

УДК 621.973.533.6.011

## Модификация свойств мехового материала высокочастотным разрядом пониженного давления

И. Ш. Абдуллин, С. Ю. Грузкова, И. В. Красина

Казанский государственный технологический университет, г. Казань, Россия

*Рассмотрены использование плазмы высокочастотного разряда для обработки шкур северного оленя и применение полимеров в подготовительном процессе, предшествующем операциям выделки, которые позволяют укрепить волосяной покров с кожевой тканью, а также интенсифицировать жидкостные процессы.*

В настоящее время перед легкой промышленностью более остро стоит задача повышения конкурентоспособности изделий из меха.

Добиться улучшения потребительских и эксплуатационных свойств, а также внешнего вида изделий из меха можно за счет модификации мехового материала, в основном в процессе производства натурального меха и при его отделке.

Традиционные методы модификации, используемые в практике изготовления натурального меха и изделий на его основе, позволяют в определенной степени улучшать свойства последних.

Так, для механической модификации необходимо присутствие воды. В условиях влажно-тепловой обработки модифицированные материалы чувствительны к механическим усилиям, так как пластифицирующее действие тепла и влаги ослабляет межмолекулярные силы сцепления. Тепловые обработки могут приводить или к улучшению прочностных характеристик и ухудшению смачиваемости, уменьшению водопоглощения или, наоборот, к разрыхлению структуры, понижению модуля деформации, снижению ориентации и прочности волокна, но к увеличению водопоглощения [1].

Физико-механическая и химическая модификации позволяют регулировать гидрофильность и гидрофобность меха, однако повышение прочности и термостойкости всегда сопровождается уменьшением гидрофильности.

Таким образом, традиционные методы обработки капиллярно-пористых материалов, типичным представителем которых является кожная ткань шкуры, ограничено улучшают ее поверхностные свойства. Кроме того, применение данных методов сопровождается рядом проблем, важнейшими из которых являются экономический аспект и загрязнение окружающей среды.

Относительно невысокая эффективность традиционных методов диктует создание принципиально новых подходов и приемов обработки. Особую значимость приобретает такой нетрадиционный способ модификации натурального меха, как обработка его плазмой высокочастотного разряда пониженного давления.

Преимущество такого метода заключается в отсутствии химических превращений на обрабатываемой плазмой поверхности. К тому же, плазменная модификация относится к сухим, экологически чистым процессам, не требующим использования воды или растворов.

В отличие от традиционных жидкостных процессов применение низкотемпературной плазмы приводит:

- к объемной обработке капиллярно-пористых материалов, т. е. происходит обработка не только внешних, но и внутренних поверхностей одновременно;
- к возможности интенсифицировать процессы обработки, не ухудшая физико-механические свойства кожевой ткани и волосяного покрова шкуры животного.

Цель работы — исследование плазменного воздействия на кожную ткань, в частности, на ее основное белковое вещество — коллаген, в зависимости от режимов обработки шкур высокочастотной плазмой пониженного давления.

Объектом исследования служили образцы шкур северного оленя и полуфабрикат из его шкур, прошедший стадии процесса выделки.

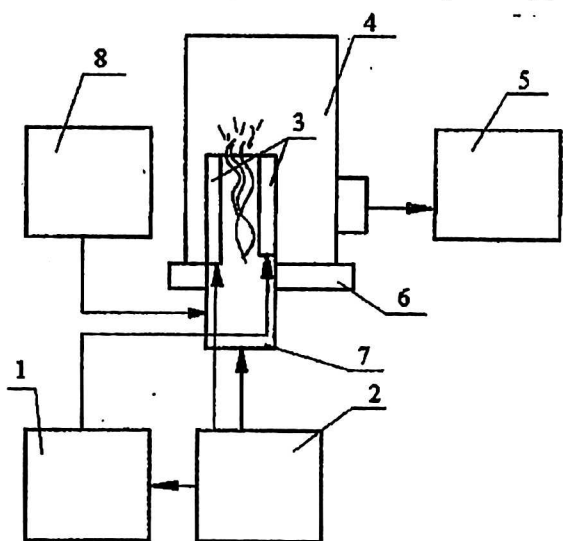
Эксперимент проводился с двумя партиями образцов: опытной, после обработки низкотемпературной плазмой, и контрольной, выделанной по типовой технологии.

Обработку опытных образцов проводили при варьировании входных параметров высокочастотной плазменной установки в следующем диапазоне [2]: расход плазмообразующего газа (аргона)  $G = 0-0,12$  г/с, мощность разряда  $P_r = 0,4-2,0$  кВт, рабочее давление газа  $P = 13-133$  Па, время обработки  $t = 3-7$  мин, при постоянной частоте генератора  $f = 13,56$  МГц.

Используемая в данной работе высокочастотная плазменная установка состоит из стандартных блоков и элементов и снабжена диагностической аппаратурой, позволяющей определять и контролировать параметры высокочастотного разряда пониженного давления, которые влияют на величину эффекта плазменного воздействия (рис. 1).

Система водоснабжения установки: подвод воды к установке и ее отвод осуществляются с

помощью резиновых шлангов. Высокочастотный генератор, используемый в экспериментальных исследованиях, настроен на емкостную нагрузку.



**Рис. 1. Схема высокочастотной плазменной установки:**  
 1 — ВЧ-генератор; 2 — система водоснабжения;  
 3 — электроды; 4 — вакуумная камера; 5 — система откачки;  
 6 — базовая плита вакуумной камеры; 7 — плазмотрон;  
 8 — система питания плазмотрона рабочим газом

Давление в рабочей камере измерялось вакуумметром с линейной разверткой шкалы с манометрическим преобразователем типа диодного механотрона. Для калибровки вакуумметра применялся компрессионный манометр. Конструкция вакуумметра позволяет измерять давление в вакуумной камере независимо от рода газа в диапазоне от 13 Па до 1,3 кПа. Погрешность измерения 5 %.

Для измерения скорости потока в плазмотроне и на выходе из сопла использовались трубки Пито и Т-образный манометр. Все узлы конструкции выполнялись из кварцевого стекла, в качестве рабочей измерительной жидкости использовался дибутилфталат. Погрешность измерения 15 %.

Электрические параметры разряда контролировались одиночным электростатическим зондом.

В данной работе применен метод обработки данных по нулевому току утечки. Погрешность измерения 15 %.

Система измерения плотности тока состоит из миниатюрного пояса Роговского, дифференциального усилителя с детектором и вольтметра. Погрешность определения не превышает 12 %.

Энергетические характеристики плазменной установки определялись исходя из энергетического баланса: мощностей, потребляемых от сети всей установкой и ВЧ-генератором, мощности, вкладываемой в разряд, и мощности струи. Мощности, потребляемые установкой и генератором, определялись измерительным комплексом К-50 с погрешностью  $\pm 2,5$  %.

Потери тепла за счет теплопроводности определялись методом калориметрирования. Погрешность измерений составила 22 %.

Измерение напряжения высокой частоты проводилось электростатическим киловольтметром С196 с относительной ошибкой не более  $\pm 1,5$  %.

Обработка образцов в высокочастотном емкостном разряде проводилась следующим образом: образцы помещались в вакуумный блок установки между электродами, затем проводилась предварительная откачка вакуумной камеры. В разрядную камеру напускали рабочий газ. Регулированием вентиля, соединяющего вакуумную камеру с механическими насосами, устанавливалось заданное давление, включался ВЧ-генератор. Под действием электромагнитного поля между электродами происходил нагрев плазмообразующего газа до состояния плазмы — инструмента обработки.

Наиболее существенный вклад в модификацию поверхности вносят следующие разновидности физического взаимодействия: кинетический удар заряженными частицами; рекомбинация заряженных частиц на поверхности капиллярно-пористого тела [2], а также воздействие теплового потока.

Кожевая ткань шкуры северного оленя характеризуется значительной пористостью и растяжимостью, так как шерстный покров взрослых оленей состоит из толстых, грубых и ломких остевых волос и тонкого нежного пуха.

Волос шкур северного оленя имеет специфическое строение: сердцевина волоса составляет 98 %, в связи с чем корковый слой почти полностью отсутствует. Так как прочность волоса зависит от развитости коркового слоя, волосяной покров северного оленя характеризуется повышенной хрупкостью и слабой связью с кожной тканью.

Опытные образцы шкур северного оленя перед отмокой в сырье обрабатывали низкотемпературной плазмой.

Отмоку (цель которой привести шкуру в состояние, максимально приближенное к парному) опытных образцов, в отличие от типовой методики, проводили с добавлением полимеров: акриловой эмульсии (М-1) и полиакрилатного латекса — для повышения пластичности волоса и укрепления его связи с кожной тканью.

В процессе отмоки контролировали состояние сырья и степень его обводнения (рис. 2) (процентное содержание массовой доли влаги). Шкуры после отмоки должны быть мягкими по всей площади, матово-белыми в разрезе и содержать не менее 67 % влаги [3].

В соответствии с ГОСТ 13104—77 содержание влаги в кожевенном и меховом сырье определяли методом высушивания пробы при постоянной температуре.

Массовую долю влаги вычисляют по формуле, %

$$W = (m - m_1) \cdot 100 / m,$$

где  $m$  — масса навески до сушки, г;

$m_1$  — масса навески после сушки, г.

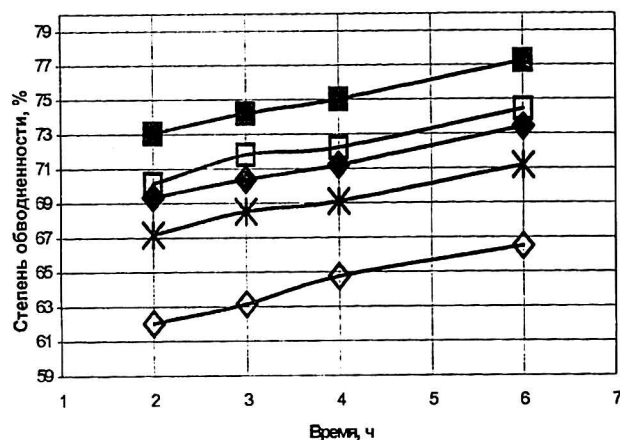


Рис. 2. Зависимость степени обводненности шкур северного оленя от продолжительности отмочки образца:

—\*— — контрольный; —■— — M-1 с плазмой;  
—□— — M-1; —◆— — полиакрилатный латекс с плазмой;  
—◇— — полиакрилатный латекс

Можно отметить, что низкотемпературная плазма способствует повышению сорбции полимеров, растворенных в отмочном растворе, во внутренние слои кожной ткани, что способствует интенсификации и повышению значения степени обводненности. Наилучшие результаты наблюдаются у опытного образца, обработанного плазмой в сырье и с применением акриловой эмульсии (M-1) в процессе отмочки.

После процесса отмочки проводился органолептический контроль, который состоял в определении качества опытного образца посредством органов чувств: с помощью внешнего осмотра, ощупывания и т. д. При этом выявлено, что волосяной покров шкуры оленя после плазменной обработки и проведенного процесса отмочки в присутствии полимеров характеризуется большей пластичностью и лучшей связью с кожной тканью, кроме того, это дает возможность поднять волос на необходимую высоту и облегчить операцию стрижки, несмотря на то, что волосяной покров оленьих шкур густой и сильно пригладен в районе хребта.

После процесса пикелевания, который заключается в разволокнении структуры дермы, и пролежки опытные образцы повторно обрабатывали высокочастотным разрядом, затем проводили процесс дубления.

Дубление представляет собой структурирование белка дермы дубящим веществом. Структурирование означает фиксирование достигнутой в подготовительных процессах (отмока, пикелевание) повышенной степени разделения волокон. В процессе дубления дубящие вещества проникают в структуру дермы, взаимодействуют с

функциональными группами полипептидных цепей белка, образуя между ними устойчивые поперечные связи. Происходит сшивка макромолекул белка.

В ходе процесса дубления определяли изменение температуры деструкции (температура, при которой начинается уменьшение размеров испытуемого образца), характеризующей термостойкость кожи и интенсивность поглощения ею хромового дубителя.

Кривые зависимости температуры сваривания от продолжительности дубления приведены на рис. 3.

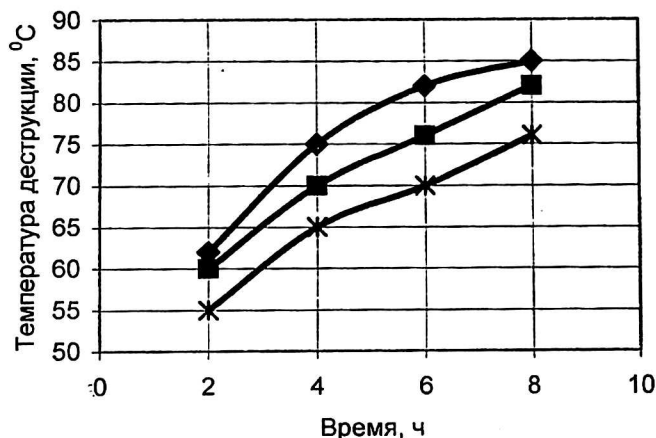


Рис. 3. Зависимость температуры деструкции от продолжительности дубления образца:

—\*— — контрольный; —■— — M-1 с плазмой;  
—◆— — полиакрилатный латекс с плазмой

Из графика кривых (см. рис. 3) видно, что опытные образцы достигают необходимую температуру деструкции за меньший промежуток времени, чем контрольный, соответственно и выбираемость хрома из дубильного раствора у первых выше. Наилучшие результаты получены у опытного образца, обработанного низкотемпературной плазмой с применением в отмочном растворе полиакрилатного латекса, так как необходимую температуру деструкции (не ниже 80 °C) он достигает уже за 6,5–7 ч, у опытного образца с применением полиакрилатного латекса (M-1) — примерно за 8 ч, в то время как у контрольного образца температура деструкции достигается за 10–12 ч.

Это говорит также о том, что обработка плазмой пониженного давления и применение полимеров дают возможность сократить процесс дубления в 1,5 раза по сравнению с типовой методикой.

### Заключение

Анализируя результаты, можно сделать выводы о том, что обработка плазмой пониженного давления шкур северного оленя и применение полимеров в процессе отмочки способствуют:

повышению обводненности опытных образцов на 3 % по сравнению с контрольным;

устранению хрупкости волосяного покрова и приданию ему упругости, за счет чего он поднимается, что облегчает операцию стрижки;

укреплению связи волосяного покрова с кожей;

сокращению продолжительности процесса отмоки почти в два раза по сравнению с типовой методикой;

возрастанию температуры деструкции полуфабриката, которая у опытного образца с применением полиакрилатного латекса после процесса дубления достигает 85 °С через 8 ч, а с акриловой эмульсией (М-1) — 84 °С, по сравнению с контрольным образцом, имеющим за это же время температуру сваривания 78 °С;

сокращению процесса дубления;

целенаправленному изменению характеристик свойств шкуры: получению пластичного волося-

ного покрова, а также мягкой и гибкой кожаной ткани, что в итоге должно положительно сказаться на эксплуатационных свойствах меха и увеличить носкость выделанных из модифицированного материала изделий.

#### Л и т е р а т у р а

1. Неравновесная низкотемпературная плазма в физико-химических процессах обработки материалов: методические указания к лабораторному практикуму: Книга/Сост. Абдуллин И. Ш., Кайдриков Р. А., Миронов М. М. — Казань: Изд-во Казан. гос. технолог. ун-та, 1991. — 35 с.

2. Абдуллин И. Ш., Желтухиц В. С., Кашапов Н. Ф. Высоочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения. — Казань: Изд-во Казан. гос. технолог. ун-та, 2000. — 348 с.

3. Подготовительные процессы в производстве кожи: Учеб. пособие/Сост. Л. Н. Абуталипова. — Казань: Изд-во Казан. гос. технолог. ун-та, 1997. — 72 с.

## Modification of properties of a fur material by the radio-frequency discharge of the lowered pressure

*I. Sh. Abdullin, S. J. Gruzikova, I. V. Krasina*  
The Kazan State Technological University, Kazan, Russia

*Use of plasma of a radio-frequency category for treatment of skins of northern deer and application of polymers in the preparatory process previous to operations of manufacture, allows to strengthen a scalp with a skin fabric, and also to intensify liquid processes.*