

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЕННОЙ МОДИФИКАЦИИ АРАМИДНЫХ ВОЛОКОН

Ключевые слова: арамидное волокно, параметры модификации, регулирование свойств.

Одним из наиболее перспективных и удобных методов модификации поверхностных свойств синтетических волокон является плазменная обработка. В данной статье приведены результаты оптимизации параметров плазменной модификации арамидных волокон.

Keywords: aramid fiber, modification parameters, regulation of properties.

Plasma treatment is one of the most promising and convenient methods for the modification of the surface properties of synthetic fibers. This article presents the results of the optimization parameters of plasma modification of aramid fibers.

Российский рынок технического текстиля по сравнению с другими отраслями наиболее динамичен и прогрессивен. Рост производства и потребления технического текстиля связан в первую очередь со спросом на изолирующие, фильтрующие и, особенно, защитные материалы. Широкое применение в сфере технического текстиля нашли синтетические волокна арамидной группы. Благодаря сочетанию легкости и прочности арамидное волокно стало незаменимым при конструировании авиа- и космической техники, деталей гоночных автомобилей, облегченных рам скоростных велосипедов и другого спортивного инвентаря, а так же при создании всевозможных средств защиты – от комбинезонов мотогонщиков до элементов бронирования экипировки военных.

Часто для более эффективного применения арамидных волокон необходима их модификация и придание поверхности волокна гидрофильных свойств. Одним из основных показателей гидрофильности волокна является его капиллярность.

В качестве объектов исследования выбраны арамидные волокна марки Русар-С производства ООО НТП «Термотекс», г. Мытищи.

Обработка образцов волокон проводилась на экспериментальной плазменной установке в высокочастотном емкостном (ВЧЕ) разряде, по методике, описанной в работе [1].

В качестве плазмообразующего газа использовался аргон. Модификация проводилась при следующих постоянных входных параметрах ВЧЕ разряда: тип нагрузки – емкостной, давление (P) – 26,6 Па, расход плазмообразующего газа (G) – 0,04 г/с. Измерение капиллярности до и после плазменной обработки проводилось по методике, описанной в работе [2].

Для моделирования и оптимизации параметров плазменной обработки арамидного волокна использовали метод центрального композиционного ротatable планирования (ЦКРП), которое является наиболее удобным при практических применениях получающегося уравнения регрессии. ЦКРП позволяет интерпретировать значение целевой функции при исследовании поверхности отклика и получать модель, способную предсказывать значение

параметра оптимизации с одинаковой точностью независимо от направления на равных расстояниях от центра плана. Выходным параметром эксперимента являлась капиллярность арамидных волокон.

План проведения эксперимента является симметричным относительно центра плана, и получается добавлением определенных точек к плану эксперимента («звездные точки», параллельные опыты в центре плана).

Методика оптимизации состоит в следующем:

- выбирается математическая модель объекта;
- составляется матрица планирования эксперимента (в результате проведения эксперимента по матрице планирования получают соответствующие значения целевой функции);
- рассчитываются коэффициенты регрессии уравнения (значимость которых проверяется с помощью t-критерия Стьюдента);
- проводится проверка адекватности уравнения по F-критерию Фишера (суть сводится к сравнению двух дисперсий: дисперсии адекватности и дисперсии воспроизводимости).

В данной работе с помощью матрицы планирования получим поверхности отклика и контуры поверхности отклика целевой функции при изменении значений силы тока и напряжения. Составление матрицы сводится к следующему:

- выбирается количество уровней факторов;
- определяется количество «звездных» точек;
- определяется количество параллельных опытов в центре плана.

Количество опытов в центре плана определяется таким образом, чтобы план был как можно ближе к ортогональному.

Получение звездных точек: все координаты кроме одной соответствуют центру плана (равны нулю), а одна координата равна $\pm\alpha$, где α – «плечо» «звездной» точки.

Полученные экспериментальные значения капиллярности модифицированных арамидных волокон согласно матрице планирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние потока плазмы ВЧЕ разряда пониженного давления на капиллярность арамидного волокна Русар-С

Параметры обработки		Значения капиллярности, Н, мм
$J_{a, A}$	$U_{a, кВ}$	
0,3	3	110
0,7	3	119
0,3	7	115
0,7	7	80
0,2	5	146
0,8	5	151
0,5	2,2	170
0,5	7,8	120
0,5	5	150
0,5	5	150
0,5	5	150
0,5	5	150
0,5	5	150
0,5	5	150
0,5	5	150
0,5	5	150

Обработку полученных экспериментальных данных производили в программе «Statistica 6.0».

Поверхности отклика и контуры поверхности отклика при изменении значений силы тока и напряжения представлены на рисунках 1 и 2 соответственно.

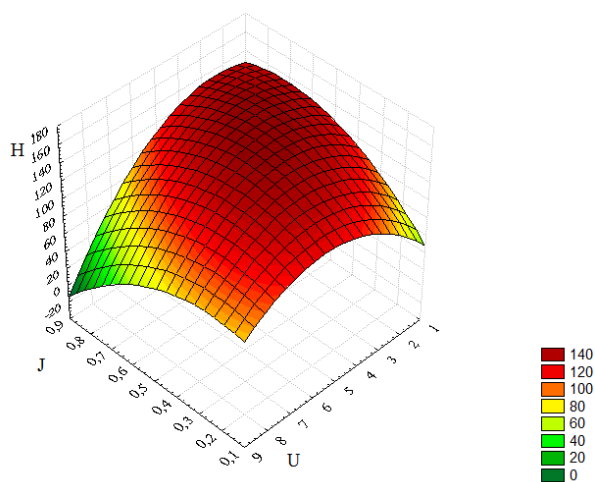


Рис. 1 – Поверхность отклика на плоскости в зависимости от значений силы тока и напряжения

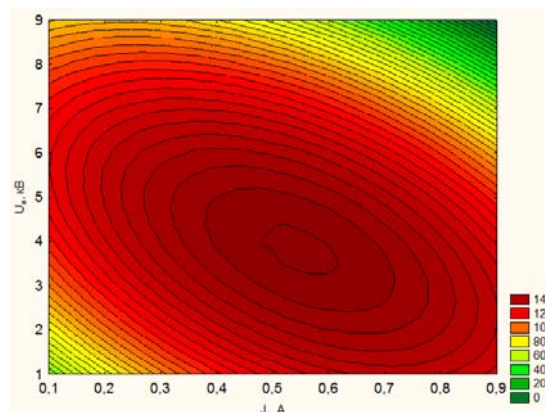


Рис. 2 – Контуры поверхности отклика в зависимости от значений силы тока и напряжения

Из рисунков 1 и 2 следует, что экстремум лежит в области эксперимента. Практически центр фигуры является максимумом (рисунок 2).

Полученные контуры поверхностей отклика на изменение входных параметров (силы тока, напряжения) позволяют выбирать область модификации для достижения необходимых показателей капиллярности арамидных волокон.

Необходимо отметить, что высокие значения капиллярности волокон могут быть достигнуты при варьировании силы тока и напряжения в достаточно широких диапазонах. Это упрощает контроль модификации при внедрении плазменной обработки в процесс получения арамидного волокна с заранее заданными свойствами согласно технологии описанной в работе [3].

Научные исследования проведены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (Соглашение № 14.B37.21.0731).

Литература

1. А. Р. Ибатуллина, Е.А. Сергеева. *Дизайн. Материалы. Технология*, 5, 38-44 (2012).
2. А.Р. Ибатуллина, Е.А. Сергеева. *Вестник Казанского технологического университета*, 11, 113-117 (2012).
3. А.Р. Ибатуллина, Е.А. Сергеева. *Вестник Казанского технологического университета*, 14, 115-118 (2012).