

УДК 677.494.742.3

## **ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ НИТИ**

*Е.А. СЕРГЕЕВА*

(Казанский государственный технологический университет)

E-mail: ttp@igta.ru

*Работа направлена на решение актуальной проблемы модификации синтетических волокон и нитей за счет обработки в ВЧ-разряде пониженного давления, позволяющей получать полипропиленовую нить с улучшенными физико-механическими свойствами.*

*The work is directed on the solving of an actual problem of the synthetics and threads modification at the expense of the processing by the HF-discharge of the lowered pressure, allowing to receive a polypropylene thread with the improved physical-mechanical properties.*

**Ключевые слова: полипропиленовая нить, прочность, ВЧ-разряд, низкотемпературная плазма.**

В статье решается актуальная проблема модификации синтетических волокон и нитей за счет обработки в ВЧ-разряде пониженного давления, позволяющей получать полипропиленовую пленку (ПП) нить с улучшенными физико-механическими свойствами.

Исследование проведено в Казанском государственном технологическом университете в рамках научно-исследовательской работы по Федеральной целевой программе "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 гг."

Объектом исследования являлась полипропиленовая пленочная нить, изготовленная предприятием ЗАО "Казанский Текстиль". С целью установления закономерностей взаимодействия ВЧ плазмы пониженного давления с образцами полипропиленовой нити проводилась обработка образцов при варьировании входных параметров установки в следующих

пределах: напряжение от 1,5 до 7,5 кВ, сила тока на аноде от 0,3 до 0,7 А, время обработки от 60 до 600 с, расход плазмообразующего газа от 0,02 до 0,06 г/с и давление в рабочей камере от 13,3 до 53,3 Па. В качестве плазмообразующего газа использовались аргон и смеси газов аргон и воздух, аргон и пропан-бутан, аргон и азот в соотношении 70% аргона и 30% другого газа.

Разрывное напряжение и относительное удлинение при разрыве волокон и нитей определяли в соответствии с ГОСТом 29104.4-91 на разрывной машине РМ-50 фирмы "Пластмаш" (Россия) с компьютерным управлением. В результате серии экспериментов по оценке влияния плазменного воздействия на полипропиленовую пленочную нить в разных плазмообразующих газах выбрали режимы обработки, в которых происходят наиболее заметные изменения прочностных показателей ПП пленочной нити. Результаты представлены в табл. 1 (физико-механические испытания ПП пленочной нити).

Т а б л и ц а 1

Режим плазменной обработки	Плазмообразующий газ	Разрывное напряжение, ГПа	Относительное удлинение ( $\epsilon$ ), %
$U_a = 2,5$ кВ; $J_a = 0,6$ А; $P = 26,6$ Па; $G = 0,04$ г/с; $\tau = 180$ с	аргон	0,50	66,69
$U_a = 3,5$ кВ; $J_a = 0,4$ А; $P = 26,6$ Па; $G = 0,04$ г/с; $\tau = 180$ с	аргон - воздух 70% : 30%	0,49	70,12
$U_a = 3,5$ кВ; $J_a = 0,3$ А; $P = 26,6$ Па; $G = 0,04$ г/с; $\tau = 180$ с	аргон - пропан 70% : 30%	0,56	73,88
$U_a = 4,5$ кВ; $J_a = 0,3$ А; $P = 26,6$ Па; $G = 0,04$ г/с; $\tau = 180$ с	аргон - азот 70% : 30%	0,48	69,75
Без обработки	-	0,47	78,18

Как видно из результатов, представленных в табл. 1, у образцов ПП пленочной нити, подвергнутых воздействию ВЧ-разряда пониженного давления, в определенных режимах повышаются прочностные показатели, так, например, у образца, обработанного в плазмообразующем газе аргон, прочность

повышается на 5,5% по сравнению с контрольным; у образца, обработанного в смеси плазмообразующих газов аргон - воздух в соотношении 70% : 30%, - на 2,4%; у образца, обработанного в смеси газов аргон - азот в соотношении 70% : 30%, - на 1,5% и самые высокие показатели прочности наблюдаются у образца 3,

обработанного в смеси плазмообразующих газов аргон – пропан-бутан в соотношении 70% : 30%, где прочность после ННТП в ВЧЕ-разряде возрастает на 15% по сравнению с необработанной нитью.

Повышение физико-механических характеристик ПП пленочной нити, обработанной ННТП, происходит в результате бомбардировки поверхности нити ионами плазмообразующего газа. За счет высоких энергий (до 100 эВ) ионы на поверхности полипропилена образуют радикалы, которые могут сшиваться между собой, упрочняя поверхность нити. При плазменной обработке полимеров ниже температуры плавления структурирование происходит в основном в аморфных участках и на границе кристаллических образований. Структурированные полипропиленовые нити сохраняют исходную степень кристалличности и приобретают комплекс ценных физико-механических свойств [1].

Также провели исследования по устойчивости эффекта плазменной обработки ПП пленочной нити во времени. Результаты представлены в виде графика на рис. 1 (изменение прочности ПП нити, обработанной ННТП, во времени, плазмообразующий газ аргон – пропан-бутан).

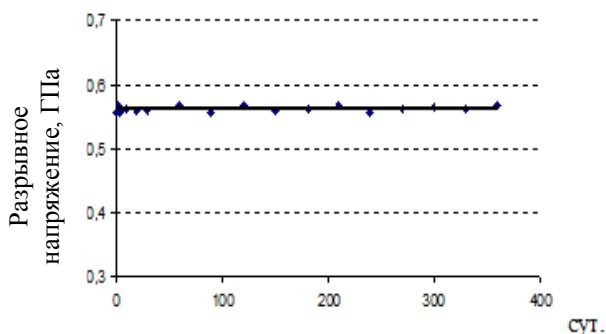


Рис. 1

На основании экспериментальных данных разработан технологический процесс получения полипропиленовой пленочной нити с использованием плазменной обработки с целью повышения прочностных характеристик готовой нити (рис. 2 – схема технологического процесса получения ПП пленочной нити с использованием

плазмы пониженного давления).

В связи с тем, что обработка ПП пленочной нити в ВЧЕ-разряде приводит к повышению прочности нити на 15%, внедрив в промышленное производство ПП пленочных нитей обработку в ВЧЕ-разряде, можно сократить расход ПП сырья, оставляя прочностные показатели готовой продукции на прежнем уровне. Следовательно, можно добиться снижения себестоимости готовой продукции, делая ее более конкурентоспособной.



Рис. 2

## ВЫВОДЫ

Обработку ПП пленочной нити ННТП можно применить как альтернативный метод модификации, приводящий к упрочнению готового материала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Энциклопедическая серия. Энциклопедия низкотемпературной плазмы / Под ред. В.Е. Фортова. Серия Б. Справочные приложения, базы и банки данных. Тематический том XI-5 Прикладная химия плазмы. Глава 5. Структурные превращения в объеме полипропилена под действием плазмы / Под ред. Ю.А. Лебедева, Н.А. Платэ, В.Е. Фортова. – М.: Янус-К. – 2006. С. 183...186.

Рекомендована кафедрой плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов. Поступила 26.06.10.