

УДК 677.494.742.3

## ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ НА ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ВОЛОКОН

© 2013 В.Х. Абдуллина<sup>1</sup>, Р.С. Давлетбаев<sup>1</sup>, А.Ф. Яруллина<sup>1</sup>, И.Ш. Абдуллин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева

<sup>2</sup> Казанский национальный исследовательский технологический университет

Поступила в редакцию 27.11.2013

В работе представлены исследования влияния плазменной обработки высокочастотного емкостного разряда на химические свойства полипропиленовых волокон, применяемых для изготовления фильтрующих материалов.

Ключевые слова: *полипропиленовые волокна, высокочастотный емкостной разряд, низкотемпературная плазменная обработка*

По характеру протекающих процессов модификацию волокнистых полимеров условно можно объединить на две большие группы: химическую и физическую. Такое общепринятое разделение достаточно условно, поскольку химические и физические процессы в полимерных материалах всегда взаимосвязаны и взаимообусловлены. Тем не менее, этот системобразующий подход необходим и указывает на обозначение основных и первичных актов модификации, определяющих впоследствии и другие изменения [1]. Полипропилен (ПП), из которого изготавливают волокна, характеризуется более сложной молекулярной структурой, чем большинство производимых промышленностью полимеров, так как помимо химического состава мономера, среднего молекулярного веса и молекулярновесового распределения, на его структуру оказывает влияние пространственное расположение боковых групп по отношению к главной цепи макромолекулы. ПП волокна инертны и обладают гидрофобными свойствами, что является как преимуществом, так и недостатком данного материала. На сегодняшний день существует множество различных способов химической и физической модификации полимерных материалов с целью активации их поверхности [2]. Плазменная

обработка материалов является одним из современных методов электрофизической модификации, которая позволяет придать гидрофильные свойства поверхности ПП волокнам [3, 4].

По химическому составу плазму можно разделить на две основные категории [5].

1. Плазма, не образующая полимеров; в нее обычно входят элементарные газы, такие, как кислород, водород, гелий, аргон, азот, а также воздух, галогены или газообразные химические соединения, не ведущие к образованию полимеров.

2. Полимерообразующая плазма, содержащая, по крайней мере, один тип мономера органического соединения, который может быть осажден в виде полимера. По характеру воздействия на обрабатываемые материалы плазменную обработку можно отнести как к физической, так и к химической модификации.

**Цель работы:** изучение химических свойств ПП волокон до и после плазменного воздействия.

**Материалы и методы исследования.** Для изучения химического состава и строения образцов ПП волокон до и после плазменного воздействия использовали методы инфракрасной (ИК) Фурье спектроскопии. ИК-спектры снимали на ИК-Фурье спектрометре Infracum FI-801 со специальной горизонтальной насадкой. В качестве исследуемых образцов были выбраны ПП волокна, у которых наблюдался максимальный капиллярный эффект после плазменного воздействия в среде различных плазмообразующих газов (табл. 1). Стоит заметить, что волокна ПП сами по себе инертны и у контрольного образца не наблюдались капиллярные свойства.

*Абдуллина Венера Хайдаровна, кандидат технических наук, доцент. E-mail: abdullina.venera@gmail.com*

*Давлетбаев Руслан Сагитович, кандидат химических наук, доцент. E-mail: darus@rambler.ru*

*Яруллина Алсу Ферденандовна, кандидат химических наук, доцент. E-mail: alsusha\_84@mail.ru*

*Абдуллин Ильдар Шаукатович, доктор технических наук, профессор. E-mail: abdullin\_i@kstu.ru*

Таблица 1. Определение капиллярных свойств ПП волокон по ГОСТ 29104.11–91.

№ п/п	Режим плазменной обработки	Вид плазмообразующего газа	Высота подъема жидкости, мм	
			до обработки плазмой	без обработки плазмой
максимальный подъем жидкости				
1	$U_a=3,5$ кВ; $J_a=0,4$ А; $P=26,6$ Па; $G=0,04$ г/с; $\tau=240$ с	аргон	подъема жидкости не происходит	60
2	$U_a=3,5$ кВ; $J_a=0,3$ А; $P=26,6$ Па; $G=0,04$ г/с; $\tau=180$ с	аргон-воздух	подъема жидкости не происходит	250
3	$U_a=4,5$ кВ, $J_a=0,3$ А, $P=26,6$ Па, $G=0,04$ г/с, $\tau=180$ с	аргон-азот	подъема жидкости не происходит	250
4	$U_a=5,5$ кВ; $J_a=0,3$ А; $P=26,6$ Па; $G=0,04$ г/с, $\tau=60$ с	аргон-пропан-бутан	подъема жидкости не происходит	200

На рисунках 1-5 представлены ИК спектры ПП волокон, обработанных плазмой в разных плазмообразующих газах (рис. 1-4) и контрольного образца, без плазменного воздействия (рис. 5). На ИК спектрах ПП волокон (рис. 1-5) видны следующие полосы поглощения: 2913-2945  $\text{см}^{-1}$  – валентные колебания  $\text{CH}_3$ -групп, 2852  $\text{см}^{-1}$  – валентные колебания  $\text{CH}_2$ -групп, 2886  $\text{см}^{-1}$  –  $\text{CH}$ -групп. Полосы поглощения при

1452,9  $\text{см}^{-1}$  соответствуют антисимметричным деформационным колебаниям  $\text{C}-\text{CH}_3$ -групп, также присутствуют полосы соответствующие группам  $\text{C}-\text{CH}_3$  (симметричные),  $-\text{C}-(\text{CH}_3)_2-$ , колебаниям скелета  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{R}$  (1218-1255  $\text{см}^{-1}$ ) и  $(\text{CH}_3)_2\text{C}$  (1166,6  $\text{см}^{-1}$ ). Полоса 855  $\text{см}^{-1}$  соответствует колебаниям изопропиловых соединений. В интервале 840-793  $\text{см}^{-1}$  меняется 2-метилсоединения.

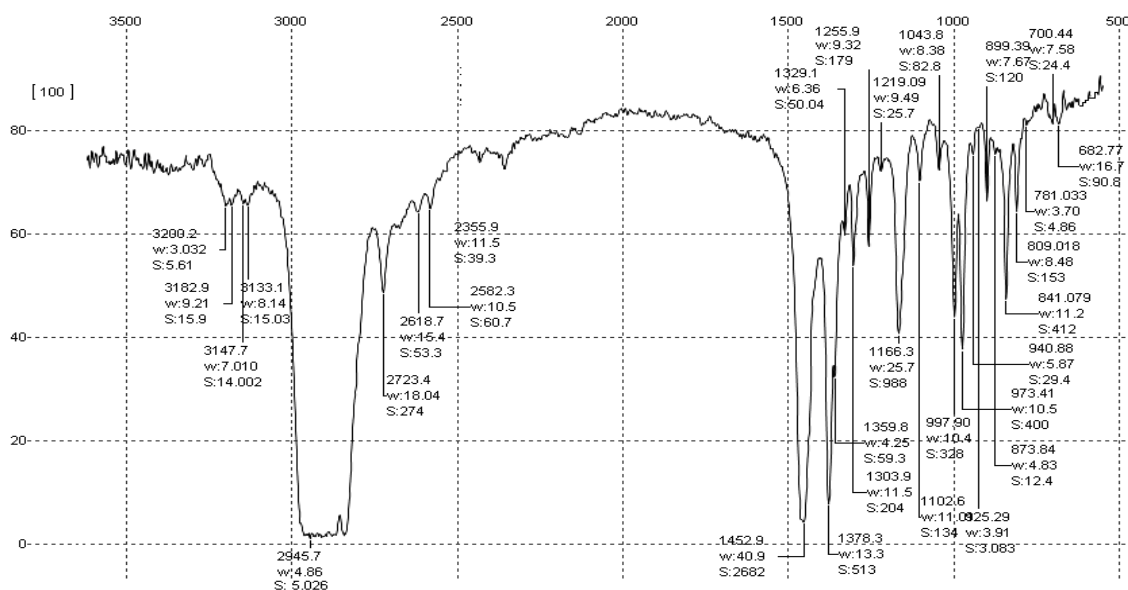
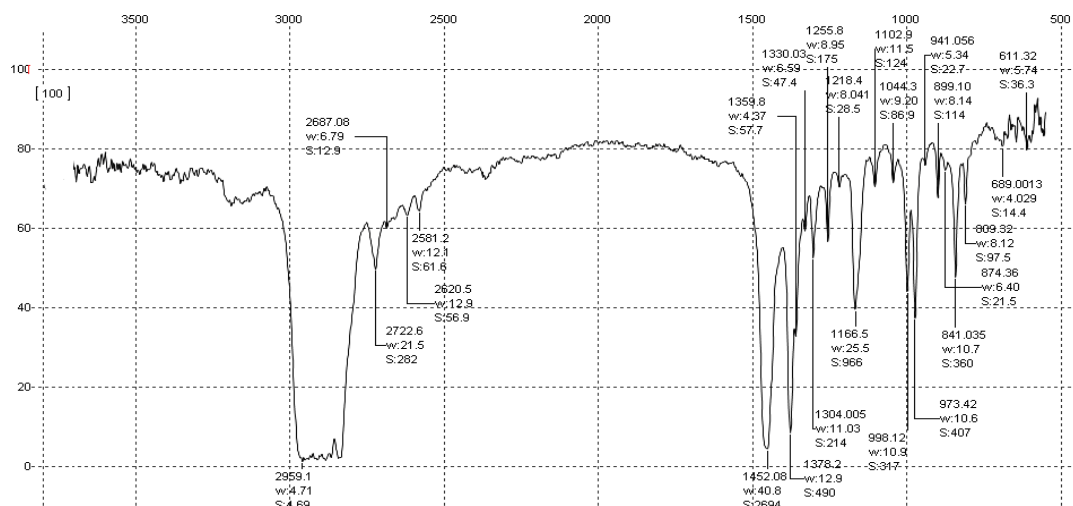
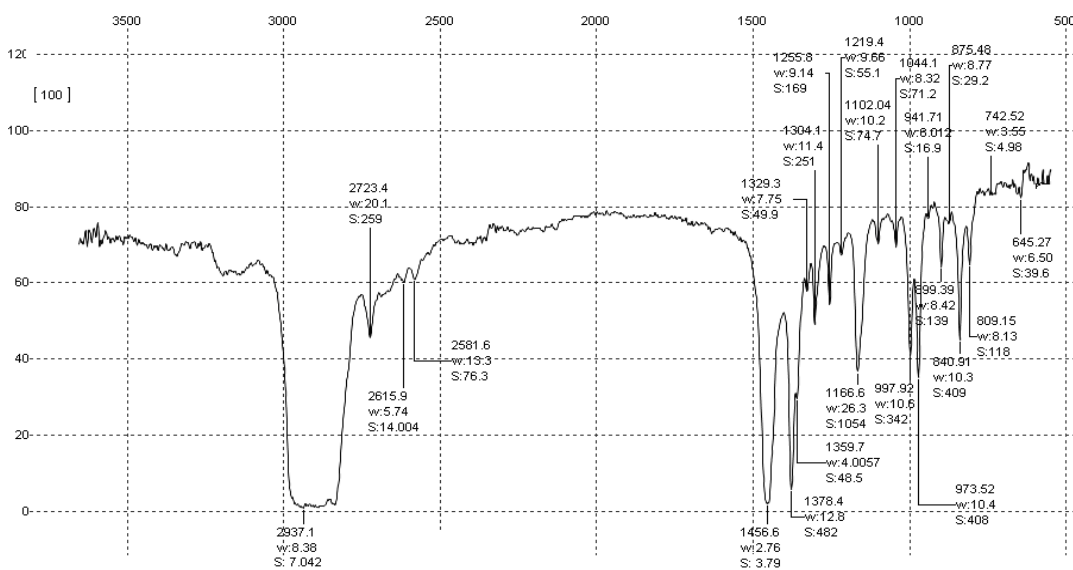


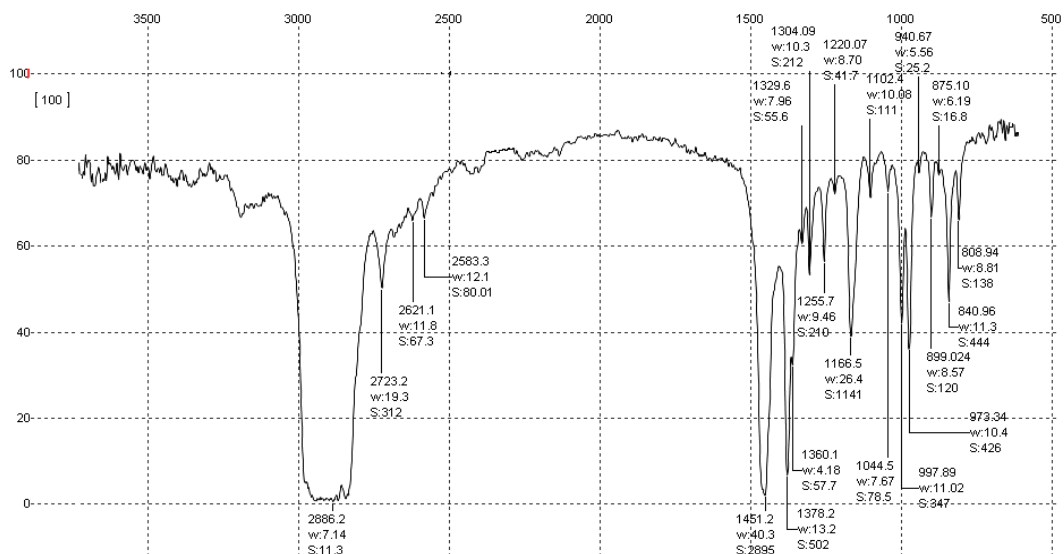
Рис. 1. ИК-спектры ПП волокон, обработанных низкотемпературной плазменной обработкой (НТП) – режим 1



**Рис. 2.** ИК-спектры ПП волокон, обработанных НТП – режим 2, плазмообразующий газ аргон-воздух в соотношении 70%: 30%



**Рис. 3.** ИК-спектры ПП волокон, обработанных НТП – режим 3, плазмообразующий газ аргон-азот в соотношении 70%: 30%



**Рис. 4.** ИК-спектры ПП волокон, обработанных НТП – режим 4, плазмообразующий газ аргон-пропан-бутан в соотношении 70%: 30%

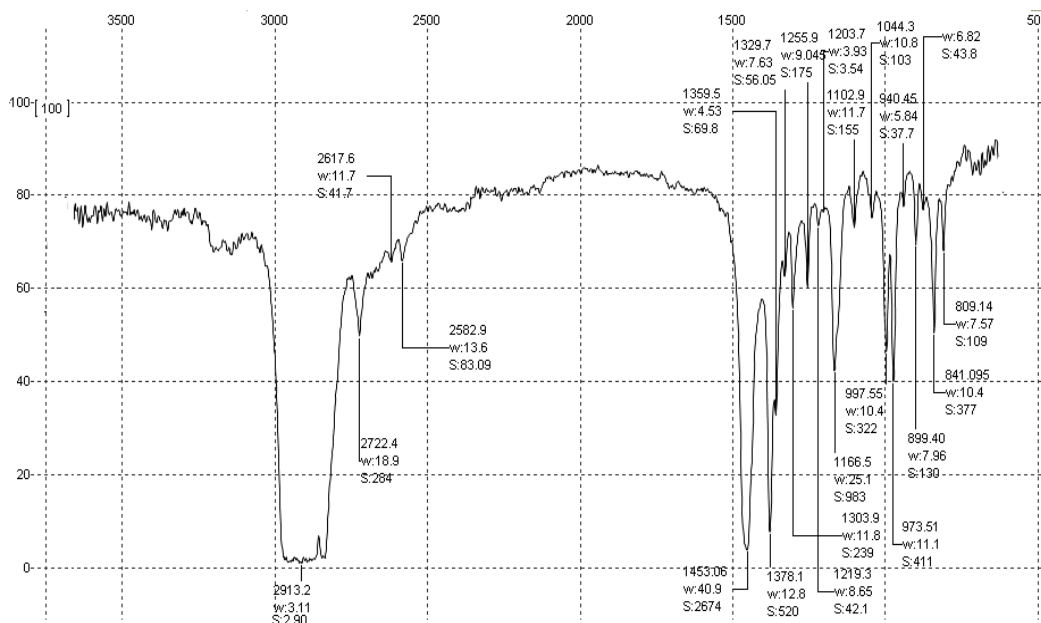


Рис. 5. ИК-спектры ПП волокон без плазменной обработки (контрольный образец)

Таким образом, на ИК-спектрах ПП волокон до и после плазменной обработки существенных изменений не наблюдается, лишь небольшие изменения можно заметить в области 2850-2500 см<sup>-1</sup>, где лежат полосы поглощения многих углеводов.

**Выводы:** в результате проведенных исследований установлено, что плазменная обработка оказывает небольшое влияние на химические свойства ПП волокон. Предполагается, что происходит разрыв ковалентных связей макромолекул в поверхностном слое полимерного материала, т.е. амортизация его структуры, а также поверхность ПП волокон приобретает заряд, при этом химическая структура ПП сохраняется. Эти изменения приводят к активации поверхности и возникновению капиллярных свойств у инертных ПП волокон.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кочнев, А.М. Модификация полимеров. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2002. 379 с.
2. Иванюков, Д.В. Полипропилен: свойства и применение / Д.В. Иванюков, М.Л. Фридман. – М.: Химия, 1974. 272 с.
3. Абдуллина, В.Х. Гидрофилизация полипропиленовой пленочной нити низкотемпературной плазмой пониженного давления / В.Х. Абдуллина, Е.А. Сергеева, И.Ш. Абдуллин, В.П. Тихонова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2009. № 4. С. 129-131.
4. Абдуллина, В.Х. Плазменные методы активации поверхности полиолефиновых волокон / В.Х. Абдуллина, Р.С. Давлетбаев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 4(3). С. 656-659.
5. Оулет, Р. Технологическое применение низкотемпературной плазмы / Р. Оулет, М. Барбье, П. Черемисинофф и др. / Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1983. 144 с.

## INFLUENCE OF LOW-TEMPERATURE PLASMA PROCESSING ON CHEMICAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE FIBRES

© 2013 V. H. Abdullina<sup>1</sup>, R.S. Davletbayev<sup>1</sup>, A.F. Yarullina<sup>1</sup>, I.Sh. Abdullin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev

<sup>2</sup> Kazan National Research Technological University

In work researches of influence of plasma processing of high-frequency capacitor discharge on chemical properties of polypropylene fibers applied to manufacture of filtering materials are presented.

Key words: polypropylene fibers, high-frequency capacitor discharge, low-temperature plasma processing

Venera Abdullina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. E-mail: abdullina.venera@gmail.com; Ruslan Davletbaev, Candidate of Chemistry, Associate Professor. E-mail: darus@rambler.ru; Alsu Yarullina, Candidate of Chemistry, Associate Professor. E-mail: alsusha\_84@mail.ru; Ildar Abdullin, Doctor of Technical Sciences, Professor. E-mail:abdullin\_i@kstu.ru