

## ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ І ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 677.027.2

Т.С. АСАУЛЮК, О.Я. СЕМЕШКО, Ю.Г. САРИБЕКОВА

Херсонський національний технічний університет

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БЕЛЕНИЯ ГРУБОГО ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ

*В данной работе определены особенности проведения беления модифицированного электроразрядной нелинейной объемной кавитацией грубого шерстяного волокна путем изучения влияния основных параметров процесса на качественные показатели отбеленной шерсти. Установлено, что модифицированное грубое шерстяное волокно в меньшей степени подвергается окислительной деструкции при высоких температурах отбелительной ванны, в отличие от полутонкой шерсти. Доказано, что предварительная электроразрядная обработка грубого шерстяного волокна обуславливает увеличение устойчивости к гидролизу отбеленной шерсти, что будет способствовать повышению эффективности последующего крашения.*

*Ключевые слова:* грубое шерстяное волокно, беление, модификация, электроразрядная обработка, кавитация.

Т.С. АСАУЛЮК, О.Я. СЕМЕШКО, Ю.Г. САРИБЕКОВА

Херсонський національний технічний університет

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИБІЛЮВАННЯ ГРУБОГО ВОВНЯНОГО ВОЛОКНА З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОЇ ОБРОБКИ

*В даній роботі визначені особливості проведення вибілювання модифікованого електророзрядною нелінійною об'ємною кавітацією грубого вовняного волокна шляхом дослідження впливу основних параметрів процесу на якісні показники вибіленої вовни. Встановлено, що модифіковане грубе вовняне волокно в меншій мірі піддається окисній деструкції при високих температурах вибілювальної ванни, на відміну від напівтонкої вовни. Доведено, що попередня електророзрядна обробка грубого вовняного волокна обумовлює збільшення стійкості до гідролізу вибіленої вовни, що буде сприяти підвищенню ефективності подальшого фарбування.*

*Ключові слова:* грубе вовняне волокно, вибілювання, модифікація, електророзрядна обробка, кавітація.

T.S. ASAULYUK, O.J. SEMESHKO, J.G. SARIBEKOVA

Kherson National Technical University

### STUDY OF THE PROCESS OF BLEACHING COARSE WOOL FIBER WITH THE USE OF ELECTRICAL DISCHARGE TREATMENT

*The features of the bleaching of a coarse wool fiber modified by an electrical discharge nonlinear bulk cavitation by studying the influence of the main process parameters on the quality indicators of bleached wool were determined in this paper. It is established that the modified coarse wool fiber is less exposed to oxidative degradation at high temperatures of the bleaching bath, in contrast to the semi-fine wool. It is proved that preliminary electrical discharge treatment of coarse wool fiber causes an increase in resistance to hydrolysis of bleached wool, which will contribute to an increase in the efficiency of subsequent dyeing.*

*Keywords:* coarse wool fiber, bleaching, modification, electrical discharge treatment, cavitation.

#### Постановка проблеми

Шерстяное волокно представляет собой природный композиционный материал, который является ценным сырьем для изготовления широкого ассортимента текстильных материалов. В отличие от волокон растительного происхождения, шерсть имеет очень сложную гистологическую структуру и химический состав. Специфические физико-механические свойства шерсти существенно зависят от всех уровней ее структурной организации, а также от морфологии волокна.

На сегодняшний день отечественная шерсть, значительную часть которой составляет грубая, не способна покрыть потребности текстильных предприятий Украины, что приводит к необходимости импортировать дорогостоящее сырье за рубежом.

Изменение физико-механических и химических свойств низкосортного украинского шерстяного сырья с помощью инновационных технологий отделки приведет к снижению пилингуемости, повышению устойчивости к усадке и увеличению крашываемости изготавливаемой шерстяной ткани. Новые методы обработки шерсти позволят решить проблему импортозамещения и выпускать высококачественные шерстяные текстильные материалы различного назначения со сниженной себестоимостью.

#### **Анализ последних исследований и публикаций**

В процессе отделки шерсть подвергается воздействию окислителей отбелочной ванны, что приводит к значительному повреждению белковой структуры волокна и впоследствии обуславливает снижение его прочностных свойств, а также повышение свойлачивания. Это негативно сказывается на эффективности дальнейшей переработки отбеленной шерсти и на качестве готовых изделий.

С целью минимизирования негативного воздействия окислителей на шерстяное волокно в настоящее время проводится разработка различных способов интенсификации процесса беления шерсти: биологических, физических и физико-химических [1].

Традиционно беление шерсти осуществляют с применением пероксида водорода в щелочной среде [2, 3]. Анализ научно-исследовательской информации [4–7] показал, что эффективность беления пероксидом водорода может быть повышена в присутствии протеолитических ферментов в отбелочной ванне. Однако применение энзимных технологий в белении шерстяных текстильных материалов имеет строгие ограничения условий проведения процесса, поскольку ферментативная обработка существенно снижает прочностные свойства отбеленной шерсти за счет повреждения кутикулы волокна. К недостаткам применения данных интенсификаторов можно также отнести их высокую стоимость и неуниверсальность.

Известно применение ультразвука в качестве предварительной обработки шерсти перед белением для ускорения гетерогенных процессов в жидкой фазе [8]. Отмечается, что ультразвуковая обработка вызывает некоторое пожелтение шерсти предположительно из-за воздействия гидроксильных радикалов, образующихся под влиянием ультразвуковой кавитации.

Перспективным направлением является разработка совмещенных процессов беления шерсти с различными способами модификации волокна для повышения функциональности и конкурентоспособности выпускаемых отбеленных текстильных материалов [9].

Авторами установлено [10, 11], что применение электроразрядной обработки в качестве способа поверхностной модификации шерстяного волокна способствует повышению его механической прочности и устойчивости к гидролизу вследствие образования новых поперечных связей в кератине. Кроме того, наряду с повышением извитости модифицированное воздействием электроразрядной нелинейной объемной кавитации (ЭРНОК) шерстяное волокно приобретает свойство малосвойлачивания.

На основании полученных экспериментальных данных исследования процесса беления модифицированного полутонкого шерстяного волокна [12] можно заключить, что предварительное применение ЭРНОК позволяет снизить степень повреждения кератина шерсти при высоких температурах отбелочной ванны, а также повысить степень белизны полутонкого шерстяного волокна при низкотемпературных режимах беления.

Установленные факты позволяют предположить, что предварительная электроразрядная обработка грубого шерстяного волокна позволит не только максимально сохранить ценные свойства шерсти в процессе беления, но и получить отбеленный материал высокого качества с улучшенными технологическими и эксплуатационными характеристиками.

Таким образом, исследования, направленные на разработку технологии беления грубой шерсти с применением ЭРНОК с целью повышения качества готовой продукции и снижения ее себестоимости за счет использования дешевого сырья, являются актуальными.

#### **Формулировка целей исследования**

В связи с вышеизложенным, цель данной работы заключалась в исследовании процесса беления модифицированного ЭРНОК грубого шерстяного волокна.

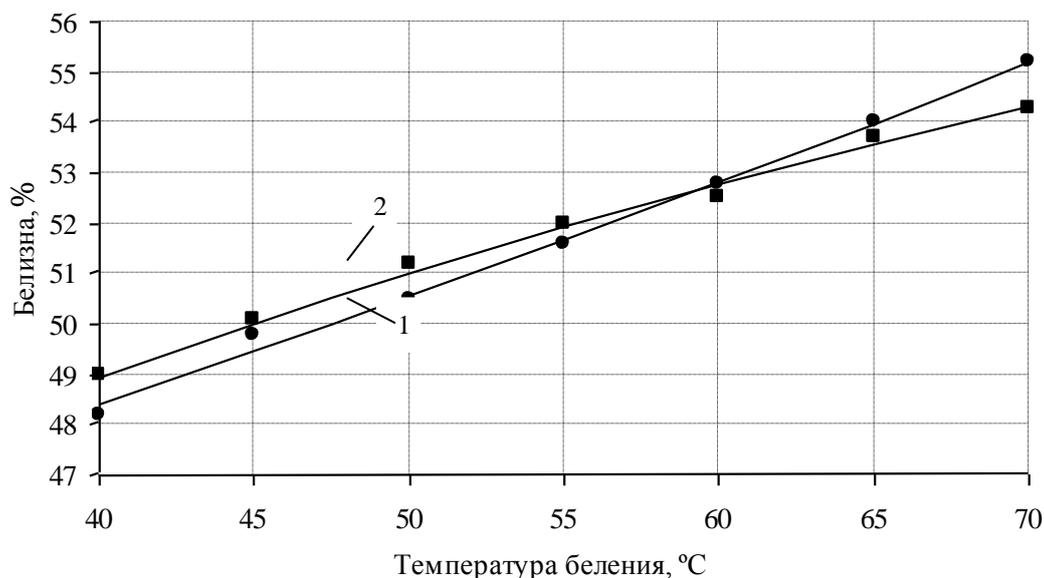
#### **Изложение основного материала исследования**

Для оценки влияния предварительной электроразрядной обработки грубого шерстяного волокна на процесс беления было изучено изменение качественных показателей отбеленной грубой шерсти. Критериями оценки качества отбеленного шерстяного материала являются белизна, а также степень повреждения кератина шерсти при белении.

Установлено, що оптимальна продовжителюсть електроразрядной обработки грубого шерстяного волокна, при которой достигается необходимый эффект модификации грубой шерсти, составляет 120 с [13].

Последующее беление грубого шерстяного волокна проводили в интервале температур от 40 до 70°C в течение 120 мин при модуле ванны 1:20 и pH 8–8,5 в растворе следующего состава (г/л): пероксид водорода (30%-ный) – 30; силикат натрия – 3.

Влияние температуры отбелюющей ванны на степень белизны необработанного грубого шерстяного волокна и волокна, предварительно подвергнутого воздействию ЭРНОК, показано на рис. 1.



**Рис. 1.** Влияние температуры беления на степень белизны грубой шерсти:

1 – необработанное волокно:  $y = 40,6199e^{0,0044x}$ ,  $S = 0,1791$ ,  $r = 0,9978$ ;

2 – модифицированное волокно:  $y = 24,6030x^{0,1864}$ ,  $S = 0,1931$ ,  $r = 0,9959$

Согласно полученным данным (рис. 1) показатель белизны для обоих образцов шерсти возрастает во всем интервале температур. Максимальная степень белизны наблюдается при 70°C и составляет 55,2% для необработанного грубого волокна и 54,3% для модифицированной грубой шерсти, в отличие от полутонкого волокна, которое при данной температуре беления приобретает желтоватый оттенок [12]. Этот факт указывает на то, что, ввиду особенностей гистологического строения, грубое шерстяное волокно в меньшей степени подвергается окислительной деструкции с образованием окрашенных продуктов распада кератина по сравнению с полутонким. Таким образом, можно заключить, что модифицированную ЭРНОК грубую шерсть допустимо отбеливать при более высоких температурах без ухудшения белизны.

На следующем этапе работы было проведено исследование влияния температуры отбелюющей ванны, а также предварительной электроразрядной обработки на степень повреждения грубого шерстяного волокна в процессе беления, которую оценивали по растворимости в гидроксиде натрия и мочевино-гидросульфитном реагенте (МГР) [14]. Результаты определения щелочной растворимости отбеленной шерсти представлены на рис. 2.

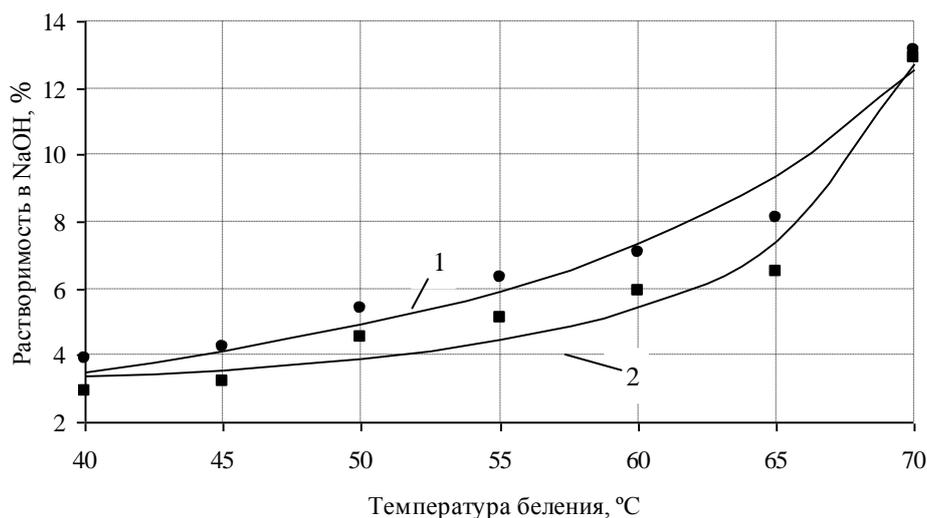


Рис. 2. Влияние температуры беления на щелочную растворимость грубой шерсти:

1 – необработанное волокно:  $y = \frac{1}{1,6394 - 0,3671 \ln x}$ ,  $S = 0,7082$ ,  $r = 0,9786$ ;

2 – модифицированное волокно:  $y = \frac{870,7172 + 4,4239x}{1 + 16,2765x - 0,2138x^2}$ ,  $S = 0,8790$ ,  $r = 0,9828$

Анализ полученных данных (рис. 2) показал, что в интервале температур от 40 до 65°C щелочная растворимость грубого шерстяного волокна после электроразрядной обработки ниже, чем необработанного. Данный факт свидетельствует о высокой устойчивости полипептидных цепей модифицированного волокна к гидролизу. Причиной повышения устойчивости кератина к действию щелочей является образование новых поперечных связей в процессе модификации согласно с предполагаемым механизмом воздействия ЭРНОК на шерсть [15]. Повышение температуры отбелочной ванны до 70°C приводит к резкому повышению данного показателя для обоих образцов шерсти, что свидетельствует об увеличении количества коротких пептидов в результате окислительной деструкции кератина.

Экспериментальные данные определения растворимости отбеленной грубой шерсти в МГР показаны на рис. 3.

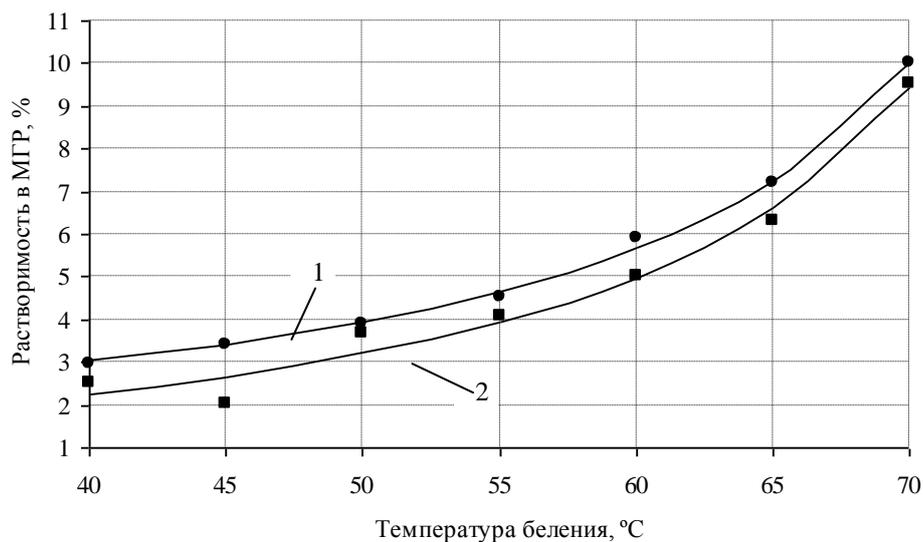


Рис. 3. Влияние температуры беления на растворимость грубой шерсти в МГР:

1 – необработанное волокно:  $y = \frac{1}{-0,0077x + 0,6368}$ ,  $S = 0,1349$ ,  $r = 0,9988$ ;

2 – модифицированное волокно:  $y = \frac{1}{2,6982 - 0,6101 \ln x}$ ,  $S = 0,4063$ ,  $r = 0,9894$

Представленные на рис. 3 данные показывают, что растворимость в МГР для обоих образцов грубого шерстяного волокна равномерно возрастает с повышением температуры беления. Однако для модифицированной грубой шерсти данный показатель имеет меньшие значения по сравнению с необработанным волокном во всем исследуемом температурном диапазоне, что свидетельствует о наличии более прочных поперечных связей, вследствие комплексного физико-химического воздействия ЭРНОК.

На основании полученных результатов эксперимента можно заключить, что предварительная электроразрядная обработка грубого шерстяного волокна обуславливает повышение устойчивости к гидролизу отбеленной шерсти, что будет способствовать улучшению крашываемости шерстяного текстильного материала.

#### Выводы

Таким образом, установленные факты снижения степени повреждения кератина при достижении высоких показателей белизны в процессе беления грубого шерстяного волокна согласуются с результатами проведенных исследований на полутонкой шерсти и подтверждают эффективность применения ЭРНОК в качестве метода предварительной модификации шерстяного волокна с целью улучшения технологических и эксплуатационных характеристик отбеленной шерсти.

#### Список использованной литературы

1. Сафонов В.В. Интенсификация химико-текстильных процессов отделочного производства. Москва: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006. 405 с.
2. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов. Том 1. Москва: РосЗИТЛП, 2000. 436 с.
3. Karmakar S.R. Chemical Technology in the Pre-Treatment Processes of Textiles. Amsterdam: Elsevier Science, 1999. P.498.
4. Senthilkumar P., Vigneswaran C., Kandhavadi P. A Novel Approach in Single Stage Combined Bleaching and Protease Enzyme Treatments on Wool Fabrics // *Fibers and Polymers*. 2015. Vol. 16, Issue 2. P. 397–403. doi: 10.1007/s12221-015-0397-y
5. Ammayappan L. Application of Enzyme on Woolen Products for Its Value Addition: An Overview // *Journal of textile and apparel, technology and management*. 2013. Vol. 8, No. 3. P. 1–12.
6. Shan Y., Hua Y.K., Zhu R.Y. Research on wool bleaching with hydrogen peroxide and catalyzing with enzyme // *Journal of Tianjin Institute of Textile Science and Technology*. 2001. Vol. 20, No.1. P. 14–17.
7. Jovancic P., Joci D., Molina R., Julia M.R., Erra P. Shrinkage properties of peroxide-enzyme-biopolymer treated wool // *Textile Research Journal*. 2001. Vol. 71, No. 11. P. 948–953. doi: 10.1177/004051750107101103
8. McNeil S.J., McCall R.A. Ultrasound for wool dyeing and finishing // *Ultrasonics Sonochemistry*. 2011. Vol. 18, No. 1. P. 401–406. doi: 10.1016/j.ultsonch.2010.07.007
9. Johnson N.A.G., Russell I.M. *Advances in wool technology* Cambridge: Woodhead, 2009. P. 368.
10. Сарибекова Ю.Г., Семешко О.Я., Панасюк И.В., Матвиенко О.А., Сарибеков Г.С. Обоснование выбора электроразрядной обработки в качестве метода модификации шерстяного волокна // *Вестник Санкт-Петербургского университета технологий и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки*. 2013. № 2. С. 3–8.
11. Asauluk T., Semeshko O., Saribekova Y., Kunik A., Myasnykov S. Examining a change in the properties of coarse wool fiber under the influence of electrical discharge treatment // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Engineering technological systems*. 2017. Vol. 4, No. 1 (88). P. 50–55. doi: 10.15587/1729-4061.2017.108269
12. Асаулюк Т.С., Сарибекова Ю.Г., Семешко О.Я. Влияние предварительной электроразрядной обработки на сохранность шерсти в процессе беления // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки*. 2013. № 4. С. 16–18.
13. Асаулюк Т.С., Семешко О.Я., Куник А.Н., Сарибекова Ю.Г. Определение оптимальных параметров электроразрядной обработки грубого шерстяного волокна в процессе его модификации // *Вісник ХНТУ*. 2016. №4 (59). С. 50–55.
14. Садов Ф.И. *Лабораторный практикум по химической технологии волокнистых материалов*. Москва: Гизлегпром, 1963. 428 с.
15. Асаулюк Т.С., Семешко О.Я., Сарибекова Ю.Г. Механизм воздействия электрогидравлического эффекта на шерстяное волокно в процессе его модификации // *Вісник ХНТУ*. 2017. №1 (60). С. 86–91.