

## Ступінь тиксотропного відновлення полімерних систем

Полімерна система	Ступінь тиксотропного відновлення структури при концентрації клейового компонента (г·л <sup>-1</sup> ), %		
	40	50	60
ПВС	85,11	87,32	88,55
Крохмаль	73,64	79,21	82,43
Крохмаль + квасці	80,54	83,16	85,27
Крохмаль + каолін	79,98	83,03	86,01

## Висновки

При додаванні до крохмальних клейстерів квасців та каоліну в кількості 0,5 % від маси крохмалю системи не структуруються, і не збільшується їхня в'язкість у порівнянні з традиційними крохмальними гелями. При цьому на 10–15 % підвищується ступінь тиксотропного відновлення систем, що є сприятливим для формування кількісного та якісного приклею на нитці основи при напруженнях зсуву, що наявні при шліхтуванні, та для ефективного проведення процесу шліхтування на високих швидкостях.

## Література

1. Ткачук Г. С. Поверхневі явища та гіроскопічні властивості нових шліхтувальних композицій / Г. С. Ткачук, В. Ю. Щербань // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2009. – № 2/5 (38). – С. 10–14.
2. Ткачук Г. С. Колоїдно-хімічні та реологічні властивості шліхти для бавовняних основ / Г. С. Ткачук // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – Технічні науки. – № 2.
3. Хасанов М. М. Нелинейные и неравновесные эффекты в реологически сложных средах / М. М. Хасанов, Г. Т. Булгакова. – М. – Ижевск : изд-во Института компьютерных исследований. – 2003. – 288 с.
4. Инструкция по эксплуатации ротационного вискозиметра «Rheotest-2». – 1988. – 16 с.
5. Ткачук Г. С. Реологічні властивості крохмально-каолінових систем / Г. С. Ткачук, В. Ю. Щербань // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2009. – № 3/5 (39). – С. 9–11.
6. Оников Э. А. Технология, рентабельность и оборудование ткацкого производства / Э. А. Оников – Практическое пособие-справочник. – М. : Текстильная промышленность. – 2003. – 420 с.

Надійшла 4.5.2010 р.

УДК 677.31.02

Ю.Г. САРИБЕКОВА, А.В. ЕРМОЛАЕВА, С.А. МЯСНИКОВ

Херсонский национальный технический университет

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СПОСОБОВ МОДИФИКАЦИИ ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Проведено аналіз фізико-хімічних методів модифікації вовняного волокна. Розглянуті критерії оцінки впливу електророзрядної нелінійної об'ємної кавітації на фізико-механічні властивості вовняного волокна. Показано, що найбільш ефективним і перспективним методом модифікації поверхні волокна є електродідралічний удар.*

*The analysis of physical and chemical methods of modification of woolen fibre is conducted. The criteria of estimation of influence of electro-bit nonlinear volume cavitation are considered on physical and chemical properties of woolen fibre. It is rotined that the most effective and perspective method of modification of fibre surface is an electro-hydraulic blow.*

Ключові слова: шерстяне волокно, модифікація.

Шерсть – совершенно особое текстильное волокно, обладающее уникальной химической и физической структурой. Из существующих в природе волокон, шерстяное волокно имеет наиболее сложную структуру, что позволяет создавать из шерсти весь ассортимент текстильных материалов – от самых легких и тонких камвольных тканей до очень тяжелых ковров и плотных фетров.

Изучив химический состав и структуру волокна шерсти, можно сделать вывод, что изделия, изготовленные из шерстяных текстильных материалов, обладают небольшой прочностью, значительным удлинением, усадкой, свойлачиваемостью, что приводит к быстрой потере формы одежды в процессе эксплуатации.

Добиться улучшения технологических и эксплуатационных характеристик изделий из шерстяных текстильных материалов возможно за счет модификации механических и физических свойств волокна.

Традиционные методы модификации текстильных материалов в основном осуществляются с

применением химических веществ, что позволяет в определенной степени улучшить технологические и потребительские свойства.

К этим способам относятся окислительные обработки, такие как хлорирование водными растворами гипохлорита натрия, газообразным хлором, хлорсодержащими органическими веществами, хлорирование в среде органических растворителей, действие перманганата, озона.

Достоинствами данных методов являются простота их применения и внедрения.

Однако у этих способов есть общий недостаток: действие окислителей с целью предотвращения свейлачивания приводит к повреждению волокна и снижению его физико-механических показателей [1].

В последние годы производители текстильной продукции все большее внимание уделяют безопасным биохимическим (ферментативным) методам модификации поверхности волокон, проходящим без существенного нарушения их структуры и прочностных характеристик [2-4].

В связи с бурным развитием современной микробиологической науки, успехами в производстве биологически активных препаратов возникает научная и практическая необходимость создания биотехнологий для текстильной промышленности, пригодных для реализации на действующем оборудовании, на основе имеющейся сырьевой базы.

Ферментативные технологии подготовки шерстяных материалов базируются не только на индивидуальном применении протеаз или липаз, но и на их комбинаций с традиционными технологиями, что в целом повышает экономичность и экологичность процессов. Учитывая большое разнообразие ферментативных препаратов и широкую возможность их сочетания, как с ферментами различной природы, так и химическими реактивами, возникает необходимость более полного исследования совместимости ферментов и современных ТВВ в конкретных технологических режимах применительно к отечественному производству с учетом особенностей аппаратного оформления и качества исходного сырья.

Однако большинство авторов, исследующих процесс модификации поверхности волокна ферментами, отмечают, что условия проведения процесса строго ограничены, поскольку ферментативная обработка существенно повышает растворимость шерсти в щелочной среде [4-6], и такая модификация сопряжена с деструкцией биополимера, а также потерей им прочностных свойств.

Из литературных источников [5-7] известны способы ферментативной обработки в сочетании с нетрадиционными способами обработки шерсти, основанными на использовании ультразвука, надкритических жидкостей, плазмы. Однако необходимо отметить явное преобладание зарубежных исследований по данному вопросу и ограниченность использования разработок в области применения ферментов в отечественной практике, что является большим недостатком.

В настоящее время одними из перспективных направлений модификации поверхности волокон признаются методы, основанные на применении различных физико-химических эффектов, использующих внутренние и внешние источники энергии. Все большее внимание уделяется электрофизическим методам модификации, как наиболее эффективным, экономичным и экологически безопасным [8]. К ним относятся воздействие электромагнитным полем, лучом лазера, плазмой газового разряда (дуговой, тлеющей, барьерной и др.).

Возможность использования электрического разряда для модификации шерстяного волокна была установлена в 1959 г. После такой обработки шерстяное волокно быстрее окрашивается, улучшаются его прядильные свойства, снижается валкоспособность и способность к усадке [9].

В настоящее время наибольших успехов в продвижении плазмохимической технологии и выпуска оборудования, предназначенного для модификации материалов любых типов и назначения, достигла итальянская фирма Mascioni SpA и НТР *UnitexSpA*. Она производит оборудование и осуществляет обработку плазмой текстильных материалов в соответствии с требованиями заказчиков, а также представляет технологию отделки на широкой промышленной основе [10].

В России так же накоплен большой опыт практического промышленного использования плазменной технологии для обработки шерстяных тканей при подготовке их под печать активными и кислотными красителями. В ОАО «Павлопосадские шали» с 1991 года работает несколько промышленных установок для обработки шерстяных тканей в плазме тлеющего разряда при пониженном давлении. Плазмохимическая технология используется взамен операции хлорирования. Для придания высокой смачиваемости шерстяную ткань обрабатывали раствором гипохлорита натрия. Внедрение плазменной технологии позволило решить проблемы, связанные с транспортировкой и хранением жидкого хлора, утилизацией ядовитых стоков [11]. Однако плазменная технология имеет ряд существенных недостатков:

- обработка волокна кислородной плазмой приводит к деструкции волокна шерсти за счет окисления, обусловленного высокой химической активностью кислорода;
- сложность технологического исполнения оборудования.

Проанализировав состояние научно-исследовательских работ отечественных и зарубежных авторов [2-11, 15] за последние десятилетия, которые проводились в данном направлении, мы пришли к выводу, что ни один из предлагаемых методов модификации поверхности волокна не был реализован до конца и не нашел своего широкого практического применения.

В связи с этим нами была начата работа по разработке инновационного способа модификации поверхности шерстяного волокна, обеспечивающей получение экологически чистой, экономически конкурентоспособной качественной готовой продукции.

Целью данной работы являлось определение возможности применения электроразрядной нелинейной

объемной кавитации (ЭРНОК) для модификации шерсти, позволяющей сообщить ряд дополнительных положительных свойств волокнам.

Об эффективности воздействия ЭРНОК на шерстяное волокно можно судить по результатам предварительных исследований, представленных в ранее опубликованных работах [12, 13].

Исследования проводили на полутонкой шерсти 58 качества, I класса. Воздействию ЭРНОК подвергались образцы шерсти, предварительно подготовленные по предложенной технологии на основе электроразрядной обработки (ЭРО) [13], с использованием разработанной нами моющей композиции [14].

Оценку степени модификации поверхности шерстяного волокна осуществляли комплексно по следующим показателям: истинная длина, тонины, степень извитости, свойлачиваемость, разрывная нагрузка. Полученные нами результаты эксперимента сравнивались с известными теоретическими и экспериментальными данными зарубежных авторов.

Данные, характеризующие влияние способа модификации на физико-механические свойства шерсти, представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Влияние способа модификации на комплекс физико-механических свойств шерсти**

Способ модификации	Истинная длина, мм	Тонина, мкм	Степень извитости, %	Свойлачиваемость, ·10 <sup>-3</sup> г/см <sup>3</sup>	Разрывная нагрузка, сН/текс
-	142	26,0	8,7-9,9	1,35	8,80
Химическая модификация *					
Хлорирование	101	22,2	13,1	0,38	8,40
Щелочная валка	82	17,8	10,4	7,40	5,97
Биохимическая модификация *					
Эверлаза	104	19,2	18,6	2,26	4,50
Савиназа	79	18,3	20,5	2,45	4,10
Щелочная протеаза	119	20,5	10,0	1,14	8,31
Протосубтилин	116	20,5	17,1	1,45	8,02
Алкалаза	79	22,1	17,9	1,66	4,50
Амилоризин	79	23,2	17,2	1,37	8,40
Физическая модификация					
Электроразрядная обработка	138	24,8	10,1	0,52	8,60

\* – Литературные данные [1, 3, 4, 15].

Анализируя данные табл. 1, можно отметить, что в зависимости от применяемого способа обработки достигается различная степень модификации шерстяных волокон.

Известно, что в результате применения химических способов происходит модификация поверхностного (чешуйчатого) слоя волокон шерсти с целью придания ей малоусадочности и снижения валкоспособности [1]. Так, обработка шерсти хлорирующими агентами способствует снижению свойлачиваемости на 71,6 % за счет значительного повреждения чешуек волокон. Такой способ модификации характеризуется направленным воздействием лишь на поверхность волокон, что позволяет сохранить прочность шерсти (снижение разрывной нагрузки на 4,5 % соответствует требованиям ГОСТ 20269 – 93). Щелочная валка приводит к значительной усадке волокон шерсти (на 42,3 %) и снижению разрывной нагрузки на 32,2 %, что является причиной комплексного химического и механического воздействия на волокна шерсти.

Анализ данных табл. 1, характеризующих влияние биохимической обработки на физико-механические свойства шерсти, показывает, что применение ферментов для модификации шерстяных волокон может быть сопряжено со значительным повреждением внутренних слоев волокна и, как следствие, снижением разрывной нагрузки до 53,4 %.

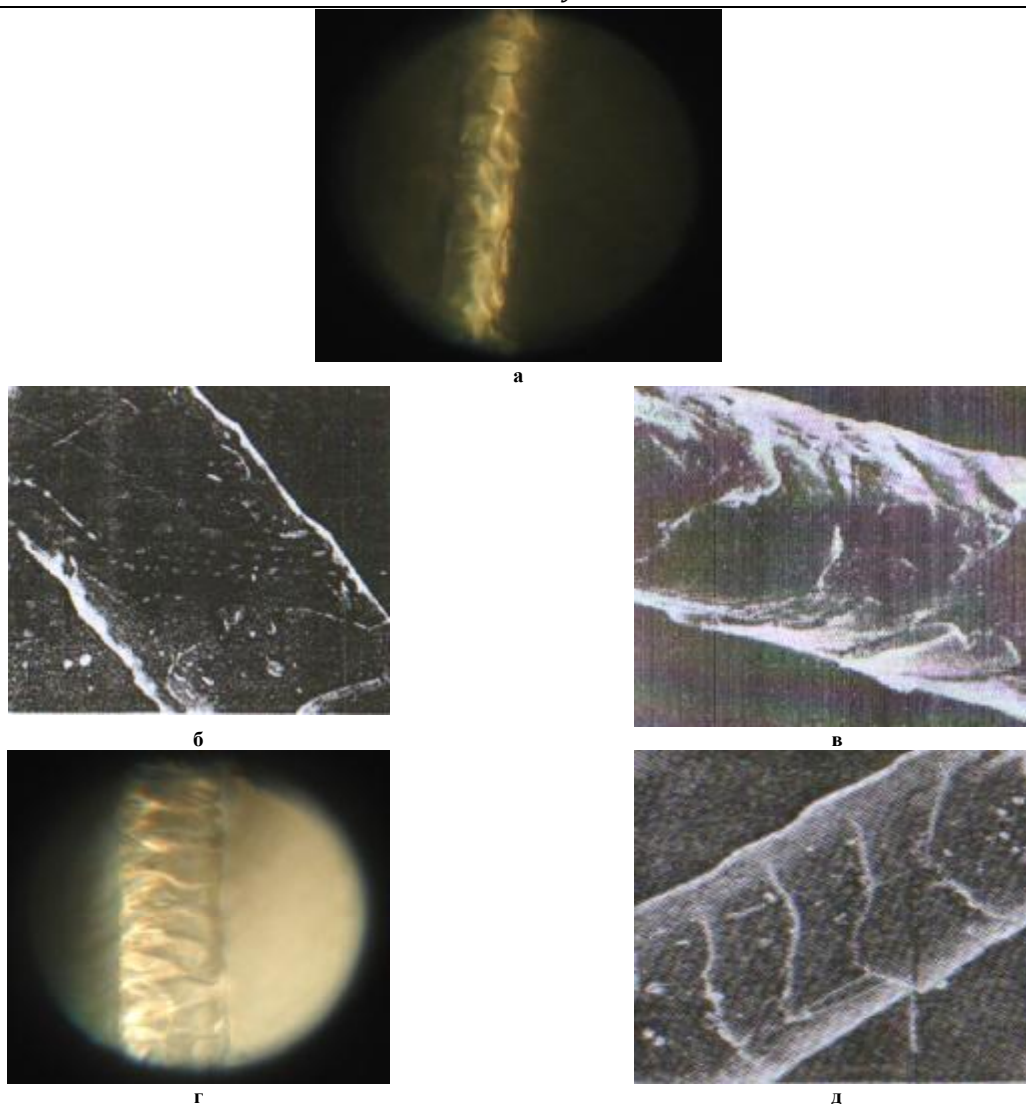
Анализ физико-механических свойств, сообщаемых шерсти после ЭРО, выявил отличительные особенности воздействия этого метода от действия хлорирующих агентов, щелочной валки и ферментов (табл. 1). Так, модификация волокна посредством метода ЭРО способствует снижению свойлачиваемости шерсти на 62 % при сохранении исходной длины, тонины и прочности волокон.

Известно также использование плазменной обработки тканей с целью модификации волокон шерсти [1, 7, 9, 10], однако данные, характеризующие применение ее на стадии подготовки шерстяного волокна, отсутствуют.

Наглядное подтверждение модификации поверхностного (чешуйчатого) слоя волокна шерсти может быть получено на основе микроскопических исследований.

Для получения микрофотографий поверхности шерстяных волокон нами использовался микроскоп МИМ-10, который дает возможность наблюдать рельефное изображение поверхности исследуемого материала.

Полученные снимки шерстяных волокон представлены на рис. 1.



**Рис. 1.** Микрофотографии поверхности шерстяного волокна: а) необработанное шерстяное волокно; б) шерстяное волокно после хлорирования [1]; в) шерстяное волокно, обработанное ферментами (Эверлазой) [15]; г) шерстяное волокно, промытое с помощью ЭРО; д) шерстяное волокно, обработанное воздушной плазмой [1].

Микрофотография структуры поверхности необработанного образца (рис. 1а) показывает, что поверхность волокна рельефная, свободные края чешуек кутикулы отделяются от поверхности.

Снимок поверхности хлорированного образца, представленный на рис. 1 б, является наглядным подтверждением происходящего в большей или меньшей степени разрушения поверхности чешуйчатого слоя, т.е. эпикутикулы и, вероятно, экзокутикулы [1].

Анализируя полученные снимки волокон, модифицированных ферментами, ЭРО и плазмой (рис. 1 в, г, д), можно сделать вывод, что микроструктура поверхности волокон существенно не отличается и характеризуется частичным разрушением чешуйчатого слоя.

Таким образом, использование физических методов воздействия, в частности ЭРО, на поверхность волокон шерсти представляет определенный интерес, поскольку наряду со снижением свойлачиваемости позволяет сохранить комплекс физико-механических и технологических свойств шерсти. Кроме того, применение ЭРО на стадии подготовки шерсти дает возможность значительно сократить количество потребляемых химматериалов и воды [12, 13].

Выводы. Подводя итог проведенной работы, можно утверждать, что физические и физико-химические способы интенсификации, используемые в текстильной промышленности, приобретают все большую практическую значимость. Нами установлено, что электроразрядная обработка является перспективным способом интенсификации процесса промывки шерсти, позволяющим получить модифицированную мытую шерсть с улучшенными свойствами и одновременно снизить материалоемкость технологического процесса.

Таким образом, ЭРО – один из наиболее эффективных и экологически безопасных способов модификации поверхности шерстяных волокон с ограниченным действием на более глубокие их слои.

1. Новорадовская Т.С. Химия и химическая технология шерсти. / Новорадовская Т.С., Садова С.Ф. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 200 с.
2. Текстильные биохимические технологии – сегодня и завтра: сб. тез. докл. III Конгресса химиков-текстильщиков и колористов. – М., 2000. – С. 65.
3. Биохимические технологии подготовки текстильных материалов из натуральных волокон // Биотехнология в текстильной индустрии: материалы симпозиума. – Португалия, 2000. – С. 279.
4. Пехташева Е.Л., Неверов А.Н., Викулова Н.К., Синицин Н.М. Влияние микроорганизмов на изменение структуры волокон шерсти / Пехташева Е.Л., Неверов А.Н., Викулова Н.К., Синицин Н.М. // «Прогресс – 2000»: материалы межд. научно-техн. конф. – Иваново, 2000. – С. 172.
5. Новорадовский А. Применение ферментов концерна «Клариант» в отделке текстильных материалов // Текстильная химия. – 1998. – № 2. – С. 73-84.
6. Николаев А. Энзимы фирмы Новонордиск для текстильной промышленности // Текстильная химия. – 1998. – № 2 (14). – С. 65-67.
7. Takagishi T., Hayashi N., Morimoto K., Tahara M. Shrink proofing of wool fabrics by Pulse Corona Discharge and Enzymes // 19-th IFATCC Congress. – Paris, 2002.
8. Разработка научных основ и промышленного освоения новых технологий, направленных на повышение конкурентоспособности продукции шерстяной и смешанных отраслей текстильной и легкой промышленности: сборник научных трудов / [под ред. Разумеева К.Э.]. – М.: Оргсервис, 2006. – 236 с.
9. Беляев Н.Н. Модификация шерстяных и химических волокон обработкой низкотемпературной плазмой / Н.Н. Беляев // Текстильная промышленность. – М., 1983. – № 53.
10. Обработка текстильных материалов плазмой // *VivianiFabio, Riv. techol. Tess.* – 2003. – № 3. – С. 110-116.
11. Шевелева И.А. Оценка модифицирующего действия липосом на шерстяное волокно / Шевелева И.А., Белокурова О.А., Щеглова Т.Л., Заведская А.Е. // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2005. – № 1. – С. 58-60.
12. Ермолаева А.В. Интенсификация первичной обработки шерсти на основе метода электроразрядной нелинейной объемной кавитации / А.В. Ермолаева, Ю.Г. Сарибекова // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2006. – № 3 (26). – С. 50-53.
13. Ермолаева А.В. Обоснование выбора двухстадийной технологии обработки шерсти на основе метода электроразрядной нелинейной объемной кавитации и оптимизация ее параметров / А.В. Ермолаева, Ю.Г. Сарибекова, С.А. Мясников // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 1. – С. 111-114.
14. Кулаков О.І. Розробка мийних засобів для первинної обробки вовни на основі поверхнево-активних речовин вітчизняного виробництва / О.І. Кулаков, А.В. Ермолаєва, Ю.Г. Сарібєкова // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – № 6. – С. 80-84.
15. Чешкова А.В. Ферментативная модификация природных волокнообразующих полимеров на различных стадиях подготовки текстильных материалов: Дис.... д-ра техн. наук: 05.19.02 / А.В. Чешков – Иваново, 2006. – 338 с.

Надійшла 5.5.2010 р.

УДК 667.637.4: 666.3.135

І.В. ЄМЧЕНКО, О.І. МАРТИНЮК

Львівська комерційна академія,  
Луцький національний технічний університет

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ НАНОТЕХНОЛОГІЙ У РОЗРОБЛЕННІ СУЧАСНИХ СКЛАДІВ БІО- ТА ВОГНЕСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ

*У статті розглянуто сучасні методи одержання захисних покриттів для підвищення зносостійкості целюлозовмісних матеріалів. Встановлені закономірності впливу складу покриття на захисні властивості матеріалів.*

*In the article the modern methods of receipt of sheeting are considered for the increase of wear resistance of cellulose materials. The regularities of influence of coverage's composition on protective properties of materials are established.*

Ключові слова: нанотехнології, текстильні матеріали, вогне- і біозахист, силіційорганічні сполуки, композиції.

### Вступ

Незважаючи на достатньо великі обсяги випуску, на сьогодні існує потреба у текстильних матеріалах з покращеними захисними властивостями, зокрема такими як термо- і вогнезахисними, гідрофобними, масло- і брудовідштовхуючими, біоцидними, і в той же час недорогих. На даний час це може