

С. В. Илюшина, Р. Н. Сабирзянова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

Ключевые слова: технические ткани, неравновесная низкотемпературная плазма, капиллярность.

Анализируется влияние неравновесной низкотемпературной плазмы на поверхностные свойства технических тканей. Показано, что изменяя параметры ННТП обработки, можно регулировать поверхностные свойства технических тканей.

Keywords: technical fabrics, no equilibrium low-temperature plasma, capillarity.

Influence of no equilibrium low-temperature plasma on superficial properties of technical fabrics is analyzed. It is shown that changing the processing NLTP parameters, it is possible to regulate superficial properties of technical fabrics.

В связи с разнообразием конструктивных и эксплуатационных особенностей различных резинотехнических изделий (РТИ) ассортимент технических тканей, применяемых в производстве данных изделий, обширен и специфичен. Для армирующих и кордных тканей необходимо повышение адгезионных и физико-механических свойств, для прокладочных тканей необходимо снижение адгезионной способности к резинам с сохранением физико-механических свойств. В связи с этим для регулирования адгезионной способности, физико-механических характеристик, удешевления технических тканей, а также исключения применения специальных химических адгезивов и антиадгезивов в производствах технических тканей для шинной промышленности и предприятий РТИ актуальной является модификация поверхности тканей высокочастотной плазмой пониженного давления [1,2].

Для исследования влияния обработки неравновесной низкотемпературной плазмой (ННТП) на физико-механические и поверхностные свойства технических тканей получали экспериментальные кривые зависимостей их свойств от режимов плазменного воздействия.

Обработка образцов тканей осуществлялась на экспериментальной высокочастотной емкостной (ВЧЕ) плазменной установке, описанной в работе [3].

Технологические параметры ВЧЕ разряда пониженного давления изменялись в следующих пределах: напряжение на аноде U_a от 3 до 7,5 кВ; сила тока на аноде I_a от 0,3 до 0,7 А; продолжительность обработки t от 60 до 600 секунд; вид плазмообразующего газа: аргон и смесь газов аргон – пропан-бутан в соотношении 70%/30%. Значения расхода плазмообразующего газа и давления в вакуумной камере составляли $G=0,04$ г/с и $P=26,6$ Па соответственно и установлены в ранних работах [4,5] как оптимальные для обработки химических волокнистых материалов.

Для оценки поверхностных свойств тканей выбраны метод определения капиллярности. Для объективной оценки свойств эксперименты проводились при определенной, так называемой,

нормальной относительной влажности воздуха, равной 65%.

Капиллярность оценивалась согласно стандартному методу по ГОСТ 29104.11-91.

Из графиков, приведенных на рисунках 1-3, видно, что в зависимости от режимов плазменной модификации возникают локальные максимумы и минимумы, которые свидетельствуют о возникновении гидрофильных и гидрофобных свойств поверхности технических тканей.

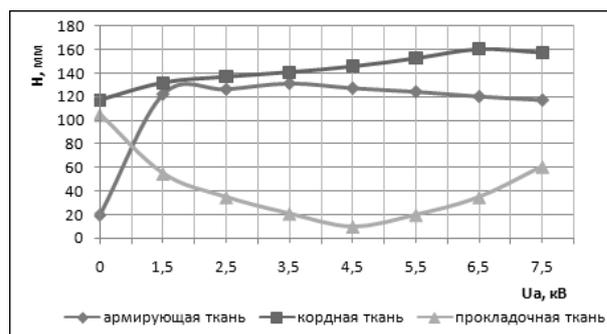


Рис. 1 - Зависимость капиллярности технических тканей от напряжения на аноде ($G=0,04$ г/с, $P=26,6$ Па, $I_a=0,5$ А, $t=180$ с, для армирующих и кордных тканей: плазмообразующий газ – аргон, для прокладочных – аргон-пропан-бутан 70/30)

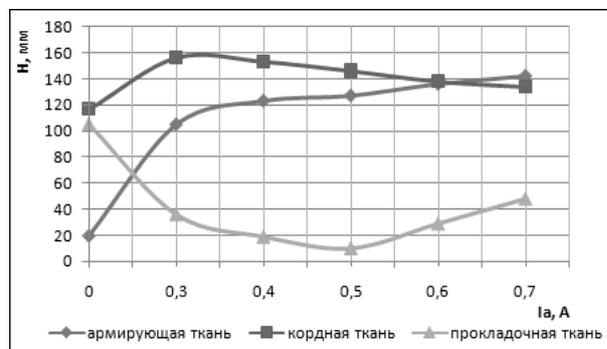


Рис. 2 - Зависимость капиллярности технических тканей от силы тока на аноде ($G=0,04$ г/с, $P=26,6$ Па, $U_a=4,5$ кВ, $t=180$ с, а для армирующих и кордных тканей: плазмообразующий газ – аргон, для прокладочных – аргон-пропан-бутан 70/30)

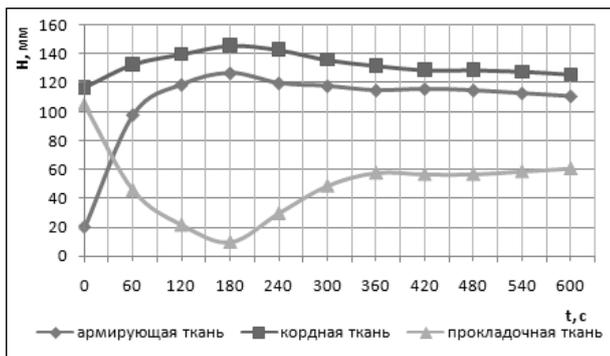


Рис. 3 - Зависимость капиллярности технических тканей от времени обработки ($G=0,04\text{г/с}$, $P=26,6\text{Па}$, $U_a=4,5\text{кВ}$, $I_a=0,5\text{А}$, для армирующих и кордных тканей: плазмообразующий газ – аргон, для прокладочных – аргон-пропан-бутан 70/30)

Для прокладочной ткани необходимо придание антиадгезионных свойств, она обрабатывалась в среде аргон-пропан-бутан, способствующей гидрофобизации поверхности. Кривые зависимости капиллярности имеют минимум. Для армирующей и кордной ткани необходимо повышение адгезионной способности. На основе экспериментальных данных, представленных в работе [5], плазменная обработка в среде аргона способствует повышению капиллярности, смачиваемости, водопоглощения текстильных материалов, поэтому данные ткани обрабатывали в среде аргона. Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о повышении капиллярности армирующей и кордной ткани, поэтому кривые зависимости имеют максимум.

Согласно экспериментальным данным, представленных в работе [5], бомбардировка поверхности текстильных материалов ионами с энергией до 100 эВ приводит к возникновению на поверхности свободных радикалов, которые реагируя с активными компонентами плазмы, могут образовывать гидрофильные группы, что объясняет значительное увеличение смачиваемости при обработке в аргоне. За счет низкоэнергетической ионной имплантации часть радикалов может обладать определенным «временем жизни» и реагировать с кислородом воздуха при выносе образцов из реакционной камеры.

Аналогичным образом можно объяснить процессы в поверхностном слое ткани при обработке в плазмообразующем газе аргон – пропан-бутан. Однако в данном случае существует вероятность прививки мономерных звеньев и осколков молекул пропан-бутана к возникающим свободным радикалам, образованию дополнительных мостиков и сшивок, что значительно снижает количество свободных радикалов по окончании обработки, приводит к заметному возрастанию прочности и приданию антиадгезионных свойств.

Установлено, что наибольшее изменение капиллярности армирующей ткани в плазмообразующем газе аргон достигается в $I_a=0,7\text{ А}$, $U_a=3\text{ кВ}$, $t=180\text{ с}$, $P=26,6\text{ Па}$ и составляет 145 мм, что на 700% выше, чем у исходного образца; для кордной ткани максимальное значение капиллярности достигается после обработки в среде аргона при параметрах: $I_a=0,3\text{ А}$, $U_a=6\text{ кВ}$, $t=180\text{ с}$, $P=26,6\text{ Па}$ и составляет 194 мм, что на 65% выше, чем у исходного образца; для прокладочной ткани минимальное значение капиллярности достигается после обработки в среде аргон/пропан-бутан в соотношении 70/30 при параметрах: $I_a=0,5\text{ А}$, $U_a=4,5\text{ кВ}$, $t=3\text{ мин}$, $P=26,6\text{ Па}$ и составляет 8 мм, что в 10 раз ниже, чем у исходного образца.

Литература

1. Илюшина, С.В. Оптимизация параметров плазменной обработки полиэфирных тканей / С.В. Илюшина, Е.А. Сергеева // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. - № 5. – С.278-279
2. Илюшина С.В. Технология получения технических тканей с антиадгезионными свойствами / С.В. Илюшина // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. - № 18. – С.50-51
3. Сергеева, Е.А. Оптимизация режимов низкотемпературной плазменной обработки высокомолекулярных полиэтиленовых волокон / Е.А. Сергеева, И.А. Гришанова, С.В. Илюшина // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. - №7. - С. 94-98.
4. Шаехов, М.Ф. Физика высокочастотного разряда пониженного давления в процессах обработки капиллярно-пористых и волокнистых материалов: дис. док. тех. наук / М.Ф. Шаехов. – М., 2006. – 350 с.
5. Сергеева, Е.А. Регулирование свойств синтетических волокон, нитей, тканей и композиционных материалов на их основе с помощью неравновесной низкотемпературной плазмы: дис. д-ра техн. наук: 05.19.01. – Казань. – 2010. – 363 с.