

волокна под влиянием различных нагрузок при его термической обработке. При этом объектом исследования явился прекурсор, сформованный на стендовом оборудовании кафедры химической технологии высокомолекулярных соединений Могилевского государственного университета продовольствия из прядильных растворов волокнообразующего поли[акрилонитрил (АН) – со – метилакрилат (МА) – со – 2-акриламид-2-метилпропансульфо кислоты (АМПС)]. Линейная плотность ПАН волокна составляла 0,16 текс, прочность – 62 сН/текс, удлинение при разрыве – 10,8 %. Процесс термоокисления проводили в воздушной среде с использованием конвекционной печи, оборудованной программатором температурно-скоростного режима ее нагрева (точность регулирования и поддержания температуры в печи составляла  $\pm 0,5$  °С). Величина прилагаемой к исследуемому волокну нагрузки варьировалась от 0,6 до 25,5 мН/текс. Измерение длины образцов проводили в конце каждого цикла термоокисления.

Представленные результаты демонстрируют важную особенность процесса термоокисления, заключающуюся во взаимосвязи релаксационных явлений, протекающих при нагреве волокна, и химических превращений в полимерном субстрате ПАН. Известно, что в температурном диапазоне 140–350 °С, в результате активирования реакций полициклизации по нитрильным группам формируются сравнительно протяженные полинафтиридиновые структуры. Этот процесс является составной частью целого комплекса параллельно и последовательно протекающих реакций, включая также дегидрирование, окисление, дезазотирование, термоокислительную деструкцию. Указанные химические превращения различным образом влияют на скорость релаксации структурных элементов в ПАН прекурсор и, значит, на характер деформируемости волокнистых материалов. Деструкционные процессы, как правило, облегчают подвижность макромолекул, в то время как структурирование (сшивки), образование жесткоцепных полинафтиридиновых структур снижают подвижность.

При температуре выше 70 °С наблюдается усадка волокна (даже при нагрузке, составляющей 25,5 мН/текс). Это свидетельствует о начале процессов расстекловывания, связанных с увеличением сегментальной подвижности макромолекул, находящихся после ориентационного вытягивания прекурсора в напряженном состоянии, и принятием ими термодинамически выгодной, равновесной конформации. Происходящая при этом релаксация внутренних напряжений проявляется в усадке образцов тем большей, чем меньше нагрузка. Эта же тенденция сохраняется при нагреве выше 100 °С. Данная температура идентифицируется в ряде исследований [1] как температура стеклования мезофазы полимерного субстрата ПАН волокна. Обращает на себя внимание некоторая стабилизация величины усадки образцов в температурном интервале 150 – 210 (250) °С, что обусловлено, вероятно, завершением релаксационных процессов в мезофазе. Дальнейший нагрев ПАН волокна свыше 170 – 210 °С снова приводит к относительно резкому росту усадки, вероятно, в связи с увеличением подвижности более крупных элементов надмолекулярной структуры полимерного субстрата. При температуре 290 – 300 °С отмечается тенденция к стабилизации деформации образцов, связанной, во-первых, с завершением всех основных релаксационных процессов, во-вторых, с ростом жесткости макромолекул за счет значительного увеличения доли полинафтиридиновых участков в макромолекулах ПАН. Для такого термостабилизированного ПАН прекурсора уже не характерна пластическая деформация и его можно подвергать дальнейшим термообработкам, связанным с его превращением в УВ.

Следует также отметить, что при нагревании ПАН волокна выше 150 – 170 °С в случае приложения нагрузки свыше 12,8 мН/текс наблюдается удлинение образцов. Это обусловлено тем, что в результате полного расстекловывания полимерного субстрата в этом температурном диапазоне, обуславливающего высокую подвижность его структурных элементов увеличивается вероятность их смещения друг относительно друга под влиянием существенных внешних растягивающих сил.

Таким образом, деформирующие силы противодействуют силам, способствующим принятию структурными элементами полимера термодинамически более выгодного взаимного расположения. В результате при температуре 210 °С под влиянием нагрузки, равной 25,5 мН/текс наблюдается обрыв волокна, связанный с высокой пластической деформацией полимерного субстрата.

Таким образом, анализ деформационного «поведения» ПАН прекурсора при различных температурно-временных режимах необходим для выбора уровня натяжения волокна на разных этапах термоокислительной стабилизации и позволяет учесть протекающие в полимерном субстрате релаксационные процессы и химические превращения.

#### Список использованных источников

1. Bashir Z. Polyacrylonitrile, unusual linear homopolymer / Bashir Z. // Indian J. Fibre and Text. Res. – 1999. – Vol. 24. – P. 1-9.

УДК 677.027

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ «ХОЛОДНОГО» СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ТКАНИ НА КАЧЕСТВО КРАШЕНИЯ

*Нестерова Л. А., доц., Мищенко Е. В., доц.,  
Херсонский национальный технический университет,  
г. Херсон, Украина*

Процесс подготовки тканей под крашение осуществляется с целью изменения свойств волокна для обеспечения необходимой сорбционной способности волокна и диффузионной проницаемости. В настоящее

время потребность в создании конкурентоспособной текстильной продукции поставила текстильную отрасль перед необходимостью пересмотреть классические подходы подготовки ткани под крашение. «Холодная» технология подготовки, используемая предприятиями, характеризуется значительным сокращением технологической схемы и осуществляется при температуре производственного помещения без применения теплоносителя. При этом практически не существует данных о том, насколько волокна тканей, подготовленных по низкотемпературным способам, соответствуют по своему составу, свойствам и структуре волокнам, подготовленным по типовым запарным способам.

В связи с этим, задачей настоящего исследования являлось изучение влияния «холодного» способа подготовки хлопчатобумажной ткани на качество крашения, для чего была произведена сравнительная оценка показателей качества тканей, подготовленных по различным технологиям. Хлопчатобумажная ткань подвергалась подготовке по схемам «холодного» способа подготовки, применяемой на производстве, а также по запарному щелочно-перекисному способу белиenia.

Как показали исследования, «холодная» технология обеспечивает улучшение свойств по многим показателям, установленным ГОСТом на соответствующую текстильную продукцию: повышается степень белизны ткани, устойчивость к истиранию увеличивается более чем в 3 раза, значительно повышается разрывная нагрузка ткани по основе и утку, а также увеличивается поверхностная плотность ткани. Следует отметить, что подготовленный по «холодному» способу текстильный материал характеризуется эластичностью, наполненным грифом, который ткани обычно приобретают после процесса аппретирования.

Оценка качества тканей, подготовленных по «холодному» способу показала, что способ обеспечивает сохранение прочности волокна, исключая его деструкцию и потерю массы волокна. Однако, другие характеристики ткани, такие как капиллярность и критическая поверхностная энергия (КПЭ) оказались занижены (таблица).

Таблица — Основные характеристики хлопчатобумажной ткани

Характеристики	Подготовка текстильного материала	
	Запарный щелочно-перекисный способ	Низкотемпературный способ
Капиллярность, мм/час	130-150	10-80
Критическая поверхностная энергия, мН/м	40-50	30-40

Как видно, при подготовке ткани по низкотемпературному способу, капиллярность составляет 10-80 мм/час, а КПЭ 30-40 мН/м. При этом высокая капиллярность волокна ткани, подготовленной по низкотемпературному способу, оказалась «ложной»: при тщательной промывке капиллярность снижалась, т.е. капиллярность ткани, обеспечивалась наличием на ее поверхности поверхностно-активных веществ (ПАВ). При этом сорбция красителя и степень его фиксации на волокне снижаются, что связано с уменьшением объемов микро- и макропор. Текстильный материал, подготовленный по «холодному» способу, наряду с высокой белизной, характеризуется более низкими показателями общей влагоемкости и гигроскопичности. Снижение этих показателей пористости волокна отрицательно влияет на процесс крашения субстантивными красителями, т.к. снижаются диффузионные и сорбционные свойства.

Положительное влияние ПАВ на поверхности ткани на ровноту окраски особенно ярко проявилось при крашении пигментами в средние тона. Показатели устойчивости пигментных окрасок при этом не снижаются, а ровнота окраски увеличивается, что позволяет производить крашение тканей пигментами в средние тона.

В работе осуществляли исследование поверхностных свойств волокна, характеризующихся показателем КПЭ в зависимости от способа подготовки и каким образом эти изменения отражаются на работу адгезии связующих. В результате наблюдалось повышение устойчивости пигментных окрасок при использовании некоторых типов связующих, полученных на тканях, подготовленных по «холодному» способу. Работа адгезии полиуретановых связующих не повышается с увеличением степени подготовки ткани: на отваренных образцах ткани отмечается примерно такое же значение работы адгезии, как и на отбеленных. При применении акрилового связующего и поливинилацетата (ПВА) с увеличением степени подготовки ткани работа адгезии повышается. Мерсеризация снижает работу адгезии этих связующих, поскольку поверхностная энергия ткани после мерсеризации уменьшается.

Результаты исследований позволяют заключить, что мерсеризация при пигментном крашении не оказывает такого влияния как при крашении субстантивными красителями. При использовании для крашения пигментов связующих на основе уретановых полимеров, подготовку текстильного материала можно ограничить расшлихтовкой и отваркой или расшлихтовкой и белиением, т.е. схема подготовки хлопчатобумажной ткани может быть облегчена без снижения качества окрашенных тканей.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что при крашении тканей, подготовленных по «холодному» способу субстантивными красителями необходимо принимать во внимание ухудшение показателей, характеризующих объемные свойства волокна. При пигментном крашении поверхностные свойства волокна играют большую роль, чем его объемные свойства, в соответствии с чем, ткани, направляемые под крашение несубстантивными пигментами, могут быть подготовлены по «холодному» способу. «Холодный» способ белиenia обеспечивает получение необходимой белизны, что в свою очередь обеспечивает сохранение яркости пигментных окрасок.