

ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 677.027.625.53

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2021.3.10>

О.Я. СЕМЕШКО

Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-8309-5273

Т.С. АСАУЛЮК

Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0001-5961-6895

Ю.Г. САРИБЕКОВА

Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0001-6430-6509

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДГОТОВКИ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ВОВНЯНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА, ЗАБАРВЛЕНОГО КИСЛОТНИМИ БАРВНИКАМИ

Мета роботи полягає дослідженні впливу технологій підготовки, а саме хлорування, пероксидного відбілювання та модифікації дією електророзрядної нелінійної об'ємної кавітації – на стійкість до зношування вовняного трикотажу, пофарбованого кислотними барвниками.

Досліджування здійснювалось з використанням чисто вовняного трикотажного полотна, яке було підготовлене відповідним способом. Фарбування текстильного матеріалу здійснювалось з використанням кислотних барвників Acid Red 150 (кислотний червоний 2Ж), Acid Blue 92 (кислотний синій 2К) та AcidGreen 27(хромовий зелений антрахіноновий) за відповідними режимами. Для отриманих зразків трикотажу було досліджено зміну лінійних розмірів, стійкість до стирання та кінетика фотодеструкції забарвлень. Інсоляцію зразків здійснювали на приладі з ртутно-вольфрамовою лампою RF 1201 BS («REFOND») з періодичним визначенням колірних відмінностей забарвлень за допомогою колориметра PCE-TCR 200.

У роботі наведені результати дослідження залежності зносостійкості зразків забарвленого вовняного трикотажу від способу підготовки. Встановлено, що модифікація вовняного трикотажу шляхом електророзрядної обробки забезпечує його зносостійкість внаслідок формування гладкої поверхні вовни, яка запобігає її їзвалюванню та здатна відбивати більше падаючого світла у порівнянні з необробленим волокном і волокном після пероксидного відбілювання та хлорування.

Ключові слова: вовняний трикотаж, хлорування, пероксидне відбілювання, модифікація, електророзрядна нелінійна об'ємна кавітація, кислотні барвники, зміна лінійних розмірів, стійкість до стирання, кінетика фотодеструкції забарвлень.

О.Я. СЕМЕШКО

Херсонский национальный технический университет
ORCID: 0000-0002-8309-5273

Т.С. АСАУЛЮК

Херсонский национальный технический университет
ORCID: 0000-0001-5961-6895

Ю.Г. САРИБЕКОВА

Херсонский национальный технический университет
ORCID: 0000-0001-6430-6509

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДГОТОВКИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ШЕРСТЯНОГО ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА, ОКРАШЕННОГО КИСЛОТНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

Цель работы заключается исследовании влияния технологий подготовки, а именно хлорирования, пероксидного отбеливания и модификации действием электроразрядной нелинейной объемной –кавитации на устойчивость к износу шерстяного трикотажу, окрашенного кислотными красителями.

Исследование осуществлялось с использованием чисто шерстяного трикотажного полотна, которое было подготовлено соответствующим образом. Окрашивание текстильного материала

осуществлялось с использованием кислотных красителей Acid Red 150 (кислотный красный 2Ж), Acid Blue 92 (кислотный синий 2К) и Acid Green 27 (хромовый зеленый антрахиноновый) по соответствующим режимам. Для полученных образцов трикотажа было исследовано изменение линейных размеров, устойчивость к истиранию и кинетика фотодеструкции окрасок. Инсоляцию образцов осуществляли на приборе с ртутно-вольфрамовой лампой RF 1201 BS («REFOND») с периодическим определением цветовых различий окрасок с помощью колориметра PCE-TCR 200.

В работе приведены результаты исследования зависимости износостойкости образцов окрашенного шерстяного трикотажа от способа подготовки. Установлено, что модификация шерстяного трикотажа путем электроразрядной обработки обеспечивает его износостойкость вследствие формирования гладкой поверхности шерсти, которая предотвращает ее сваливание и способна отражать больше падающего света по сравнению с необработанным волокном и волокном после пероксидного отбеливания и хлорирования.

Ключевые слова: шерстяной трикотаж, хлорирование, пероксидное отбеливание, модификация, электроразрядная нелинейная объемная кавитация, кислотные красители, изменение линейных размеров, устойчивость к истиранию, кинетика фотодеструкции окрасок.

O.Ya. SEMESHKO
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-8309-5273
T.S. ASAULYUK
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0001-5961-6895
Yu.G. SARIBYEKOVA
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0001-6430-6509

STUDY OF THE INFLUENCE OF PREPARATION TECHNOLOGIES ON THE WEAR RESISTANCE OF WOOL KNITTED FABRIC DYED WITH ACID DYES

The goal of the work is to study the influence of preparation technologies, namely chlorination, peroxide bleaching and modification by the action of electric-discharge nonlinear bulk cavitation on the wear resistance of wool knitted fabric dyed with acid dyes.

The study was carried out using a pure wool knitted fabric that was prepared accordingly. Dyeing of textile material was carried out using acid dyes Acid Red 150, Acid Blue 92 and Acid Green 27 according to the appropriate modes. For the obtained knitted fabric samples, the change in linear dimensions, abrasion resistance and kinetics of colours photodegradation were investigated. Insolation of the samples was carried out on the RF 1201 BS (REFOND) instrument with a mercury-tungsten lamp with periodic determination of colour differences using a PCE-TCR 200 colorimeter.

The paper presents research results of the dependence of the dyed wool knitted samples wear resistance on the preparation method. It has been found that the modification of wool knitted fabric by means of electric-discharge treatment ensures its wear resistance due to the formation of a smooth surface of the wool, which prevents it from felting and is able to reflect more incident light compared to untreated fiber and fiber after peroxide bleaching and chlorination.

Keywords: wool knitted fabric, chlorination, peroxide bleaching, modification, electric-discharge nonlinear bulk cavitation, acid dyes, change in linear dimensions, abrasion resistance, kinetics of dyes photodegradation.

Постановка проблеми

Незважаючи на існуючий та прогнозований зростаючий об'єм виробництва штучних та синтетичних волокон, частка натуральних волокон, особливо бавовни та вовни, у загальній структурі світового виробництва текстильних волокон є значною і за прогнозом до 2030 р. зростатиме [1-3]. Це пояснюється фактом, що бавовна є незамінною сировиною для виготовлення одягу літнього та білизняного асортименту, а вовняний одяг відноситься до виробів преміум-класу. Таким чином, на сьогодні для підтримки напряму свідомого споживання волокнисті матеріали із натуральних волокон потребують підвищення зносостійкості, яка є важливим показником їх якості [1, 2, 4].

Аналіз сучасних показників світового виробництва текстильної продукції за видами показує, що трикотажу виробляється більше, ніж тканих полотен. Структура виробництва легкої промисловості в Україні співпадає зі світовими тенденціями; трикотажні полотна переважають над випуском тканин в 1,3 рази [5, 6].

Теоретичний аналіз факторів, які мають вплив на зношування трикотажного одягу, дозволив удосконалити систему факторів, від яких залежить зношування трикотажних полотен та, як наслідок, комплекс їх споживних властивостей. Встановлено, що зношування трикотажних виробів відбувається не тільки під дією умов експлуатації, а й під час виготовлення та опорядження трикотажних полотен, а зносостійкість трикотажного одягу полягає у збереженні споживних властивостей трикотажних полотен в умовах їх створення та під час експлуатації одягу. Основними показниками якості, які забезпечать зносостійкість вовняного трикотажу, призначеного для верхнього одягу весняно-осіннього асортименту, визначені стабільність лінійних розмірів після мокрих обробок та міцність, а також високий ступінь тривкості пофарбування до дії світла. Визначені особливості зміни лінійних розмірів вовняних волокнистих матеріалів в умовах експлуатації, що полягають у їх звалюванні, яке обумовлено будовою зовнішнього лускатого шару вовняних волокон [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У легкій промисловості особливо цінним є вовняні волокна природних світлих відтінків: білого, молочного, кремового. Для виготовлення текстильних камвольних матеріалів та трикотажу використовують високоякісну тонку вовну світлих відтінків, яку можна відносно легко відбілити для отримання різноманітних забарвлень чистих та яскравих відтінків [8-10]. Однак зважаючи на гострий дефіцит вовни у світі, з метою розширення сировинної бази текстильної вовняної промисловості були розроблені способи протравного пероксидного відбілювання вовняного волокна, яке має природне темне забарвлення (сіре, коричневе) [11, 12].

З метою відбілювання вовни світлих відтінків відоме застосування гідроген пероксиду та натрій гіпохлориту. Оскільки зерна пігментів, які надають вовні забарвлення, розташовані вглибині волокна, то відбілити вовну без пошкодження неможливо [8, 9, 13].

На сьогоднішній день модифікація вовни, тобто спрямована зміна фізико-хімічних властивостей волокон для покращення експлуатаційних властивостей текстильних матеріалів на їх основі, є ефективним способом підвищення функціональності і конкурентоспроможності вовняної продукції [9, 14].

Відомо [15-17], що електророзрядна обробка є одним із економічно вигідних та екологічно безпечних способів модифікації вовняних волокон. В результаті комплексного дослідження змін фізико-механічних, сорбційних і хімічних властивостей вовни встановлено, що під дією електророзрядної нелінійної об'ємної кавітації (ЕРНОК) відбувається модифікація вовняного волокна, яка полягає в зміні властивостей вовни на поверхнево-молекулярному і молекулярному рівнях.

Крім того, підготовка серед технологій опорядження визнана найважливішою, оскільки саме в її умовах закладаються основні характеристики та властивості готових волокнистих матеріалів і від її ефективності залежить якість проведення наступних етапів опорядження – фарбування та заключної обробки.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи було дослідження впливу технологій підготовки вовняного трикотажу на характеристики зносостійкості трикотажу, забарвленого кислотними барвниками.

Викладення основного матеріалу дослідження

У роботі дослідження здійсненні з використанням чисто вовняного трикотажу переплетення гладь з поверхневою густиною 420г/м².

Пероксидне відбілювання вовняного трикотажу здійснювалось за періодичним способом у відбільному розчині наступного складу (г/л): гідроген пероксид (30%) – 5; натрій силікат – 2; натрій карбонат – 0,5. Обробку проводили при М=30 при Т=50-55°C протягом 45 хв. Після закінчення процесу відбілювання волокно промивали холодною водою. Для нейтралізації залишку лугу волокно обробляли на холоді протягом 10 хв. розчином оцтової кислоти з концентрацією 2 г/л, а потім промивали холодною водою і висушували [18].

Хлорування вовняного трикотажу відбувалось при температурі 18-20°C і модулі ванни М=50 протягом 40 хв. кислим розчином натрій гіпохлориту, який містить активний хлор – 1 г/л та сірчану кислоту (конц.) – 1 мл/л. Далі матеріал промивали холодною водою, потім в розчині сірчаної кислоти при концентрації 5% протягом 2-3 хв. і знову холодною водою. Після цього з метою антихлорування матеріал піддавали обробці розчином натрій сульфату при концентрації 2%, модулі ванни М=50 та температурі Т=40°C протягом 15 хв. Потім трикотажне полотно промивали і висушували [18].

Електророзрядна обробка вовняного трикотажу проводилась на лабораторній установці у водному середовищі протягом 3 хв. [19].

Будова використаних кислотних барвників та способи фарбування наведені у табл. 1 [20].

Таблиця 1

Характеристика кислотних барвників

Назва за Colour Index	Торгова назва барвника	Метод фарбування	Хімічна будова
Acid Red 150	Кислотний червоний 2Ж	I метод	
Acid Blue 92	Кислотний синій 2К	II метод	
Acid Green 27	Хромовий зелений антрахіноновий	з наступним хромуванням	

Технології фарбування вовняного трикотажного полотна кислотними барвниками залежать від їх хімічної будови кожного окремого барвника (табл. 1) [18, 21]. Модуль ванни при фарбуванні складає $M=50$. Склад фарбувальної ванни (у % від маси трикотажу): барвник – 1, натрій сульфат – 10, оцтова кислота (30%-ова) – 4 (метод I) або амоній сульфат – 4 (метод II). У загальний об'єм води вводили натрій сульфат та кислотний агент (оцтова кислота або амоній сульфат), нагрівали до 40°C та занурювали у розчин зразки трикотажу. Обробку проводили протягом 10 хв. Потім зразки виймали, додавали у розчин барвник та знову занурювали трикотаж. Далі нагрівали фарбувальну ванну до кипіння протягом 30 хв. і фарбували 45 хв. Забарвлені зразки промивали холодною водою та висушували [18, 21].

3.4.6. Технологія фарбування вовняного трикотажного полотна хромовими барвниками з наступним хромуванням. Модуль ванни при фарбуванні складає $M=50$. Склад фарбувальної ванни (у % від маси трикотажу): барвник – 1%, натрій сульфат – 10, оцтова кислота (30%-ова) – 4. У загальний об'єм води при $30-45^{\circ}\text{C}$ вводили натрій сульфат, оцтову кислоту та трикотаж, нагрівали до кипіння протягом 45 хв. Потім в ванну вводили 1% від маси трикотажу концентрованої сірчаної кислоти і фарбували ще 20 хв. до повного вибирання барвника. Після цього знижували температуру до 80°C шляхом додавання холодної води та вводили розчин калій біхромату у кількості 1% від маси трикотажу. Хромування вели при кипінні протягом 20 хв. Після закінчення забарвлені зразки промивали холодною водою та висушували [18, 21].

Визначення зміни лінійних розмірів вовняного трикотажу після мокрих обробок здійснювалось за ДСТУ ГОСТ 30157.0 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общеположения» та ДСТУ ГОСТ 30157.1 «Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок» [21, 22].

Визначення стійкості до стирання трикотажних полотен проводили за ГОСТ 12739 «Полотна и изделия трикотажные. Метод определения устойчивости к истиранию» [23].

З метою дослідження кінетику фотодеструкції забарвлень забарвленого трикотажу зразки текстильних матеріалів були проінсольовані протягом 320 год. на приладі з ртутно-вольфрамовою лампою RF 1201 BS («REFOND») з періодичним визначенням колірних відмінностей забарвлень на колориметрі PCE-TCR 200.

На рис. 1 представлені результати визначення зміни його лінійних розмірів після мокрих обробок в залежності від технології підготовки.

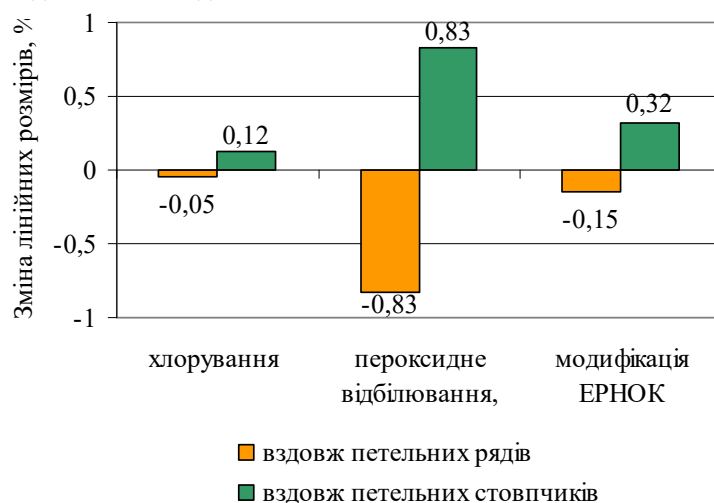


Рис. 1. Вплив технології підготовки на зміну лінійних розмірів вовняного трикотажу.

Слід зазначити, що вовняні волокнисті матеріали після мокрих обробок зменшують свої лінійні розміри внаслідок звалювання вовни, яке обумовлене наявністю лускатого шару на поверхні волокон [8, 9, 13, 25]. Разом з цим зміна лінійних розмірів трикотажних полотен із натуральних волокон також визначається їх переплетенням [26-28]. Отримані результати свідчать про те, що найменше змінюються лінійні розміри зразка трикотажу після хлорування внаслідок відсутності лускатого шару на поверхні волокон вовни. Підготовка вовняного трикотажного полотна шляхом електророзрядної обробки призводить до незначної зміни лінійних розмірів трикотажу, що пояснюється згладжуванням лусочок вовняних волокон внаслідок дії ЕРНОК. Найбільшу зміну лінійних розмірів викликає пероксидне відбілювання через те, що після обробки краї лусочок кутикули відстають від поверхні, і шорсткість волокон збільшується.

Вплив технологій підготовки на міцність пофарбованого кислотними барвниками вовняного трикотажу був досліджений шляхом визначення його стійкості до стирання. Отримані результати представлені на рис. 2.

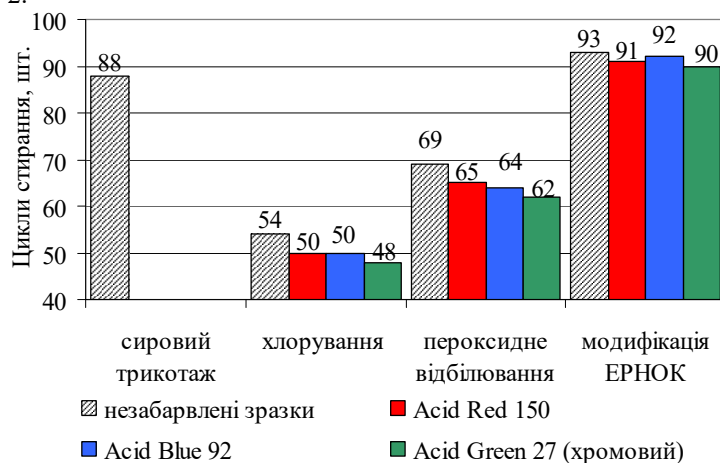


Рис. 2. Вплив технології підготовки на стійкість до стирання вовняного трикотажу.

Наведені результати (рис. 2) визначення впливу технологій підготовки на стійкість до стирання забарвленого кислотними барвниками вовняного трикотажу свідчать про те, що у результаті фарбування досліджуваній показник знижується для всіх зразків незалежно від режиму підготовки. Однак слід зазначити, що для вовняного трикотажу, який був значно пошкоджений хлоруванням, фарбування посилює деструкцію, і вказані зразки характеризуються найнижчими показниками стійкості до стирання. Вовняне трикотажне полотно, пофарбоване кислотними барвниками після пероксидного відбілювання, також має низькі показники міцності. Найвищу стійкість до стирання демонструють зразки вовняного трикотажу, які були підготовлені із застосуванням ЕРНОК, оскільки у результаті модифікації їх міцність підвищилась.

Далі у роботі було досліджено вплив технології підготовки вовняного трикотажу на фотодеструкцію забарвлень кислотними барвниками. На рис. 3 наведені результати вивчення кінетики фотодеструкції забарвлень досліджуваних зразків вовняного трикотажу під дією світла протягом 320 год. шляхом визначення їх колірних відмінностей.

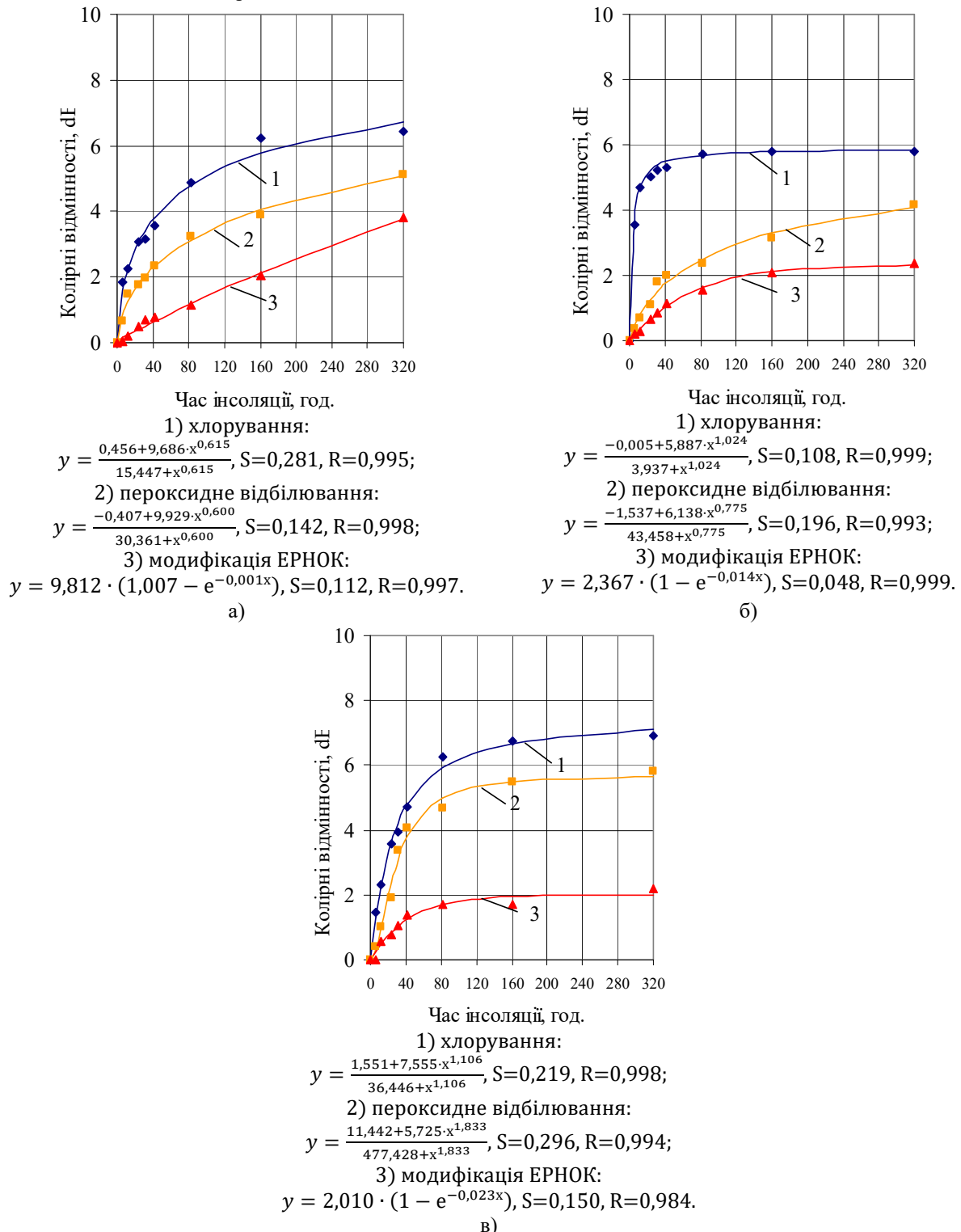


Рис. 3. Вплив технології підготовки на кінетику фотодеструкції забарвлень, отриманих кислотними барвниками: а) Acid Blue 92; б) Acid Red 150; в) Acid Green 27 (хромовий).

Результати, зображені на рис. 3, дозволяють стверджувати, що технологія підготовки впливає на світлостійкість досліджуваних зразків трикотажу. Найнижча світлостійкість у матеріалі, який був підготовлений за технологією хлорування, дещо вища – у зразків вовняного трикотажу, підготовлених за технологією пероксидного відбілювання. Також слід зазначити, що після обробки пероксидом водню

забарвлена вовна втрачає свій колір різко. Хлорований вовняний трикотаж вже на початку інсоляції значно втрачає інтенсивність забарвлення, а потім відбуваються незначні зміни кольору, і залежності приймають лінійний характер. Найменші показники фотодеструкції забарвлень кислотними барвниками та, як наслідок, найкращу світлостійкість має вовняний трикотажний матеріал, підготовлений із застосуванням ЕРНОК.

Різний характер протікання процесу фотодеструкції забарвлень на зразках вовняного трикотажу, підготовлених за досліджуваними технологіями, можна пояснити особливостями їх впливу на вовняні волокна, як показано на схемі рис. 4.

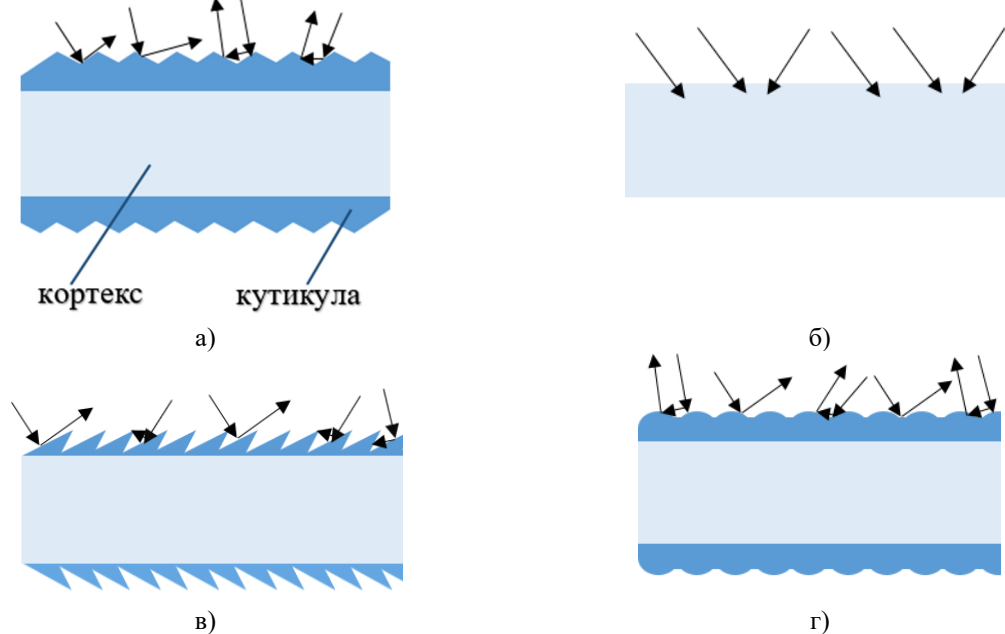


Рис. 4. Запропонований механізм дії світла на вовняні волокна, підготовлені за різними технологіями: а) необроблене волокно; б) хлорування; в) пероксидне відбілювання; г) модифікація ЕРНОК.

Необроблене вовняне волокно (рис. 4а) внаслідок наявності лусочок кутикули має шорстку поверхню, яка здатна відбивати більшу частину падаючого світла. Після хлорування (рис. 4б) у вовні відсутній лускатий шар, який, як відомо, є захисним бар'єром волокна від несприятливої дії зовнішніх чинників. Це призводить до прямого впливу світла на внутрішній об'єм хлорованих волокон та ще більшого їх руйнування. При цьому гладка поверхня модифікованого дією ЕРНОК волокна (рис. 4г) відбиває більше падаючого світла, ніж волокно з нерівномірною шорсткою поверхнею після пероксидного відбілювання (рис. 4в), що пояснює більшу світлостійкість вовни після електророзрядної обробки.

Отже, виконані дослідження впливу технологій підготовки вовняного трикотажу, а саме: хлорування, пероксидного відбілювання та модифікації дією ЕРНОК – на фізико-хімічні властивості трикотажних полотен показали, що вовняний трикотаж пошкоджується під дією хлору та перексиду водню. Після електророзрядної обробки міцність волокон вовни підвищується, що обумовлено модифікуючим впливом ЕРНОК.

Висновки

На основі досліджень впливу технологій підготовки на формостійкість, міцність та світлостійкість вовняного трикотажного полотна, забарвленого кислотними барвниками, шляхом встановлення показників зміни лінійних розмірів після мокрих обробок, стійкості до стирання та кінетики фотодеструкції забарвлень доведено, що модифікація вовняного трикотажу дією ЕРНОК забезпечує його зносостійкість. Це пояснюється тим, що внаслідок електророзрядної обробки підвищується міцність вовняних волокон, їх сформована гладка поверхня запобігає звалюванню та здатна відбивати більше падаючого світла у порівнянні з необробленим волокном і волокном після пероксидного відбілювання, які характеризуються зниженою міцністю та нерівномірною шорсткою поверхнею.

Список використаної літератури

1. Fast Fashion: Чому наш одяг вбиває Землю. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://format21.org/2017/09/17/fast-fashion>.
2. Екологічна мода: що таке sustainability і чому це важливо? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-43167364>.
3. Свідома мода: як мас-маркет шкодить екології і чому варто відмовитися від «одноразових» речей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rbc.ua/ukr/lite/moda/osoznannaya-moda-mass-market-vredit-ekologii-1537779523.html>.
4. Koszewska M. Circular Economy – Challenges for the Textile and Clothing Industry / M.Koszewska// AUTEX Research Journal. – 2018. – Vol. 18, No 4. –P. 337-347.doi: 10.1515/aut-2018-0023.
5. Knitted Fabric Market Size, Share&Trends Analysis Report By Product (Weft-knit, Warp-knit), By Application (Technical, Household), ByRegion, And Segment Forecasts, 2019 – 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/knitted-fabric-market>.
6. Аналітичні матеріали галузі легкої промисловості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrlegprom.org/ua/analytics>.
7. Семешко О.Я. Застосування методу експертних оцінок для встановлення основних показників якості трикотажних полотен із натуральних волокон з метою визначення їх зносостійкості / О.Я. Семешко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія Технічні науки. – 2020. – № 3 (146). – С. 87-98.
8. Новорадовская Т.С. Химия и химическая технология шерсти / Т.С. Новорадовская, С.Ф. Садова. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 200 с.
9. Александер П. Физика и химия шерсти / П. Александер, Р.Ф. Хадсон: [под ред. А.И. Матецкого, Х.Л. Зайдеса]. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по легкой промышленности, 1958. – 392 с.
10. Wool: Science and Technology:[monograph].Editedby W.S. Simpson, G. Crawshaw. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2002. – 384 p.
11. Montazer M. Depigmentation of Pigmented Wool / M. Montazer, M. Zargaran, A. Rahimi // Textile Research Journal. – 2009. – Vol. 79, Issue 3. – P. 261-267.
12. Khishigsuren A. Effects of Ferrous Mordantingon Bleaching of Camel Hair / A. Khishigsuren, M. Nakajima, M. Takahashi // Textile researchjournal. – 2001. – Vol. 71, Issue 6. – P. 3-22.
13. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. В 3-ех томах. Т. 1. Теоретические основы технологии. Волокна. Загрязнения. Подготовка текстильных материалов / Г.Е. Кричевский. – М.: Издательство МГУ, 2000. – 436 с.
14. Сафонов В.В. Основные тенденции развития технологической отделки текстильных материалов / В.В. Сафонов // Текстильная промышленность. – 2001. – №5. – С.23-26.
15. Пат. 38562. UA. Спосіб очищення овечої вовни / Ю.Г. Сарібєкова, А.В. Єрмолаєва, С.А. Мясников (Україна). – №u200809732; Заявл. 25.07.2008; Опубл. 12.01.2009, Бюл. №1 – 4 с.
16. Ермолаєва А.В. Інтенсифікація первинної обробки шерсті на основі методу електроразрядної нелінійної об'ємної кавітації / А.В. Ермолаєва, Ю.Г. Сарібєкова // Вестник Херсонського національного технічного університету. – 2006. – №3(26). – С. 50-53.
17. Сарібєкова Ю.Г. Підвищення конкурентоспроможності вітчизняної вовняної сировини за рахунок розробки інноваційної технології її очищення / Ю.Г. Сарібєкова, А.В. Єрмолаєва, С.А. Мясников // Товарознавчий вісник. – 2012. – №5. – С. 57-62.
18. Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов: [подред. Г.Е. Кричевского]. – Москва: Росс. заоч. ин-т. текстильной и легкой промышленности, 1995. – 414 с.
19. Semeshko O. Julia Saribekova, Tatiana Asauljuk and Sergey Myasnikov The influence of electrical dischargenon linear bulk cavitation on the structural and chemical lchanges in water during the wool fiberbleaching / O. Semeshko, J.Saribekova, T. Asauljuk, S.Myasnikov // Chemistry&chemical ltechnology (Ch&ChT). – 2014. – Volume 8, Number 4. – P. 410-415.
20. Acid dyes. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.worlddyevariety.com/acid-dyes>.
21. Красители для текстильной промышленности. Колористический справочник: [подред. А.Л. Бяльского и В.В. Карпова]. – М.: Химия, 1971. – 312 с.
22. ДСТУ ГОСТ 30157.0 Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995. – 5 с.
23. ДСТУ ГОСТ 30157.1 Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995. – 12 с.

24. ГОСТ 12739-85 Полотна и изделия трикотажные. Метод определения устойчивости к истиранию. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1985. – 7 с.

25. Handbook of Fiber Chemistry:[monograph]. Edited by M. Lewin]. – Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006. – 1044 p.

26. Shahidi S. Plasma effects on anti-felting properties of wool fabrics / S. Shahidi, A. Rashidi, M. Ghoranneviss, A. Anvari, J. Wiener // Surface and Coatings Technology. – 2010. – Vol. 205. – P. 349-354. doi:10.1016/j.surfcoat.2010.08.003.

27. Tonin C. Process Optimization and Industrial Scale-Up of Chitosan Based Anti-Felting Treatments of Wool / C. Tonin, G Roncolato, R. Innocenti, F. Ferrero // Journal of Natural Fibers. – 2007. – Vol. 4(2). – P. 77-90. doi:10.1300/j395v04n02_06.

28. Hes L. Effect of Anti-felting Treatment on Thermal Comfort Properties of Selected Wool Fabrics in Wet State / L. Hes, N. Kistamah // Journal of Fiber Bioengineering and Informatics. – 2013. – Vol. 6:3. – P. 293-300. doi:10.3993/jfbi09201307.

References

1. Fast Fashion: Chomu nash odyah vbyvaye Zemlyu. [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://format21.org/2017/09/17/fast-fashion>.

2. Ekolohichna moda: shcho take sustainability i chomu tse vazhlyvo? [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-43167364>.

3. Svidoma moda: yak mas-market shkodyt' ekolohiyi i chomu varto vidmovytsyia vid «odnorazovykh» rechey. [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.rbc.ua/ukr/lite/moda/osoznannaya-moda-mass-market-vredit-ekologii-1537779523.html>.

4. Koszewska M. Circular Economy – Challenges for the Textile and Clothing Industry / M.Koszewska// Autex Research Journal. – 2018. – Vol. 18, No 4. –R. 337-347.doi: 10.1515/aut-2018-0023.

5. Knitted Fabric Market Size, Share&Trends Analysis Report By Product (Weft-knit, Warp-knit), By Application (Technical, Household), By Region, And Segment Forecasts, 2019 – 2025. [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/knitted-fabric-market>.

6. Analitichni materialy haluzi lehkoyi promyslovosti [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <https://ukrlegprom.org/ua/analytics>.

7. Semeshko O.YA. Zastosuvannya metodu ekspertnykh otsinok dlya vstanovlennya osnovnykh pokaznykiv yakosti trykotazhnykh poloten iznatural'nykh volokon z metoyu vyznachennya yikh znosostiykosti / O.YA. Semeshko // Visnyk Kyivskoho natsional'noho universytetu tekhnolohiy ta dyzaynu. Seriya Tekhnichni nauky. 2020. № 3 (146). pp. 87-98.

8. Novoradovskaya T.S. Khymyya y khymycheskaya tekhnolohyya shersty / T.S. Novoradovskaya, S.F. Sadova. Moskva. Lehprombytyzdat, 1986. 200 p.

9. Aleksander P. Fyzyka y khymyya shersty / P. Aleksander, R.F. Khadson: [pod red. A.Y. Matetskoho, KH.L. Zaydesa]. – М.: Hosudarstvennoe nauchno-tekhnicheskoe yzdatel'stvo lyteratury po lehkoy promyshlennosti, 1958. 392 p.

10. Wool: Science and Technology: [monograph]. Edited by W.S. Simpson, G. Crawshaw. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2002. 384 p

11. Montazer M. Depigmentation of Pigmented Wool / M. Montazer, M. Zargaran, A. Rahimi // Textile Research Journal. 2009. Vol. 79, Issue 3. P. 261-267.

12. Khishigsuren A. Effects of Ferrous Mordanting on Bleaching of Camel Hair / A. Khishigsuren, M. Nakajima, M. Takahashi // Textile research journal. 2001. Vol. 71, Issue 6. P. 3-22.

13. Krychevskyy H.E. Khymycheskaya tekhnolohyya tekstyl'nykh materyalov. V 3-ekh tomakh. T. 1. tekhnolohyy. Volokna. Zahryaznenyya. Podgotovka tekstyl'nykh materyalov / H.E. Krychevskyy. Moskva: Yzdatel'stvo MHU, 2000. 436 p.

14. Safonov V.V. Osnovnye tendentsyy razvytyia tekhnolohycheskoy otdelky tekstyl'nykh materyalov / V.V. Safonov // Tekstyl'naya promyshlennost'. 2001. №5. pp.23-26.

15. Pat. 38562. UA. Sposib ochyshchennya ovechoyi vovny / YU.H. Saribekova, A.V. Yermolayeva, S.A. Myasnykov (Ukrayina). – №u200809732; Zayavl. 25.07.2008; Opubl. 12.01.2009, Byul. №1 4 p.

16. Ermolaeva A.V. Yntensyfykatsyya pervychnoy obrabotky shersty na osnove metoda élektrozryadnoy nelyneynoy ob'emnoy kavytatsyy / A.V. Ermolaeva, YU.H. Sarybekova // Vestnyk Khersonskoho natsional'noho tekhnicheskoho unyversyteta. 2006. №3(26). pp. 50-53.

17. Saribekova YU.H. Pidvyshchennya konkurentospromozhnosti vitchyznyanoyi vovnyanoyi syrovyny za rakhunok rozrobky innovatsiyanoi tekhnolohiy iyiyi ochyshchennya / YU.H. Saribekova, A.V. Yermolayeva, S.A. Myasnykov // Tovaroznavchyy visnyk. 2012. №5. pp. 57-62.

18. Laboratornyy praktykum po khymycheskoy tekhnolohyy tekstyl'nykh materyalov: [podred. H.E. Krychevskoho]. Moskva: Ross. zaoch. yn-t. tekstyl'noy y lehkoy promyshlennosti, 1995. 414 p.

19. Semeshko O. Julia Saribekova, Tatiana Asauliyuk and Sergey Myasnikov The influence of electrical discharges on linear bulk cavitation on the structural and chemical changes in water during the wool fiber bleaching / O. Semeshko, J. Saribekova, T. Asauliyuk, S. Myasnikov // *Chemistry & chemical technology (Sh&ChT)*. 2014. Volume 8, Number 4. P. 410-415.

20. Acid dyes. [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.worlddyevariety.com/acide-dyes>.

21. Krasytely dlya tekstyl'noy promyshlennosti. Kolorystycheskiy spravochnyk: [podred. A.L. Byal'skoho y V.V. Karpova]. Moskva: Khymyya, 1971. 312 p.

22. DSTU HOST 30157.0 Polotna tekstyl'nye. Metody opredelenyya yzmenenyya razmerov posle mokrykh obrabotok yly khymycheskoy chystky. Obshchye polozhenyya. Mynsk: Mezhhosudarstvennyy sovet po standartyzatsyy, metrolohyy y sertyfykatsyy, 1995. 5 p.

23. DSTU HOST 30157.1 Polotna tekstyl'nye. Metody opredelenyya yzmenenyya razmerov posle mokrykh obrabotok yly khymycheskoy chystky. Rezhymy obrabotok. Mynsk: Mezhhosudarstvennyy sovet po standartyzatsyy, metrolohyy y sertyfykatsyy, 1995. 12 p.

24. HOST 12739-85 Polotna y yzdelyya trykotazhnye. Metod opredelenyya ustoychyvosti k ystyranyyu. Moskva. YPK Yzdatel'stvo standartov, 1985. 7 p.

25. Handbook of Fiber Chemistry: [monograph]. Edited by M. Lewin]. – Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006. 1044 p.

26. . Shahidi S. Plasma effects on anti-felting properties of wool fabrics / S. Shahidi, A. Rashidi, M. Ghoranneviss, A. Anvari, J. Wiener // *Surface and Coatings Technology*. 2010. Vol. 205. P. 3

27. Tonin C. Process Optimization and Industrial Scale-Up of Chitosan Based Anti-Felting Treatments of Wool / C. Tonin, G. Roncolato, R. Innocenti, F. Ferrero // *Journal of Natural Fibers*. 2007. Vol. 4(2). P. 77-90. doi:10.1300/j395v04n02_06.

28. Hes L. Effect of Anti-felting Treatment on Thermal Comfort Properties of Selected Wool Fabrics in Wet State / L. Hes, N. Kistamah // *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*. 2013. Vol. 6:3. P. 293-300. doi:10.3993/jfbi09201307.