

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

2025, Том 10, № 3 / 2025, Vol. 10, Iss. 3 <https://kostumologiya.ru/issue-3-2025.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/10TLKL325.pdf>

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

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Тихонова, В. П. Современный метод повышения износостойкости винтажного натурального материала модной индустрии / В. П. Тихонова, Г. Р. Рахматуллина, Д. К. Низамова, О. В. Фукина, К. А. Безценный, Д. Р. Ибрагимов // Костюмология. — 2025. — Т. 10. — № 3. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/10TLKL325.pdf>.

**For citation:**

Tikhonova V.P., Rakhmatullina G.R., Nizamova D.K., Fukina O.V., Beztsenny K.A., Ibragimov D.R. Modern method to increase wear resistance of vintage natural material of fashion industry. *Journal of Clothing Science*. 2025;10(3): 10TLKL325. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/10TLKL325.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 675

**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](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=799997)

**Рахматуллина Гульназ Раисовна**

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический институт», Казань, Россия  
Профессор

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](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=459831)

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

**Низамова Дарья Константиновна**

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический институт», Казань, Россия  
Доцент

Кандидат технических наук

E-mail: nizamova.darya.93@mail.ru

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

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=1189610](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1189610)

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

**Фукина Ольга Витальевна**

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва, Россия  
Профессор

Доктор технических наук, доцент

E-mail: fukina.ov@rea.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7701-4723>

РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=571477](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=571477)

**Безценный Константин Алексеевич**

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический институт», Казань, Россия  
E-mail: yakostyapain@gmail.com

**Ибрагимов Данис Рустэмович**

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический институт», Казань, Россия  
E-mail: danisibragimov97@gmail.com

## Современный метод повышения износостойкости винтажного натурального материала модной индустрии

**Аннотация.** Пергамент — это натуральный материал, состоящий на 95 % из коллагена — наиболее распространенного белка, кроме коллагена в нем присутствует эластин, гликопротеины, жиры и минералы. Молекулы коллагена, сформированные в виде фибрилл, образуют волокна, в промежутке между которыми пустоты. Рельеф поверхности пергамента, как лицевой, так и мездровой стороны, образован коллагеновыми волокнами и фибриллами, ориентированными в различных направлениях. В древности из пергамента изготавливали одежду, обувь, пояса и другие предметы. Сейчас пергаментная кожа широко используется в шитье.

В работе исследовано влияние потока низкоэнергетических ионов на износостойкость пергамента из шкур овец. Обработка коллагенсодержащего материала в плазме высокочастотного емкостного разряда пониженного давления позволяет добиться существенного улучшения свойств изделий из него. Установлено, что модификация пергамента в течение 5 мин, давления в рабочей камере 26,6 Па, расходе плазмообразующего газа (аргона) 0,04 г/с, мощности разряда 1,8 кВт, частоте генератора 15,76 МГц в потоке низкоэнергетических ионов сопровождается созданием более однородной, плотной структуры, характеризующейся порами небольшого размера как в объеме материала, так и на ее поверхности, что подтверждается существенным уменьшением шероховатости, в следствии чего повышается износостойкость пергамента из шкур овец в целом.

Сегодня пергамент редко используется в повседневной жизни, однако его продолжают активно применять в шитье, для создания вышивок или уникальных аппликаций, добавляя элементы экзотики и роскоши.

**Ключевые слова:** пергамент; шероховатость; поры; износостойкость; шкуры овец; структура; плазма; винтажный материал

### Введение

Применение высушенного голя из шкур животных известно еще со времен древней Греции. Получив свое наименование от греческого города Пергам в Малой Азии, пергамент применялся во многих сферах человеческой жизни, в том числе для изготовления одежды, обуви, поясов [1]. В те времена под пергаментом подразумевались шкуры молодых животных, прошедшие обработку в известковой воде особым образом. За соответствующим технологическим циклом проходило отделение жировой прослойки, мяса и шерсти от шкуры, после чего её натягивали и удаляли лишнюю влагу. После этого на сухую кожу с обеих сторон наносился яичный белок или мёд, причем внутренняя поверхность после обработки оставалась более светлой, нежели внешняя. Такая невыдубленная шкура разных животных и применялась в качестве письменного инструмента.<sup>1</sup> Согласно источникам [2], в качестве сырья для пергамента подходили телячьи, овечьи, козьи шкуры. Однако наиболее ценный пергамент изготавливался из эмбрионов овец или телят.

<sup>1</sup> Федосеева, Т.С. Реставрационные материалы / Федосеева Т.С., Беляевская О.Н., Гордюшина В.И., Малачевская Е.Л., Писарева С.А. // Курс лекций. — М.: Индрик, — 2016. — 232 с.

Пергамент, изготовленный из шкур животных, часто путают с пергаментной бумагой, которая имеет различную область применения, включая пищевые продукты. Характерными свойствами пергамента является его щелочность и высокая гигроскопичность. Первое свойство обуславливает его повышенную стабильность, так как в условиях избыточной щелочности материал меньше подвергается воздействию кислой окружающей среды, содержащей кислые оксиды серы и азота, и лучше противостоит разрушительному действию микроорганизмов. Второе же обстоятельство является основной причиной повреждения рукописей и документов. При этом для пергамента губительна как избыточная, так и пониженная влажность воздуха [3].

В условиях пониженной влажности (менее 40 %) в результате потери воды материал претерпевает значительное изменение объема (усадки), вследствие чего листы рукописей деформируются, что часто приводит к осыпанию чернил и красочного слоя. Особенно драматические последствия наступают при необратимой утрате связанной гидратной воды. Хранение рукописей в условиях повышенной влажности (свыше 70 %) также приводит к повреждению пергаментных рукописей: вследствие анизотропии пергамента адсорбированная влага неравномерно распределяется в объеме, что приводит к деформации листов рукописей, их сморщиванию, а иногда и слипанию. Книги, подвергавшиеся действию влажного воздуха, часто не закрываются, так как края страниц набухают в большей степени, чем внутренние части листов. Кроме того, в условиях повышенной влажности активно развивают свою деятельность микроорганизмы, которые необратимо разрушают материал. Наиболее часто встречающиеся виды повреждения пергамента можно разделить на механические, биологические и химические<sup>2</sup> [4].

В работе предпринята попытка по улучшению свойств пергамента за счет применения электрофизического воздействия. Известно [5], что обработка кожи из шкур млекопитающих потоком низкоэнергетических ионов (ПНЭИ) в плазме высокочастотного разряда пониженного давления позволяет добиться существенного улучшения свойств изделий из нее. Модификация материалов в ПНЭИ является эффективным инструментом изменения их структуры, вследствие чего существенно меняются потребительские свойства материала. Физический механизм модификации капиллярно-пористых материалов в потоке низкоэнергетических ионов описан в работах [6; 7], где установлено, что изменение физических свойств происходит за счет следующих факторов: внешняя поверхность обрабатывается за счет бомбардировки низкоэнергетическими ионами (70–100 эВ), а внутренняя поверхность пор и капилляров модифицируется в результате рекомбинации (12,1–20,2 эВ) на ней заряженных частиц, возникающих вследствие пробоя и возникновения несамостоятельного разряда в межволоконном пространстве.

Передача энергии атомам приповерхностного слоя высокомолекулярного материала приводит к разрыву поперечных водородных связей и связей, образованных силами Ван-дер-Ваальса, конформации белковых молекул. Преимущества данного метода заключаются в том, что, во-первых, благодаря высокой термической неравновесности разряда данного типа, нагрев материала при обработке не превышает 100<sup>0</sup>С.

Этот фактор важен, поскольку речь идет о биологических материалах, обладающих высокой чувствительностью к термическому воздействию. Вторым важным преимуществом применения высокочастотной плазмы при модификации структуры волокнистых материалов природного происхождения является возможность объемной обработки.

---

<sup>2</sup> Методическая разработка по МДК 02.02 Обеспечение сохранности документов "Реставрация документов на пергаменте" [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://infourok.ru/metodicheskaya-razrabotka-po-mdk-02-02-obespechenie-sohrannosti-dokumentov-restavraciya-dokumentov-na-pergamente-4189054.html>.

## Методы исследования

Экспериментальная часть настоящего исследования заключается в определении возможности повышения износостойкости пергамента из шкур овец за счет модификации ее в ПНЭИ.

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 [7].

Износостойкость пергамента оценивали по показателю шероховатости поверхности и определяли методом конфокальной лазерной сканирующей микроскопии с помощью микроскопа Olympus LEXT OLS 4000, также с использованием данного микроскопа оценивали срезы пергамента. Микроскоп позволяет проводить высокоточные измерения в режиме 2D и 3D в диапазоне от 1 мкм до 1,5 мм по каждой оси. Воспроизводимость измерений 0,02 мкм по горизонтали и 0,052 мкм по вертикали. Микроскоп обеспечивает бесконтактный анализ шероховатости как гладких, так и грубых поверхностей с использованием интуитивно понятного программного обеспечения, имеется статистическая обработка результатов и автоматизация анализа с помощью моторизованных компонентов.<sup>3</sup>

Образцы пергамента подвергали трению на приборе ПОМ.

Для определения сквозных пор в образце использовали газожидкостной порометр POROLUX™100. 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. Стандартный анализ пористости состоит из измерений двух кривых: мокрая кривая измеряется после пропитки образца смачивающей жидкостью, а сухая кривая измеряется на том же несмоленном образце. Давление увеличивается в необходимом диапазоне давлений. При полном порометрическом измерении обычно получают график, из которого рассчитываются все характеристики пор (распределение размера пор). Все приборы серии Porolux управляются с помощью программного обеспечения на базе LabView.<sup>4</sup>

Объектами исследования являлся пергамент из шкур овец. Овчина — мягкая кожа, особенностью которой является то, что вследствие истирания поверхность начинает сходить полосами. Дерма кожи состоит из пучков натуральных белковых веществ различной толщины, плотности и сложности. Сосочковый слой образован в основном коллагеновыми белковыми волокнами, но в его состав входят также и другие белковые волокна, преимущественно эластиновые и ретикулиновые. Вязь пучков коллагеновых волокон сосочкового слоя по плотности и сложности значительно уступает вязи сетчатого слоя.<sup>5</sup>

<sup>3</sup> Микроскоп конфокальный лазерный LEXT OLS 4100 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/64204-16-lext-ols-4100-73644>.

<sup>4</sup> Измерение пористости. Инструменты для измерения пористости [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.porometer.ru/>.

<sup>5</sup> Особенности строения и свойств овчинного сырья, предназначенного для изготовления нагольных изделий [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://valek.su/1-osobennosti-ovchinnyh-izdelij><https://valek.su/1-osobennosti-ovchinnyh-izdelij>.

### Результаты исследований и их обсуждение

Для оценки изменения износостойкости пергамента предварительно проводили сухое истирание материала мелко абразивной бумагой со скоростью 100 об/мин, а затем осуществляли анализ шероховатости поверхности. Существует прямая зависимость между шероховатостью поверхности и износостойкостью образца. На поверхности материала шероховатости могут создаваться микро- и нановыступы, которые увеличивают площадь контакта с другим материалом. Это может привести к более высокому трению и большему износу. Также, влияние шероховатости на износ зависит от свойств материала самого образца, его микроструктуры и условий эксплуатации.

Для оценки влияния потока низкоэнергетических ионов на показатель шероховатости поверхности определяли значения средней арифметической шероховатости ( $R_z$ ) и шероховатость поверхности по выбранным десяти максимальным выступам и впадинам ( $R_a$ ).

Режимы плазменной модификации определены на основании ранее проведенных работ [8–12], а именно давление в рабочей камере 26,6 Па, с расход плазмообразующего газа (аргона) 0,04 г/с, мощность разряда 1,8 кВт, частота генератора 15,76 МГц, варьировалось только время обработки 5–10 мин. Контрольный образец — это пергамент, который не подвергался электрофизическому излучению.

Результаты изменения шероховатости пергамента из шкур овец представлены в таблице 1.

Таблица 1

#### Результаты исследования шероховатости пергамента из шкур овец

Образец пергамента	Шероховатость, мкм	
	до истирания	после истирания
Контрольный	14,64	12,19
Опытный (5 мин обработка ПНЭИ)	6,98	6,58
Опытный (7 мин обработка ПНЭИ)	22,48	10,84
Опытный (10 мин обработка ПНЭИ)	20,08	16,38

Составлено авторами

Из результатов, представленных в таблице 1 видно, что положительное воздействие на шероховатость пергамента происходит при модификации материала в потоке неравновесной низкотемпературной плазмы в течение 5 мин, т. к. более чем 2 раза уменьшается неоднородность поверхности, при этом данный эффект сохраняется и после сухого истирания. Более продолжительное воздействие потока низкоэнергетических ионов (7, 10 мин) приводит к существенному увеличению неровности поверхности.

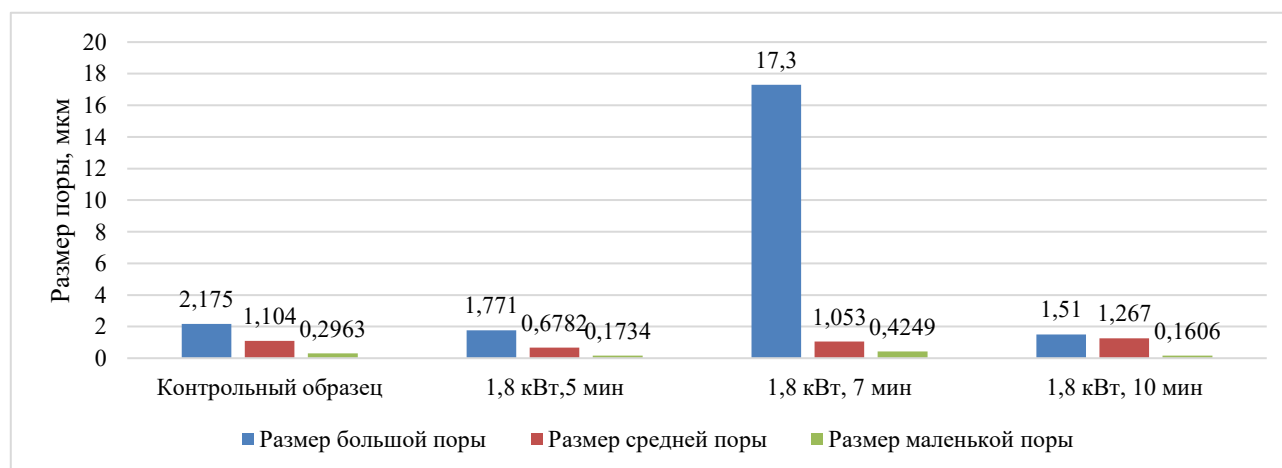


Рисунок 1. Размер сквозных пор пергамента из шкур овец (рисунок авторов)



Пергамент из шкур овчин представляет собой капиллярно-пористый материал, характеризующийся развитой системой пор. В связи с тем, что плазменная обработка является объемной, проведены исследования изменения размера сквозных пор пергамента до и после обработки ПНЭИ. Результаты исследования пор пергамента из шкур овец представлены рисунке 1 и 2.

Анализ рисунков 1 и 2 позволяет заключить, что только при модификации в ПНЭИ пергамента в течение 5 мин происходит существенное уменьшение всех видов пор по отношению к контрольному варианту, а именно размер мелких пор уменьшаются на 41 % средних — 38 %, больших — 19 %.

Таким образом, за счет перераспределения пор создается более плотный мелкопористый материал. Данное предположение подтверждается микрофотографиями срезов пергамента (рис. 3).

Из микрофотографий, представленных на рисунке 3 видно, что образец пергамента после модификации в ПНЭИ в течение 5 мин обладает более однородной, плотной структурой, характеризующейся порами небольшого размера по отношению как к контрольному образцу, так и к образцам, обработанным в ПНЭИ в течение 7 и 10 мин. Таким образом, продолжительное электрофизическое воздействие (более 5 мин) сопровождается дальнейшим изменением структуры пергамента, характеризующейся неоднородностью материала по всему объему материала, на срезах наблюдаются зоны уплотнения и пустоты. Полученные микрофотографии срезов пергамента коррелируют с показателями шероховатости (табл. 1): наименьшая шероховатость пергамента достигается при плазменном воздействии в течении 5 мин, структура материала во всем объеме однородная и плотная, дальнейшее увеличение времени модификации существенно увеличивает шероховатость не только поверхности, но и неоднородность материала во всем объеме.

### Заключение

Результаты исследований подтверждают объемный характер воздействия ПНЭИ. В высокочастотном емкостном разряде поверхность пергамента подвергается воздействию потока ионов с энергией ионов 50–100 эВ. Плотность ионного тока на поверхность составляет 0,3–1,5 А/м<sup>2</sup> в зависимости от режима поддержания разряда [1]. При столкновении с поверхностью пергамента кинетическая энергия иона трансформируется в энергию колебаний атомов поверхности. Обработка внутренних поверхностей кожевенного материала становится возможной вследствие мгновенной разности потенциалов слоя положительного заряда с противоположных сторон пергамента.

Таким образом, модификация пергамента в течение 5 мин в потоке низкоэнергетических ионов сопровождается созданием более однородной, плотной структуры, характеризующейся порами небольшого размера как в объеме материала, так и на ее поверхности, что подтверждается существенным уменьшением шероховатости, в следствии этого повышается износостойкость пергамента из шкур овец в целом. Данный натуральный материал с износостойкими свойствами позволит шире использовать его в современных винтажных изделиях, что усилит связь и моду поколений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рахматуллин, И.А. История возникновения пергамента / И.А. Рахматуллин, Г.Р. Рахматуллина // Современные методы получения материалов, обработки поверхности и нанесения покрытий (Материаловедение-2023): Материалы I Всероссийской конференции с международным участием, Казань, 30 марта — 01 2023 года / Под редакцией В.А. Сысоева [и др.]. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2023. — С. 299–300.
2. Тихонов, Б.А. Пергамент из шкур разных видов животных / Б.А. Тихонов, В.П. Тихонова // Новые технологии и материалы легкой промышленности: Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и молодых ученых, Казань, 16–20 мая 2022 года. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2022. — С. 341–343.
3. Низамова, Д.К. Пергамент — природный материал / Д.К. Низамова, Т.М. Назыров // Современные методы получения материалов, обработки поверхности и нанесения покрытий (Материаловедение-2023): Материалы I Всероссийской конференции с международным участием, Казань, 30 марта — 01 2023 года / Под редакцией В.А. Сысоева [и др.]. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2023. — С. 297–298.
4. Волчкова М.А., Дефекты основы пергаментных рукописей и их устранение. Исследования, консервация, реставрация средневековых рукописных памятников. Экспресс-информация. М., 1990, вып. 2, с. 25–32.
5. 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.
6. 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.
7. Вознесенский, Э.Ф. Теоретические основы структурной модификации материалов кожевенно-меховой промышленности в плазме высокочастотного разряда плазмы пониженного давления / Вознесенский Э.Ф., Шарифуллин Ф.С., Абдуллин И.Ш. // Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, — 2011. — 364 с.
8. Тихонова, В.П. Исследование влияния неравновесной низкотемпературной плазмы на отмочно-зольные процессы производства пергамента из шкур козы / Тихонова В.П., Рахматуллина Г.Р., Ахвердиев Р.Ф., Гатауллина К. // Вестник технологического университета — Казань: Изд. Казан. ун-та, — 2017. — Т. 20. — № 16. — С. 69–71.
9. Тихонова, В.П., Влияние неравновесной низкотемпературной плазмы на структуру пергамента из шкур различных животных / В.П. Тихонова, Г.Р. Рахматуллина, Д.К. Низамова [и др.] // Современные методы получения материалов, обработки поверхности и нанесения покрытий (Материаловедение-2023): Материалы I Всероссийской конференции с международным участием, Казань, 30 марта — 01 2023 года / Под редакцией В.А. Сысоева [и др.]. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2023. — С. 86–91.

10. Тихонова, В.П. Влияние плазменной модификации пергамента на эксплуатационные свойства / В.П. Тихонова, Г.Р. Рахматуллина, Д.К. Низамова, А.А. Чеботарев, Р.Ф. Ахвердиев // Новые технологии и материалы легкой промышленности: Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и молодых ученых, Казань, 15–19 мая 2023 года. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2023. — С. 265–267.
11. Умаров, Б.С. Влияние неравновесной низкотемпературной плазмы на свойства пергамента из шкур лошади / Б.С. Умаров, В.П. Тихонова, А.В. Мокеев, Ю.Е. Бесценная, Н.А. Бесценный // Новые технологии и материалы легкой промышленности: Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и молодых ученых. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2020. — С. 331–334.
12. Akhverdiev, R.F. Influence of Plasma Modification on Operational Properties of Natural Origin Fiber Structure Materials / R.F Akhverdiev, V.S. Zheltukhin, G.R. Rakhmatullina, V.P. Tikhonova, D.K. Nizamova, L.V. Chapaeva // ISSN 0018-1439, High Energy Chemistry, 2024 — Т 58 — С. S303–S307.

### **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](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=799997)

### **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](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=459831)  
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57193535796>

### **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](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1189610)  
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57212209715>

### **Fukina Olga Vitalievna**

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia  
E-mail: fukina.ov@rea.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7701-4723>  
RSCI: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=571477](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=571477)

### **Beztsenny Konstantin Alekseevich**

Kazan National Research Technological Institute, Kazan, Russia  
E-mail: yakostyapain@gmail.com

### **Ibragimov Danis Rustemovich**

Kazan National Research Technological Institute, Kazan, Russia  
E-mail: danisibragimov97@gmail.com

## **Modern method to increase wear resistance of vintage natural material of fashion industry**

**Abstract.** Parchment is a natural material consisting of 95 % collagen, the most common protein, in addition to collagen, it contains elastin, glycoproteins, fats and minerals. Collagen molecules formed in the form of fibrils form fibers with voids in between. The surface relief of the parchment, both the front and the flesh side, is formed by collagen fibers and fibrils oriented in different directions. In ancient times, parchment was used to make clothes, shoes, belts and other items. Nowadays, parchment leather is widely used in sewing.

The paper studies the effect of low-energy ion flow on the wear resistance of parchment made from sheepskin. Treatment of collagen-containing material in low-pressure high-frequency capacitive discharge plasma allows to achieve a significant improvement in the properties of products made from it. It has been established that modification of parchment for 5 min, pressure in the working chamber of 26,6 Pa, plasma-forming gas (argon) consumption of 0,04 g/s, discharge power of 1,8 kW, generator frequency of 15,76 MHz in a flow of low-energy ions is accompanied by the creation of a more homogeneous, dense structure characterized by small pores both in the volume of the material and on its surface, which is confirmed by a significant decrease in roughness, as a result of which the wear resistance of parchment from sheepskins increases in general.

Today, parchment is rarely used in everyday life, but it continues to be actively used in sewing, to create embroideries or unique appliques, adding elements of exoticism and luxury.

**Keywords:** parchment; roughness; pores; wear resistance; sheepskin; structure; plasma; vintage material