і антибактеріального ефекту, термостійкості, формостійкості та ін. позитивних властивостей.

Розробленням та впровадженням наночасток і нанотехнологій в Україні займається Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона, який разом із Національним медичним університетом ім. О.О. Богомольця створив спільну лабораторію з розроблення нових нанопрепаратів, що включають до свого складу мікроелементи – магній, мідь, залізо, цинк, срібло, отримані за допомогою нанотехнологій, а також Київський національний університет технологій та дизайну (КНУТД).

Із підприємств в Україні цими проблемами займається Nano Union та ТОВ «Наносвіт». Компанія «Nano Union» веде розробки у сфері нанотехнологій і сприяє виробництву готових продуктів у промисловому обсязі. Компанією було одержано понад 300 патентів на нанотехнології, наноматеріали та їх застосування в кінцевих продуктах. Вона входить до світової групи великих виробників наноматеріалів завдяки відкриттю нового фізичного явища і розробці на його основі цілої групи

нанотехнологій (ерозійно-вибухові нанотехнології отримання наноматеріалів).

ТОВ «Наносвіт» розробляє сировину (для легкої промисловості, виробництва будматеріалів, тваринництва, птахівництва, фармацевтики) для промисловості та товари широкого вжитку (дезінфектор «Шумерське срібло», мікроелементи для збагачення косметики, дієтичні добавки «Колоїдне срібло», засіб для знезараження та консервації питної води, засіб для знезараження води в басейнах і джакузі, засіб для зберігання зрізаних квітів). ТОВ «Наносвіт» співпрацює з фахівцями, ВНЗ, лабораторіями та науково-дослідними центрами в Україні, зокрема з КНУТД. Завдяки цій співпраці ведеться розробка натуральних та синтетичних ниток з наночастками різних металів.

Косіновим М.В. та Каплуненко В.Г. була розроблена композиційна полімерна нитка з наночастками срібла і міді [6]. Вона має антимікробні, антиоксидантні, імуномодельючі, протизапальні та інші важливі властивості наночасток міді, які найефективніше виявляють свою дію в присутності срібла. Срібло, навіть у мінімальних дозах, значно підсилює властивості міді, що вказує на каталітичні властивості срібла по відношенню до міді в біохімічних реакціях, де ці метали виступають як синергісти. Їх сумісна дія на мікроорганізми значно вища, ніж у срібла і у міді окремо.

Мідно-срібні колоїдні розчини наночасток володіють антимікробною, вірулітичною, антимікотичною дією при мінімальному прояві токсичних і алергічних властивостей. Сучасні наукові дослідження показали, що сполука з сріблом і міддю в нанодисперсному стані менш токсичні в порівнянні зі сполуками, в яких ті ж метали знаходяться в іонному стані, отриманому розмінанням солей. Тому було запропоновано її використовувати у трикотажному виробництві. Ми вважаємо доцільно її використовувати при виготовленні панчішно-шкарпеткових виробів.

Аналізуючи вище викладене можна зазначити що просочування волокнистих матеріалів розчинами, емульсіями, суспензіями не дозволяє отримати текстильний виріб із стійким антимікробним та антигрибковим захистом, при багаторазовому пранні. Найбільш стійкі методи до багаторазового прання – це: приєднання бактерицидних препаратів до макромолекул волокноутворюючого полімеру хімічними зв'язками та введення наночасток металів у прядильний розчин або розплав при формуванні хімічних волокон.

Враховуючи вище викладене можна запропонувати виробництво панчішно-шкарпеткових виробів останніми двома методами із певними властивостями: відсутність токсичної та подразнюючої дії; антимікробна та антигрибкова обробка зберігатиметься протягом всього періоду експлуатації виробу, навіть при частому пранні.

Висновки

Проведений аналіз досліджень свідчить, що існують сучасні технології надання бактерицидних властивостей текстильній сировині, які можливо використовувати у виробництві панчішно-шкарпеткових виробів. Але для визначення оптимального методу планується провести ряд досліджень, які будуть висвітлені у наступних публікаціях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чекман І.С. Нанонаука: перспективи наукових досліджень / І.С. Чекман // Наука та інновації. – 2009. – Т. 5, №3. – с. 89 – 93.

2. Сумм Б.Д. Коллоидно-химические аспекты нанохимии – от Фарадея до Пригожина/Б.Д. Сумм, Н.И. Иванова // Вестник московского университета. Серия 2. Химия.–2001.–Т.42. № 5.– с.300–305.
3. Мироненко В.П. Нанотехнологии в производстве тканей для использования в экстремальных условиях / В.П. Мироненко, А.С. Пилипенко // Вісник ХДАДМ–2009. – № 1. – с. 68 – 73.
4. Івасенко М. В. Зміна фізико-механічних властивостей тканин при металізації вакуум-плазмовомагнетронним способом / М. В. Івасенко, В. М. Товт // Вісник КНУТД. – 2007. – №5. – с. 69–73.
5. Трусов Л. А. Новый метод покрытия тканей наночастицами серебра / Л.А. Трусов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nanometer.ru/2008/06/04/nanochastici_53086.html.
6. Опис до патенту на корисну модель 26606 UA МПК D06M 11/00. Гігієнічний текстильний виріб / Косінов М.В., Каплуненко В.Г. // ДП «Український інститут промислової власності», 2006.