

Введение Обеспечение конкурентоспособности отечественных предприятий легкой промышленности возможно при большей их гибкости и маневренности, систематическом обновлении ассортимента выпускаемой продукции с высокой степенью готовности и с новыми функциональными возможностями, при разработке и внедрении комплекса научных и технологических мероприятий. При создании новых текстильных материалов следует учитывать решение таких вопросов как: новизна материала и его преимущества; качество ткани и ее конкурентоспособность; экономические и экологические аспекты [1]. Одним из перспективных способов модификации материалов легкой промышленности является обработка в неравновесной низкотемпературной плазме (ННТП). ННТП позволяет изменять свойства очень тонкого приповерхностного слоя материала, сохраняя механические и физико-химические свойства массы полимера. Наиболее приемлемый, с точки зрения достижения эффекта плазменной модификации, без существенной деструкции полимерных соединений, диапазон энергии активных частиц плазмы пониженного давления должен составлять от 1 до 100 эВ. Приведенный выше уровень энергии активных частиц плазмы наиболее оптимально реализуется в потоках неравновесной низкотемпературной плазмы, генерируемой высокочастотными разрядами пониженного давления. Эффект плазмы данного типа разряда определяется химической природой, строением обрабатываемого материала и технологическими параметрами плазмы: концентрацией активных частиц, плотностью тока, природой плазмообразующего газа. Наиболее вероятными процессами, ответственными за модификацию поверхности материала в ВЧ плазме пониженного давления являются бомбардировка ионами (менее 100 эВ) энергии, рекомбинации ионов на поверхности и термическое воздействие. [2]. Плазменная обработка известна как эффективный способ придания обрабатываемым поверхностям способности мгновенно смачиваться водой и пропиточными составами. Данный эффект плазменной обработки используется для интенсификации и повышения качества проведения процессов в текстильном отделочном производстве. В связи с этим представляло интерес изучение влияния ННТП обработки на основные характеристики хлопкового волокна с целью дальнейшего выявления ее применения в технологических процессах текстильного отделочного производства. Объекты и методы исследования Плазменную обработку волокон и ткани проводили на опытно-промышленной высокочастотной установке в различных режимах ($I=0,2-0,7A$; $U=1.5-7.5kV$) и разных газоразрядных средах (аргон, кислород, азот, воздух). Эффекты плазменного воздействия на материалы оценивались по значениям капиллярности согласно стандартным методам испытаний. Поверхность образцов исследовали с помощью растрового электронного микроскопа PHENOM структуру волокон образцов рентгенографическим методом с помощью дифрактометра ДРОН-ЗМ, так же снимали ИК-спектры на ИК-Фурье

спектрометре Tensor 27. Термический анализ образцов проводили на дифференциальном сканирующем калориметре DSC 823e фирмы METTLER TOLEDO в воздушной (окислительной) среде со скоростью нагревания 100С/мин. Результаты и их обсуждение ННТП обработка приводит к изменению микрорельефа поверхности: увеличению количества микротрещин и появлению шероховатости, причем, при использовании в качестве плазмообразующего газа кислорода этот эффект более существенен. Данное обстоятельство связано травлением поверхностных слоев волокна за счет его окисляющего воздействия. Результаты определения массы образцов до и после плазменной обработки в окислительной плазме кислорода показали, чем дольше обрабатывается образец в плазме, тем значительнее потеря массы (табл. 1). Эффект травления зависит от поверхностной плотности образца: чем меньше поверхностная плотность, т.е. разреженный материал, тем интенсивнее происходит потеря массы. Обработка образцов в плазме инертного газа аргона не приводит к существенному изменению их массы. Таблица 1 - Изменение массы образцов хлопчатобумажных трикотажных полотен после ННТП обработки

Время обработки, мин.	Изменение массы образца, %
арт. М200 (169 г/м ²)	арт.1724 (276 г/м ²)
5	-0,64 -0,36
10	-1,44 -0,96
15	-2,12 -1,92
20	-6,74 -3,63

Исследование поверхности трикотажного хлопчатобумажного полотна до и после плазменной обработки методом оптической микроскопии показало, что у обработанных плазмой образцов петля более ровная, четкая; волокна в нити упакованы плотнее, отчетливо прослеживаются петли и протяжки. Плотность по вертикали и по горизонтали, а так же поверхностная плотность образца после плазменной обработки не изменяются. Рентгенографический анализ показал, что спектры исходного и обработанного образцов в целом идентичны, что свидетельствует о их структурной схожести. Незначительное различие наблюдается в угловом интервале 13-18 02 Θ, в котором проявляется два рефлекса с межплоскостным расстоянием 5,9 и 5,4 Å, у обработанного плазмой образца они лучше разрешены и выше степень кристалличности (0,49 по сравнению с 0,42 у исходного), что связано с изменением пространственной упаковки молекул целлюлозы в целом или отдельных звеньев. ИК-спектроскопическое исследование не зарегистрировало заметных различий исходного и обработанного плазмой образцов, что говорит об отсутствии значительных изменений химических свойств поверхности волокон. Термогравиметрические кривые всех образцов практически идентичны: незначительные потери веса на 3-4% наблюдаются при нагревании до 230-2500С, что обусловлено с удалением адсорбционной воды. Заметная потеря веса начинается для исходного и обработанного плазмой образцов при повышении температуры до 280,420С и 279,450С соответственно. Отбеливание и отваривание, повышают начальную температуру разложения материалов: для отбеленного образца она составляет 331,80С, для отваренного – 291,30С. После плазменной обработки структура целлюлозы хлопка

практически не изменяется, однако смещение экзотермы в большую сторону, может говорить о структурировании целлюлозы при плазменной обработке. Отбеливание и отваривание вызывают повышение термостабильности хлопка. Важным фактором, который необходимо учитывать при разработке плазмохимических технологий, является устойчивость придаваемых эффектов [3]. Устойчивость эффекта плазменной модификации оценивали по капиллярности образцов. После плазменной обработки полотна подвергались термическому воздействию, бытовой стирке и кипячению в течение 5 мин. Обобщенный анализ результатов испытаний образцов разных артикулов показал, что все образцы, обработанные в кислороде, сохраняют гидрофильные свойства после всех вышеперечисленных обработок, что объясняется значительной модификацией поверхностных свойств хлопковых волокон. Термическое воздействие (нагревание) приводит к снижению смачиваемости, одной из возможных причин чего является частичное удаление и плавление воскообразных веществ и замасливателей, содержащихся на поверхности волокон, при нагревании, что и приводит к частичному восстановлению гидрофобности поверхности. Бытовая стирка и кипячение не ухудшают смачиваемость, а напротив, в некоторых режимах даже повышают. Это говорит, прежде всего, о том, что после плазменной обработки во время стирки или кипячения ускоряется удаление содержащихся на поверхности волокон замасливателей и восков, что и обуславливает высокую смачиваемость полотен. Эффект гидрофилизации обработанных ННТП суровых трикотажных полотен достаточно устойчив: наилучшая смачиваемость наблюдается в течение трех-пяти дней, далее наблюдается небольшое снижение эффекта и стабилизация гидрофильных свойств. Выводы ННТП обработка приводит к модификации поверхности волокон хлопка, одной из причин которой является травление поверхности в окисляющей плазме Структура волокна изменяется незначительно: происходит увеличение кристалличности. ННТП обработка позволяет получать достаточно стабильный устойчивый эффект, который может быть положен в основу промышленных плазменных технологий в текстильном отделочном производстве.