

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

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ НА УСАДКУ ШЕРСТЯНЫХ ВОЛОКОН В ПРОЦЕССЕ ИХ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ

*Ключевые слова:* шерстяное волокно, усадка, низкотемпературная плазма.

*Для снижения усадки шерстяных волокон используется их обработка в низкотемпературной плазме. Обнаружено, что обработка шерстяных волокон низкотемпературной плазмой способствует снижению показателя усадки как до промывки шерсти, так и после ее промывки. Усадка шерстяных волокон в процессе плазменного воздействия происходит за счет усадочного эффекта плазмы (рекомбинации ионов и бомбардировки ими поверхности) и теплового воздействия плазмы.*

*Keywords:* wool fiber, shrinkage, low-temperature plasma.

*To reduce shrinkage wool fibers used in the processing of low-temperature plasma. Found that treatment with low-temperature plasma wool fibers to be reducing shrinkage before washing wool, and after washing. Shrinkage of wool fibers during plasma exposure is due to the effect of shrinkage of the plasma (ion recombination and bombardment of the surface) and heat the plasma.*

### Введение

Способность изделий сохранять линейные размеры при воздействии атмосферных осадков, химической чистки, а также при влажно-тепловой обработке является важным свойством. Усадка материалов оказывает неблагоприятное влияние на стабильность конструкции и форму изделия, приводящая к изменению размеров изделий при носке, что ухудшает их внешний вид, а иногда делает непригодными для дальнейшей эксплуатации. Одним из факторов, определяющим уменьшение размеров изделия и, следовательно, стабильность размеров, является усадка волокон.

Актуальность модифицирования с помощью низкотемпературной плазмы продиктована необходимостью комплексного и направленного создания требуемых показателей качества шерстяного волокна, а так же необходимостью технологического направленного регулирования параметров обработки.

Целью работы является исследование влияния низкотемпературной плазмы на усадку шерстяных волокон в процессе их первичной обработки.

### Экспериментальная часть

В качестве объекта исследования выбрана шерсть овечья невытравленная мериноская I длины, полутонкая однородная I длины и полугрубая неоднородная высшего качества 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  $W_p = 0,2 - 2,0$  кВт, давление в вакуумной камере  $P = 26,6$  Па, время обработки  $t = 1 - 9$  мин., расход плазмообразующего газа  $G = 0,04 - 0,06$  г/с, в качестве плазмообразующего газа использовался аргон смесь газов аргон и пропан/бутан в соотношении 70/30%.

Лабораторные пробы невытравленной шерсти промывали в двух бачках в мыльно-содовом растворе при температуре воды  $45 - 50^\circ\text{C}$ . Мыльно – содовый раствор содержал 2г. 60%-ного мыла и 3 г кальцинированной соды в 1 дм<sup>3</sup> воды. Шерсть промывали вручную в течение 2 – 3 мин в каждой бочке, несколько раз погружая в раствор и вынимая из него пробу. При этом шерсть отжимали руками, не нарушая строения штапелей. В третьей бочке шерсть прополоскали в чистой воде при температуре  $38 - 40^\circ\text{C}$ . Пробу высушивали в сушильном шкафу при температуре  $60 - 70^\circ\text{C}$  около 1ч.

Отобранные лабораторные пробы выдерживали в эксикаторе над водой в течение 3ч. Из каждой лабораторной пробы выделяли все сохранившиеся штапели (косицы). Масса выделенных штапелей (косиц) составляла не менее 10% от массы лабораторной пробы.

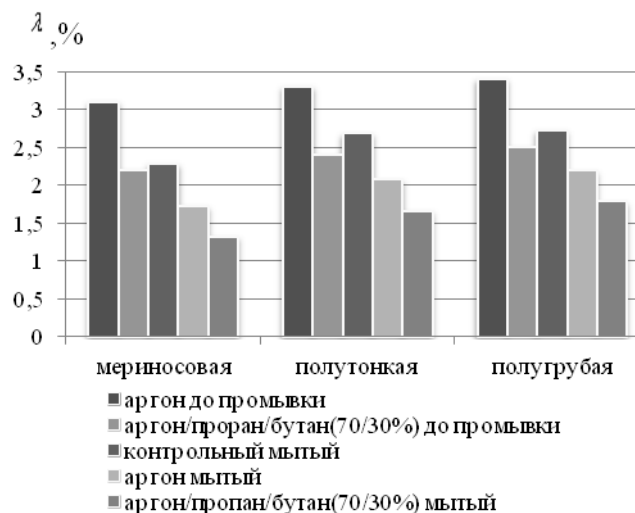
Измеряемый штапель прикладывали основанием к нулевому делению миллиметровой линейки и прижимали указательным пальцем левой руки. Правой рукой шерсть расправляли по линейке, не растягивая штапель. Измерения штапеля и косицы проводили от основания до основания заостренной верхушки.

Определение показателя усадки осуществляли путем сопоставления прямых измерений контрольных и опытных образцов. Экспериментальные исследования влияния плазменной обработки на показатель усадки шерстяных волокон проведены как до промывки шерсти, так и после процесса сушки мытых образцов.

### Результаты и их обсуждения

В процессе первичной обработки шерсти на этапе промывки волокно подвергается воздействию температуры, воды и химических реагентов, вследствие чего происходит его усадка. Для снижения усадки шерстяных волокон используется

их обработка в низкотемпературной плазме (НТП). На рисунке 1 представлены зависимости влияния НТП на показатели усадки контрольных и опытных образцов шерстяных волокон.



**Рис. 1 – Влияние потока плазмы ВЧЕ разряда на усадку шерстяных волокон (гидрофильный режим: для меринсовой  $W_p=1,8$  кВт, для полутонкой  $W_p=1,7$  кВт, для полугрубой  $W_p=1,5$ кВт,  $P = 26,6$ Па,  $G_{Ar}= 0,04$  г/с, $t=5$  мин; гидрофобный режим: для меринсовой  $W_p=2$  кВт, для полутонкой  $W_p=1,9$  кВт, для полугрубой  $W_p=1,7$ кВт,  $P = 26,6$ Па,  $G_{аргон/пропан+бутан.}= 0,06$  г/с,  $t=6$  мин).**

Из представленной на рисунке 1 гистограммы видно, что воздействие низкотемпературной плазмы приводит к снижению показателя усадки шерстяных волокон: в аргонной плазме меринсовых волокон на 3,1%, полугрубых на 3,3%, полугрубых на 3,6% а в смеси газов аргон/пропан+бутан (70/30%) меринсовых на 2,2%, полугрубых на 2,5%, полугрубых на 2,6%.

Усадка опытных образцов шерстяных волокон в процессе плазменного воздействия происходит за счет усадочного эффекта плазмы (рекомбинации ионов и бомбардировки ими поверхности) и теплового воздействия плазмы, приводящего к повышению кинетической энергии молекул и атомов, ослаблению межмолекулярных связей, что способствует возобновлению релаксационного процесса [2].

В процессе промывки шерстяные волокна, как контрольные, так и опытные образцы, обнаружили изменение своих линейных размеров. Обработка шерстяных волокон низкотемпературной плазмой в гидрофильном режиме способствует

снижению показателя усадки после процесса сушки меринсового волокна на 38,3%, полутонкого на 22,8%, полугрубого на 19,5%. При плазменной обработке шерсти в смеси газов аргона и пропан+бутан показатель усадки опытных образцов после этапа сушки снизился у меринсовых волокон на 52,7%, полутонких на 38,1% и полугрубых на 34,6%.

Изменение линейных размеров шерстяных волокон обусловлено набуханием и протеканием обратного релаксационного процесса. Влага, проникая в структуру волокна, ослабляет межмолекулярные связи, тепло повышает кинетическую энергию молекул и атомов, что снижает внутренние напряжения макромолекул. Процесс усадки при воздействии низкотемпературной плазмы протекает во времени. В начальный момент обработки волокна сокращают свои размеры, однако дальнейшему увеличению усадки препятствует увеличение его объема. Увеличение объема волокон, обработанных в аргонной плазме, способствует активации поверхности и ускорение процессов адсорбции воды, присутствующей в порах и капиллярах и, как следствие, расщепление структуры. В случае волокон, подвергшихся плазменной обработке в смеси газов, увеличение их объема связано с накоплением энергии тепловых колебаний макромолекул, что также способствует возобновлению обратного релаксационного процесса.

## Выводы

Экспериментальные исследования влияния низкотемпературной плазмы на шерстяные волокна в процессе их первичной обработки показали, что модификация шерстяного сырья способствует уменьшению показателя усадки от 35 до 52% в зависимости от вида волокна.

## Литература

1. *Абдуллин И.Ш.* Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения/ И.Ш. Абдуллин, В.С. Желтухин, Н.Ф. Кашапов .- Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2000. – 348 с.
2. *Абдуллин И.Ш.* Высокочастотная плазменная обработка в динамическом вакууме капиллярно-пористых материалов. Теория и практика./ И.Ш.Абдуллин, Л.Н.Абуталипова, В.С.Желтухин, И.В.Красина. - Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2004. – 427 с.