

Е. В. Слепнева, И. Ш. Абдуллин, В. В. Хамматова

ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ МЕРИНОСОВОЙ ШЕРСТИ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ ВОЛОКОН

Ключевые слова: шерстяное волокно, модификация, структурные изменения, кристалличность белка, денатурация шерсти.

Приведены результаты исследований влияния плазменной модификации мериносовой шерсти на структурные изменения кератина капиллярно-пористого материала. Показано увеличение кристалличности белка шерстяных волокон.

Keywords: wool fiber, modification, structural changes, crystallinity, protein denaturation of the coat.

Results on the effect of plasma modification of merino wool keratin, the structural changes of capillary-porous material. An increase of the crystalline phase of wool keratin.

Введение

Вступление нашей страны во Всемирную торговую организацию (ВТО) предъявляет дополнительные требования к производству качественного шерстяного сырья для отечественной текстильной и легкой промышленности. Исходя из этого, в настоящее время в области текстильного материаловедения возникла новая важная задача – прогнозирование свойств текстильных материалов по требованиям изготовителей и потребителей изделий в соответствии с климатическими и природными условиями региона.

Результаты исследований последних лет показывают, что обработка капиллярно-пористых материалов с помощью потока плазмы ВЧЕ разряда пониженного давления позволяет улучшать несколько заданных свойств, не ухудшая остальные. При обработке плазмой ВЧЕ разряда пониженного давления на структуру волокна является минимальным: изменение свойств происходит без нарушения химического состава волокна. Кроме того плазменная технология является экологически чистой и менее затратной по сравнению с традиционными методами.

Целью работы является исследование влияния плазмы ВЧЕ разряда пониженного давления на структурные изменения шерстяных мериносовых волокон.

Экспериментальная часть

В качестве объекта исследования выбрана шерсть овечья невытравленная мериносовая I длины. Модификация шерстяного сырья выполнялась на высокочастотной плазменной установке [1], разработанной на базе Казанского национального исследовательского технологического университета, с частотой генератора 13,56 МГц, мощность разряда $W_p = 1,8$ кВт, давление в вакуумной камере $P = 26,6$ Па, время обработки $t = 5$ мин., расход плазмообразующего газа $G = 0,04$, в качестве плазмообразующего газа использовался аргон.

Лабораторные пробы невытравленной шерсти подготавливали в соответствии с ГОСТ 20269-93 [2]. Структурные изменения шерстяных волокон исследовали методом рентгеноструктурного и

синхронный термический анализа. Дифрактограммы получены на порошковом рентгеновском дифрактометре D8 ADVANCE фирмы Bruker методом рентгенографической съемки по Бреггу-Брентано, излучение CuK_α , длина волны 1,54178 Å. Дифрактограммы записаны в координатах «абсолютная интенсивность дифракции – брегговский угол 2Θ ». Термические и термогравиметрические изменения получены на синхронном термоанализаторе SDT Q600 фирмы TA Instrument со скоростью нагрева образца $5^\circ/\text{мин}$.

Результаты и их обсуждения

Результаты структурных изменений шерстяных волокон в процессе первичной обработки шерсти с применением плазмы ВЧЕ разряда пониженного давления исследовали методом рентгеноструктурного анализа, представленные на рисунке 1.

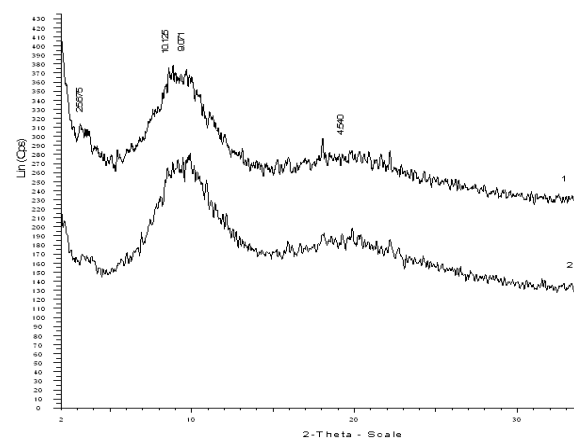


Рис. 1 – Дифрактограмма структуры мериносовых шерстяных волокон: 1-контрольный образец; 2-опытный образец ($W_p=1,8$ кВт, $G_{ар}=0,04$ г/с, $P=26,6$ Па, $t=5$ мин, $f=13,56$ МГц)

Полученные дифрактограммы контрольного и опытных образцов шерстяных волокон близки: все образцы представлены аморфной фазой, которая характеризуется широкими дифракционными максимумами, в качестве примеси присутствует кристаллическая фаза.

Соотношение аморфной и кристаллической фаз определены по полуширине дифракционных максимумов, значение которые для контрольного образца составило 3,279 усл.ед, тогда как для образца, модифицированного в аргоновой плазме данное значение составило 3,245 усл.ед.

Из приведенных выше исследований следует, что модификация шерстяных волокон плазмой ВЧЕ разряда пониженного давления в процессе первичной обработки шерсти приводит к уменьшению полуширины дифракционных максимумов и, следовательно, к дополнительному упорядочению структуры шерстяного волокна.

Двухфазная модель частично кристаллического полимера, к которым относятся шерстяные волокна, не учитывает характер неупорядоченных областей. Рентгеноструктурный метод оценки кристалличности образца «принимает во внимание» только области когерентного рассеивания [3]. В связи с этим для оценки степени кристалличности белка применяется синхронный термический анализ – одновременное применение нескольких методов исследования одного образца: ДСК - ТГА (дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) и термогравиметрический анализ (ТГА)).

Исследование температурных свойств шерсти методами дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и термогравиметрии (ТГ) представлены на рисунке 2.

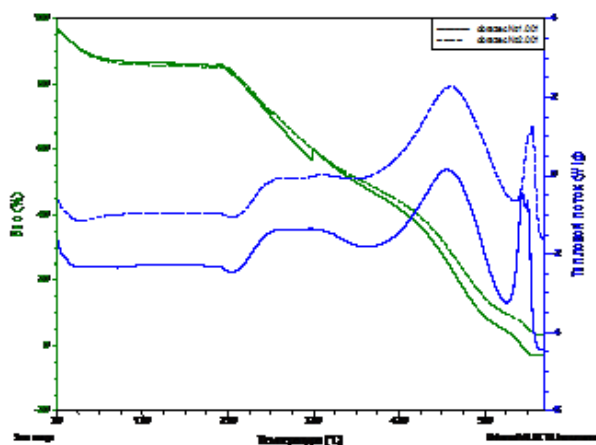


Рис. 2 – Изменение термостабильности шерстяного меринового волокна: образец 1 - контрольный; образец 2 - опытный ($W_p=1,8$ кВт, $G_{ar}=0,04$ г/с, $P=26,6$ Па, $t=5$ мин, $f = 13,56$ МГц)

Анализ показал, что кривая ДСК обнаруживает три основных температурных перехода: температурный переход в области выпаривания свободной влаги, температуры стеклования и температуры денатурации шерсти.

Выпаривание влаги происходит при 30-60°C, температурный интервал стеклования находится в области 60-225°C, а денатурация шерсти при 230°C. Следует отметить, что на кривой ДСК модифицированного образца наблюдается увеличение экзотермических максимумов в пределах 10°C, что свидетельствует об увеличении кристаллизации кератина.

Кривая ТГ отражает потерю массы при нагревании шерстяного волокна до 230°C. Потеря массы связана с выпариванием влаги, далее происходит денатурация шерсти. Следует отметить, что выпаривание влаги приводит к снижению массы волокна на 12,5%, в то время как равновесная влажность шерсти составляет 15-17%. Это подтверждает существование свободной и связанной влаги в структуре шерстяного волокна.

Заключение

Применение плазмы ВЧЕ разряда пониженного давления в процессе первичной обработки шерсти приводит к повышению термостабильности кератина шерсти и увеличению кристалличности белка шерстяных волокон.

Литература

1. Слепнева Е.В. Исследование сорбционных свойств шерстяных волокон, модифицированных потоком плазмы ВЧЕ-разряда пониженного давления / Е.В. Слепнева, И.Ш. Абдуллин, В.В. Хамматова // Вестник Казанского технологического университета. – 2011.- № 16.- С.106- 110.
2. Слепнева Е.В. Модификация наноструктуры шерстяных волокон в процессе их первичной обработки / Е.В. Слепнева, И.Ш. Абдуллин, В.В. Хамматова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012.- № 15.- С.93- 94.
3. Брандои Д., Каплан У. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. – М.: Техносфера. – 2004. - 384 с.