

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МАТВЕЙЦОВА ДАРІЯ СЕРГІЇВНА



УДК 677.077.62

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАКЛЮЧНОЇ ОБРОБКИ
ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ
НАНОЧАСТИНОК СИЛІЦІЙ ДІОКСИДУ**

Спеціальність 05.18.19 – технологія текстильних матеріалів,
швейних і трикотажних виробів

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Херсон – 2017

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Хмельницькому національному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Карван Світлана Анатоліївна,
Хмельницький національний університет,
професор кафедри хімії та хімічної інженерії.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Пелик Леся Василівна,
Львівський торговельно-економічний університет
Центральної спілки споживчих товариств України,
завідувач кафедри товарознавства
та технології непродовольчих товарів;

кандидат технічних наук, доцент
Гараніна Ольга Олександрівна,
Київський національний університет
технологій та дизайну,
докторант кафедри техногенної безпеки
та тепломасообмінних процесів, старший науковий
співробітник науково-дослідного сектору.

Захист відбудеться 2 листопада 2017 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 67.052.02 в Херсонському національному технічному університеті за адресою: 73008, м. Херсон, Бериславське шосе, 24, корпус 1, ауд. 223.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Херсонського національного технічного університету за адресою: 73008, м. Херсон, Бериславське шосе, 24, корпус 1.

Автореферат розісланий 30 вересня 2017 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



Н. Є. Субботіна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На сьогодні виробнича текстильна галузь має відповідати споживацькому попиту. У сучасному суспільстві склалися певні вимоги до якості текстильних матеріалів та виробів з них, основні з яких: безпечність, гігієнічність і функціональність. При цьому необхідно підкреслити підвищення вимог до функціональності текстильних матеріалів, що пов'язано із зростанням темпів життя і глобальним браком часу. Перед виробниками стоїть основна задача – отримання конкурентоспроможної текстильної продукції, вирішення якої залежить від впровадження сучасних, прогресивних, економічно- та екологічно-ефективних технологій у процесі опорядження.

З урахуванням загальної структури продажів текстильних матеріалів, в Україні домінує використання природних і синтетичних тканин. Серед них найбільше виробів із бавовняних, поліестерних волокон та їх суміші. Розширення асортименту та підвищення конкурентоздатності відбувається завдяки використанню текстильних ефектів і спеціальних видів опорядження.

Серед великої кількості процесів та операцій опоряджувального виробництва слід виділити заключну обробку текстильних матеріалів, оскільки якість та їх різноманітні споживчі властивості, в основному, формуються саме на етапі заключної обробки. Розвиток усіх технологічних процесів опоряджувального виробництва відбувається під впливом двох взаємопов'язаних факторів: економіки та екології, які і визначають конкурентоспроможність продукції. Тому одним із перспективних напрямів удосконалення процесів опоряджувального виробництва може бути впровадження нанотехнологій, а саме використання текстильно-допоміжних речовин (ТДР) на основі наночастинок для обробки текстильних матеріалів на етапі заключної хімічної обробки. Основною перевагою використання ТДР на основі наночастинок є можливість введення у структуру текстильного матеріалу нанооб'єктів, що надасть можливість уникнення об'ємної модернізації обладнання існуючого виробництва.

Враховуючи тенденції текстильного ринку та наукової зацікавленості, можна передбачити, що актуальним напрямом на сьогодні є удосконалення технології заключної хімічної обробки текстильних матеріалів і виробів з них саме за рахунок використання нових ТДР на основі наночастинок. Їх використання забезпечить підвищення та відновлення комплексу показників якості текстильних матеріалів, зниження собівартості процесу заключної обробки та зменшення екологічного навантаження на природне середовище.

Актуальність теми дисертаційної роботи обумовлена, з одного боку, необхідністю розробки сучасних композиційних складів ТДР та технологічних параметрів їх використання при виконанні операції заключної обробки при виробництві текстильних матеріалів, що дозволить надати товарний вигляд і високі споживчі властивості, а під час обробок по догляду за виробами відновить втрачені під час експлуатації властивості та полегшить догляд за ними. З іншого боку, актуальною залишається розробка універсальних ТДР та технологічних параметрів їх використання для догляду за текстильними матеріалами різного волокнистого складу та виробами з них.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота відповідає пріоритетним завданням, відповідно до Концепції Загальнодержавної цільової економічної програми розвитку промисловості на період до 2020 року, яка схвалена Кабінетом Міністрів України 17 липня 2013 р., № 603-р.

Дисертація виконана у Хмельницькому національному університеті в рамках науково-дослідних робіт: № 10Б-2013 «Розробка технології і композицій на основі наночастинок для функціоналізації текстильних матеріалів» (номер державної реєстрації – 0113U002069, наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 25.10.2012 р. № 1193); господарська тема № 12-2012 «Розробка, дослідження та застосування текстильно-допоміжних речовин при виробництві бавовняних і поліефірних полотен» (номер державної реєстрації – 0112U006191); № 2Б-2015 «Розробка технології і обладнання для нанесення композицій на основі наночастинок для одержання матеріалів з новими властивостями» (номер державної реєстрації – 0115U000228, наказ Міністерства освіти і науки України від 31.10.2014 р. № 1243), в яких автор був виконавцем.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка технології заключної обробки текстильних матеріалів волокнистого складу: бавовна, поліестер та їх суміші (1:1), з використанням ТДР на основі наночастинок силіцій діоксиду з метою підвищення комплексу показників якості текстильних матеріалів та їх експлуатаційних властивостей.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні завдання:

– обґрунтувати напрями інтенсифікації процесів опоряджувального виробництва текстильних матеріалів та заключної обробки готових швейних виробів під час прання на основі класичної технології з використанням ТДР;

– дослідити основні характеристики суспензій на основі нанорозмірного силіцій діоксиду та виконати аналіз впливу стабілізаторів різної природи на зміну властивостей суспензії;

– теоретично обґрунтувати та експериментально підтвердити ефективність використання наносуспензії на основі силіцій діоксиду для модифікації поверхні текстильних матеріалів різного волокнистого складу;

– дослідити вплив наносуспензії на одиничні показники споживчих та експлуатаційних властивостей при різних способах нанесення та для різних за сировинним складом тканин і розробити технологію заключної обробки на стадіях виробництва текстильного матеріалу та експлуатації готового одягу;

– обґрунтувати економічну доцільність впровадження розроблених технологій заключної обробки текстильних матеріалів і виробів з них.

Об'єкт дослідження – стадія заключної обробки текстильних матеріалів при виробництві та експлуатації виробів з них.

Предмет дослідження – наносуспензії на основі силіцій діоксиду, текстильні матеріали та вироби волокнистого складу: бавовна, поліестер та їх суміш (1:1).

Методи дослідження. Вирішення сформульованих у роботі завдань виконано за допомогою теоретичних і експериментальних методів досліджень, що дозволило досягти основних результатів дисертаційної роботи і підтвердити їх вірогідність.

При вирішенні поставлених завдань керувались комплексним підходом до розробки технології заключної обробки текстильних матеріалів з використанням наночастинок. Розробка композиції передбачала використання експериментально-розрахункових методів дослідження колоїдно-хімічних властивостей композиційних складів та окремих складових; оптичних методів; ІЧ-спектроскопії; мікроскопічного аналізу.

Оцінку якості заключної обробки розробленими ТДР на основі наночастинок визначали за фізико-механічними та фізико-хімічними характеристиками, згідно з чинними в Україні нормативними документами.

При розробці нових композиційних складів використано математичні методи планування і обробки результатів експериментів відповідно до методів сучасної математичної статистики, які оброблені з використанням прикладних програм MS Office – 2010 «Excel», Statistica 7, MathCAD 15.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розвитку наукових принципів вибору компонентів композиційних складів на основі наночастинок.

При цьому:

- розвинуто концепцію, яка узагальнює і розвиває технологію заключної обробки текстильних матеріалів та готових виробів з використанням суспензії на основі силіцій діоксиду;

- отримали розвиток наукові принципи вибору компонентів композиційних складів на основі наночастинок, а саме поєднання електростатичного та стеричного механізмів стабілізації;

- розроблено математичні моделі впливу кожного з компонентів композицій на властивості текстильних матеріалів, на основі яких визначені оптимальні співвідношення складових композицій;

- вперше на основі аналізу фізико-хімічних показників суспензії, базуючись на теоріях кінетичної та агрегативної стійкості колоїдів, експериментально досліджено зміни ступеня деагрегації та стабільності суспензії, обґрунтовано вибір стабілізуючих компонентів для композицій на основі наночастинок силіцій діоксиду.

Практичне значення одержаних результатів:

- розроблено експериментально-розрахунковий метод визначення розмірів наночастинок за зміною оптичної густини, що дозволило розробити методіку комплексного аналізу системи на їх основі;

- отримано суспензію для модифікації поверхні текстильного матеріалу на основі наночастинок силіцій діоксиду;

- запропоновано алгоритм визначення складу композиції з метою отримання заданих показників властивостей текстильного матеріалу;

- надано рекомендації з технологічними режимами, щодо реалізації процесу заключної обробки текстильних матеріалів і виробів з них, що дозволяє полегшити догляд за ними і покращити їх гігієнічні та експлуатаційні характеристики;

Результати досліджень пройшли виробничі випробування на ТОВ «Т-Стиль», м. Рівне (Акт виробничих випробувань від 9.06.2015 р.) та ТОВ ТПП «Універсал», м. Хмельницький (Акт виробничих випробувань від 23.01.2015).

Очікуваний економічний ефект від використання композиції у промислових умовах складатиме від 6000 грн до 8000 грн на 100 кг текстильних

полотен. У побутових умовах – від 1,51 грн на один цикл прання (5 кг виробів). Розрахунки виконано за цінами 2017 р. Оцінка рівня екологічної безпеки свідчить, що у дисперсному середовищі залишається кількість поверхнево-активних речовин, яка не перевищує нормативного значення.

Особистий внесок здобувача полягає у постановці й обґрунтуванні мети і задач дослідження та вирішенні теоретичних і практичних завдань. Основні положення і наукові результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно у Хмельницькому національному університеті. Автором розроблена технологія отримання нових ТДР на основі наночастинок силіцій діоксиду, визначені оптимальні технологічні параметри процесів заключної обробки в лабораторних, виробничих та побутових умовах.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися на міжнародних та регіональних конференціях, а саме:

- Наукові розробки молоді на сучасному етапі: XI Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених та студентів (Київ, 2012);
- The XLIX session of the students scientific circles, AGH University of Science and Technology (Cracow, 2012);
- Advanced Technologies in Textile Industry: Conference Proceedings, International Scientific Conference (Khmelnysky, 2012);
- Sesje Studenckich Kół Naukowych, Materiały 50. Konferencji Pionu Hutniczego, Akademia Gorniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie (Krakow, 2013);
- V. International R&D Brokereege Event (Turkey, 2013),
- Науково-практичні розробки молодих вчених на сучасному етапі розвитку хімічних технологій: всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених і студентів-хіміків (Херсон, 2014);
- Clotech'2015 on Innovative Materials & Technologies in Made-up Textile Articles, Protective Clothing and Footwear: Book of Abstracts (Lodz, 2015);
- наукових семінарах кафедри хімії Хмельницького національного університету (2014–1016 pp.)

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 17 наукових праць, у тому числі у фахових виданнях – 5, статей в іноземних виданнях – 5, тез доповідей на конференціях – 6, патентів України – 1.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

Повний обсяг дисертації складає 233 сторінки, у тому числі основна частина викладена на 155 сторінках, робота містить 14 таблиць (з них 2 на повних сторінках), 50 рисунків, 219 найменувань списку використаних джерел, обсяг додатків – 56 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, проаналізовано сучасний стан проблеми, яка вирішується, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено об'єкт та предмет дослідження, висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено відомості щодо їх апробації.

У **першому розділі** подано аналітичний огляд науково-технічної літератури за темою дисертації та визначено пріоритетні напрями нових досліджень. Розглянуто сучасні наукові роботи, присвячені розробкам та дослідженням методів отримання нанотекстилю. Аналіз технічної літератури показав, що при нанесенні покриттів з різними наноб'єктами, значне місце за особливостями використання та вартістю їх отримання займає силіцій діоксид. Перевагами його використання як основи композиції є: незначні розміри (від 5 нм до 40 нм); можливість хімічних змін на усіх рівнях структурної ієрархії; екологічна безпечність; вітчизняне виробництво; можливість використання при рідинних обробках.

Проаналізовано стан заключної обробки як стадії опоряджувального виробництва та загальної схеми її реалізації. Вона свідчить про можливість та доцільність проведення модифікації текстильного матеріалу при заключній обробці тканини робочим розчином, в якості якого доцільно використовувати композицію на основі наночастинок силіцій діоксиду. Також розглянуто заключну обробку текстильного матеріалу як операцію заключної обробки під час ополіскування при пранні.

Визначено, що для забезпечення взаємодії «текстильний матеріал–наночастинка» необхідним є введення стабілізуючих і зшивних агентів, у якості яких можуть використовуватися ТДР. У таких системах мають місце коагуляційні взаємодії, завданням технології створення суспензії є оптимізація параметрів такої взаємодії, яка забезпечить седиментаційну та агрегативну стійкість наночастинок протягом усього періоду експлуатації.

Результати аналізу сучасного стану наукової проблеми дозволили сформулювати відповідні задачі, розв'язання яких передбачає створення ТДР на основі наночастинок і технології її використання у процесах заключної обробки при виробництві текстильних матеріалів та експлуатації виробів з них.

У **другому розділі** викладено загальні методики та основні методи досліджень. Обґрунтовано вибір текстильних матеріалів та наведено їх основні характеристики. Описано фізико-хімічні характеристики наночастинок силіцій діоксиду, а також властивості речовин, які використовувалися як складові компоненти для стабілізації суспензії. Наведено характеристики композицій для заключної обробки, які передбачалось використовувати з метою комплексної оцінки зміни властивостей текстильних матеріалів.

Обґрунтовано використання методів дослідження основних характеристик суспензій на основі наночастинок силіцій діоксиду: ступінь дисперсності; початкову оптичну густину; константу дифузії; щільність укладки частинок (ϕ) у седиментаційному осаді; кількість первинних частинок (n), які входять до складу агрегатів. Коефіцієнт стабілізації суспензії, розрахований як відношення кількості наночастинок після відстоювання до їх вихідної кількості у суспензії.

Запропоновано методику відбору і підготовки зразків текстильних матеріалів для аналізу впливу композицій на їх властивості. Наведено методики реалізації технологій заключної обробки у лабораторних умовах та оцінки рівномірності покриття. Викладені методики використано у роботі для визначення властивостей текстильних матеріалів (гігроскопічності, вологості,

вологівіддачі, вологопоглинання, паро- та повітропроникності, капілярності, забруднюваності, електризування).

Описано використання методів математичного планування для:

– опрацювання експертних оцінок при визначенні показників якості текстильних матеріалів;

– дослідження впливу композицій та їх окремих компонентів на властивості текстильних матеріалів з накладенням односторонніх обмежень, що реалізовано з використанням симплекс-центроїдного плану з псевдокомпонентами, який дозволяє прогнозувати значення властивостей;

– визначення співвідношень компонентів, при якому властивості прямують до максимальних значень, що реалізується з використанням функції бажаності Харрінгтона;

– визначення значущих параметрів обробки текстильних матеріалів у процесах виробництва та експлуатації.

Третій розділ присвячено експериментальному обґрунтуванню вибору компонентів композицій на основі наночастинок та розробці їх основних складів.

Виконано оцінку основних властивостей суспензій: швидкість осідання агрегатів, вплив механічної дії на агрегативну та седиментаційну стійкість наночастинок у водному середовищі. Відповідно до результатів дослідження залежності середньозважених радіусів наночастинок і їх агрегатів від тривалості механічного впливу, стан рівноваги настає після перемішування системи зі швидкістю 600 об/хв протягом 1 год. За характеристикою швидкості осідання агрегатів підтверджено, що система описується законом Стокса, а швидкість осідання наближається до сталого значення після відстоювання протягом 24 год. При цьому система полідисперсна і містить агрегати із середньозваженими діаметрами, які знаходяться у діапазоні більше 80 нм. Отримані дані підтверджує мікрофотографія водної суспензії на основі нанорозмірного силіцій діоксиду, наведена на рис. 1.

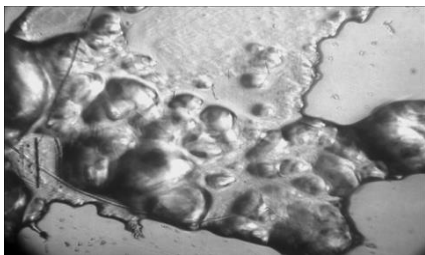


Рис. 1. Мікрофотографія суспензії на основі силіцій діоксиду

Проведено комплексні дослідження щодо вивчення якісного та кількісного впливу стабілізаторів на стабільність суспензій на основі нанорозмірного силіцій діоксиду:

– поверхнево-активні речовини (ПАР) різної природи: катіонна (КПАР) – Барвамід 2К; аніонна (АПАР) – Сульфонол НП-3, неіоногенна (НПАР) – Твін-80, амфолітна (АмПАР) – Бетаїн-40.

– високомолекулярні сполуки (ВМС): модифікований крохмаль (МК);

полівінілацетат (ПВА), карбоксиметилцелюлоза (КМЦ); полівініловий спирт (ПВС).

– допоміжні речовини: рідке скло, етанол, гліцерол, натрій гідроксид.

Основні зміни показників агрегативної стійкості суспензій при введенні стабілізаторів наведено на рис. 2–3.

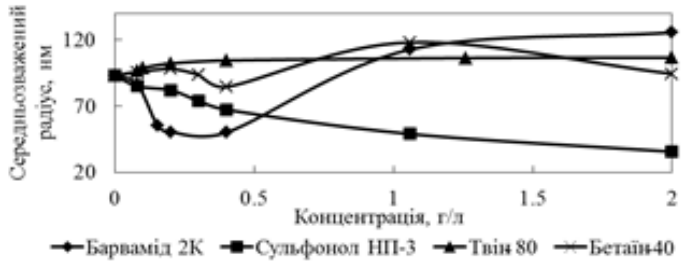


Рис. 2. Графіки залежності середнього розміру частинок дисперсної фази від концентрації ПАР у дисперсному середовищі

Проведені дослідження (рис. 2) показали, що з метою стабілізації суспензії, доцільно використовувати, як АПАР, так і КПАР. Введення у суспензію АПАР спричиняє руйнування агрегатів у суспензії до розмірів, близьких розмірам первинних наночастинок; рекомендована концентрація АПАР становить від 2,0 г/л. Додавання КПАР у концентрації від 0,2 г/л до 0,4 г/л спричиняє деагрегацію наночастинок до розмірів середньозважених радіусів 50 нм.

Обґрунтовано вплив ПАР на властивості суспензії за рахунок їх адсорбції на поверхні наночастинок силіцій діоксиду та запропоновано ймовірні механізми стабілізації шляхом взаємодії ПАР/SiO₂. Також досліджено вплив суміші ПАР на агрегативну стабільність суспензії, який свідчить про зменшення середньозважених радіусів агрегатів порівняно із суспензією при концентрації 0,3 г/л у системі суміші ПАР з протилежними зарядами.

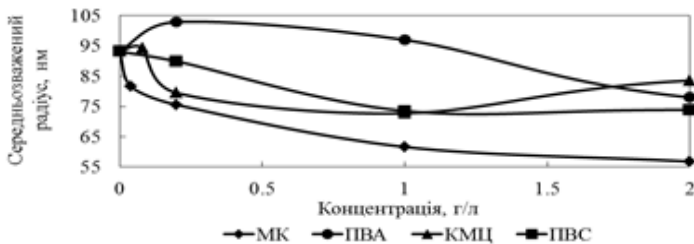


Рис. 3. Графіки залежності середнього розміру частинок дисперсної фази від концентрації ВМС у дисперсному середовищі

За результатами проведених досліджень (рис. 3), рекомендовано в якості складових композиції використовувати МК та ПВА, шляхом введення у дисперсне середовище у масовому співвідношенні до дисперсної фази від 100 % до 200 %. Підтверджено можливість введення в якості допоміжних стабілізуючих компонентів етанолу або гліцеролу.

Мікрофотографії суспензій з введенням ПАР (рис. 4) підтверджують експериментальні дані про руйнування агрегатів нанорозмірного силіцій діоксиду порівняно із вихідною суспензією (рис. 1).

Введення стабілізаторів привело до отримання суспензії з коефіцієнтами стабілізації від 10 % до 30 %. Решта наночастинок залишається у седиментаційному

осаді, який являє собою висококонцентровану суспензію. Оцінку властивостей седиментаційних осадів проведено за показником щільності упаковки осадку. Найменше значення цього показника серед досліджуваних ВМС відмічено при введенні МК ($\varphi = 0,0065$), а серед ПАР – АПАР ($\varphi = 0,0069$).

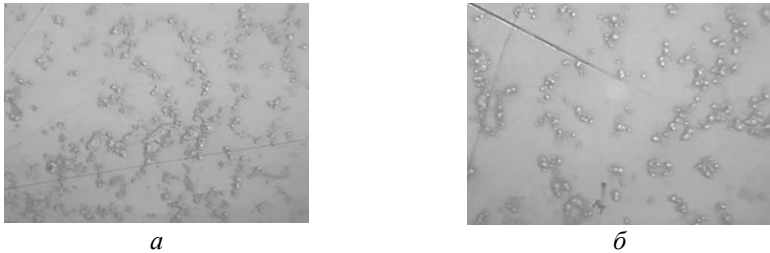


Рис. 4. Мікрофотографії суспензій на основі нанорозмірного силіцій діоксиду з введенням ПАР: а) АПАР; б) КПАР

Оскільки, передбачається подальше використання стабілізованих суспензій у процесі заключної обробки, сформульована необхідність дослідження впливу системи багатокомпонентного складу $\text{SiO}_2/\text{H}_2\text{O}/\text{ПАР}/\text{ВМС}$ на текстильний матеріал. Згідно з проведеними експериментальними дослідженнями для оцінки цього впливу обрано наступні модифікуючі склади композицій: № 1: силіцій діоксид/КПАР/ПВА/вода; № 2: силіцій діоксид/АПАР/МК/вода; № 3: силіцій діоксид/суміш ПАР/МК/вода.

У **четвертому розділі** виконана комплексна оцінка впливу композицій на основні властивості текстильних матеріалів з різним волокнистим складом.

Визначено одиничні показники якості текстильних матеріалів (гігроскопічність, водопоглинання, капілярність, вологовіддача, паропроникність, забруднюваність, електризування, жорсткість, незминальність основа/ піткання), які використано для характеристики комплексного забезпечення якості продукції на етапі виробництва та експлуатації готового одягу.

Розроблено основні склади композицій для заключної обробки досліджуваних текстильних матеріалів з використанням симплекс-центроїдного плану, який складено відносно псевдокомпонентів, шляхом дослідження впливу трикомпонентної водної суспензії на властивості текстильного матеріалу. Планування експерименту (табл. 1) проводилось на локальній ділянці трикомпонентної суміші, яка представляла собою трикутник з вершинами z_1 (40; 0; 60), z_2 (40; 60; 0), z_3 (0; 20; 80).

Вміст компонентів з накладенням односторонніх обмежень становив: $x_1 = 1,0$ г/л, $x_2 = 0,5$ г/л, $x_3 = 1,0$ г/л (де x_1 – ВМС; x_2 – ПАР; x_3 – SiO_2). Для кожної точки плану реалізовано від шести до десяти паралельних дослідів.

У результаті отримані рівняння, які описують залежність величини кожної з досліджуваних властивостей від співвідношень компонентів у суміші. З використанням програмного забезпечення Statistica 7 побудовано тривимірні діаграми, в основі яких лежать рівнобедрені трикутники у вершинах яких вміст одного з компонентів, дорівнює 1.

Матриця планування експериментів

Номер досліджу	Склад суміші					
	Псевдокомпонент			Вихідний компонент, %		
	z_1	z_2	z_3	x_1	x_2	x_3
1	1	0	0	40	0	60
2	0	1	0	40	60	0
3	0	0	1	0	20	80
4	0,5	0,5	0	40	30	30
5	0,5	0	0,5	20	10	70
6	0	0,5	0,5	20	40	40
7	0,333	0,333	0,333	26,68	26,54	46,78
8	0,15	0,595	0,298	29,80	40,80	29,40
9	0,3	0,49	0,21	31,60	33,60	34,80

Для прикладу на рис. 4 наведено тривимірні поверхні, які описують залежність капілярності досліджуваних текстильних матеріалів від співвідношення компонентів у композиції.

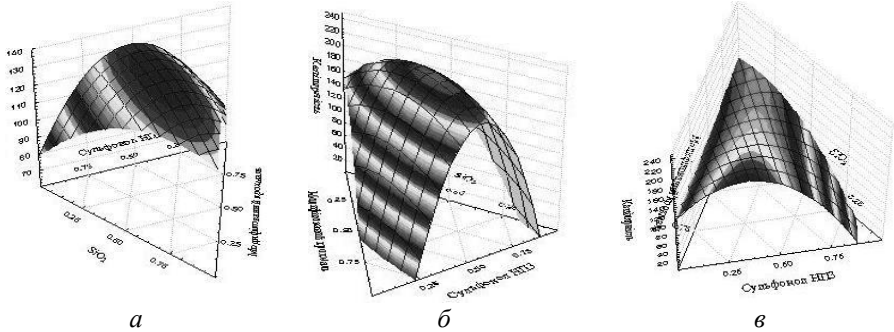


Рис. 4. Залежність капілярності текстильних матеріалів від співвідношення компонентів у композиції:
а) бавовна; б) поліестер; в) суміш «бавовна–поліестер»

Аналіз тривимірних діаграм властивостей показав неоднорідність впливу компонентів на кожен з досліджуваних показників, що свідчить про унеможливлення оптимізації складу композиції за діаграмами. Прийнято рішення про подальше визначення оптимальних складів композицій, які забезпечать високі значення комплексу властивостей текстильних матеріалів.

Оптимізацію виконано з використанням функції бажаності Харрінгтона. У результаті отримано рівняння, які описують поверхні узагальнених функцій бажаності. З використанням методів нелінійного програмування на базі програмного забезпечення MathCAD 15.0 обчислено відсоткові співвідношення компонентів, при яких функція бажаності для кожного з досліджуваних текстильних матеріалів прямує до максимального значення. Отримано співвідношення компонентів (мас.%) $\text{SiO}_2/\text{ПАР}/\text{ВМС}$ для композицій: № 1 – 39,83/11,95/48,22; № 2 – 35,16/41,22/23,62; № 3 – 48,02/23,83/28,15. Для надання

рекомендацій щодо використання складів композицій для досліджуваних текстильних матеріалів різного волокнистого складу були проведені розрахунки значень узагальнених функцій бажаності з урахуванням оптимізованих складів композицій (табл. 2).

Таблиця 2

Значення узагальнених функцій бажаності D_E, D'_E

Композиція	1		2		3	
	D_E	D'_E	D_E	D'_E	D_E	D'_E
Бавовна	0,7134	0,7013	0,9061	0,8975	0,8341	0,8411
Поліестер	0,7283	0,7174	0,7388	0,7629	0,8584	0,8633
Суміш (1:1)	0,6818	0,6902	0,8037	0,8257	0,7726	0,7818

За даними табл. 2, для заключної обробки бавовняного текстильного матеріалу рекомендується використовувати композицію № 2 складу: силіцій діоксиду – 35,16 мас. %; Сульфонолу НП-3 – 41,22 мас. %; модифікованого крохмалю – 23,62 мас. %. Поліестерний текстильний матеріал рекомендовано обробляти композицією № 3 з наступним складом: силіцій діоксиду – 48,02 мас. %; Барвamide 2К – 23,83 мас. %; модифікованого крохмалю – 28,15 мас. %. Сумішевий текстильний матеріал волокнистого складу «бавовна–поліестер» (1:1) рекомендовано обробляти композицією № 2. Композиція № 1, за порівняльним аналізом даних табл. 2, не є доцільною у використанні.

П'ятий розділ присвячений розробці технологій заключної обробки текстильних матеріалів і готових виробів з використанням запропонованої композиції.

З метою розробки технології заключної обробки з використанням запропонованої композиції визначено оптимальні параметри процесу заключної обробки та методу нанесення композиції на текстильний матеріал. У роботі виконано апробацію у лабораторних умовах двох методів нанесення композиції на матеріал: розпилення та занурення. Після нанесення композиції на текстильні матеріали було визначено комплекс їх властивостей. Використання методу розпилення порівняно із зануренням призводить до погіршення показників на всіх досліджуваних текстильних матеріалах, що пояснюється недостатнім проникненням композиції у текстильний матеріал та її нерівномірним розподілом по поверхні, а також повторною агрегацією наночастинок під дією надлишкового тиску при розпиленні. Отже, при подальшій розробці технологічних параметрів заключної обробки текстильних матеріалів використано метод занурення у ванну.

Оцінку значущості параметрів обробки виконано на основі аналізу експериментальних досліджень з використанням математичної обробки. В результаті виявлено, що значимими факторами при обробці текстильних матеріалів волокнистого складу бавовна та її суміш з поліестером (1:1) є тривалість обробки та вологість після віджимання. При заключній обробці поліестерного текстильного матеріалу значущими параметрами є тривалість та температура обробки, модуль ванни і температура висушування.

Оцінку впливу значущих параметрів на комплекс властивостей текстильних матеріалів волокнистого складу: бавовна та її суміш з поліестером (1:1), виконано при варіюванні значень концентрації 0,5-16,0 г/л; тривалість обробки – 5-60 хв; вологість після віджимання – у діапазоні 50-90 %. Для поліестерного текстильного матеріалу концентрація варіювалась у діапазоні 0,5-16,0 г/л; тривалість обробки – 5-60 хв, температура обробки – 20-80°C; модуль ванни – 25-100 мл, температура висушування – 20-110 °C.

Дослідження впливу концентрації композиції на зміну властивостей текстильних матеріалів свідчать про оптимальну ефективність композицій: № 2 при її концентрації в розчині – 2,0-4,5 г/л, № 3 – 2,5-5,0 г/л, які забезпечують покращення властивостей досліджуваних текстильних матеріалів. Подальше підвищення концентрації не приводить до суттєвого покращення досліджуваних властивостей тобто суттєвий вплив має кількість композиції, яка закріплюється на поверхні та у структурі текстильного матеріалу.

Оцінку впливу тривалості обробки та вологості після віджимання проведено за приростом маси текстильного матеріалу площею 600 см² після обробки у розчині композиції (рис. 5).

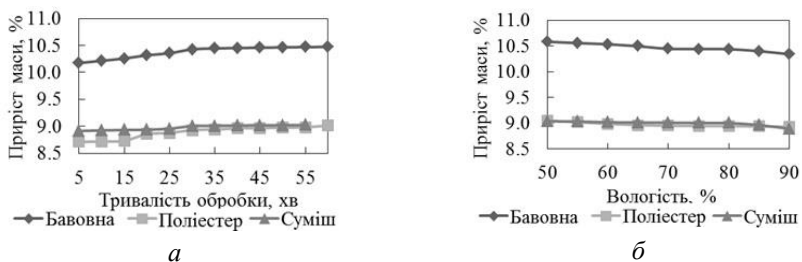


Рис. 5. Залежності приросту маси текстильних матеріалів з різним волокнистим складом: а) від тривалості обробки; б) від вологості текстильного матеріалу після віджимання

Дослідження зміни приросту маси текстильних матеріалів залежно від тривалості обробки (рис. 5, а) виконано при концентраціях композиції 4,5 г/л у динамічних умовах обробки. Віджимання текстильного матеріалу виконувалось до вологості 80 %, висушування – при температурі 50°C до постійної маси зразка. Дослідження впливу вологості після віджимання текстильного матеріалу оцінювали за приростом його маси (рис. 5, б). Віджимання текстильного матеріалу виконувалось до вологості від 50 % до 90 %, висушування здійснено при температурі 50°C до постійної маси зразка.

За експериментальними даними, наведеними на рис. 5, оптимальні значення кількості речовини, що закріплюється на текстильному матеріалі, досягаються при тривалості обробки 30 хв, при цьому параметр «вологість» після віджимання коливається у достатньо широкому діапазоні значень – від 70 % до 90 %. З метою зменшення енерговитрат на наступну операцію сушіння прийнято рішення про виконання операції віджимання до вологості 70 %.

Розробка технології заключної обробки текстильних матеріалів при експлуатації готового одягу передбачала використання розробленої композиції № 2 в

якості кондиціонера для ополіскування. Дослідження проводилось з використанням побутової пральної машини, згідно з конструкцією якої досліджено вплив варіювання концентрації та швидкості обертання барабана на зміну приросту маси текстильних матеріалів. Дослідження залежності приросту маси текстильного матеріалу від зміни концентрації препарату для ополіскування проведено при швидкості 1000 об/хв та варіюванні концентрації композиції в діапазоні від 2,0 г/л до 40,0 г/л. Висушування виконано на відкритому повітрі за нормальних атмосферних умов.

Технологія заключної обробки текстильних матеріалів складу: бавовна та її суміш з поліестером (1:1), у виробничих умовах передбачає використання композиції № 2 і дотримання такого технологічного регламенту: спосіб нанесення на текстильний матеріал – занурення; концентрація у ванні для заключної обробки – 2,0-4,0 г/л; модуль ванни – 50 мл; температура обробки – 20-30 °С; тривалість обробки – 30 хв; вологість після віджимання – 70 %; температура висушування – 60 °С; тривалість висушування – 49 хв. Заключна обробка поліестерних текстильних матеріалів передбачає виконання наступної технології: спосіб нанесення на текстильний матеріал – занурення; концентрація композиції № 3 у ванні для заключної обробки – 2,5-5,0 г/л; модуль ванни – 55 мл; температура обробки – 35 °С; тривалість обробки – 20 хв; вологість після віджимання – 65-70 %; температура висушування – 90 °С; тривалість висушування – 31 хв.

Для заключної обробки текстильних матеріалів при експлуатації готового одягу, тобто при виконанні операції ополіскування рекомендується дотримання наступних технологічних параметрів: призначена для текстильних матеріалів волокнистого складу бавовна–поліестер; ТДР – композиція № 2; концентрація ТДР – 40 г/л; рекомендована кількість використання ТДР на один цикл обробки 5 кг виробів – 60 мл; швидкість обертання барабана при віджиманні – 600–1000 об/хв; температура висушування – 20-60 °С. Такі значення параметрів заключної обробки забезпечують закріплення на волокні оптимальної кількості композиції з метою покращення властивостей текстильного матеріалу.

Для цілісності експерименту виконано дослідження агрегативних та седиментаційних властивостей композицій № 2 та № 3. Для приготування суспензій з концентрацією композицій 20,0 г/л запропоновано наступну методу: приготування робочих розчинів ПАР: Сульфонол НП-3 з концентрацією 82,4 г/л; суміш ПАР з концентрацією 47,7 г/л; приготування робочих розчинів модифікованого крохмалю з концентраціями 59,63 г/л та 70,99 г/л; наважка нанорозмірного порошку силіцій діоксиду становила 7,97 г та 7,03 г. До наважок нанорозмірного порошку силіцій діоксиду додають 100 мл дистильованої води механічно перемішують з використанням елекромішалки зі швидкістю 1200 об/хв, протягом 5 год. З метою повної деагрегації; до водних суспензій на основі силіцій діоксиду додають по 100 мл робочих розчинів ПАР та перемішують протягом 2 год; у системи вводимо робочі розчини модифікованого крохмалю з відповідними концентраціями до об'єму суспензії 1 л і перемішують протягом 2 год.

Середньозважений радіус агрегатів бікомпонентного складу SiO_2 /Сульфонол НП-3 відповідає значенню 89 нм, складу SiO_2 /суміш ПАР – 106 нм. Дослідження свідчать про збільшення щільності упаковки агрегатів при зберіганні

суспензії протягом перших 10 діб. Це формує необхідність концентрування наночастинок у композиції до значення більше 23 г/л.

З метою комплексного аналізу у дослідженнях виконано оцінку впливу на текстильні матеріали готових ТДР для заключної обробки, а також кондиціонерів для прання, які призначені для використання у побуті.

Заключна обробка з використанням розроблених композицій приводить до підвищення комплексу властивостей текстильних матеріалів порівняно з вихідними зразками та обробленими готовими препаратами для заключної обробки, незалежно від використання при виробництві текстильних матеріалів або прання виробів з них.

Використання композицій підвищує (порівняно з вихідним зразком) показники гігроскопічності на 15–140 %, вологовіддачі на 27–30 %, водопоглинання на 6–20%, капілярності – на 26–66 %. При цьому відбувається зменшення паропроникності на 2–5 %, повітропроникності на 11–27 %. Результатом обробки є підвищення антистатичних властивостей на 22–50 %, зниження забруднюваності – на 30–46 %. Жорсткість при цьому зростає на 20–60 % незмінальність для бавовняного текстильного матеріалу зменшується по основі на 5 %, по пітканню на 18 %; для поліестерного текстильного матеріалу зростає на 1 % та 12 %, відповідно, а для сумішевого – на 73 % та 74 %.

Оскільки, основною проблемою товарів, виготовлених з використанням нанотехнології для широкого кола споживачів, є висока вартість їх виробництва, одним із завдань дисертаційної роботи було створення доступної у ціновому діапазоні композиції та технології її використання у промислових і побутових умовах. З цією метою виконано розрахунок очікуваного економічного ефекту, який за цінами 2017 року, у промислових умовах складає від 6000 грн до 8000 грн на 100 кг текстильних полотен, а у побутових – від 1,51 грн на один цикл прання.

Для прогнозування імовірності забруднення навколишнього середовища та оцінки рівня екологічної безпеки наночастинок необхідним є визначення їх фізико-хімічних властивостей. Через складність аналізу наночастинок на етапі утилізації, сформульовано доцільність проведення аналізу на другому етапі періоду створення продукції, повного життєвого циклу продукції. На основі результатів досліджень можна стверджувати, що надлишок ПАР адсорбується на волокні та на частинках дисперсної фази. У дисперсійному середовищі залишається кількість ПАР, яка не перевищує нормативного значення згідно з ISO 7875.

ВИСНОВКИ

1. На основі комплексу теоретичних та експериментальних досліджень вирішена науково-технічна задача визначення розміру частинок та агрегатів на основі теорії агрегативної стійкості люфобних колоїдів Дерягіна–Ландау–Фервея–Овербека і швидкої коагуляції Смолуховського і методики визначення розмірів частинок дисперсних систем, які не підлягають рівнянню Релея з метою оцінки наносуспензій. Визначені основні параметри композицій для заключної обробки текстильних матеріалів та готових виробів, що покращують комплекс споживчих властивостей.

2. Теоретично обґрунтовано принципи вибору стабілізуючих компонентів для отримання водних суспензій наночастинок силіцій діоксиду з використанням

поверхнево-активних і високомолекулярних речовин в якості стабілізаторів, сформульовано комплексний механізм стабілізації суспензій шляхом поєднання електростатичного та стеричного механізмів стабілізації.

3. Обґрунтовано вибір комплексу показників якості, за якими проведено оптимізацію складу композиції – гігієнічні властивості (гігроскопічність, вологовіддача, водопоглинання, капілярність, паро- і повітропроникність) та експлуатаційні (антистатичність, забруднюваність, незминання, жорсткість). Виконано комплексний аналіз впливу суміші стабілізаторів на текстильний матеріал і визначено оптимальні співвідношення компонентів композиційного складу.

4. На основі визначених фізико-хімічних і експериментальних показників розроблено композицію для заключної обробки бавовняного і сумішевого текстильного матеріалу складу: силіцій діоксид – 35,16 мас. %; Сульфонол НП-3 – 41,22 мас. %; модифікований крохмаль – 23,62 мас. %. Поліестерний текстильний матеріал рекомендовано обробляти композицією № 3 з наступним складом: силіцій діоксид – 48,02 мас. %; Барвamid 2K – 23,83 мас. %; модифікований крохмаль – 28,15 мас. %. Використання композицій підвищує наступні показники (порівняно з вихідним зразком): гігроскопічність – на 15-140 %, вологовіддача – на 27-30 %, водопоглинання – на 6-20 %, капілярність – на 26-66%. При цьому відбувається зменшення значень паропроникності – на 2-5 %, повітропроникності – на 11-27 %. Обробка спричиняє підвищення антистатичних властивостей на 22–50 %, зниження забруднюваності – на 30–46 %, жорсткість зростає на 20–60 %. Незминання для бавовняного текстильного матеріалу зменшується по основі на 5 %, по пітканню – на 18 %, для поліестерного текстильного матеріалу зростає на 1 % та 12 %, відповідно, а для сумішевого – на 73 % та 74 %, відповідно.

5. Технологія заключної обробки текстильних матеріалів складу: бавовна та її суміш з поліестером (1:1), у виробничих умовах передбачає використання композиції № 2 та дотримання такого технологічного регламенту: спосіб нанесення на текстильний матеріал – занурення; робоча концентрація – 2,0-4,0 г/л; модуль ванни – 50 мл; температура обробки – 20-30 °С; тривалість обробки – 30 хв; вологість після віджимання – 70 %; температура висушування – 60 °С; тривалість висушування – 49 хв.

6. Заключна обробка поліестерних текстильних матеріалів передбачає виконання наступної технології: спосіб нанесення на текстильний матеріал – занурення; концентрація композиції № 3 у ванні – 2,5-5,0 г/л; модуль ванни – 55 мл; температура обробки – 35 °С; тривалість обробки – 20 хв; вологість після віджимання – 65-70 %; температура висушування – 90 °С; тривалість висушування – 31 хв.

7. Встановлено, що композицію можна використовувати під час прання готових виробів в якості ТДР для ополіскування. Заключна обробка передбачає наступні технологічні параметри операції ополіскування: призначена для текстильних матеріалів волокнистого складу «бавовна-поліестер»; ТДР – композиція № 2; концентрація ТДР – 40 г/л; рекомендована кількість використання ТДР на один цикл обробки 5 кг виробів – 60 мл; швидкість обертання барабана при віджиманні – 600–1000 об/хв; температура висушування – 20–60 °С. Обробка текстильних виробів розробленою ТДР дозволяє полегшити догляд за ними і покращити їх гігієнічні та експлуатаційні властивості.

8. Очікуваний економічний ефект від використання композицій у промислових умовах складатиме від 6000 грн до 8000 грн на 100 кг текстильних полотен, у побутових умовах – від 1,51 грн на один цикл прання. На основі оцінки рівня екологічної безпеки можна стверджувати, що у дисперсному середовищі залишається кількість ПАР, яка не перевищує нормативного значення згідно з ISO 7875.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Матвейцова Д. С. Суміш катіонної та аніонної поверхнево-активних речовин: дослідження колоїдно-хімічних і технологічних властивостей / Д. С. Матвейцова, С. А. Карван, О. А. Параска // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2012. – № 5. – С. 120–125.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень щодо визначення колоїдно-хімічних властивостей бінарної суміші ПАР піноутворення, капілярних властивостей та мийної здатності, виконання розрахунків, формулювання висновків.

2. Матвейцова Д. С. Дослідження міцелоутворення в розчинах бінарної суміші поверхнево-активних речовин / Д. С. Матвейцова, С. А. Карван, О. А. Параска // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 2. – С. 78–82.

Особистий внесок: експериментальні дослідження міцелоутворення у суміші катіоноактивної та аніоноактивної ПАР, аналіз даних, формулювання висновків.

3. Матвейцова Д. С. Формування асортименту та класифікація бавовняних тканин / Д. С. Матвейцова, С. А. Карван, О. А. Параска // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – № 4. – С. 196–203.

Особистий внесок: формування асортименту та класифікації бавовняних тканин одягового і білизняного призначення.

4. Матвейцова Д. С. Нанотехнології у виробництві текстильних матеріалів / Д. С. Матвейцова, С. А. Карван, О. А. Параска // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – № 5. – С. 55–60.

Особистий внесок: сформовано пріоритетні напрями подальших розробок нанотекстилю з урахуванням доступності готової продукції для споживача за рахунок часткової модернізації виробництва текстильної продукції.

5. Karvan S. Treatment of textile materials in binary mixtures of surfactants / S. Karvan, O. Paraska, D. Matveitsova // Innovations in Clothing Technology & Measurement Techniques : monograph / ed. by Grazina Bartkowiak, Iwona Frydrych & Maria Pavlowa. – Warsaw, 2012. – P. 160–166.

Особистий внесок: експериментальне визначення поверхневого натягу сумішею ПАР, аналіз даних, формулювання висновків.

6. Matveitsova D. Research of the colloidal, chemical and technological properties of the binary mixtures of surfactants / D. Matveitsova, S. Karvan, O. Paraska // Interdisciplinary Integration of Science in Technology, Education and Economy : monograph / ed. by J. Shalapko and B. Żółtowski. – Bydgoszcz, 2013. – P. 531–540.

Особистий внесок: дослідження колоїдних, хімічних та технологічних властивостей бінарних сумішей поверхнево-активних речовин, виконання розрахунків, аналіз даних, формулювання висновків.

7. Karvan S. Aggregative and sedimentation stabilization of aqueous nanodispersions / S. Karvan, D. Matveitsova, O. Paraska // *Innovations in Clothing Design, Materials, Technology and Measurement Methods* : monograph / ed. by Iwona Frydrych, Grazina Bartkowiak, & Maria Pavlowa. – Lodz, 2015. – P. 253–259.

Особистий внесок: основна ідея, експериментальне визначення впливу текстильно-допоміжних речовин на основні характеристики наносуспензій, виконання розрахунків, аналіз даних, формулювання висновків.

8. Matveitsova D. The environmental assessment of the technology of application of the composition based on nanoparticles / D. Matveitsova, S. Karvan, O. Paraska // *Ecological innovation* : monograph / ed. by O. Paraska, N. Radek, M. Bonek. – Poland, 2015. – P. 196–208.

Особистий внесок: екологічна оцінка технології застосування композиції на основі наночастинок, формулювання висновків.

9. Matveitsova D. Developing compositions based on nanoparticles for final treatment of textile materials / D. Matveitsova, S. Karvan, O. Paraska // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2016. – № 5 – P. 19–25.

Особистий внесок: основна ідея, експериментальні дослідження щодо визначення розмірів агрегатів, оцінка агрегативної стійкості, складання програм для розрахунків, аналіз даних, формулювання висновків.

10. Матвейцова Д. С. Вивчення впливу поверхнево-активних речовин на агрегативну стійкість суспензії на основі наночастинок силіцій діоксиду / Д. С. Матвейцова, С. А. Карван // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. – 2016. – № 5. – С. 68–72.

Особистий внесок: основна ідея, проведення експериментальних досліджень зміни агрегатів наночастинок силіцій діоксиду при введенні ПАР, виконання розрахунків, аналіз даних, формулювання висновків.

11. Пат. 79423 Україна, МПК (2006.01) С 11 D 1/65. Мийний засіб на основі синергетичної суміші аніонної та катіонної поверхнево-активних речовин / Д. С. Матвейцова, С. А. Карван, О. А. Параска ; заявник і власник Хмельницький національний університет. – № u2012 10963 ; заявл. 19.09.2012 ; опубл. 25.04.2013, Бюл. № 8. – 4 с.

Особистий внесок: дослідження колоїдних, хімічних та технологічних властивостей сумішей ПАР, виконання розрахунків.

12. Karvan S. Influence of mixtures surfactants on properties of synthetic fabrics / S. Karvan, D. Matveitsova, O. Boyko // *Advanced Technologies in Textile Industry* : Conference Proceedings, International Scientific Conference, Khmelnytsky, Ukraine, 9–11 October 2012. – P. 36–38.

Особистий внесок: дослідження впливу суміші катіоноактивної та аніоноактивної ПАР на зміну властивостей синтетичних текстильних матеріалів, аналіз даних, формулювання висновків.

13. Paraska O. The new compositions on the basis of surfactants and nanoparticles for treatment of textile materials / O. Paraska, S. Karvan, D. Matveitsova // *International R&D brokerage event in “Innovative and Functional textile products”*, 1 June, 2013, Istanbul, Turkey. – P. 137–139.

Особистий внесок: запропоновано композицію на основі наночастинок для заключної обробки текстильних матеріалів.

14. Matveitsova D. Research of the colloidal, chemical and technological properties of the binary mixtures of surfactants / D. Matveitsova, S. Karvan, O. Paraska // V Ukrainian-Polish Scientific Dialogue : Abstracts of scientific papers, International Scientific Conference, Jaremche, Ukraine, 16–19 October 2013. – P. 71–74.

Особистий внесок: визначення колоїдно-хімічних властивостей суміші ПАВ, виконання розрахунків, формулювання висновків.

15. Матвейцова Д. С. Обґрунтування вибору показників якості текстильних матеріалів / Д. С. Матвейцова, С. А. Карван, О. А. Параска // Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості : зб. тез допов. Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. молодих вчених та студентів, 23–25 жовтня 2013 р. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – С. 106–107.

Особистий внесок: основна ідея, проведення анкетування, складання програм для розрахунків, аналіз даних, формулювання висновків.

16. Матвейцова Д. С. Наночастинки в технології опорядження текстильних матеріалів / Д. С. Матвейцова, С. А. Карван, О. А. Параска // Науково-практичні розробки молодих вчених на сучасному етапі розвитку хімічних технологій : Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів-хіміків, 15 травня 2014 р. : тези доповідей. – Херсон, 2014. – С. 24.

Особистий внесок: проведено детальний аналіз використання наночастинок у процесах опорядження.

17. Matveitsova D. Aggregative and sedimentation stabilization of aqueous nanodispersions / D. Matveitsova, S. Karvan, O. Paraska // Clotech'2015 on Innovative Materials & Technologies in Made-up Textile Articles, Protective Clothing and Footwear : Book of Abstracts, Lodz, Poland, 17–19 June 2015. – P. 85.

Особистий внесок: основна ідея, постановка завдань та проведення експериментальних досліджень щодо визначення агрегативної і седиментаційної стійкості, аналіз даних, формулювання висновків.

АНОТАЦІЯ

Матвейцова Д. С. Розробка технологій заключної обробки текстильних матеріалів з використанням наночастинок силіцій діоксиду. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.19 – технологія текстильних матеріалів, швейних і трикотажних виробів. – Херсонський національний технічний університет, Херсон, 2017.

Дисертацію присвячено вирішенню актуальної проблеми розвитку фізико-хімічних основ одержання композицій на основі наночастинок силіцій діоксиду для заключної обробки текстильних матеріалів з метою підвищення комплексу показників їх властивостей та розробка технологій заключної обробки текстильних матеріалів і виробів з використанням розроблених композицій, що дозволить підвищити їх якість і експлуатаційні властивості.

На підставі теоретичних та експериментальних досліджень, викладених у роботі, одержали розвиток наукові принципи вибору компонентів композиційних складів на основі наночастинок у водному середовищі. Розроблено технології заключної обробки

текстильних матеріалів на стадії виробництва та у процесі експлуатації готового одягу з метою надання їм комплексу споживчих властивостей. У роботі запропоновано алгоритм комплексного аналізу системи на основі наночастинок з використанням експериментально-розрахункового методу визначення розмірів наночастинок за допомогою оптичного методу. На основі аналізу фізико-хімічних показників ефективності теоретично та експериментально обґрунтовано вибір стабілізуючих компонентів для композицій на основі наночастинок.

Використання розроблених технологій заключної обробки сприяє підвищенню (порівняно з вихідним зразком) комплексу одиничних показників якості текстильних матеріалів: гігроскопічності, вологовіддачі, водопоглинання, капілярності. При цьому відбувається зменшення значень паропроникності, повітропроникності. Обробка приводить до підвищення антистатичних властивостей, зниження забруднюваності, жорсткість зростає. Незмінання для бавовняного текстильного матеріалу зменшується, для поліестерного та сумішевого текстильного матеріалу зростає. Встановлено, що композицію № 2 можна використовувати під час прання готових виробів в якості ТДР для ополіскування. Виконано техніко-економічний аналіз та оцінку екологічного навантаження на навколишнє середовище розробленої композиції з використанням запропонованої технології заключної обробки.

Ключові слова: текстильні матеріали, опорядження, заключна обробка, наночастинки, силіцій діоксид, поверхнево-активні речовини, суспензія.

АННОТАЦИЯ

Матвейцова Д. С. Разработка технологий заключительной обработки текстильных материалов с использованием наночастиц кремния диоксида. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.19 – технология текстильных материалов, швейных и трикотажных изделий. – Херсонский национальный технический университет, Херсон, 2017.

Диссертация посвящена решению актуальной проблемы развития физико-химических основ получения композиций на основе наночастиц кремния диоксида для заключительной обработки текстильных материалов с целью повышения комплекса показателей их свойств и разработке технологий заключительной обработки текстильных материалов и изделий с использованием разработанных композиций, что позволит повысить их качество и эксплуатационные свойства.

Проанализировано состояние заключительной обработки как этапа отделочного производства и общей схемы ее реализации. Она свидетельствует о возможности и целесообразности проведения модификации текстильного материала при заключительной обработке ткани рабочим раствором, в качестве которого целесообразно использовать композицию на основе наночастиц кремния диоксида. Также, заключительная обработка текстильного материала рассмотрена как операция заключительной обработки при ополаскивании при стирке. Определено, что для обеспечения взаимодействия «текстильный материал–наночастицы» необходимым есть введение стабилизирующих и сшивающих агентов, в качестве которых могут использоваться текстильно-вспомогательные вещества. В таких системах имеют место

коагуляционные взаимодействия, и задачей создания суспензии есть оптимизация параметров такого взаимодействия, которая обеспечит седиментационную и агрегативную устойчивость наночастиц в течение всего периода эксплуатации. Предложена методика отбора и подготовки образцов текстильных материалов для анализа влияния композиций на их свойства. На основании теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в работе, получили развитие научные принципы выбора компонентов композиционных составов на основе наночастиц в водной среде. Разработаны технологии заключительной обработки текстильных материалов на стадии производства и в процессе эксплуатации готовой одежды с целью придания им комплекса потребительских свойств. В работе предложен алгоритм комплексного анализа системы на основе наночастиц с использованием экспериментально-расчетного метода определения их размеров с помощью оптического метода. На основе анализа физико-химических показателей эффективности теоретически и экспериментально обоснован выбор стабилизирующих компонентов для композиций на основе наночастиц. Определены единичные показатели качества текстильных материалов, которые использованы для характеристики комплексного обеспечения качества продукции на этапе производства и в процессе эксплуатации готовой одежды. Разработаны основные составы композиций для отделки исследуемых текстильных материалов с использованием симплекс-центроидного, составленного относительно псевдокомпонентов путем исследования влияния трехкомпонентной водной суспензии на свойства текстильного материала. Проанализировано влияние композиционных составов с полученными соотношениями на смену комплекса показателей изучаемых свойств текстильных материалов, выполнено сравнение с прогнозируемыми показателями полученным по уравнениям регрессий.

На основе определенных физико-химических и экспериментальных показателей разработаны композиции. Технология заключительной обработки текстильных материалов состава: хлопок и ее смесь с полиэстером (1:1), в производственных условиях предусматривает использование композиции № 2 и соблюдение такого технологического регламента: способ нанесения на текстильный материал – погружение; концентрация в ванне для заключительной обработки – 2,0–4,0 г/л; модуль ванны – 50 мл; температура обработки – 20–30 °С; продолжительность обработки – 30 мин; влажность после отжима – 70 %; температура сушки – 60 °С; продолжительность сушки – 49 мин. Заключительная обработка полиэстеровых текстильных материалов предполагает выполнение следующей технологии: способ нанесения на текстильный материал – погружение; концентрация композиции № 3 в ванне для заключительной обработки – 2,5–5,0 г/л; модуль ванны – 55 мл, температура обработки – 35 °С; продолжительность обработки – 20 мин; влажность после отжима – 65–70 %; температура сушки – 90 °С; продолжительность сушки – 31 мин. Установлено, что композицию можно использовать во время стирки готовых изделий в качестве текстильно-вспомогательных веществ для ополаскивания. Заключительная обработка предусматривает следующие технологические параметры операции ополаскивания: концентрация – 20–40 г/л; количество на один цикл – 60 мл (на 5 кг изделий); скорость вращения барабана при отжиме – 600–1000 об/мин. Обработка текстильных изделий разработанной композицией позволяет облегчить уход за ними и улучшить их гигиенические и эксплуатационные свойства. Выполнен технико-экономический анализ

и оценка экологической нагрузки на окружающую среду разработанной композиции с использованием предлагаемой технологии заключительной отделки.

Ключевые слова: текстильные материалы, отделка, заключительная обработка, наночастицы, силиций диоксид, поверхностно-активные вещества, суспензия.

SUMMARY

Matveitsova D. S. Development of technology for the final processing of textile materials using nanoparticles of silicon dioxide. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis submitted for fulfilment of candidate (Ph.D.) degree in technical sciences on specialty 05.18.19 – Technology of textile materials, knitted and apparel garments. – Kherson National Technical University, Kherson, 2017.

The dissertation is devoted to solving the actual problem of development of physicochemical foundations for obtaining compositions based on nanoparticles of silicon dioxide for final processing of textile materials in order to improve the complex of indicators of their properties and to develop technologies for the final processing of textile materials and products using exploited compositions, which will increase their quality and operational properties. Based on the theoretical and experimental research outlined in the paper, the scientific principles of the choice of components of compositional compounds based on nanoparticles in the aquatic environment have been developed. Technologies of final processing of textile materials at the stage of production and in the process of exploitation of finished garments are developed in order to provide them with a complex of consumer properties. The algorithm of complex analysis of the system based on nanoparticles with the use of an experimental-calculation method for determining the sizes of nanoparticles using an optical method is proposed. On the basis of the analysis of physicochemical performance indicators the choice of stabilizing components for nanoparticle compositions is theoretically and experimentally grounded.

The greatest attention is devoted to the development of technologies for finishing of textile materials and finished products using the proposed compositions. On the basis of certain physicochemical and experimental parameters, the composition composed of silicon dioxide/Sulfonol NP-3/modified starch with an optimal component ratio (max. %): 35.16 / 41.22 / 23.62 was developed for textile materials with different fibrous structure, the use of which increases the indexes (in comparison with the original sample): hygroscopicity, moisture output, water absorption, capillarity. At the same time there is a decrease in the values of vapor permeability and air permeability. Thus, the treatment results in the increase of antistatic properties, decrease in contamination, hardness increases. Non-rumpling for cotton and polyester textiles is reduced on the weft, respectively, and for the mixed. It has been established that the composition No. 2 can be used during washing of finished products as textile auxiliary substance for rinsing. Techno-economic analysis and estimation of ecological loading on the environment of the developed composition with the use of the proposed technology of final processing is accomplished.

Keywords: textile materials, finishing, final processing, nanoparticles, silicon dioxide, surfactants, suspension.

Відповідальна за випуск Субботіна Н.Є.
Підписано до друку 27.09.17 р.
Формат 60х90/16. Папір офсетний.
Умовний друк аркушів 1,13
Тираж 100 прим. Замовлення № 35
Надруковано у ТОВ «Поліграфіст-3»
29000, м. Хмельницький, вул. Курчатова, 8.
Тел. (0382) 70-20-71
Інд. код юридичної особи № 37557271 від 14.02.2011 р.