

УДК 677.027.2

АСАУЛЮК Т.С., СЕМЕШКО О.Я., САРІБЕКОВА Ю.Г.
Херсонський національний технічний університет

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОЇ ОБРОБКИ У ПРОЦЕСІ ВИБІЛЮВАННЯ ГРУБОЇ ПІГМЕНТОВАНОЇ ВОВНИ

Мета. Дослідити вплив попередньої електророзрядної обробки на ефективність вибілювання грубої пігментованої вовни.

Методика. Використані стандартизовані методики дослідження показників фізико-хімічних властивостей вовняного волокна.

Результати. В роботі наведені результати дослідження впливу основного технологічного параметру процесу протравного пероксидного вибілювання на показники білизни та ступеня пошкодження кератину вовни і визначено оптимальну концентрацію каталізатору. Встановлено покращення фізико-механічних властивостей вибіленого грубого пігментованого волокна після електророзрядної обробки.

Наукова новизна. Доведено, що застосування електророзрядної обробки дозволяє максимально зберегти міцнісні властивості вовняного волокна в процесі протравного пероксидного вибілювання.

Практична значимість. Отримані результати створюють передумови для розширення вітчизняної сировинної бази вовняної текстильної промисловості за рахунок використання інноваційного способу модифікації грубої пігментованої вовни.

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

Вступ. В Україні вовняна сировина, значну частину якої складає грубе волокно, не здатна задовольнити потреби текстильних підприємств. Окрім погіршених експлуатаційних властивостей, вовна грубошерстних порід овець, як правило, має природне забарвлення, обумовлене наявністю пігменту. При фарбуванні пігментованої вовни навіть у темні тони неможливо отримати яскраві забарвлення через накладання кольорів. Для розширення можливості отримання різноманітних забарвлень з високими колористичними показниками пігментовану вовну світлих тонів необхідно вибілювати.

Аналіз науково технічної інформації [1-6] показав, що велика кількість досліджень в області вибілювання пігментованої вовни спрямовані на підвищення білизни та механічної міцності вибіленого волокна. Недоліками існуючих технологій вибілювання можна вважати їх суміщення з екологічно небезпечними хімічними та енергоємними фізичними методами модифікації грубого вовняного волокна.

У зв'язку з цим пошук інноваційних економічно вигідних та екологічно чистих способів обробки грубої пігментованої вовни з метою покращення якості вибіленого волокна і підвищення конкурентоспроможності готових текстильних матеріалів є актуальним завданням.

Постановка завдання. За результатами проведених раніше досліджень вибілювання непігментованої вовни [7-9] було встановлено, що застосування електророзрядної обробки, яка супроводжується виникненням електророзрядної нелінійної об'ємної кавітації (ЕРНОК), в якості методу попередньої модифікації вовняного волокна дає можливість отримати вибілений матеріал високої якості, що має новий комплекс властивостей. На основі даного факту можна припустити, що застосування модифікованої за допомогою ЕРНОК вовни буде мати переваги також в технології вибілювання пігментованого волокна.

Враховуючи вище викладене, основним завданням є дослідження особливостей технології вибілювання грубої пігментованої вовни та встановлення впливу попередньої модифікації з використанням ЕРНОК на показники якості вибіленого волокна.

Результати дослідження. Для дослідження була використана промита груба вовна світло-сірого кольору у вигляді топсу, яка складається з пухових волокон білого кольору, перехідних та остевих волокон чорного кольору.

Вибілювання пігментованого вовняного волокна передбачає три стадії: протравлення, промивку, пероксидне вибілювання. Знебарвлення пігменту здійснюється шляхом застосування іонів металів (звичайно Fe^{2+}) в якості каталізаторів на стадії протравлення. Найважливішим параметром в даній технології вибілювання є концентрація протравного агенту, яка залежить від інтенсивності природного забарвлення вовни і визначає ступінь знебарвлення пігменту. Оскільки встановлено, що ЕРНОК не змінює хімічну структуру кератину [10], отже, не впливає на кількість пігменту у волокні, то оптимальна концентрація протравного агенту буде однаковою як для необробленої, так і для модифікованої вовни.

Підбір концентрації протравного агенту для досліджуваного вовняного волокна здійснювали шляхом варіювання концентрації $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ від 1 до 10 г/л. Якість вибіленої вовни оцінювали за показниками білизни та ступеня пошкодження кератину.

Результати визначення ступеня білизни вовняного волокна в залежності від концентрації протравного агенту представлені на рис. 1.

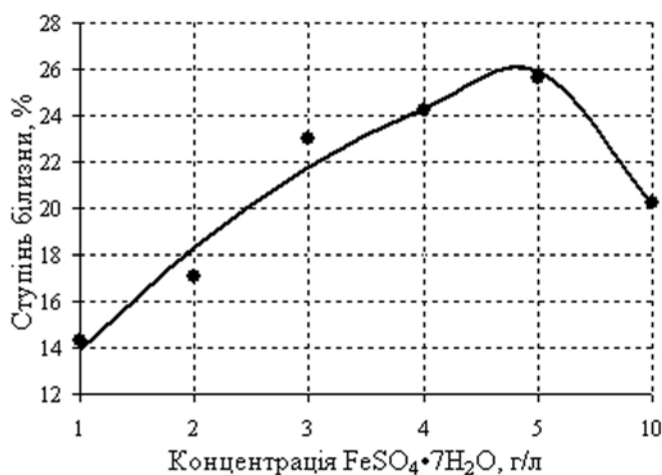


Рис. 1. Вплив концентрації протравного агенту на ступінь білизни грубої пігментованої вовни:

$$y = \frac{10,562 + 2,121x}{1 - 0,130x + 0,019x^2}, S = 1,0024, r = 0,9916.$$

Згідно з отриманими даними (рис. 1) ступінь білизни вовни підвищується зі збільшенням концентрації $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ до 5 г/л. Максимальний приріст білизни при цьому складає 14,8%. Подальше підвищення концентрації протравного агенту до 10 г/л призводить до зниження досліджуваного показника, що обумовлено значним пошкодженням кератину, яке супроводжується пожовтінням волокна.

Для оцінки ступеня пошкодження кератину були застосовані методи, засновані на зміні розчинності вовни у розчинах хімічних реагентів. Розчинність вовняного волокна у

розчині їдкого натру характеризує ступінь гідролізу основних поліпептидних ланцюгів. За розчинністю вовняного волокна у сечовино-гідросульфитному реагенті (СГР) можна судити про кількість поперечних зв'язків у кератині. Результати визначення розчинності вибіленого вовняного волокна представлені на рис. 2.

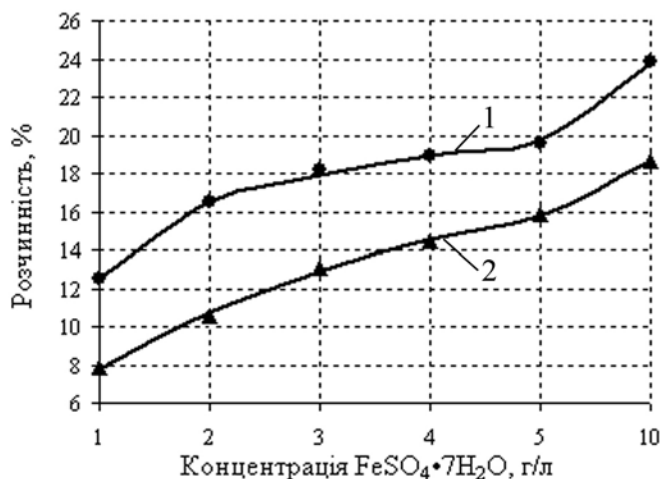


Рис. 2. Вплив концентрації протравного агента на розчинність вибіленої грубої пігментованої вовни в хімічних реагентах:

¹ – NaOH: $y = 8,649 + 5,746x - 0,459x^2$, $S = 1,0574$, $r = 0,9824$.

² – СГР: $y = 15,648(1,248 - e^{-0,288x})$, $S = 0,1198$, $r = 0,9997$.

Отримані дані (рис. 2) показують, що розчинність в гідроксиді натрію пігментованого вовняного волокна, вибіленого за методом протравного пероксидного вибілювання, зростає зі збільшенням концентрації протравного агента. Так, при концентрації $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1-2 г/л лужна розчинність вовни складає 12,5-16,52%. У діапазоні від 2 до 5 г/л зміна досліджуваного показника відбувається менш інтенсивно і досягає 19,59%. Подальше збільшення концентрації протравного агента призводить до значної втрати маси (до 23,86%) вибіленого волокна при лужному гідролізі, що свідчить про значну деструкцію поліпептидних ланцюгів кератину.

Результати, представлені на рис. 2 показують, що збільшення концентрації $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ призводить до рівномірного підвищення розчинності вовняного волокна в СГР у всьому досліджуваному діапазоні, що

Таким чином, на підставі проведених досліджень (рис. 1, 2) встановлено, що концентрація протравного агента впливає не тільки на білизну вовняного волокна, але й на його міцність. Оптимальне співвідношення білизни та ступеня пошкодження кератину в процесі протравного пероксидного вибілювання досліджуваного пігментованого грубого волокна досягається при концентрації протравного агента $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 3 г/л.

На наступному етапі роботи було проведено порівняння якісних показників модифікованого ЕРНОК та необробленого грубого пігментованого волокна, вибілених при встановленій оптимальній концентрації протравного агента 3 г/л. Попередню електророзрядну обробку вовняного волокна проводили у відстояній водопровідній воді при

температурі 25°C і модулі ванни 1:150. Тривалість обробки складала 120 с. Результати експерименту наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники якості вибіленої грубої пігментованої вовни

Зразок	Білизна, %	Розчинність в технологічних реагентах, %		Відносне розривне навантаження, сН/текс	Втрата маси, %	Ступінь звалювання, г/см ³
		NaOH	МГР			
Невибілене волокно	10,8	3,55	1,07	8,16	–	0,194
Вибілене необроблене	22,5	18,14	13,07	7,23	2,6	0,233
Вибілене модифіковане	23	13,57	10,06	7,55	1,2	0,201

Отримані дані ступеня пошкодження модифікованого пігментованого вовняного волокна в процесі вибілювання узгоджуються з результатами проведених досліджень для непігментованої вовни [8].

Порівняльний аналіз отриманих результатів проведеного експерименту показав, що модифікація дисульфідних зв'язків кератину вовни в процесі попередньої електророзрядної обробки волокна [10] дозволяє підвищити стійкість грубої пігментованої вовни до дії окисників, тим самим максимально зберегти механічну міцність вибіленого волокна при досягненні необхідного ступеня білизни, а також зменшити його звалювання.

Висновки. Таким чином, результати проведеного дослідження доводять, що застосування попередньої електророзрядної обробки дозволяє покращити фізико-механічні властивості вибіленого вовняного волокна в процесі протравного пероксидного вибілювання грубої пігментованої вовни за рахунок модифікації поперечних зв'язків між поліпептидними ланцюгами кератину волокна, що обумовлено одночасним впливом діючих факторів ЕРНОК. Подальші дослідження будуть спрямовані на оптимізацію процесу вибілювання попередньо модифікованої ЕРНОК грубої пігментованої вовни.

Література

1. Korotowski W. Bleaching of melanin pigments [Text] / W. Korotowski, T. Sarna // The Journal of Biological Chemistry. – 1990. – №21, v. 265. – P. 12410–12416.
2. Montazer M. Depigmentation of Pigmented Wool [Text] / M. Montazer, M. Zargaran, A. Rahimi // Textile Research Journal. – 2009. – №3, v. 79. – P. 261–267.
3. Arifoglu M. Sequential Oxidative and Reductive Bleaching of Stained and Pigmented Wool in a Single Bath [Text] / M. Arifoglu, W.N Marmer // Textile Research Journal. – 1990. – №9, vol. 60. – P.

References

1. Korotowski W., Sarna T. (1990). Bleaching of melanin pigments. The Journal of Biological Chemistry, 21, 265, 12410–12416.
2. Montazer M., Zargaran M., Rahimi A. (2009). Depigmentation of Pigmented Wool. Textile Research Journal, 3, 79, 261–267.
3. Arifoglu M., Marmer W.N. (1990). Sequential Oxidative and Reductive Bleaching of Stained and Pigmented Wool in a Single Bath. Textile Research Journal, 9, 60, 549–554.
4. Bereck A. (1994). Bleaching of Pigmented Speciality Animal Fibres and Wool. Review of

549–554.

4. Bereck A. Bleaching of Pigmented Speciality Animal Fibres and Wool [Text] / A. Bereck // Review of Progress in Coloration. – 1994. – №1, v. 24. – P. 17–25.

5. Oh K. Effect of mordant bleaching on the optical and mechanical properties of black human hair [Text] / K. Oh, M. Park, T. Kang // Journal of the Society of Dyers and Colourists. – 1997. – №9, v. 113. – P. 243–249.

6. Khishigsuren A. Effects of Ferrous Mordanting on Bleaching of Camel Hair [Text] / A. Khishigsuren, M. Nakajima, M. Takahashi // Textile research journal. – 2001. – №6, v. 71. – P. 3–22.

7. Асаулюк Т.С. Влияние предварительной электроразрядной обработки на поверхность шерстяного волокна в процессе беления [Текст] / Т.С. Асаулюк, Ю.Г. Сарибекова, О.Я. Семешко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – №5(229). – С. 160–163.

8. Асаулюк Т.С. Влияние предварительной электроразрядной обработки на сохранность шерсти в процессе беления [Текст] / Т.С. Асаулюк, Ю.Г. Сарибекова, О.Я. Семешко // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2013. – № 4. Серия 1. Естественные и технические науки. – С. 16–18.

9. Сарибекова Ю.Г. Обоснование выбора электроразрядной обработки в качестве метода модификации шерстяного волокна [Текст] / Ю.Г. Сарибекова, О.Я. Семешко, И.В. Панасюк, О.А. Матвиенко, Г.С. Сарибеков // Вестник Санкт-Петербургского университета технологий и дизайна. Серия 1. Естественные и технические науки. – 2013. – №2. – С. 3–8.

10. Asaulyuk T. Examining a change in the properties of coarse wool fiber under the influence of electrical discharge treatment [Text] / T. Asaulyuk, O. Semeshko, Yu. Saribyekova, O. Kunik, S. Myasnikov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 4, Issue 1(88). – P. 50–55. doi: 10.15587/1729-4061.2017.108269.

Progress in Coloration, 1, 24, 17–25.

5. Oh K., Park M., Kang T. (1997). Effect of mordant bleaching on the optical and mechanical properties of black human hair. Journal of the Society of Dyers and Colourists, 9, 113, 243–249.

6. Khishigsuren A., Nakajima M., Takahashi M. (2001). Effects of Ferrous Mordanting on Bleaching of Camel Hair. Textile research journal, 6, 71, 3–22.

7. Asaulyuk, T.S., Saribekova, Yu.G., Semeshko, O.Ya. (2015). Vliyanie predvaritel'noy elektrorazryadnoy obrabotki na poverkhnost' sherstyanogo volokna v protsesse beleniya [Effect of preliminary electric-discharge treatment on the surface of wool fibers during bleaching]. Вісник Khmel'nits'kogo natsional'nogo unіversitetu. Tekhnіchnі nauki, 5(229), 160–163.

8. Asaulyuk, T.S., Saribekova, Yu.G., Semeshko, O.Ya. (2013). Vliyanie predvaritel'noy elektrorazryadnoy obrabotki na sokhrannost' shersti v protsesse beleniya [Effect of preliminary electric discharge treatment on the safety of wool during bleaching]. Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. Seriya 1. Yestestvennyye i tekhnicheskkiye nauki, 4, 16–18.

9. Saribekova, Yu.G., Semeshko, O.Ya., Panasyuk, I.V., Matviyenko, O.A., Saribekov, G.S. (2013). Obosnovaniye vybora elektrorazryadnoy obrabotki v kachestve metoda modifikatsii sherstyanogo volokna [Substantiation of the choice of electric discharge treatment as a method of wool fiber modification]. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta tekhnologiy i dizayna. Seriya 1. Yestestvennyye i tekhnicheskkiye nauki, 2, 3–8.

10. Asaulyuk T., Semeshko O., Saribyekova Yu., Kunik O., Myasnikov S. (2017). Examining a change in the properties of coarse wool fiber under the influence of electrical discharge treatment. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4, 1(88), 50–55. doi: 10.15587/1729-4061.2017.108269.

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ В ПРОЦЕССЕ БЕЛЕНИЯ
ГРУБОЙ ПИГМЕНТИРОВАННОЙ ШЕРСТИ**

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

Херсонский национальный технический университет

Цель. Исследовать влияние предварительной электроразрядной обработки на эффективность беления грубой пигментированной шерсти.

Методика. Применены стандартизированные методики исследования показателей физико-химических свойств шерстяного волокна.

Результаты. В работе приведены результаты исследования влияния основного технологического параметра процесса протравного пероксидного беления на показатели белизны и степени повреждения кератина шерсти и определена оптимальная концентрация катализатора. Установлено улучшение физико-механических свойств отбеленного грубого пигментированного волокна после электроразрядной обработки.

Научная новизна. Доказано, что применение электроразрядной обработки позволяет максимально сохранить прочностные свойства шерстяного волокна в процессе протравного пероксидного беления.

Практическая значимость. Полученные результаты создают предпосылки для расширения отечественной сырьевой базы шерстяной текстильной промышленности за счет применения инновационного способа модификации грубой пигментированной шерсти.

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

**APPLICATION OF ELECTRIC DISCHARGE TREATMENT IN THE PROCESS OF
BLEACHING OF THE COARSE PIGMENTED WOOL**

ASAULYUK T.S., SEMESHKO O.Ya., SARIBYEKOVA Yu.G.

Kherson National Technical University

Purpose. To study the effect of preliminary electric discharge treatment on the efficiency of bleaching of coarse pigmented wool.

Methodology. Standardized methods for studying the physicochemical properties of wool fibers have been applied.

Findings. The results of the study of the influence of the main technological parameter of the process of mordant peroxide bleaching on the whiteness and the degree of damage of wool keratin are given and the optimal concentration of the catalyst is determined. An improvement in the physical and mechanical properties of bleached coarse pigmented fiber after electric discharge treatment has been established.

Originality. It is proved that the use of electric discharge treatment allows to maximally preserve the strength properties of wool fiber in the process of mordant peroxide bleaching.

Practical value. The obtained results create prerequisites for expanding the domestic raw material base of the woollen textile industry through the use of an innovative method of modifying coarse pigmented wool.

Keywords. coarse wool fiber, pigment, bleaching, electric discharge treatment, cavitation.