

УДК 677.021.3

Н.Є. СУББОТИНА, О.В. СКРОПИШЕВА, В.П. ГНІДЕЦЬ
Херсонський національний технічний університет**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ УМОВ ОПОРЯДЖЕННЯ НА
ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОВНЯНИХ ТКАНИН**

Розроблена екологічно чиста ферментативна технологія звалювання вовняних тканин, в основі механізму якої лежать хімічні гідролітичні реакції та яка мало пошкоджує волокно. При вдалому виборі ферменту з необхідною гідролітичною функцією і умов його застосування одержують необхідні практичні результати опорядження тканини при її валці. Відомості щодо використання ферментів у процесах опорядження вовняних тканин обмежені та сьогодні є об'єктом екологічних та енергоощадних досліджень підготовки вовняних тканин.

Ключові слова: вовна, валка, вовняні тканини, протеолітичні ферменти.

Н.Е. СУББОТИНА, Е.В. СКРОПЫШЕВА, В.П. ГНИДЕЦ
Херсонский национальный технический университет**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОТДЕЛКИ НА ФИЗИКО-
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШЕРСТЯНЫХ ТКАНЕЙ**

Разработана экологически чистая ферментативная технология валки шерстяных тканей, в основе механизма которой лежат химические гидролитические реакции и которая мало повреждает волокно. При удачном выборе фермента с необходимой гидролитической функцией и условий его применения получают необходимые практические результаты отделки ткани при ее валке. Сведения об использовании ферментов в процессах отделки шерстяных тканей ограничены и сегодня являются объектом экологических и энергосберегающих исследований подготовки шерстяных тканей.

Ключевые слова: шерсть, валка, шерстяные ткани, протеолитические ферменты.

N.E. SUBBOTINA, E.V. SKROPYSHEVA, V.P. HNIDETS
Kherson National Technical University**RESEARCH OF THE TECHNOLOGICAL CONDITIONS OF DEPARTMENT ON THE PHYSICO-
CHEMICAL PROPERTIES OF WOOL TISSUE**

An ecologically clean enzymatic technology of woolen cloth rolls has been developed, which is based on chemical hydrolytic reactions and which weakly damages the fiber. If the enzyme is successfully selected with the necessary hydrolytic function and the conditions for its use, the necessary practical results of the fabric finishing when it is rolled are obtained. Information on the use of enzymes in the processes of finishing woolen fabrics is limited and today they are the object of ecological and energy-saving studies in the preparation of woolen fabrics.

Keywords: wool, roll, woolen fabrics, proteolytic enzymes.

Постановка проблеми

Однією з найважливіших задач, що стоять перед вітчизняною легкою промисловістю на сучасному етапі, є впровадження ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій, що забезпечують випуск продукції оновленого асортименту світової якості. Опоряджувальне виробництво, як відомо, є завершальним етапом в процесі виробництва текстильних матеріалів. Саме від опоряджувального виробництва в значній мірі залежить якість готової продукції, зокрема одержаної на стадії підготовки.

Серед властивостей, яких набувають текстильні матеріали на цій стадії, є стабільність лінійних розмірів. Це особливо важливо для вовняних виробів, оскільки вовняне волокно легко зазнає змін у процесах підготовки під дією хімічних реагентів та механічних дій. При цьому якість обробки текстильних матеріалів дуже тісно пов'язана не тільки з волокнистою сировиною, але й з технологією опорядження і характером текстильно-допоміжних речовин, що використовуються при обробці.

Враховуючи проблему з якістю текстильних матеріалів, загострення проблеми з сировиною, підвищення вартості енергоносіїв і вимог до екологічної чистоти продукції, зрозумілий зростаючий інтерес текстильників до нових технологій, в тому числі заснованих на реалізації потенціалу ферментативного каталізу технологічних процесів.

Опоряджувальне виробництво, більшість операцій якого можуть бути переведені на екологічно чисті ферментні технології, які не руйнують волокно, є найкращим об'єктом для ферментних технологій.

До цих операцій відносяться в першу чергу такі, в основі механізму яких лежать хімічні гідролітичні реакції. При вдалому виборі ферменту з необхідною гідролітичною функцією і умов його застосування одержують необхідні практичні результати опорядження тканини, зокрема при її підготовці [1. 2].

Відомості щодо використання ферментів у процесах опорядження вовняних тканин обмежені, а отже сьогодні мають бути об'єктом уваги дослідників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В останні роки в Україні гостро стоїть проблема виробництва, споживання та експлуатації екологічно безпечної продукції. Основною причиною, що диктує актуальність порушених питань є постійне зростання у всьому світі інтересу до екологічного текстилю. Процес формування екологічної безпеки будь-якого текстильного матеріалу чи виробу залежить від екологічної чистоти та безпечності сировини, технології, текстильно-допоміжних речовин, які використовуються, та умов експлуатації цих матеріалів і виробів. Саме тому високий рівень виробництва повинен передбачати раціональну, економічно та екологічно вигідну побудову технологічного процесу при наданні текстильному матеріалу певного комплексу споживчих властивостей [2].

Серед відомих волокон найбільш важливою у практичному застосуванні є вовна різних тварин (овець, кіз, верблюдів, лам та ін.). Вовна має теплоізолюючі, пружно-еластичні та естетичні властивості, які є дуже привабливими для споживачів.

Вовняне волокно дуже складне за морфологічною гістологічною будовою. Хімічні, фізико-хімічні та фізико-механічні властивості вовни залежать від її походження, умов зберігання, первинної обробки. Здатність вступати в хімічні реакції визначається первинною структурою (хімічною будовою), а швидкість та глибина протікання хімічних реакцій залежать від дифузійної проникливості волокна, тобто від надмолекулярної та гістологічної структури. Гідролітична деструкція, що призводить до руйнування волокон та втрат механічної міцності, здійснюється по пептидному зв'язку і може бути викликана дією концентрованих розчинів мінеральних кислот та лугів, які зазвичай використовуються в процесах підготовки.

На фарбувально-опоряджувальному виробництві тканина, в залежності від призначення, підлягає різноманітним механічним, тепловим, фізико-хімічним та хімічним обробкам, в наслідок чого вона набуває товарного вигляду, що задовольняє не тільки естетичні смаки покупця, але й сприяє проявленню комплексу якостей, завдяки яким тканина успішно експлуатується [3. 4].

Основною операцією, яка визначає експлуатаційні властивості вовняної тканини є звалювання. Під звалюванням розуміють технологічний процес, протягом якого створюється сукно, що характеризується звалюваністю та наявністю поверхневого застилу. В процесі звалювання зменшуються розміри тканини за довжиною та шириною відрізу, збільшується її товщина. Одночасно посилюються її теплоізолюючі властивості, міцність, щільність та м'якість.

Валкоздатність вовняної тканини пов'язана з низкою характерних властивостей вовняного волокна, головними з яких є пружність, лускатість, крученість.

Пружні властивості вовни відіграють вирішальну роль в масовому переміщенні волокон під час звалювання. Під впливом механічних дій робочих органів машини волокна вовни або окремі ділянки розтягуються – переміщуються у просторі, але після припинення розтягуючих зусиль майже одразу приймають початкову довжину, на відміну від волокон, що не мають пружних властивостей.

Лускатість волокон вовни також суттєво впливає на валкоздатність. Вона забезпечує зчеплення волокон під час їх переміщення, за рахунок луски на поверхні волокон. Окрім лускатості, зчепленню та сплутуванню волокон значною мірою сприяє їх крученість. Чим більше кручене волокно, тим активніше його участь в процесі звалювання. Природна крученість волокна, порушена розчісуванням та прядінням, відновлюється в умовах звалювання, тобто у вологому середовищі та за підвищеної температури.

Процес звалювання проводять у вологому середовищі, при певному значенні рН, в чіткому інтервалі температур, що забезпечує максимальну валкоздатність. На швидкість звалювання істотно впливає рН середовища. Звалювання проходить у нейтральному середовищі, але в кислому та лужному вона прискорюється. При значенні рН, більшому за 10, зсідання тканини різко знижується, що пояснюється порушенням пружних властивостей волокна у зв'язку з руйнуванням кератину. Розтягнення волокна за цих умов полегшується, а скорочення ускладнюється через розрив цистинових зв'язків. Хоча більш сприятливою для валки слід вважати ізоелектричну область (рН 6-7), на практиці для прискорення процесу звалювання проводять у слоболужному або слабокислому середовищі.

До валочного розчину пред'являють ряд вимог. Він повинен здійснювати змашувальні функції, внаслідок чого тканина меншою мірою зазнає механічних пошкоджень; сприяти прискоренню валки та забезпечувати хімічну та фізико-механічну взаємодію зі змашувачем, що знаходиться на волокнах. В наступному процесі промивки валочні розчини повинні виступати в ролі миючих реагентів. До складу валочного розчину входять речовини, що забезпечують необхідне значення рН (сода, NH_4OH). Для підвищення змочуваності до складу валочного розчину додають поверхнево-активні речовини (ПАР). Зазвичай валочний розчин містить 15-20 г/л ПАР та 0,5-1 г/л соди (якщо тканина суха перед валкою).

Якщо тканину перед валкою промивали та заварювали, концентрація компонентів у валочному розчині повинна бути подвоєна для отримання вологості тканини 125-140 %.

Тривалість валки залежить від сировинного складу, структури тканини та умов валки; для тканини із незначним зсіданням вона триває 45-90 хв, із середнім значенням показника зсідання – 2-4 год, а з високим зсіданням – більше 4 год. Зсідання тканини за довжиною коливається в межах 5-30 %, за шириною – 6-40 % [5].

Здатність готових вовняних тканин до зсідання під час прання та хімчисток, а також до зсідання за рахунок звойлочування є істотним недоліком легких суконних тканин розрідженої структури, а також трикотажних виробів. В результаті зсідання змінюється форма виробу, на поверхні з'являється фільц, у зв'язку з чим різко скорочується строк експлуатації виробу. Спроби надання волокнам вовни здатності протидіяти зсіданню та звойлочуванню в процесі виготовлення та користування проводяться вже кілька десятиріч.

Усі методи надання вовні незвойлочуваності спрямовані на те, аби нівелювати можливість контакту та тертя луски сусідніх волокон одне з одним при зустрічі під дією механічних зусиль робочих органів машини. Для цього або руйнують лускатий шар, зрівнюючи поверхню, або вкривають волокна надтонким шаром полімерної плівки. В обох випадках зменшується показник диференційного тертя, а тому і здатність до звойлочування.

Для зниження звойлочування найчастіше застосовують розчини гіпохлориту в зоні рН 2-7. Хлорування розчином гіпохлориту знижує звойлочуваність, але разом з тим погіршує механічні властивості вовни, бо в процесі хлорування руйнується не тільки лускатий шар, але й корковий.

Для утворення на волкні полімерної плівки застосовують як термопластичні, так і термореактивні смоли. Перевагою такого методу є те, що волокно залишається неушкодженим. За кордоном серед термопластичних смол використовують препарат „Зесет”, що відноситься до полімерних хлорангідридів.

Серед відомих методів найбільш простим та доступним, що дозволяє отримати високий ефект протидії звойлочуваності, є метод з використанням хлорізоціанурату [6-8].

Ензимні технології є однією з альтернатив традиційним процесам підготовки вовняних текстильних матеріалів, використання яких допомагає вирішувати такі важливі завдання, як створення більш чистого, м'якого, екологічного, з точки зору енерговитрат, хімічного виробництва, а також максимально знизити пошкодження волокна при одночасному підвищенні ефективності оздоблювальних операцій. Є чимало робіт [9] по вивченню модифікації вовняною волокна, що пройшло обробку протеазами. Волокнистий матеріал в результаті обробки не тільки зазнає змін, але і набуває нових абсолютно унікальних властивостей. Ці процеси спрямовані на отримання специфічних властивостей, таких як скорочення або стійкість до звойлочування, надання текстильним матеріалами м'якого грифу, збільшення змочуваності, поліпшення нафарбовуваності без істотного ушкодження волокна.

При розробці конкретних технологій необхідно враховувати складність контролю гідролітичних реакцій та можливість пошкодження вовняною волокна в результаті глибокого гідролізу пептидних зв'язків. Тому здійснюється оптимізація умов технологічного процесу і концентрацій розчину, що містить фермент.

З наведених літературних відомостей про протеази і ліпази випливає, що при виборі ферментних препаратів для конкретних технологічних цілей, потрібна попередня їх оцінка за властивостями, зокрема, температурним і рН - оптимуму дії, сумісності з існуючими хімічними реактивами, які можуть бути інгібіторами ферментів.

Застосування протеази в опоряджувальному виробництві можна віднести до піонерських робіт. Дослідні роботи проводяться різними науково-дослідними школами і фірмами протягом 7-10 років. При розробці сучасних промислових процесів спостерігається інтеграція біотехнологій, які універсально замінують або доповнюють хімічні технології.

Відомі способи протизвойлочувальної ферментативної обробки з використанням різних протеаз і їх композицій з ліпазами, ліпопротеїновими ліпазами, які забезпечують додатковий ефект знежирення. При обробці вовняних ниток протеолітичним комплексом Новолан L за рахунок поверхневого гідролізу волокон досягається еластичність, зносостійкість, більш висока драпіруемість та низька звойлачуваність готових тканин.

Обробка ферментами Extremozymes (ф. Tuchwerk Westmark) у поєднанні з промиванням ПАР та фарбування дозволяє не тільки отримати ефект протизвойлочувальності, але й збільшити ступінь вибирання барвника з фарбувальної ванни, покращити міцність одержуваних забарвлень.

Зміна звойлочуваності волокна вказує на модифікацію лускатого шару і, отже, фрикційних властивостей вовни. Вочевидь, спочатку відбувається часткове розм'якшення і руйнування поверхні лускатого шару, без сколювання луски. Такий стан поверхні волокна при одночасному збільшенні набухання у водних розчинах та збереженні довжини волокна призводить до зменшення звойлочуваності. Цьому ефекту сприяє зменшення товщини волокна і збільшення звитості волокна більш

ніж в 2 рази. Незважаючи на сколювання луски поверхневого шару при тривалому протеолізі, волокно не набуває властивість незвойлочуваності, як можна було б очікувати за аналогією з процесом хлорювання. Причина специфічної модифікації вовни полягає не тільки в зміні розмірів лускатого і коркового шарів волокна, але й у співвідношенні площ орто- і паракортекса, які відрізняються за фізичними, хімічними і пружньо-еластичними властивостями.

Аналіз фізико-механічних властивостей волокна виявив відмітні особливості впливу протеази від дії хлоруючих обробок і лужної валки. Здатність до зчеплювання волокон в процесі лужної валки перевершує результати для ферментативно модифікованого волокна в 3 рази. Придбані властивості високої звитості при значному зменшенні товщини волокна в процесі протеолізу дають специфічний ефект, що дозволяє виділити ферментативну обробку вовняною волокна як самостійну технологічну операцію. Значне збільшення звитості волокна буде сприяти підвищенню об'ємних властивостей пряжі або тканини в залежності від стадії ферментативної обробки і, отже, позитивно впливати на теплоізоляційні і споживчі характеристики матеріалу.

Сукупність надбаних вовняним волокном властивостей в процесі ферментативної обробки змінює його сорбційну сприйнятливість і реакційну здатність, що позитивно впливає на нафарбовуваність волокна за рахунок збільшенням кінцевих аміногруп в результаті протеолізу і зміни амінокислотного складу.

Як показали результати мікроскопічних спостережень волокна, виділені з тканини після ферментативної промивки, мають звитість на 40 % вище, а товщину на 18 % нищу, ніж у волокон, виділених з тканини після лужного звалювання. Необхідно відзначити, що вміст грубих волокон в пряжі (понад 30 мкм) становить менше 6,5 % (цей показник для тканини, підданих лужній валці і пом'ягченню, становить 15,2 %). Тому такі тканини сприймаються шкірою людини як м'які, подібні «кашеміру» [10].

Проведена екологічна експертиза стічних вод після ферментативної обробки вовняних матеріалів підтвердила поліпшення їх властивостей, а саме зниження БПК на 28,3 % і ХПК на 30,6 % за рахунок скорочення витрат ПАР більш ніж на 90 % і гідролітичної дії ферментів на забруднення, що перейшли в миючий розчин.

Формулювання мети дослідження

Оскільки використання протеолітичних ферментів знижує вартість опорядження за рахунок можливості знизити температуру та час обробки можна, припустити, що цей метод може бути ефективним для створення продукції, конкурентоспроможної на світовому ринку. Тому метою роботи було створення способу модифікації вовновмісних текстильних матеріалів зі зниженням деструкції вовняного волокна шляхом обробки розчином на основі біопрепаратів, в якості яких використовують протеолітичні ферменти.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для проведення досліджень було вибрано 2 артикули вовняних тканин, що належать до різних груп: тканина чисто вовняна платочна, арт. 7001, тканина напіввовняна суконна, арт. 6458.

Обробку здійснювали за таким режимом. Текстильний матеріал просочений валочним розчином піддають механічній дії протягом 2 годин, потім промивають гарячою та холодною протічною водою і висушують. Валочні розчини мали такий склад: 1) сода кальцинована, 0,5 г/л, мило 0,3 г/л; 2) лужна протеаза 1 г/л; 3) протеолітичний фермент Орапон 1г/л; 4) протеолітичний фермент Базоцим 1 г/л.

Ступінь зсідання тканини в процесі звалювання є основним показником якості. Не менш важливою характеристикою для вовняних тканин, з точки зору гігієни, є їх повітропроникність. Вона дозволяє зберігати тепло, що є найважливішою рисою вовняних виробів. Для текстильних матеріалів повітропроникність характеризується коефіцієнтом повітропроникності.

Підчас експлуатації тканина зазнає великої кількості різноманітних впливів та деформацій, що певним чином відображається на її зовнішньому вигляді та стані волокон. Тому міцність тканини на розрив і міцність при стиранні є дуже важливою характеристикою, оскільки збільшує термін експлуатації виробів.

На стан поверхні тканини, на її властивості та якість суттєво впливає її внутрішня структура. В умовах звалювання масово переміщуються волокна одне відносно одного, в результаті чого вони зближуються, переплутуються та зчеплюються, що призводить до зсідання тканини. Ніякі інші волокна не володіють валкоздатністю, і якщо звалюванню підлягає напіввовняна тканина, то невовняні компоненти виконують роль наповнювачів. Якщо ці компоненти складають основну долю, то процес звалювання різко уповільнюється. Тому необхідно було вивчити можливе пошкодження структури волокна, завдяки котрому лусочки волокна більше виступають на його поверхні, а тому міцніше зчіплюються між собою. Пошкодження структури волокна оцінювали за показниками лужної розчинності тканин.

Вовняні тканини майже завжди випускаються забарвленими, тому саме якість фарбування є першою ознакою якісної тканини. На забарвлення впливає клас барвника, стан поверхні тканини та

ступінь її пошкодження. Інтенсивність забарвлення оцінювали за функцією Гуревича – Кубелки – Мунка (K/S) для барвника кислотного яскраво – блакитного. Отримані результати наведені в табл. 1, 2.

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості тканини хусткової, арт. 7001

Тканина платочна, арт. 7001	Міцність на розрив, кгс		Міцність при стиранні, цикл	Зсідання, %		Повітропрони- кність дм ³ /м ² с	Лужна розчинність, %	Інтенсив- ність забарвле- ння, K/S
	основа	уток		основа	уток			
Необроблена	8,5	8,0	548	1,39	4,20	2572,0	-8,59	2,40
Валка розчином 1	5,5	5,0	1222	0,83	3,34	2222,2	-7,83	5,29
Валка розчином 2	9,0	8,0	1248	0	2,49	1250,0	-7,38	3,23
Валка розчином 3	8,0	9,0	822	0,70	2,72	1333,3	-6,55	2,91
Валка розчином 4	12,0	7,0	722	0,50	2,55	1388,9	-11,9	3,23

Таблиця 2

Фізико-хімічні властивості тканини напіввовняної суконної, арт. 6458

Тканина напіввовняна суконна, арт. 6458	Міцність на розрив, кгс		Міцність при стиранні, цикл	Зсідання, %		Повітря проникність дм ³ /м ² с	Лужна розчинність, %	Інтенсив- ність забарвле- ння, K/S
	основа	уток		основа	уток			
Необроблена	29,0	23,0	28376	2,80	5,00	400,5	-5,35	8,29
Валка розчином 1	25,0	28,0	28576	2,49	5,00	388,9	-7,02	11,52
Валка розчином 2	29,0	23,0	30568	2,49	3,34	305,6	-5,65	10,93
Валка розчином 3	26,0	27,0	27000	2,80	3,50	319,4	-4,89	9,02
Валка розчином 4	32,0	30,0	27316	2,60	3,34	305,6	-6,93	9,89

Як видно з даних наведених в таблицях, після обробки в класичному валочному розчині зсідання тканини по основі та утку перевищує показники, отримані на зразках, оброблених розчином ферменту у 1,2 рази для хусткової тканини та у 1,3 рази для сукна. Зі зменшенням зсідання тканина отримала більш рівномірне ущільнення, залишилася рівномірною по товщині, здобула деяку м'якість на дотик. Після валки в класичному валочному розчині тканина менше пропускає повітря, стала щільнішою на 3 %. Після обробки розчинами ферментів тканина на 15 % менше пропускає повітря, ніж після мильною - содового розчину. Міцність на розрив тканини, обробленої ферментами (2, 3, 4) збільшилась на 20 – 45 % по основі і 20 – 30 % по утку для хусткової тканини; і на 5 – 25 % по основі та на 16 – 20 % по утку для суконної тканини в порівнянні з тканиною, обробленою за класичним способом.

Як показують дані про кількість періодів механічних впливів на тканину до її стирання, після звалювання тканина набуває значну зносостійкість. Так, після обробки мильною - содовим розчином вона збільшилась на 123 %, а після обробки розчинами ферментів - на 127 - 132 % для хусткової тканини. Для суконної збільшення не таке суттєве: на 0,65 % після обробки мильною - содовим розчином і на 7,7 – 8,0 % після обробки розчинами ферментів.

Ці результати підтверджуються даними про пошкодження структури волокна, яку оцінювали за показниками лужної розчинності тканин та даними по інтенсивності забарвлення. Тканина, оброблена мильно-содовим розчином, втратила 7,83 % маси для хусткової тканини та 7 % - для суконної. А тканина, яка була оброблена в розчині ферментів втратила в масі 4 – 5 %, що може свідчити про менше пошкодження волокон. Крім того, оскільки тканина, оброблена розчином лужної протеази, більше відбиває світла, ніж зразок, оброблений за класичним рецептом, ми можемо стверджувати, що після обробки ферментами тканина, а саме її волокна, менше пошкоджується.

Серед досліджуваних ферментів найкращі результати дає обробка в розчині лужної протеази.

Для отримання чіткого уявлення про поверхневий стан волокна після обробки різними розчинами були зроблені фотознімки волокон вовни після кожного етапу обробки. Результати наведені на рис. 1-12.



Рис 1. Волокно хусткової тканини без обробки



Рис 2. Волокно хусткової тканини після прання в розчині 1

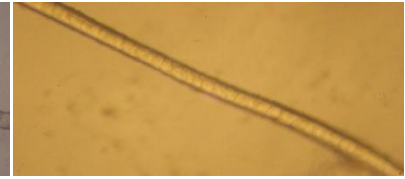


Рис 3. Волокно хусткової тканини після звалювання в розчині 1

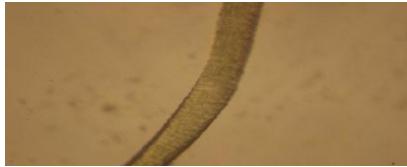


Рис 4. Волокно хусткової тканини після звалювання в розчині 2

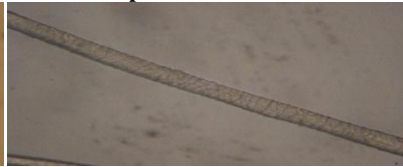


Рис 5. Волокно хусткової тканини після звалювання в розчині 3

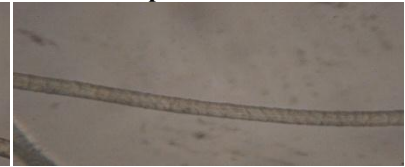


Рис 6. Волокно хусткової тканини після звалювання в розчині 4



Рис 7. Волокно суконної тканини без обробки



Рис 8. Волокно суконної тканини після прання в розчині 1



Рис 9. Волокно суконної тканини після звалювання в розчині 1

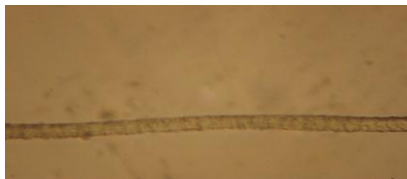


Рис 10. Волокно суконної тканини після звалювання в розчині 2



Рис 11. Волокно суконної тканини після звалювання в розчині 3



Рис 12. Волокно суконної тканини після звалювання в розчині 4

Як видно з наведених фотографій, після обробки тканини у мильно-содовому розчині (рис. 2, 3, 8, 9) волокно більше пошкоджується, луска сколюється, на волокнах видно ділянки з розірваною поверхнею. Після обробки ферментом волокно більше розкривається, але без сколювання луски. Найбільше це видно при обробці тканини лужною протеазою (рис. 4, 10).

Висновки

В результаті проведеної роботи була розроблена технологія обробки ферментами вовняних тканин, що дозволяє:

знизити зсідання вовняної тканини в процесі валки в 1,2 - 1,3 рази у порівнянні з класичною технологією;

знизити повітропроникність вовняної тканини на 15 %;

підвищити міцність та еластичність тканини на 16 – 30 %;

підвищити стійкість тканини до стирання на 8 – 12 %;

знизити ступінь пошкодження вовняного волокна на 5 - 7%.

Встановлено що в результаті обробки ферментами підвищується інтенсивність і рівномірність забарвлення тканини. Це відкриває перспективи зниження браку при фарбуванні барвниками, що швидко вибираються.

Список використаної літератури

1. Бородиня О. Актульні проблеми легкої промисловості // Легка промисловість. – 2003. - №1. - С. 4-5.

2. Ірклеї В.М., Іщенко О.В., Вавринюк О.С. Розвиток текстильних матеріалів // Вісник КНУТД. – 2005. - №5 (25). - Т.2. - С. 113-116.
3. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. -М, Т.1-3, РЗИТЛ, 2001, - 274 с.
4. Отделка и крашение шерстяных тканей: Справочник/ под общ. ред. В.Л. Молокова. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 264 с.
5. Шиканова И.А. Технология отделки шерстяных тканей. – М.: Лёгкая и пищевая пром., 1983. - 352 с.
6. Козина З.Ю., Горбачева И.Н., Суворова Е.Г., Сухова Л.М. Методы получения текстильных материалов со специальными свойствами. – М.: Легпромиздат, 1988. – 112 с.
7. Глубіш П.А., Добровольский С.А. Підвищення якості обробки текстильних матеріалів. – К.: Техніка, 1994. –162 с.
8. Морыганов А.П., Захаров А.Г., Живетин В.В. Перспективы полимерных материалов для химико-текстильного производства // Рос. Хим. ж.(Ж. Рос. Хим об-ва им. Д.И. Менделеева).- 2002.- т. XLVI.- №1.- С. 58-66.
9. Чешкова А.В. Ферменты и технологии для текстиля, моющих средств, кожи, меха: Учебное пособие. – Иваново, 2007. – 280 с.
10. Механическая технология текстильных материалов: учебник для вузов/ Севастьянов А.Г., Осьмин Н.А., Щербаков В.П. и др. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 512 с.