

УДК 677.312.3

**ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА СЫРЬЯ
КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЕРХНОСТНОЙ МОДИФИКАЦИИ ВОЛОКОН
В ПРОЦЕССЕ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ШЕРСТИ***

**PLASMA TREATMENT
OF RAW MATERIALS AS A TOOL OF FIBERS SURFACE MODIFICATION
IN THE PRIMARY PROCESSING OF WOOL**

Е.В. СЛЕПНЕВА, В.В. ХАММАТОВА
E.V SLEPNEVA, V.V. KHAMMATOVA

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)
(Kazan National Research Technological University)
E-mail: elenaslep@mail.ru; venerabb@mail.ru

В настоящее время в области текстильного материаловедения стоит новая задача – получение шерстяных и полушерстяных текстильных материалов с прогнозируемыми физико-механическими и технологическими свойствами за счет направленной модификации исходного сырья. Одним из перспективных электрофизических методов модификации шерстяного сырья является воздействие плазмой ВЧЕ-разряда пониженного давления. В процессе плазменной модификации происходит раскрытие чешуек кути-

* Проект выполняется в организации исполнителя (Получателе субсидии) при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в соответствии с требованием соглашения №14.577.21.0019 о предоставлении субсидии на проведение прикладных научных исследований. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57714X0019.

кулы волокон, что обусловлено взаимным отталкиванием друг от друга одноименно заряженных пластин чешуек. В процессе промывки моющий раствор проникает вглубь волокна и вымывает значительное содержание сорных примесей и шерстного жира, что приводит к снижению содержания массовой доли остаточных нешерстяных компонентов в мериносовой шерсти.

Currently there is a new challenge in the field of textile materials science – how to get the woolen and half-woolen textile materials with predictable physical-mechanical and technological properties by the directed modification of raw materials. One of the promising electrophysical methods of the wool raw materials modification is the exposure to the low pressure HF discharge. In the process of plasma modification it occurs the opening of cuticle scales of fibers due to the mutual repulsion of the like-charged plates scales from each other. In the washing process, detergent penetrates deep into the fibers and washes away the significant part of impurities what leads to decrease in the mass content of the residual not-woolen components in merino wool.

Ключевые слова: мериносовая шерсть, плазма высокочастотного емкостного разряда, модификация, нешерстяные компоненты.

Keywords: merino wool, hf discharge plasma, modification, not-woolen components.

Шерстяная и полушерстяная продукция текстильной и легкой промышленности имеет устойчивый спрос и востребована во многих сферах жизнедеятельности человека. В условиях открытости российского рынка при вхождении России в ВТО необходим выпуск продукции, обладающей конкурентоспособными преимуществами. В силу этого перед текстильным материаловедением стоит новая задача – получение шерстяных и полушерстяных текстильных материалов с прогнозируемыми физико-механическими и технологическими свойствами за счет направленной модификации исходного сырья.

В настоящее время существует ряд методов, позволяющих улучшать показатели свойств сырья в процессе первичной обработки шерсти: применение аэроионной обработки, ИК-излучения, электроразрядной нелинейной объемной кавитации, СВЧ-энергии, плазмохимических процессов в тлеющем и барьерном разрядах. Электрофизические методы модификации шерстяного сырья являются экологически чистыми и менее затратными по сравнению с традиционными методами. Существен-

ным недостатком данных методов является то, что ни один из них не дает комплексного положительного эффекта улучшения свойств шерстяных волокон в процессе их первичной обработки. Результаты исследований последних лет показывают, что плазменная обработка высокочастотным емкостным разрядом пониженного давления кератинсодержащих материалов позволяет улучшать одни заданные свойства, не ухудшая остальные.

Целью работы является исследование влияния плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления в процессе ПОШ на изменение кутикулярного слоя волокон.

В качестве объекта исследования выбрана шерсть овечья невытая мериносовая I длины. Модификация шерсти перед процессом промывки выполнялась на высокочастотной плазменной установке, созданной в Казанском национальном исследовательском технологическом университете [1, с. 167]. Подготовка контрольных и опытных образцов шерсти проводилась в лабораторных условиях ОАО "Борская фабрика ПОШ" по технологической схеме данного предприятия.

Исследование микроструктуры поверхности волокна проводили на сканирующем электронном микроскопе РХЕМОМ с увеличением в 2000...6000 раз, изменения профиля рельефа поверхности шерстяных волокон на конфокальном лазерном сканирующем 3D-микроскопе LEXT 40000.

Определение массовой доли остаточных нешерстяных компонентов осуществлялось в соответствии с методикой, предложенной в ГОСТ 29239–91. Шерсть натуральная мытая. Методы определения массовой доли остаточных нешерстяных компонентов.

Поверхностные изменения, происходящие в шерстяных волокнах под действием плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления, исследовали методом растровой электронной микроскопии (рис. 1 – микрофотографии меринового шерстяного волокна до и после плазменной обработки $\times 2000$: а) – контрольный образец; б) – опытный образец ($W_p=1,8$ кВт, $G_{ar}=0,04$ г/с, $P=26,6$ Па, $t=5$ мин, $f = 13,56$ МГц)).

В процессе первичной обработки шерсти в контрольных образцах (рис. 1-а) обнаруживается ухудшение качества поверхности: утоняется кутикулярный слой волокна, происходит откалывание краев чешуек и нарушается регулярность их расположения. Кроме того, наблюдается значительное сосредоточение загрязнений на поверхности волокна.

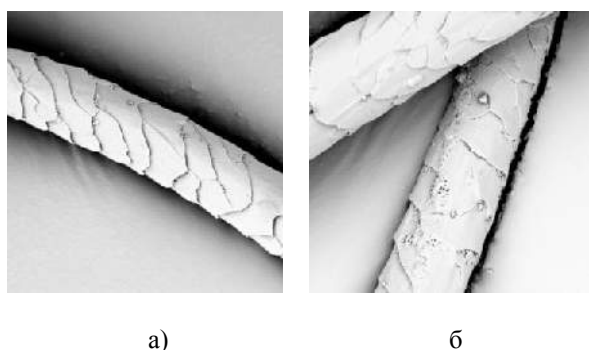
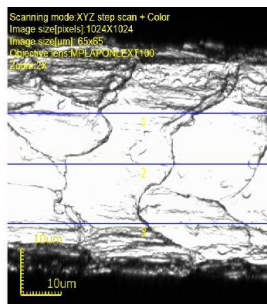


Рис. 1

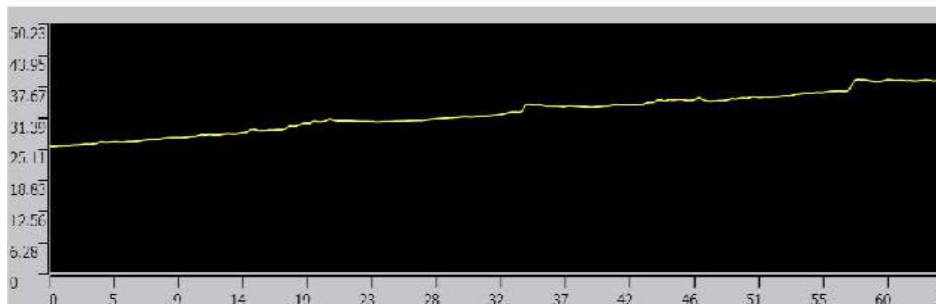
В результате обработки волокон плазмой ВЧЕ-разряда пониженного давления (рис. 1-б) из-за взаимного отталкивания друг от друга одноименно заряженных пластин чешуек наблюдается их раскрытие с сохранением равномерности, на поверхности волокна загрязнений не наблюдается.

Поверхностные изменения, происходящие в шерсти под действием плазменной обработки, подтверждаются исследованиями по изучению рельефа поверхности волокон. Кривая рельефа поверхности строилась по усредненным данным трех измерений. Результаты исследований рельефа поверхности шерстяных волокон методом конфокальной лазерной сканирующей микроскопии (КЛСМ) представлены на рис. 2 (результаты исследования поверхности меринового шерстяного волокна до и после плазменной обработки методом КЛСМ $\times 2000$: а) – микрофотография поверхности контрольного образца; б) – усредненный профиль рельефа поверхности контрольного образца; в) – микрофотография поверхности опытного образца; г) – усредненный профиль рельефа поверхности опытного образца).

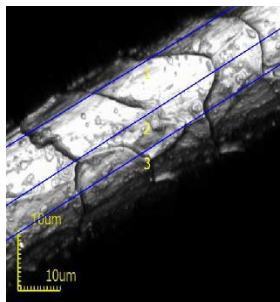
Проанализировав микрофотографии рельефа поверхности шерстяных волокон, установлено, что их обработка плазмой высокочастотного разряда приводит к поверхностным изменениям кутикулярного слоя. В результате модификации волокон в низкотемпературной плазме высокочастотного емкостного разряда (рис. 2-г) наблюдается увеличение высоты неровностей профиля, которая составляет 0,489 мкм, тогда как данный показатель контрольного образца (рис. 2-б) равен 0,360 мкм. Увеличение высоты неровности профиля меринового волокна составляет 38,5%, что свидетельствует о том, что в процессе плазменной обработки ВЧЕ-разрядом пониженного давления происходит поверхностная модификация мериновых волокон.



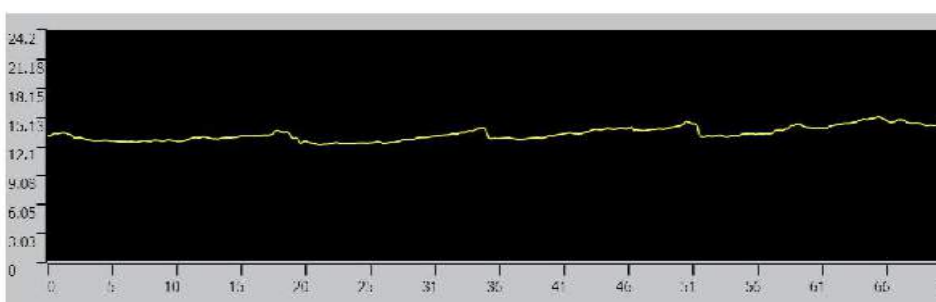
а)



б)



в)



г)

Рис. 2

Использование плазменной модификации сырья в процессе первичной обработки шерсти способствует уменьшению показателей содержания массовой доли остаточных нешерстяных компонентов, что подтверждается полученными экспериментальными данными, представленными

в табл. 1 (содержание массовой доли остаточных нешерстяных компонентов в контрольных и опытных образцах мериносовой шерсти (ВЧЕ-разряд: $W_p=1,8$ кВт, $t=5$ мин, $G_{Ar}=0,04$ г/с, $P=26,6$ Па, $f = 13,56$ МГц)).

Таблица 1

Наименование показателя	Шерсть мериносовая	
	контрольный образец	опытный образец
Содержание массовой доли растительных примесей, %	0,73	0,48
Содержание массовой доли минеральных примесей, %	2,76	1,89
Содержание массовой доли шерстного жира, %	0,56	0,45

В результате модификации шерстяного волокна потоком плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления снижается остаточное содержание массовой доли: растительных примесей на 34,2%; минеральных примесей на 31,5%; шерстного жира на 25%. Очистка шерстяного сырья от нешерстяных компонентов и шерстного жира при плазменной модификации в среде аргона осуществляется: во-первых, за счет распыления сорных примесей и различных адсорбированных частиц органического и неорганического характера, образовавшихся в результате жизнедеятельности

животного, вследствие бомбардировки ионами поверхности шерстяных волокон в процессе их модификации потоком плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления; во-вторых, в процессе промывки в модифицированных волокнах минимизируются силы сцепления волокна с загрязняющими примесями, имеющими отрицательный электрический заряд, за счет сообщения ВЧ-плазмой, отрицательного заряда чешуйкам кутикулы. Из-за взаимного отталкивания друг от друга одноименно заряженных пластин чешуек кутикулы происходит их раскрытие, что способствует бо-

ЛИТЕРАТУРА

лее легкому удалению сорных примесей, жир легче вымывается, переходя во взвешенное состояние (эмульсию) и удаляется вместе с моющим раствором [2, с.156].

Таким образом, на основе проведенных исследований установлено, что в процессе плазменной обработки шерстяного сырья плазмой ВЧЕ-разряда пониженного давления происходит раскрытие чешуек кутикулы, то есть осуществляется поверхностная модификация волокон. В процессе промывки моющий раствор легче проникает вглубь волокна и максимально вымывает минеральные, растительные примеси и шерстный жир.

1. Вознесенский Э.Ф., Шарифуллин Ф.С., Абдуллин И.Ш. Теоретические основы структурной модификации материалов кожевенно-меховой промышленности в плазме высокочастотного разряда пониженного давления. – Казань: КГТУ, 2011.

2. Слепнева Е.В., Абдуллин И.Ш., Хамматова В.В. Влияние воздействия плазмы на содержание массовой доли минеральных примесей в натуральных полимерах // Вестник Казанского технологического университета. – 2012, № 6. С. 155...157.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 30.09.14.

* Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки, код проекта 1092.