

ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У ФОРМУВАННІ АСОРТИМЕНТУ ТА ЯКОСТІ ТЕКСТИЛЮ

Проведено аналіз літературних даних, присвячених застосуванню нанотехнологій в текстильному виробництві. Дана характеристика асортименту та властивостей текстильних волокон, матеріалів і виробів, отриманих на основі використання нанотехнологій.

Ключові слова: нанотехнологія, нановолокна, текстильні наноматеріали, текстиль, екологічна безпека текстилю.

I.S. GALYK, B.D. SEMAK

Lviv Commercial Academy

NANOTECHNOLOGIES USAGE IN ASSORTMENT AND QUALITY FORMATION OF TEXTILES

Abstract – The aim of work are a study and analysis of scientific publications of foreign and home scientists, nanotechnologies sanctified to the use in a textile production.

Lighted up the methods of nanofibres forming from polymers and mineral substances that have diameter 1-1000 нм, got involvement, division of phases, self gathering, electro-forming and others. These nanoparts participate in forming of all operating properties of these compos. These got nanofibres separate foreign firms use for the production of multifunction "clever", exothermic, medical, bulletproof textiles and clothing materials. Possibilities of the nanotechnologies use are shown also in a paint-finishing textile production. Perspective direction is painting of textile materials with the bactericidal brands of synthetic dyes, and also photo-, thermo- and by chrome pigment dyes.

To extend application of nanotechnologies in the field of a national textile production is to be considered reasonable.

Keywords: nanotechnology, nanofibres, textile nanomaterials, textiles, ecological reliability of textiles.

Вступ

Як відомо, в практиці текстильного виробництва економічно розвинутих країн світу в останні роки чітко намітилась тенденція розширення асортименту та збільшення обсягів випуску екологічно безпечних текстильних матеріалів і виробів одягового та інтер'єрного призначення (екотекстилю). Для надання текстильній сировині (волокнам, ниткам, барвникам, апретам), матеріалам і виробам необхідної екологічної безпеки та гігієнічності широко використовуються не тільки традиційні, але й сучасні перспективні хімічні, нано- та біотехнології [1, 2]. В даній роботі ми обмежимося тільки вивченням можливостей використання сучасних нанотехнологій для формування асортименту та якості текстилю, акцентуючи основну увагу на вирішенні товарознавчих аспектів цієї різнопланової проблеми.

Аналіз літературних джерел, присвячених використанню нанотехнологій для формування асортименту, властивостей і якості текстилю, дозволяє зробити наступні узагальнюючі висновки [1–6]:

- інформація про можливість використання нанотехнологій для формування асортименту та властивостей текстилю, яка міститься в періодичних, монографічних і навчальних вітчизняних і зарубіжних виданнях, носить епізодичний характер і потребує систематичного поповнення та детального аналізу;
- відсутні обґрунтовані дані про економічну, екологічну та технологічну доцільність використання сучасних нанотехнологій у вітчизняному текстильному виробництві з врахуванням потреб сучасного ринку екотекстилю;
- відсутня об'єктивна і доступна інформація про вплив сучасних нанотехнологій виробництва текстильних матеріалів і виробів на екологічну безпеку цих товарів, а також здоров'я людини та забруднення довкілля;
- не сформульовані обґрунтовані та стандартизовані вимоги до асортименту, властивостей та рівня якості та конкурентоспроможності текстилю різного цільового призначення, отриманого на основі застосування нанотехнологій;
- не внесені необхідні доповнення, зміни та уточнення в існуючу систему вітчизняної екологічної стандартизації, які стосуються термінів і визначень, нормативів екологічної безпеки, вибору критеріїв і методів її оцінювання та контролю якості текстильної сировини та готової продукції, отриманої на основі використання сучасних нанотехнологій;
- відсутня класифікація і загальна характеристика нанотехнологій, які вже знайшли практичне застосування в окремих підгалузях вітчизняного текстильного виробництва;
- відсутня характеристика стабільності та довговічності ефектів, які досягаються на одягових і інтер'єрних текстильних матеріалах в результаті використання для їх виробництва нанотехнологій;
- ще недостатньо вивчено та обґрунтовано механізм взаємодії різних видів наночастинок з текстильними волокнами та виявлені найбільш перспективні варіанти їх використання.

Постановка завдання

Мета роботи – обґрунтування можливості та доцільності більш широкого використання сучасних нанотехнологій в практиці вітчизняного текстильного виробництва текстилю одягового та інтер'єрного призначення та сучасна товарознавча трактовка асортименту та властивостей матеріалів і виробів,

отриманих на основі цих нанотехнологій.

Результати дослідження

Як свідчить аналіз літературних джерел [2–4], з використанням нанотехнологій можна суттєво змінювати властивості текстильних волокон, ниток, матеріалів і виробів з них. Зупинимось на більш детальному розгляді матеріалознавчих і товарознавчих аспектів цих питань, акцентуючи основну увагу на використанні нанотехнологій для формування вітчизняного ринку текстилю.

1. Асортимент, властивості та сфери застосування найбільш поширених текстильних нановолокон, матеріалів і виробів. Як свідчить аналіз літературних даних [2–4], сфера застосування сучасних видів нановолокон матеріалів і виробів досить широка та різноманітна. Це не тільки текстильні матеріали та вироби різного цільового призначення та способів виробництва. Ці волокна широко використовуються як армуючі елементи в багатьох видах композиційних матеріалів, що нині успішно використовуються в різних галузях промисловості (автомобільній, авіаційній, ракетобудівній, суднобудівній та багатьох інших). Ці волокна знайшли саме різноманітне застосування в медицині для виготовлення текстильних матеріалів і виробів медичного призначення (одяг для медперсоналу та хворих, лікувальні антимікробні та антиінфекційні покривальні матеріали та інші). Це широке використання нановолокон для створення багатофункціональних матеріалів і виробів спеціального призначення ("розумний" текстиль, куленепробивний одяг для силових структур, високогігроскопічні матеріали для спортивного одягу та інші).

Розглянемо особливості будови нановолокон. На думку Г.Е. Кричевського [2], нановолокнами слід називати два типи хімічних волокон, отриманих різними технологіями, а саме:

- нановолокна із полімерів і мінеральних речовин, які мають діаметр 1–100 нм і отримані за спеціальними технологіями;
- звичайні полімерні хімічні волокна, в структуру яких інкорпоруєть (вводять) наночастинки різної природи (по суті це композитні волокна, наповнені наночастинками).

Дані визначення автор рекомендує внести в існуючу класифікацію текстильних волокон, оскільки хімічні і особливо природні текстильні волокна за розмірами окремих елементів своєї надмолекулярної будови (мікрофібрили, фібрили, пори та пустоти) формально також можуть бути віднесені до нановолокон.

Слід відзначити, що хімічні нановолокна першого типу (діаметром менше 100 нм) в залежності від хімічної природи волоконотворюючого полімеру можуть характеризуватись різноманітними властивостями. Однак, для них характерні значно кращі фізико-механічні та сорбційні властивості порівняно із звичайними хімічними волокнами. Це обумовлено перш за все значним зростанням внутрішньої поверхні нановолокон. Тому не випадково ці види нановолокон широко застосовуються як наповнюючі елементи в композиційних конструктивних матеріалах різного цільового призначення, а також для виготовлення імплантантів, замінників м'язів, сухожилів, хрящів, суглобів і суперсорбційних матеріалів [2].

Методи виробництва хімічних нановолокон даного типу можуть бути різноманітними і їх вибір залежить від технологічної, екологічної та економічної доцільності їх використання. Практичного застосування, судячи з аналізу літературних джерел [1, 2, 5], в практиці виробництва цих волокон набули наступні методи: витягування, шаблонний, розділення фаз, самозбирання, електроформування. Коротко конкретизуємо їх особливості [2].

Суть методу витягування полягає у формуванні нановолокна із краплі полімеру в лабораторних умовах з допомогою мікропіпетки. Причому полімер повинен володіти відповідною в'язкістю високоеластичними властивостями. Для отримання нановолокон шаблонним методом використовується спеціальний пристрій з нанофільтрами. Діаметр нановолокна залежить від розміру нанофільтр, через які формується нановолокно при використанні методу розділення фаз полімер спочатку змішується з розчинником, потім обробляється желатином, після чого розчинник екстрагується, а із залишку полімеру формується нановолокно. Метод самозбирання базується на самовільному послідовному об'єднанні окремих макромолекул під дією міжмолекулярних сил у добре упорядковані структури волокнистого вигляду. Найбільш поширеним в практиці є метод електроформування нановолокна. Суть його полягає у дії на струю розчину чи розплаву полімеру статичного електричного поля, яке заряджає струминки полімеру і приводить його до розділення на нановолокна в процесі його затвердження.

Нановолокна другого типу (композити текстильного призначення) складаються, як відомо, із полімерної матриці, заповненої наночастинками різної хімічної будови. Причому для матриці найчастіше використовуються полімери високої міцності та пластичності, з високою каталітичною активністю, високими магнітними характеристиками, високою і селективною сорбційною здатністю, триботехнічними властивостями, термо- і хімічною стійкістю. Найчастіше для цих цілей використовуються наступні види пластичних полімерів: поліаміди, полістирол, полівінілацетат та поліолефіни. Причому використання поліолефінів є пріоритетним [2].

При цьому наночастинки, які заповнюють полімерну матрицю, виконують не тільки армуючу роль в цьому композиті, але й беруть активну участь у формуванні всіх експлуатаційних властивостей даного композиту.

Такі волокна мають високі якісні показники: висока міцність на розрив і витирання, знижена горючість, відсутність вираженої усадки. Наприклад, волокна заповнені вуглецевими нанотрубками з однією або декількома стінками, набувають унікальних властивостей – стають у шість разів міцніші за сталь

та в сто разів легші за неї. Якщо заповнити волокно вуглецевими наночастинами на 5–20% від його маси, то виникає здатність матеріалу проводити струм, він набуває хімічну стійкість до багатьох реагентів.

В асортименті нанорозмірних наповнювачів композитних волокон і матеріалів широке практичне значення і поширення мають наночастини глинозему (алюмосилікатний матеріал з нанорозмірною зернистістю). Наддрібні часточки глинозему забезпечують матеріалу високу електро- та теплопровідність, хімічну активність, захист від ультрафіолетового випромінювання, вогнезахист, високу механічну міцність.

А тепер наведемо конкретні приклади застосування нановолокон текстильного призначення [1, 2, 5–7]. Це волокна, наприклад, для виробництва багатофункціонального "розумного", електронного, екзотермічного, куленепробивного текстилю та одягу. Так, на основі нановолокон і нанотехнологій окремі зарубіжні фірми налагодили виробництво різноманітних багатофункціональних видів "розумного" текстилю, який поєднує функції:

- повітропроникності, вогнетривкості і гігієнічності;
- повітропроникності, атмосферостійкості, вогнетривкості з антистатичними властивостями та комфортністю в експлуатації. При цьому антистатичні властивості цих матеріалів забезпечуються електропровідними властивостями нановолокон, а їх вітрозахисні та водовідштовхувальні властивості – "дихаючою" наномембраною [2].

При цьому розширення асортименту біологічно активних волокон, отриманих на основі застосування нанотехнологій, сприяє створенню нових матеріалів і одягу, який мінімізує негативний вплив на людину коливання барометричного тиску, електромагнітного, ультрафіолетового або інфрачервоного випромінювання, іонізації повітря, а також різкої зміни температури навколишнього середовища [1].

Популярність на ринку "розумного" текстилю обумовлено тим, що він здатний реагувати на зміни в організмі людини та оточуюче середовище і змінювати свої властивості відповідно до цих змін. Для надання цим матеріалам бажаних інтерактивних властивостей до складу полімерної основи їх нановолокон інкорпоруєть (вводять) у формі шарів полімер з пам'яттю форми і здатністю до фазових перетворень. В результаті такі матеріали здатні реагувати на зміни температури тіла людини і відповідно змінювати конфігурацію ланцюгів полімеру і цим самим забезпечувати необхідний термостабілізуючий ефект і комфортний підодяговий мікроклімат [2].

Слід підкреслити, що сфера застосування "розумних" полімерів досить широка. Вона включає [2]: полімери для виробництва "розумних" волокон, полімери для заключного оброблення текстилю; наночастинок, які переносять свій "інтелект" на текстильні волокна, матеріали і одяг; введення "розумних" наночастинок в текстильні волокна в процесі їх виробництва із розчинів чи розплавів; використання "розумних" наночастинок при заключному обробленні текстильних матеріалів; використання "розумної" мікро- і наноелектроніки, інтегрованої в текстильні матеріали і вироби; поєднання в одному текстильному матеріалі чи виробі декількох видів "розумних" наночастинок чи волокон.

Таким чином, сучасні нанотехнології дозволяють надавати не тільки нові бажані функціональні властивості текстильним матеріалам і виробам, але й змінювати їх в бажаному напрямі залежно від зміни самопочуття людини, оточуючого середовища та умов експлуатації цих виробів.

Про актуальність вирішення даної проблеми свідчить той факт, що світовий обсяг виробництва багатофункціонального "розумного" текстилю (волокон, матеріалів, одягу та інших) в 2010 році складав 1,113 млрд дол. США, що складає більше 10% обсягу виробництва всієї нанопродукції [2]. При цьому слід підкреслити, що на відміну від традиційних функцій, наприклад, одягу (захист від дії негативних атмосферних і механічних чинників, забруднення; забезпечення відповідних естетичних і соціальних функцій, тендерних функцій та інших), в результаті використання нанотехнологій цьому одягу може бути надано ряд нових функцій: створення комфортного мікроклімату підодягового простору; контроль і регулювання основних параметрів функціонування організму людини (тиск, пульс, дихання, температура); здатність одягу "дихати" при одночасному забезпеченні його гідрофобності чи гідрофільності, пониженої горючості та бактерицидності; економічність та легкість утилізації; висока зносостійкість і формостійкість; здатність змінювати колір, відтінок, рисунок і форму під дією відповідних чинників та ряд інших.

Окрім цього, включення в текстильні матеріали або одяг електронних мініатюрних пристроїв з використанням наноелектроніки, отримані на базі багатофункціональних полімерів, дозволяє такому одягу виконувати різноманітні запрограмовані функції [2].

Терморегулююча здатність текстильних матеріалів (особливо це важливо для виробів спортивного призначення) досягається при використанні в складі текстильних матеріалів і виробів із них мікро- і нановолокон і об'ємної пряжі. Це дозволяє надати названим матеріалам бажаних екзотермічних властивостей та регулювати їх в необхідному напрямі.

Електронний текстиль (Е-текстиль) відноситься до одного із різновидів "розумного" текстилю. Розрізняють два види Е-текстилю, отриманих:

- інкорпоруванням звичайних класичних електронних пристроїв з використанням батарейок для їх живлення;
- з використанням мікро- і наноелектроніки, органічно вмонтованої і інтегрованої в пряжу, тканину чи трикотаж [2].

Для виробництва Е-текстилю використовуються провідникові та напівпровідникові волокна (металічні, кремнієві, вуглецеві або нанопоповнені), а також сонячні батареї, панелі із текстилю та інші.

Так, наприклад, отриманий на основі електронних волокон сенсорний одяг використовують для детектування, запису та передачі інформації лікарю про стан здоров'я пацієнта, який знаходиться вдома, а не в лікарні. Така дистанційна діагностика є комфортною для пацієнта та зручною для лікаря [2].

Окрім лікувальних функцій, отриманий на основі Е-волокон текстильний матеріал чи одяг може виконувати і інші функції, а саме:

- на основі цих волокон можна отримати світловипромінюючий одяг (для створення цього одягу в текстильний матеріал на стадії отримання пряжі вмонтовують мільйони мініатюрних рефлекторів-діодів, що дозволяє цьому матеріалу вдень акумулювати сонячне світло, а вночі віддавати це світло);
- отримувати трьохшаровий одяг, перший шар якого забезпечує комфортний підодяговий мікроклімат; другий шар забезпечує виведення з підодягового простору поту і волокон і терморегуляцію цього одягу, а третій шар – підтримує комфортну температуру тіла при високій температурі повітря;
- отримати швидковисихаючі текстильні матеріали та одяг за рахунок розміщення на їх поверхні гідрофобних компонентів, а на виворітній стороні – гідрофільних;
- отримати різноманітні колористичні ефекти на текстильних матеріалах (забарвлень, відтінків, оптичних ефектів) за рахунок використання біохімічних волокон, здатних під дією електричного та магнітного полів швидко змінювати інтенсивність забарвлень і оптичну прозорість цих матеріалів.

Використання нанотехнологій для колористичного оформлення текстильних матеріалів і виробів

Як свідчить аналіз літературних даних [2, 3, 5], любий вид пофарбованого текстильного волокна можна розглядати як своєрідний нанорозмірний композит, який складається із полімерної матриці (волокна), заповненої наночастинками барвника (іонами, молекулами, кластерами). При цьому всі класи синтетичних барвників у водорозчинній і нерозчинній формі мають розміри 1,5-5 нм, а природні волокна в сухому стані мають розмір пор 0,3–0,5 нм і набухлого – 3–5 нм. Розміри пор синтетичних волокон також знаходяться в межах 3–5 нм. Тому процес фарбування текстилю умовно можна розглядати як процес формування композитного волокна, наповненого наночастинками барвника. Правда, в залежності від класу барвника та хімічної будови волокна в механізмі їх поєднання (самозбирання) можуть бути певні особливості. Для прикладу назвемо основні з них [2]:

- активні барвники – єдиний клас барвників, здатних утворювати високоміцні ковалентні зв'язки з активними групами (-OH, -NH₂, -SN), які містяться в целюлозних, білкових і поліамідних волокнах;
- кислотні барвники здатні утворювати іонні зв'язки з білковими та поліамідними волокнами за рахунок споріднення іонів барвника і волокна, а також виникнення між ними водневих і ван-дер-ваальсових зв'язків;
- металокомплексні барвники фіксуються на текстильних волокнах за рахунок іонних, координаційних, водневих і ван-дер-ваальсових зв'язків і забезпечують високу стійкість пофарбувань на текстильних матеріалах;
- катіонні барвники використовуються в основному для фарбування акрилових волокон і фіксуються на них за рахунок іонних, водневих і ван-дер-ваальсових зв'язків;
- прямі барвники використовуються переважно для фарбування целюлозних матеріалів і фіксуються на них переважно за рахунок водневих і ван-дер-ваальсових зв'язків;
- кубові барвники у відновлюваній водорозчинній формі використовують в основному для фарбування целюлозомістких матеріалів і фіксуються на них в результаті переведення барвника в нерозчинну (пігментну) форму шляхом його окислення (киснем повітря, H₂O₂) на волокні (це дозволяє отримати широку гамму яскравих та високостійких забарвлень (особливо до дії світлопогоди) на текстильних матеріалах; при цьому забарвлення кубовими барвниками на целюлозному субстраті можна розглядати як нанокристали, орієнтовані вздовж осі волокна;

Нерозчинні азобарвники утворюють забарвлення на текстильних матеріалах (в основному целюлозних) в результаті азосполучення азо- і діазоскладової (нанозбирання) безпосередньо в аморфних ділянках целюлозного волокна в слаболужному середовищі. При цьому фарбування чи вибивку текстильного матеріалу проводять послідовно – спочатку обробляють його азоскладовою, а потім діазоскладовою, яка хімічно споріднена з азоскладовою. На цій стадії діазоскладова проникає у волокно і з'єднується в ньому з азоскладовою. В результаті реакції азосполучення в середині волокна відбувається синтез: самозбирання нерозчинного азобарвника з притаманними йому властивостями;

Самозбирання (синтез) чорного аніліну всередині целюлозних волокон відбувається шляхом послідовних реакцій окислення та конденсації. При цьому вихідним продуктом в цих реакціях є звичайний анілін, а кінцевим – нерозчинний барвник, який складається із 11 циклів об'єднаних ланцюгів і 3-х бензольних циклів у вигляді бокових відгалужень. Чорний анілін фіксується у волокнах у вигляді чотирьохрядного катіона. Отримані на основі чорного аніліну забарвлення мають глибокий чорний колір і характеризуються високою стійкістю до дії різноманітних фізико-хімічних чинників.

Дисперсні барвники використовуються для фарбування матеріалів із синтетичних волокон. Це малорозчинні барвники, фарбування якими відбувається за двома технологіями: із водних дисперсій і їх парами (в газоподібній формі). При цьому при виборі названих технологій вибір любого виду дисперсного барвника повинен базуватись на його спорідненості з синтетичним волокном.

Новим перспективним напрямом використання нанотехнологій в фарбувально-оздоблювальному

текстильному виробництві слід вважати фарбування текстильних матеріалів біфункціональними бактерицидними марками синтетичних барвників [5, 6]. Так, наприклад, в роботі [5] обґрунтована можливість синтезу антимікробних барвників на текстильних матеріалах шляхом використання в якості напівпродукту антибактеріального препарату 2,4,4'-трихлор-2-гідроксидифенілового ефіру (препарату Т). Синтез проводиться шляхом діазосполучення препарату Т з діазотированим ароматичним аміном на текстильному матеріалі. В результаті проведених досліджень виявлено достатньо високий антимікробний ефект і високу стійкість забарвлень до мокрих обробок і тертя на бавовняних і синтетичних тканинах.

Авторами роботи [7] вивчена можливість синтезу азобарвників із бактерицидними властивостями. З цієї метою запропоновано направлений двостадійний синтез барвників з антибактеріальною активністю. Перша стадія: реакція азосполучення солей нітроамінів з метиленактивними сполуками, які містять функціональні групи, здатні до гетероциклізації. Друга стадія: в залежності від будови проміжної азосполуки – синтез біофорного фрагмента (гетероциклізація) + формування хромофорної системи. Дана схема синтезу і порівняльна характеристика фунгіцидної активності і колористичних властивостей названих барвників.

Авторами роботи [8] обґрунтована доцільність використання хромофорвмісного антимікробного препарату для фарбування поліамідних волокон. Наведено особливості будови, колористичні та антимікробні властивості даного препарату, а також його сумісність з традиційними дисперсними барвниками, які використовуються для фарбування матеріалів із поліамідних волокон.

У зв'язку із суттєвим розширенням в останні роки сфери застосування поліпропіленових волокон для виробництва текстильних матеріалів побутового та технічного призначення (килимів, верхнього трикотажу, тканин для оббивки автомобілів, пакувальних та інших матеріалів) завдяки їх високій зносостійкості гостро стоїть питання розроблення нових способів їх фарбування. Як відомо, через високу гідрофобність, щільність структури та відсутність функціональних груп, вони не здатні фарбуватись. Тому для усунення цього недоліку в останні роки запропоновано вводити в розплав при формуванні цих волокон частинки металу (нікелю, титану, алюмінію, кобальту, цинку, хрому), які здатні зв'язуватись з барвниками при фарбуванні цих волокон. Однак, ширшого застосування для цих цілей отримала хімічна модифікація цих волокон (галогенірування, сульфонування, фосфонування). Так, в роботі [2] наведені дані, що поліпропіленові волокна в мікро- і наноформі здатні фіксувати катіонні та дисперсні барвники після їх галогенірування.

Встановлено [9], що в результаті введення 15% наночастинок глинозему в структуру поліпропіленових волокон досягається можливість їх фарбування в глибокі тони при використанні барвників різних класів. Більше того, використання сучасних нанотехнологій в практиці текстильного обробного виробництва дозволяє отримати на текстильних матеріалах і виробках принципово нові колористичні ефекти з різноманітною колірною гамою.

Названі ефекти досягаються в результаті використання нових фото-, термо- і гідрохромних барвників, здатних на пофарбованих ними текстильних матеріалах змінювати їх колір під впливом води, тепла і світла подібно хамелеонам [9].

Висновок

1. Як свідчить аналіз літературних даних, наявна у вітчизняних літературних джерелах інформація про застосування нанотехнологій в текстильному виробництві, а також асортимент і властивості отриманих на основі цих технологій текстильних матеріалів і виробів носить фрагментарний характер і вимагає суттєвого доповнення. Особливо це стосується сучасної матеріалознавчої та товарознавчої трактовки та розкриття ролі нанотехнологій у формуванні асортименту, властивостей і рівня екологічної безпеки та якості текстильних матеріалів різного цільового призначення та способів виробництва.

2. В зарубіжних і вітчизняних літературних джерелах поки ще не обґрунтована економічна та екологічна доцільність і технологічна можливість виробництва на основі застосування нанотехнологій широкого асортименту продукції, яка отримує визнання на вітчизняному ринку. Відсутні обґрунтовані рекомендації з даних питань вітчизняних галузевих науково-дослідних і навчальних закладів сфери текстильного виробництва та торгівлі.

3. У вітчизняних літературних джерелах поки відсутня науково обґрунтована інформація, в якій розкривались би можливості використання сучасних нанотехнологій для забезпечення екологічної безпеки текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення, волокнистого складу та способів виробництва (екотекстилю).

Література

1. Високотехнологічні, конкурентоспроможні і екологічно орієнтовані волокнисті матеріали та вироби з них / [П.А. Глубіш, В.М. Ірклєй, Ю.Я. Клейнер та ін.]. – К. : Арістей, 2007. – 264 с.
2. Кричевский Г.Е. Нано-, био-, химические технологии и производство нового поколения волокон, текстиля и одежды. Издание первое / Г.Е. Кричевский. – М. : 2011. – 528 с.
3. Шлапак О.С. Нанотехнології у текстильній промисловості / О.С. Шлапак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2011. – № 3. – С. 107–112.

4. Букина Ю.А. Получение антибактериальных текстильных материалов на основе наночастиц серебра посредством модификации поверхности текстиля неравновесной низкотемпературной плазмой / Ю.А.Букина, Е.А.Сергеева // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – 15. – № 7. – С. 125–128.
5. Кирьяков А.М. Синтез антимикробных красителей на текстильных материалах / А.М. Кирьяков, О.В. Романкевич, И.М. Фуртат // 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. – С. 81–82.
6. Никоненко М.А. Синтез биоцидных дигидропиримидинсодержащих азокрасителей / М.А.Никоненко, А.А. Федьков, Ю.В. Курачева // 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. – С. 86
7. Кузнецов Д.Н. Реализация стратегии синтеза биоцидных красителей / Д.Н. Кузнецов, К.Н. Кобраков, А.Г. Ручкина // Международная научно-практическая конференция "Нано-Био-Информационные технологии в текстильной и легкой промышленности" ("Текстильная химия-2011") 21–23 сентября 2011г., Иваново. Тезисы докладов. – С. 57–58.
8. Кругленко Н.В. Обоснование применения хромофорсодержащего антимикотического препарата для крашения полиамидных волокон / Н.В. Кругленко, О.П. Сумская, С.Г. Исаев // 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). – М., 2012. – С. 40–41.
9. Нанотехнологии в тканевом производстве. – <http://stud24.ru/technology>.

References

1. Glubish P.A. Vysokotekhnologichni, konkurentospromozhni i ekologichno orijentovani voloknysti materialy ta vyroby z nyh / P.A.Glubish, V.M.Irklej, Ju.Ja.Klejner ta in. – K.: Aristej, 2007. – 264s.
2. Krichevskij G.E. Nano-, bio-, himicheskie tehnologii i proizvodstvo novogo pokolenija volokon, tekstilja i odezhdy. Izdanie pervoe / G.E.Krichevskij. – M.: 2011. – 528s.
3. Shlapak O.S. Nanotehnologii' u tekstyl'noj promyslovosti / O.S.Shlapak // Visnyk Kyi'vs'kogo nacional'nogo universytetu tehnologij ta dyzajnu. – 2011. – №3. – S.107-112.
4. Bukina Ju.A. Poluchenie antibakterial'nyh tekstil'nyh materialov na osnove nanochastic serebra posredstvom modifikacii poverhnosti tekstilja neravnovesnoj nizkotemperaturnoj plazmoj / Ju.A.Bukina, E.A.Sergeeva // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. – 2012. – 15. – №7. – S.125-128.
5. Kir'jakov A.M. Sintez antimikrobnih krasitelej na tekstil'nyh materialah / A.M.Kir'jakov, O.V.Romankevich, I.M.Furtat i dr. // Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija i shkola molodyh uchenyh "Segodnja i zavtra medicinskogo, tehničeskogo i zashhitnogo tekstilja. Rol' tradicionnyh i vysokih tehnologij (Medtekstil'-2012)", 8-9 oktjabrja 2012g., g.Moskva (Tezisy dokladov). – Moskva, 2012. – S.81-82.
6. Nikonenko M.A. Sintez biocidnyh digidropirimidinsoderzhashhih azokrasitelej / M.A.Nikonenko, A.A.Fed'kov, Ju.V.Kuracheva // Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija i shkola molodyh uchenyh "Segodnja i zavtra medicinskogo, tehničeskogo i zashhitnogo tekstilja. Rol' tradicionnyh i vysokih tehnologij (Medtekstil'-2012)", 8-9 oktjabrja 2012g., g.Moskva (Tezisy dokladov). – Moskva, 2012. – S.86
7. Kuznecov D.N. Realizacija strategii sinteza biocidnyh krasitelej / D.N.Kuznecov, K.N.Kobrakov, A.G.Ruchkina i dr. // Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija "Nano-Bio-Informacionnye tehnologii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti" ("Tekstil'naja himija-2011") 21-23 sentjabrja 2011g., Ivanovo. Tezisy dokladov. – S.57-58.
8. Kruglenko N.V. Obosnovanie primenenija hromoforsoderzhashhego antimikoticheskogo preparata dlja krashenija poliamidnyh volokon / N.V.Kruglenko, O.P.Sumskaja, S.G.Isaev // Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija i shkola molodyh uchenyh "Segodnja i zavtra medicinskogo, tehničeskogo i zashhitnogo tekstilja. Rol' tradicionnyh i vysokih tehnologij (Medtekstil'-2012)", 8-9 oktjabrja 2012g., g.Moskva (Tezisy dokladov). – Moskva, 2012. – S.40-41.
9. Nanotehnologii v tkanevom proizvodstve. – <http://stud24.ru/technology>.

Рецензія/Peer review : 10.5.2013 р.

Надрукована/Printed : 19.6.2013 р.

Рецензент: д.т.н., професор

Н.І.Доманцевич