

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2025, Том 10, № 4 / 2025, Vol. 10, Iss. 4 <https://kostumologiya.ru/issue-4-2025.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/20TLKL425.pdf>

2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Рахматуллина, Г. Р. Эффективный инструмент повышения художественно-колористического оформления меховых изделий / Г. Р. Рахматуллина, В. П. Тихонова, Д. К. Низамова, Л. Н. Абуталипова, Р. Ф. Ахвердиев // Костюмология. — 2025. — Т. 10. — № 4. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/20TLKL425.pdf>.

For citation:

Rakhmatullina G.R., Tikhonova V.P., Nizamova D.K., Abutalipova L.N., Akhverdiev R.F. An effective tool for enhancing the artistic and coloristic design of fur products. *Journal of Clothing Science*. 2025;10(4): 20TLKL425. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/20TLKL425.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 675

Рахматуллина Гульназ Раисовна

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический институт», Казань, Россия
Заведующий кафедрой
Доктор технических наук, доцент
E-mail: gulnaz-f@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2475-5174>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=459831
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57193535796>

Тихонова Валентина Петровна

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический институт», Казань, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: bog208@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4047-1371>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=799997

Низамова Дарья Константиновна

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический институт», Казань, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: nizamova.darya.93@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3114-6788>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1189610
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57212209715>

Абуталипова Людмила Николаевна

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический институт», Казань, Россия
Профессор
Доктор технических наук, профессор
E-mail: AbutalipovaLN@corp.knrtu.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=253807
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=6507165738>

Ахвердиев Рустем Фахрадинович

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический институт», Казань, Россия
Доцент
Кандидат технических наук
E-mail: rust123@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2225-0098>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=693175
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=59877621300>

Эффективный инструмент повышения художественно-колористического оформления меховых изделий

Аннотация. Россия всегда была и остается основным потребителем меховых изделий в силу достаточно нестабильных климатических условий. Как следствие этого, население нашей страны традиционно воспринимает натуральный мех в качестве основного материала для изготовления зимней верхней одежды, головных уборов и других разнообразных изделий. Наиболее востребованными и модными видами меха являются норка, овчина, лисица, соболь, куница и др.

В работе исследовано влияние потока низкоэнергетических ионов на микроструктуру дермы и волоса меховой австралийской овчины в процессе крашения. Используются кислотные красители, которые хорошо растворимы в воде, менее токсичны, по сравнению с окислительными красителями, дают широкую гамму цветов и оттенков, отличающихся яркостью и чистотой тона, позволяющую получить фантазийные и многоцветные меха.

Установлено, что модификация потоком низкоэнергетических ионов в течение 5 мин, давлении в рабочей камере 26,6 Па, расходе плазмообразующего газа (аргона) 0,04 г/с, мощности разряда 1,5 кВт, частоте генератора 15,76 МГц усредняет и уплотняет структурные элементы кожаной ткани, при этом позволяет красителю лучше и глубже зафиксироваться на поверхности волоса.

Преобразование волокнистого материала позволяет не только создавать материал с заданными свойствами, но и существенно улучшить художественно-колористическое оформление меховых изделий в целом, создавая насыщенные и яркие цвета при уменьшенном расходе дорогостоящих красителей.

Ключевые слова: австралийская овчина; структура; дерма; волосяной покров; модификация; полуфабрикат; крашение

Введение

Постоянно меняющиеся тенденции моды, рост требований к художественно-колористическому оформлению меховых изделий способствуют повышению интереса к использованию крашеного мехового полуфабриката. Благодаря крашению возможна имитация отдельных видов меха и пушнины в более дорогостоящие, что позволяет существенно расширить ассортимент мехового полуфабриката, а значит, и меховых изделий [1; 2].

При всем разнообразии методов крашения различных волокнистых материалов данный процесс имеет свою специфику. Так, особенностью крашения меха является неоднородность волосяного покрова в пределах одной шкурки. Кроме того, при наиболее широко применяемом окуночном способе обработки пушно-меховых шкурок специфическому воздействию агрессивных сред подвергается не только волосяной покров, но и кожаная ткань [3].¹

Объектом исследования является меховая овчина, породы австралийский меринос. Выращивают их на пастбищах Центральной Азии, Кавказа, особенно развито в Пятигорске. Меховой полуфабрикат представляет собой гладкое, блестящее и полированное руно овцы с высотой стрижки 7–10 мм.

¹ Семенов, Д.М. Крашение овчины с применением высокочастотной плазмы пониженного давления / диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Казанский государственный технологический университет. — Казань, — 2002. — 151 с.

Наиболее актуальными красителями для крашения меха принято считать кислотные, ассортимент которых в последние годы значительно расширился. Кислотные красители хорошо растворимы в воде, менее токсичны, по сравнению с окислительными красителями, дают широкую гамму цветов и оттенков, отличающихся яркостью и чистотой тона, позволяющую получить фантазийные и многоцветные меха. Красители представляют собой готовые красящие соединения и имеют большую молекулярную массу, в связи с чем, для эффективного проникновения их в структуру волоса требуются особые условия крашения. Кроме того, необходимо отметить, что процесс крашения является дорогостоящим, где доля красителей составляет от 35 до 55 % от стоимости всех химических материалов, применяемых в выделке меховой овчины [4].²

Мех относится к высокомолекулярным волокнистым материалам животного происхождения и состоит в основном из волокнистых белков (коллагена, кератина). Одной из особенностей натуральных высокомолекулярных волокнистых материалов, существенно влияющих на комплекс физико-механических свойств меховых материалов, является ее пористая структура, которая является многоуровневой. Она включает в себя макропоры, а также пространства между элементами всех уровней структуры коллагена (между пучками, волокнами, фибриллами и т. д.) и составляет 40–60 %, при этом площадь внутренней поверхности, образованной поверхностью пор и капилляров, на несколько порядков превышает площадь наружной поверхности [5].

Поэтому подобные высокомолекулярные пористые материалы, для достижения наибольших изменений эксплуатационных свойств, следует модифицировать во всем объеме.

Эффективным инструментом для модификации всего объема материала, за счет поддержания плазмы в поровом объеме вещества, является обработка потоком низкоэнергетических ионов (ПНЭИ), которая открывает новые широкие возможности в интенсификации и улучшении качества крашения меховой австралийской овчины.

Модификация материалов происходит с помощью ионов с низкой энергией, под плазмой подразумевается квазинейтральная среда, содержащая положительно и отрицательно заряженные частицы, которая, в свою очередь, представляет собой ионизированный газ из электронов, ионов и нейтральных частиц, средняя энергия электронов которых меньше, чем характеристический потенциал ионизации атома (< 10 эВ). Температура низкотемпературной плазмы обычно не превышает $\approx 10^5$ К [6; 7].

В диссертации Шарифуллина Ф.С.³ установлено, что плазма высокочастотного емкостного разряда пониженного давления позволяет проводить комплексную обработку как волосяного покрова, так и кожаной ткани меха на различных этапах производства, что приводит к повышению эффективности производства и получению меховой продукции с регулируемыми эксплуатационными характеристиками.

Цель работы — исследование возможности повышения художественно-колористического оформления меховых изделий за счет модификации потоком низкоэнергетических ионов австралийской овчины в процессе крашения.

² Красина, И.В. Регулирование свойств натуральных высокомолекулярных волокнистых материалов с помощью неравновесной низкотемпературной плазмы в процессах кожевенного и мехового производства / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук // Казанский государственный технологический университет. — Казань, 2006. — 337 с.

³ Шарифуллин, Ф.С. Научно-технологические основы производства меха с регулируемыми эксплуатационными свойствами за счет применения плазмы ВЧ разряда / диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Казанский национальный исследовательский технологический университет. — Казань, — 2011. — 321с.

Методы исследования

Экспериментальная часть настоящего исследования заключается в исследовании влияния потока низкоэнергетических ионов на микроструктуру дермы и волоса меховой австралийской овчины в процессе крашения.

Модификация ПНЭИ проводилась с помощью плазменной установки, путем фиксации опытных образцов внутри вакуумной камеры, далее необходимо произвести вакуумную откачку. Регулировкой вентиля, соединяющего вакуумную камеру с механическими насосами, устанавливали заданный уровень давления. После чего в разрядную камеру входил рабочий газ-аргон. Под действием электромагнитного поля, происходил нагрев плазмообразующего газа до состояния плазмы. В вакуумном блоке размещены плоские медные электроды, которые охлаждаются с помощью воды [8; 9].

Микрофотографии дермы и волоса получали с помощью конфокальной лазерной сканирующей микроскопии (КЛСМ) на микроскопе Olympus LEXT OLS 4000⁴

Для определения сквозных пор в образце использовали газожидкостной порометр POROLUX™100. Этот метод часто называют «**bubble point**» (**точки прорыва**). В порометрах серии Porolux-100 для анализа пор применяется метод сканирующего давления. В ходе измерения единственный клапан открыт постоянно, поэтому давление и средний расход газа измеряются непрерывно. Данный метод является быстрым и позволяет получать результаты с очень хорошей воспроизводимостью.⁵

В работе использовался ИК Фурье-спектрометр ФСМ 1202. Благодаря лазерному контролю разности хода, позволяет получить длину волны с высокой точностью, в рабочей области 650–4 000 см⁻¹ с разрешением 4,0 см⁻¹, при одновременном регистрации всего спектра.⁶

Результаты исследований и их обсуждение

Ранее экспериментально установлено, что эффективный режим плазменной модификации шкурок кролика обеспечивается при применении плазмообразующего газа аргона при его расходе 0,04 г/с, давлении в разрядной камере 26,6 Па, времени модификации 3 мин, мощности разряда 1,5 кВт и частоте генератора 13,56 МГц [10]. В данном режиме проводили обработку полуфабриката меховой австралийской овчины перед процессом крашения, при этом образец без модификации ПНЭИ в работе называется контрольным, а образец после плазменной модификации — опытным.

Наглядно изменение структуры волоса после крашения с предварительной модификацией в ПНЭИ и без модификации представлено на рисунке 1. В качестве красителя использовался ализариновый зеленый М.

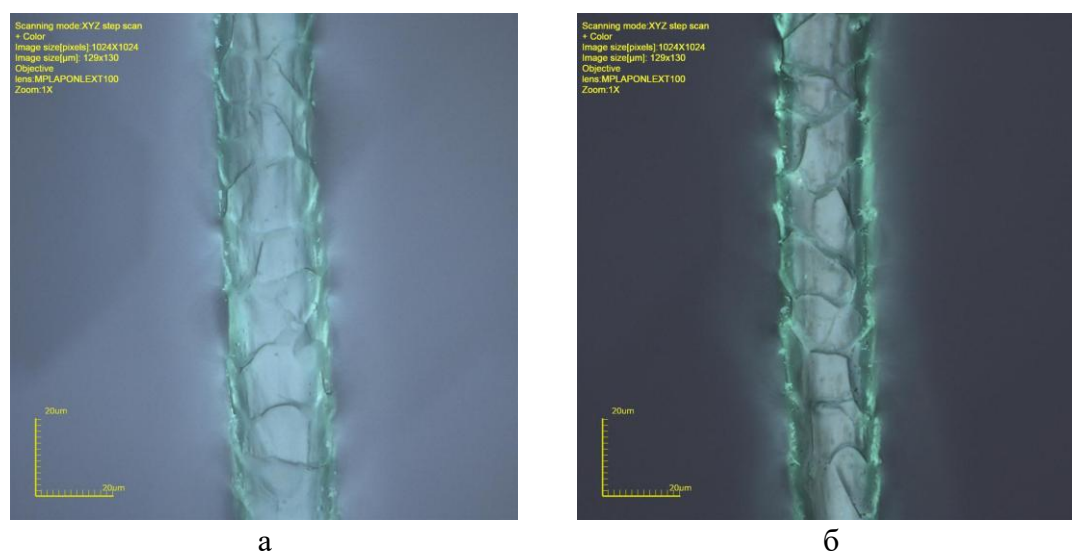
Из рисунка видно, что чешуйки волоса у опытного образца овчины более ярко выражены, кроме того, краситель на поверхности волоса имеет насыщенный зеленый цвет, скорее всего это связано с тем, что ионная бомбардировка способствует раскрытию чешуек и краситель качественнее диффундирует в толщу волоса обеспечивая яркий равномерный окрас волосяного покрова по всей площади шкурки. Кроме того, прохождение процесса крашения

⁴ Микроскоп конфокальный лазерный LEXT OLS 4100 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/64204-16-lext-ols-4100-73644> (дата обращения: 01.07.2025).

⁵ Измерение пористости. Инструменты для измерения пористости [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.porometer.ru/> (дата обращения: 05.07.2025).

⁶ Ситникова, В.Е., Практикум по колебательной спектроскопии: Учебное пособие / Т.Н. Носенко, В.Е. Ситникова, И.Е. Стрельникова, М.И. Фокина — СПб: Университет ИТМО, — 2021. — 173 с.

контролировали по выбираемости красителя из рабочей ванны. Экспериментально установлено, что выбираемость красителя у опытного образца на 30 % лучше, чем у контрольного, что также подтверждает предположение о том, что модификация в ПНЭИ способствует изменению структуры волоса, в результате чего краситель эффективнее взаимодействует с волосом.

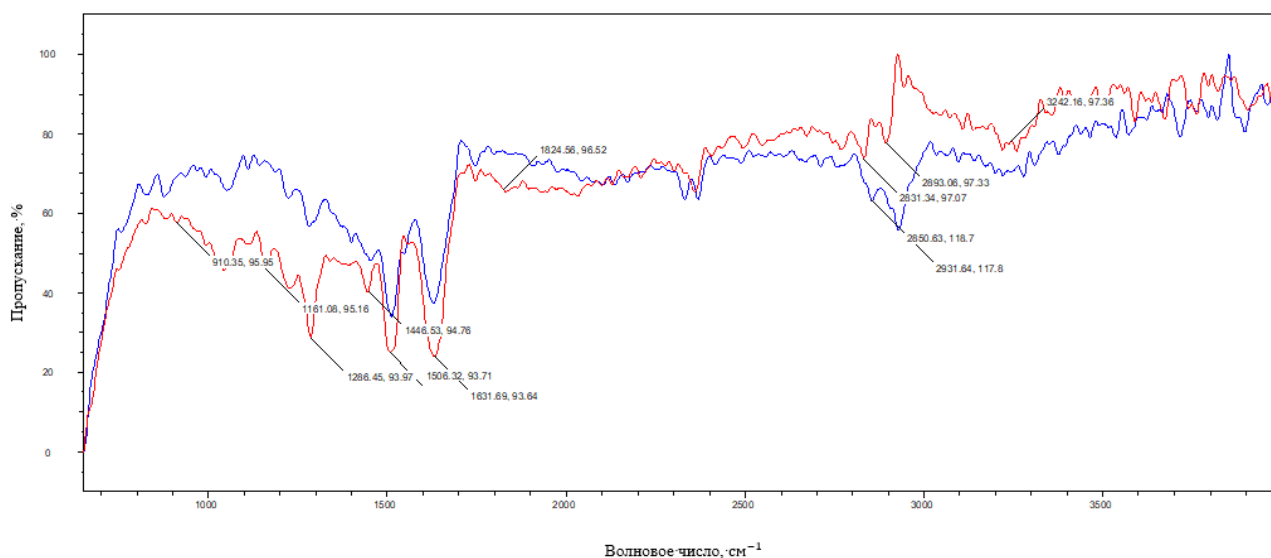


а

б

Рисунок 1. Микрофотография поверхности волоса меховой австралийской овчины после крашения: а — контрольный вариант; б — опытный вариант (получено авторами)

С целью определения выявления химического состава проведен анализ методом ИК-спектроскопии, результат исследования представлен на рисунках 2, 3.

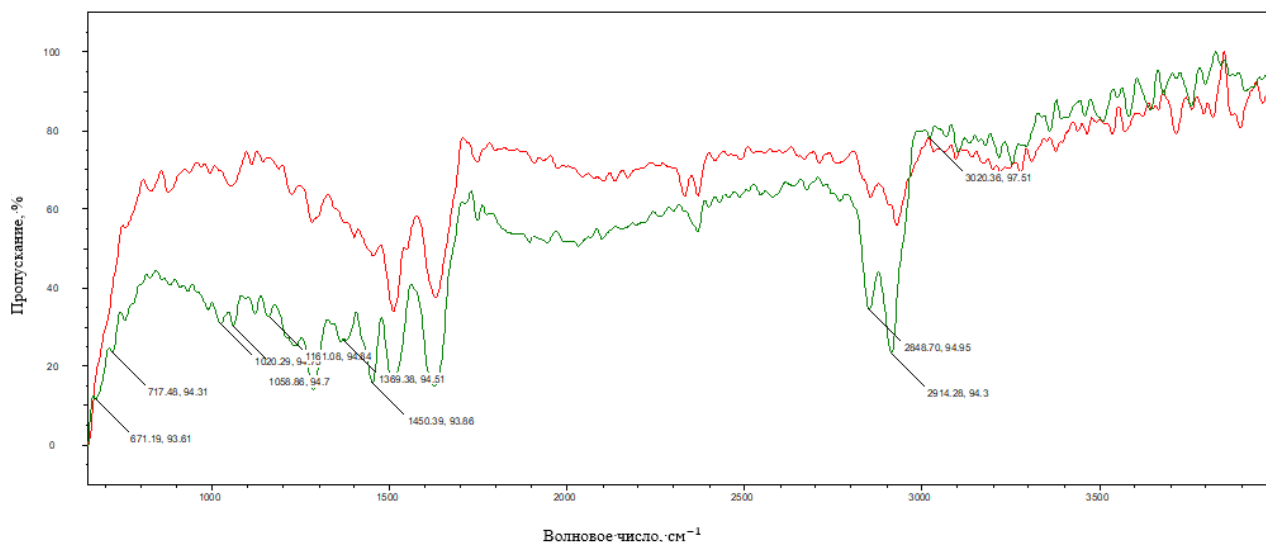


Красная линия — перед крашением; синяя линия — после крашения

Рисунок 2. Спектры контрольных образцов (получено авторами)

На ИК-спектрах меховой австралийской овчины после прохождения процесса крашения наблюдается снижение интенсивности полосы в области $3\ 242\ \text{см}^{-1}$. В этой же области могут накладываться полосы поглощения NH и OH групп. Снижение интенсивности полосы поглощения в этой области объясняется образованием водородных связей в результате взаимодействия красителя и макромолекулы кератина. В области $3\ 095\ \text{см}^{-1}$ проявляется слабая полоса поглощения, отнесённая к атому водорода валентных колебаний СН-группы, присоединённых к ароматической системе антрахинона. Проявление полос поглощения $2\ 931\ \text{см}^{-1}$ могут быть отнесены к колебаниям СН-групп антрахинона. В области $1\ 631\ \text{см}^{-1}$

могут проявляться валентные колебания кето-группы C=O в ароматической кольцевой системе. В области 1446 см^{-1} проявляются валентные колебания C=C антрахинона. Пик в области 1400 см^{-1} отвечает за деформационные колебания OH и CH-групп красителя.



Красная линия — до обработки ПНЭИ; зеленая линия — после обработки ПНЭИ

Рисунок 3. Спектры опытных образцов (получено авторами)

В связи с тем, что обработка волокнистого материала природного происхождения в ПНЭИ способствует модификации не только волосяного покрова, но и кожной ткани, далее проведены исследования поперечных срезов кожной ткани австралийской овчины до и после обработки в ПНЭИ, результаты представлены на рисунке 4.

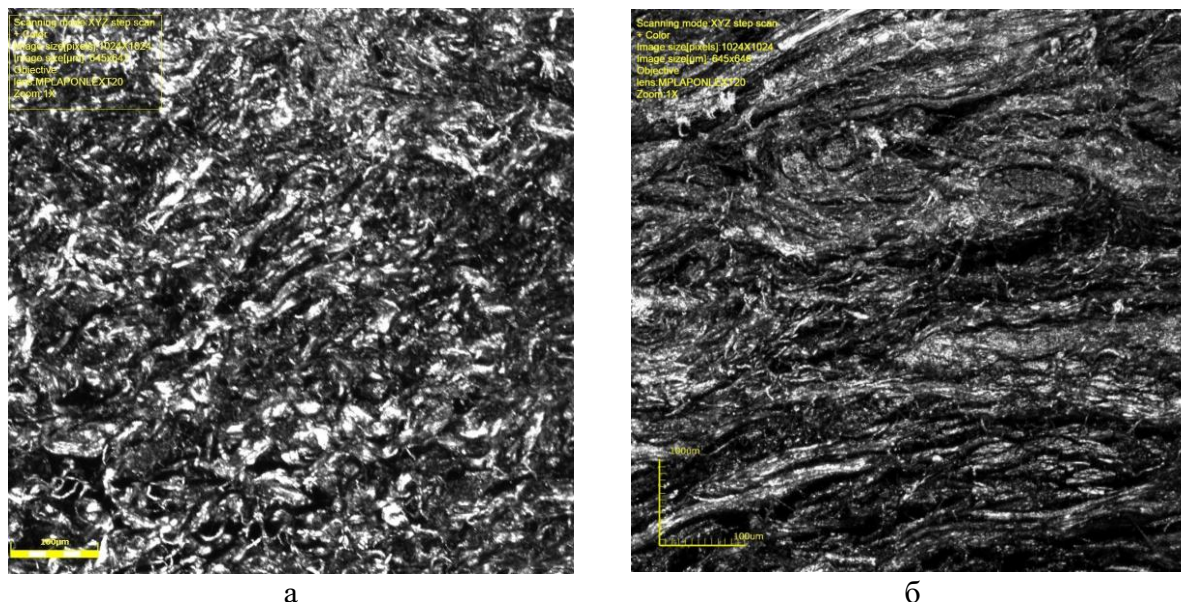


Рисунок 4. Микрофотография среза кожной ткани меховой австралийской овчины: а — контрольный образец; б — опытный образец (20-кратное увеличение) (получено авторами)

Анализируя представленные микрофотографии структуры овчины можно отметить, что модификация ПНЭИ способствует перераспределению структурных элементов дермы: происходит уплотнение, волокна строго ориентированы. В подтверждении существенных изменений пористой структуры дермы проведены исследования опытного и контрольного

образцов на приборе POROLUX™100, результаты показаны в таблице 1. Из таблицы видно, что после обработки образцов ПНЭИ размер пор сильно уменьшается.

Таблица 1

Результаты влияния ПНЭИ на размеры пор полуфабриката меховой австралийской овчины

Наименование образца меховой австралийской овчины	Размер поры (um)			Давление для поры (bar)			Поток для точки пузырька (l/min)
	маленькой	средней	большой	маленькой	средней	большой	
Контрольный образец	17,19	22,17	30,27	0,03	0,02	0,02	0,02
Опытный образец	0,17	1,88	2,54	2,67	0,24	0,18	0,07

Получено авторами

Заключение

Таким образом, на основании вышеизложенного можно заключить, что модификация меховой австралийской овчины перед процессом крашения способствует изменению структуры и свойств как волосяного покрова, так и кожной ткани. Поверхность волоса претерпевает существенные изменения, сопровождающиеся раскрытием чешуек в результате чего, улучшается диффузия красителя в толщу волоса, интенсивность окраса увеличивается, расход красителя уменьшается, краситель эффективно закрепляется на волосе, что подтверждается ИК-спектрами, а именно образованием дополнительных водородных связей в результате взаимодействия красителя и макромолекулы кератина. В свою очередь кожная ткань также изменяется по всей толщине, наглядно видно перераспределение пористой структуры, сопровождающейся существенным уменьшением размеров всех видов пор и как следствие уплотнением капиллярно-пористой структуры. Данные существенные преобразования волокнистого материала позволяет не только создавать материал с заданными свойствами, но и существенно улучшить художественно-колористическое оформление меховых изделий в целом, создавая насыщенные и яркие цвета при уменьшенном расходе дорогостоящих красителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобылева, О.В. Крашенный меховой полуфабрикат: улучшение эксплуатационных свойств благодаря использованию солиобилизованного кератина / О.В. Бобылева, А.И. Сапожникова // Костюмология. — 2021. — Т 6. — № 2. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/14TLKL221.pdf> (дата обращения: 27.05.2025).
2. Никишина, А.В. Анализ ассортимента мехового полуфабриката, получаемого от овец / А.В. Никишина, Е.М. Швелидзе, О.А. Стрепетова, Т.В. Сухина // Товароведение, технология и экспертиза: инновационные решения и перспективы развития: Материалы II национальной научно-практической конференции, Москва, 01 июня 2021 года / ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина», — 2021. — С. 95–101.
3. Состояние и перспектива развития овцеводства России / Н.А. Балакирев, Ф.Р. Фейзуллаев, В.Д. Гончаров, М.В. Селина // Аграрный вестник Верхневолжья. — 2019. — № 1(26). — С. 58–63. — EDN NICRDK.

4. Мекешкина-Абдуллина, Е.И. Формирование структуры кожевенных материалов для повышения их потребительских, эксплуатационных и декоративных свойств, атмосферо- и биокоррозионной стойкости с помощью ННТП / Е.И. Мекешкина-Абдуллина, Г.Н. Кулевцов // Вестник Казанского технологического университета. — 2013. — Т. 16, № 3. — С. 333–338. — EDN PVVEKN.
5. Гайнутдинов, Р.Ф. Развитие эффективного процесса крашения меховых товаров / Гайнутдинов Р.Ф., Шарифуллин Ф.С., Абдуллин И.Ш., Кирпичников А.П. // Вестник Казанского технологического университета. — 2014. — № 14. — С. 18–22.
6. Низамова, Д.К. Технологии выделки кож из шкур лососевых рыб с применением неравновесной низкотемпературной плазмы / Д.К. Низамова, Г.Р. Рахматуллина, В.П. Тихонова. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2023. — 104 с.
7. Мекешкина-Абдуллина, Е.И. Придание готовым изделиям из меха заданных декоративных и потребительских свойств с одновременным повышением стойкости к атмосферо- и биокоррозии за счет модификации ННТП / Е.И. Мекешкина-Абдуллина, Г.Н. Кулевцов // Вестник Казанского технологического университета. — 2012. — Т. 15, № 21. — С. 244–248. — EDN PJJAD.
8. Абдуллин, И.Ш. Моделирование микроструктуры кожевенного материала на стадиях производства и при ВЧЕ-плазменной обработке / Абдуллин И.Ш., Вознесенский Э.Ф., Желтухин В.С., Красина И.В. // Изд-во Казан. нац. исслед. технол. ун-та, — Казань. — 2009. — 228 с.
9. Абдуллин, И.Ш. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях: Теория и практика применения / Абдуллин И.Ш., Желтухин В.С., Кашапов Н.Ф. // Изд. Казан. ун-та, — Казань. — 2000. — 348 с.
10. Панкова, Е.А. Исследование влияния ВЧЕ плазмы пониженного давления на механические свойства мехового полуфабриката из шкурок кролика / Панкова Е.А., Рахматуллина Г.Р. // XVII Международная научно-практическая конференция «Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование», — Улан-Удэ. — 2022. — С. 121–125.

Rakhmatullina Gulnaz Raisovna

Kazan National Research Technological Institute, Kazan, Russia
E-mail: gulnaz-f@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2475-5174>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=459831

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57193535796>

Tikhonova Valentina Petrovna

Kazan National Research Technological Institute, Kazan, Russia
E-mail: bog208@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4047-1371>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=799997

Nizamova Daria Konstantinovna

Kazan National Research Technological Institute, Kazan, Russia
E-mail: nizamova.darya.93@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3114-6788>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1189610

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57212209715>

Abutalipova Lyudmila Nikolaevna

Kazan National Research Technological Institute, Kazan, Russia
E-mail: AbutalipovaLN@corp.knrtu.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=253807

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=6507165738>

Akhverdiev Rustem Fakhraddinovich

Kazan National Research Technological Institute, Kazan, Russia
E-mail: rust123@rambler.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2225-0098>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=693175

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=59877621300>

An effective tool for enhancing the artistic and coloristic design of fur products

Abstract. Russia has always been and remains a major consumer of fur products due to its relatively unstable climatic conditions. Consequently, our population traditionally views natural fur as the primary material for winter outerwear, hats, and other various items. The most popular and fashionable furs include mink, sheepskin, fox, sable, marten, and others.

This study examines the effect of low-energy ion flux on the microstructure of the dermis and hair of Australian sheepskin during the dyeing process. Acid dyes are used, which are highly soluble in water, less toxic than oxidative dyes, and produce a wide range of colors and shades distinguished by their brightness and purity of tone, allowing for the creation of imaginative and multi-colored furs.

It was found that modification with a low-energy ion stream for 5 minutes, a working chamber pressure of 26,6 Pa, a plasma gas (argon) flow rate of 0,04 g/s, a discharge power of 1,5 kW, and a generator frequency of 15,76 MHz averages and compacts the structural elements of leather tissue, while allowing the dye to better and more deeply adhere to the hair surface.

Transforming fibrous material not only allows for the creation of a material with desired properties but also significantly improves the artistic and coloristic design of fur garments overall, creating rich and vibrant colors with reduced consumption of expensive dyes.

Keywords: australian sheepskin; structure; dermis; hair; modification; semi-finished product; dyeing