

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 667.027

И. Ш. Абдуллин, А. А. Азанова, А. Ф. Дресвянников

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАЗМЫ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЕМКОСТНОГО РАЗРЯДА ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ ВОДООТТАЛКИВАЮЩИХ СВОЙСТВ

Ключевые слова: трикотажное полотно, низкотемпературная плазма, гидрофобность.

В статье рассмотрена возможность использования низкотемпературной плазмы высокочастотного разряда для придания текстильным материалам водоотталкивающих свойств.

Keywords: knitted fabric, low-temperature plasma, hydrophobicity.

The article discusses the possibility of using high-temperature plasma discharge to impart water repellency to textile materials.

Введение

В последнее время растущая конкуренция на рынке текстильных товаров и одежды приводит к необходимости придания текстилю бытового назначения дополнительных улучшенных свойств, например водо- и грязеотталкивающих. Становятся востребованными текстильные материалы, обладающие комплексом свойств: гигиенических, прочностных, эстетических и т.д. Традиционно специальные виды отделки текстильных материалов связаны с их пропиткой в различных растворах. Впоследствии таких обработок образуется большое количество сточных вод из-за многочисленных промывок, что вызывает проблему увеличения стоков и затраты на их дополнительную очистку. Текстильное отделочное производство отличается высоким водопотреблением: удельные расходы воды отделочных фабрик колеблются от 100 до 300 - 400 л на килограмм выпускаемой ткани. В свете вышеизложенного представляет интерес разработка и развитие нетрадиционных методов придания текстильным материалам различных свойств с минимальным потреблением воды и химикатов, какими являются электрические, плазменные, лазерные технологии. Эффективным перспективным способом направленного изменения свойств текстильных материалов является обработка потоком плазмы высокочастотного емкостного (ВЧЕ) разряда пониженного давления. Преимущество этого метода перед традиционными жидкофазными процессами заключается в сохранении химического состава полимера при модификации, экономия сырьевых и энергетических ресурсов и отсутствие вредного воздействия на обслуживающий персонал и биосферу [1].

В работе представлены результаты исследований использования ВЧЕ плазмы для придания текстильным материалам водоотталкивающих свойств.

Объекты и методы исследования

Для исследования выбраны трикотажные полотна из хлопковых, вискозных и полиэфирных волокон. ВЧЕ обработку материалов осуществляли на опытно-промышленной плазменной установке [2]. После ВЧЕ обработки трикотажных полотен определяли динамический угол смачивания водой на приборе DataPhysics DCAT 12, смачиваемость по времени растекания капли дистиллированной воды, и разрывную нагрузку и разрывное удлинение по ГОСТ 8847 на разрывной машине PARAM XLW(PC). Изменение структуры поверхности волокон определяли с помощью электронного микроскопа марки OLS4100. Устойчивость эффекта ВЧЕ плазменной обработки к механическому воздействию проводили на приборе GOTECH.

Результаты и их обсуждение

Результаты определения динамического краевого угла смачивания водой трикотажных полотен до и после ВЧЕ обработки в плазмообразующей среде смеси пропана и бутана представлены в табл.1.

Таблица 1 – Динамический угол смачивания трикотажных полотен водой θ , град.

Трикотажное полотно	Исходное	После ВЧЕ обработки (газ пропан-бутан)
№ 1 (ХБ)	61,3	96,4
№ 2 (Вис)	63,9	93,4
№ 3 (ПЭ)	110,3	92,7

Данные таблицы показывают, что после ВЧЕ обработки поверхность гидрофильных трикотажных полотен (хлопчатобумажного и вискозного) становится гидрофобной: динамический угол смачивания увеличивается в 1,5 раза ($\theta > 90^\circ$) – поверхность плохо смачивается водой. Полученные результаты наглядно подтверждаются результатами

определения времени растекания капли воды (смачиваемостью) - еще одним показателем, который характеризует смачивание. В табл. 2 представлены результаты определения смачиваемости трикотажных полотен в зависимости от продолжительности ВЧЕ плазменной обработки t, с.

Из табл. 2 видно, что при увлечении времени НТП обработки время растекания капли воды, то есть смачиваемость, для хлопчатобумажных и вискозных трикотажных полотен уменьшается. Это может свидетельствовать о протекании процессов блокирования гидрофильных групп целлюлозы и вискозы и образовании на волокне гидрофобных соединений в процессе ВЧЕ плазменной обработки. Известно [3], что плазменная обработка в полимеризующихся газах приводит к образованию тонкой полимерной пленки, которая в зависимости от характера исходного плазмообразующего газа может придавать поверхности гидрофобность.

Таблица 2 – Смачиваемость трикотажных полотен водой, с

Время ВЧЕ обраб. t, с	Трикотажное полотно					
	№ 1 (ХБ)		№ 2 (Вис)		№3 (ПЭ)	
	исход-ный	опыт-ный	исход-ный	опыт-ный	исход-ный	опыт-ный
180	7	13	4	5	более 3600	более 3600
300		35		168		-
420		более 3600		340		-
540		более 3600		более 3600		-

Для выявления возможных изменений поверхности волокон после ВЧЕ обработки сравнивали микрофотографии образцов. Для сравнения влияния разных плазмообразующих газов использовали так же воздух. ВЧЕ плазменная обработка в воздушной среде приводит к очистке поверхности волокон от посторонних включений, однако сама поверхность становится более шероховатой. Обработка же в пропан-бутане приводит к появлению на поверхности волокон дополнительных включений и неровностей.

С точки зрения практического применения того или иного способа отделки текстильных материалов, важным условием является устойчивость придаваемого эффекта к условиям эксплуатации. Не всегда удается добиться постоянного устойчивого эффекта, что зачастую тормозит внедрение той или иной технологии в производство. В связи с этим проводили испытания для установления устойчивости эффекта гидрофобизации поверхности данных материалов к замачиванию в холодной воде, бытовой стирке, кипячению и механическому воздействию (многоцикловому трению). В табл. 3 представлены результаты определения устойчивости эффекта плазменной гидрофобизации трикотажных полотен после различных воздействий (по смачиваемости). Выявлено, что устойчивость эффекта напрямую зависит от продолжительности ВЧЕ плазменной

обработки: чем дольше обработка, тем более устойчива водоотталкивающая способность материала.

Таблица 3 – Устойчивость водоотталкивающей способности трикотажных полотен

Трикотажное полотно	замачивание		кипячение		бытовая стирка		механическое воздействие	
	Время ВЧЕ обработки t, с							
	180	540	180	540	180	540	180	540
№ 1 (ХБ)	+	+	—	+	—	+	—	+
№ 2 (Вис)	+	+	—	+	—	+	—	+

В процессах изготовления и эксплуатации швейных изделий трикотажные полотна испытывают разнообразные механические воздействия, вызывающие деформации растяжения. Показатели механических свойств имеют большое значение при оценке качества полотен, обоснованном выборе его для изделия. Поэтому определяли механические характеристики ВЧЕ обработанных трикотажных полотен, а именно, разрывную нагрузку и разрывное удлинение (табл. 4).

Таблица 4 – Разрывные характеристики трикотажных полотен

Характеристики образца	Образец	
	исходный	опытный
Трикотажное полотно №1 (ХБ)		
Разрывная нагрузка, Н	40,8	42,1
Разрывное удлинение, %	132,0	139,8
Трикотажное полотно №2 (Вис)		
Разрывная нагрузка, Н	46,6	52,2
Разрывное удлинение, %	81,6	88,6
Трикотажное полотно №3 (ПЭ)		
Разрывная нагрузка, Н	97,1	134,2
Разрывное удлинение, %	113,3	64,3

Результаты таблицы показывают, что ВЧЕ плазменная обработка не только не ухудшает разрывную нагрузку трикотажных полотен, но и вызывает увеличение данного показателя: для хлопчатобумажного на 3 %, для вискозного на 12% и на 38 % для полиэфирного трикотажа. Разрывное удлинение изменяется незначительно. Таким образом, плазменная обработка не только не снижает прочностные характеристик текстильных материалов, но и приводит к их увеличению, что является положительным с точки зрения практического применения данного метода для отделки текстильных материалов.

Выводы

Плазменная ВЧЕ обработка позволяет придавать водоотталкивающие свойства изначально гидрофильным текстильным материалам. Значения показателей водоотталкивающих свойств зависят от продолжительности плазменного воздействия. Получаемые эффекты достаточно устойчивы к

условиям эксплуатации. Таким образом, использование ВЧЕ плазмы может стать одним из путей решения экологических проблем текстильного отделочного производства.

Литература

1. Азанова А.А. К вопросу плазменной модификации полиэфирных тканей / Азанова А.А., Абдуллин И. Ш. // Вестник Казанского технологического университета - 2012., Т.16, №17, С.66-67.
2. Абдуллин И.Ш. Высокочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения /И.Ш. Абдуллин, Н.Ф. Кашапов - Казань: КГТУ им. Кирова, 2008 – 348 с.
3. Кутепов А. М. Плазменное модифицирование текстильных материалов: перспективы и проблемы / А. М. Кутепов, А. Г. Захаров, А. И. Максимов, В. А. Титов // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева) – 2002., Т. XLVI, № 1, С.104-115.

© **И. Ш. Абдуллин** – д.т.н., проф., зав. каф. ПНТБМ КНИТУ, tkim1@kstu.ru; **А. А. Азанова** – к.т.н., докторант той же кафедры, azanovlar@rambler.ru; **А. Ф. Дресвянников** – д.х.н., проф. каф. аналитической химии, сертификации и менеджмента качества КНИТУ.