

АНАЛИЗ КИНЕТИКИ СУШКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ПОРИСТОСТИ

Бизюк А.Н., ст. преп., Ясинская Н.Н., к.т.н., доц.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В работе предлагается новый метод получения регрессионной модели процесса сушки текстильных материалов и новый вид модели, обеспечивающий высокую точность моделирования.

Ключевые слова: текстильные материалы, сушка, кинетика, моделирование.

Пористостью текстильного материала называется процентное содержание пор в общем объеме материала. Экспериментальное определение пористости текстильных материалов сопряжено с рядом трудностей. Сложности вызывает точное вычисление объема текстильного волокнистого материала, так как материал может иметь сложную геометрическую форму и не имеет четкой границы. Также, при пропитке, не все поры текстильного материала заполняются полимерным связующим. По этой причине пористость, которую можно определить экспериментально по объему впитанной жидкости, будет меньше, чем истинная пористость. Эта пористость называется «кажущаяся» или «эффективная» [1].

Авторы предлагают использовать для экспериментального определения кажущейся пористости текстильных материалов анализ кинетики сушки этих материалов. Для сушки характерны два основных периода: период постоянной скорости сушки и период падающей скорости сушки. Этим периодам обычно предшествует недолгий период нагрева, в котором скорость сушки повышается. Для тонких текстильных материалов период нагрева может быть длиннее, чем период постоянной скорости [2, 3].

Для анализа кинетики сушки требуется по экспериментальным данным построить регрессионную модель зависимости относительной влажности материала от времени. Авторами были проведены экспериментальные исследования и построены кривые сушки для пряжи из химических волокон различной линейной плотности.

Для построения регрессионной модели предлагается следующий вид функции:

$$y = k \left(\frac{1}{2}x - \frac{1}{2}a - \frac{1}{2}\sqrt{(x-a)^2 + 4 \cdot d1} \right) - k \cdot x - c + \\ + k \left(\frac{1}{2}x - \frac{1}{2}b + \frac{1}{2}\sqrt{(x-b)^2 + 4 \cdot d2} \right) + k \cdot d5 \left(\frac{(x-d4)^5}{(x-d4)^4 + 10000 \cdot d3} - x + d4 \right) \quad (1)$$

где **y** – относительная влажность; **x** – время; **k** – коэффициент наклона прямолинейного отрезка кривой сушки; **c** – коэффициент вертикального смещения прямолинейного отрезка кривой сушки; **a** – координата точки начала прямолинейного наклонного отрезка кривой сушки; **b** – координата точки конца прямолинейного наклонного отрезка кривой сушки; **d1** – коэффициент скругления точки перехода кривой сушки в прямолинейный участок; **d2** – коэффициент скругления точки перехода кривой сушки от прямолинейного наклонного участка к горизонтальному участку; **d3** – коэффициент ширины участка перегиба кривой сушки; **d4** – координата точки перегиба кривой сушки (переход от ускорения сушки к замедлению); **d5** – коэффициент степени перегиба кривой сушки.

Коэффициенты в этом уравнении определяются в 2 этапа. На 1 этапе рассматриваем упрощенное уравнение следующего вида:

$$y = k \left(\frac{1}{2}x - \frac{1}{2}a - \frac{1}{2}\sqrt{(x-a)^2} \right) - k \cdot x - c + k \left(\frac{1}{2}x - \frac{1}{2}b + \frac{1}{2}\sqrt{(x-b)^2} \right) \quad (2)$$

В результате будут получены коэффициенты **k**, **c**, **a**, **b**.

На 2 этапе значения коэффициентов **k**, **c**, **a**, **b** подставляются в уравнение (1) и определяются остальные коэффициенты.

На рисунке 1 изображены экспериментальные данные сушки полиэфирной нити

линейной плотности 17 текс и график упрощенной регрессионной модели.

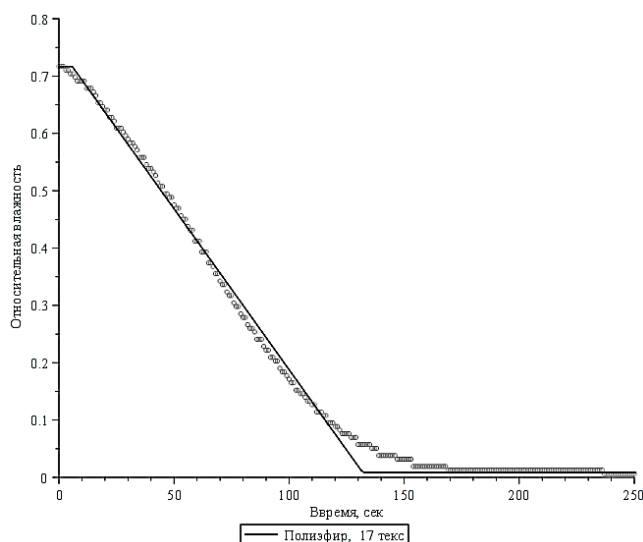


Рисунок 3 – График упрощенной модели после первого этапа

Уравнение модели

$$y = 0.36254 - 0.00281\sqrt{(x - 5.82230)^2} + 0.00281\sqrt{(x - 131.95423)^2} \quad (3)$$

Коэффициенты

$$a = 5.82230, b = 131.95423, c = -0.749196, k = 0.00561 \quad (4)$$

Коэффициент детерминации составляет

$$R^2 = 0.995996$$

Как видно, график упрощенной регрессионной модели состоит из трех отрезков прямой. Наклонный участок определяется коэффициентами **k** и **c**, а абсциссы точек перехода между отрезками равны коэффициентам **a** и **b**.

На рисунке 2 изображены экспериментальные данные сушки полиэфирной нити линейной плотности 17 текс и график итоговой регрессионной модели.

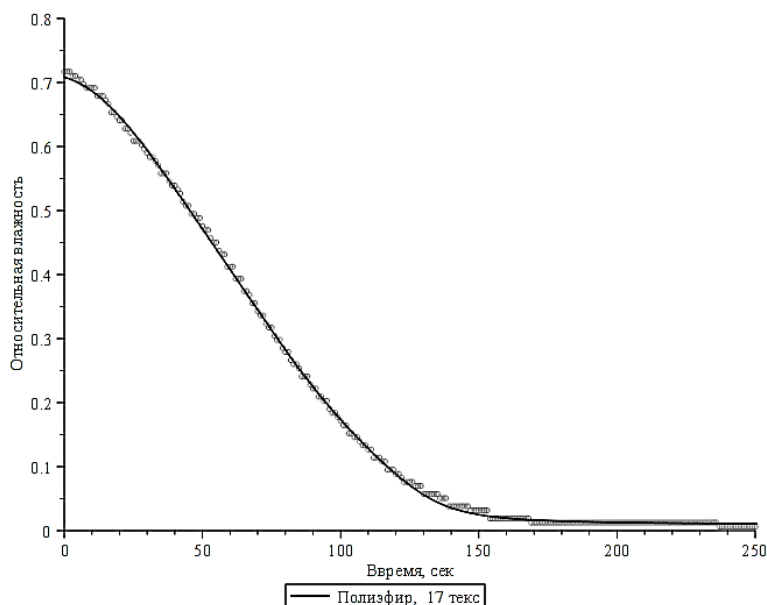


Рисунок 4 – График итоговой модели после второго этапа

Уравнение модели

$$y = 0.41648 - 0.00281\sqrt{(x - 5.82230)^2 + 299.86231} + \\ + 0.00281\sqrt{(x - 131.95423)^2 + 424.49007} + \frac{0.00098(x - 55.02771)^5}{(x - 55.02771)^4 + 6.50777 \cdot 10^6} - 0.00098 \cdot x \quad (5)$$

Коэффициенты

$$a = 5.82230, \quad b = 131.95423, \quad c = -0.749196, \quad k = 0.00561, \\ d1 = 74.96558, \quad d2 = 106.12252, \quad d3 = 650.77795, \quad d4 = 55.02771, \quad d5 = 0.17463 \quad (6)$$

Коэффициент детерминации составляет

$$R^2 = 0.99965$$

Как видно, модель с высокой точностью соответствует экспериментальным данным. Большинство коэффициентов имеют четкий физический смысл.

При моделировании сушки нитей с высокой линейной плотностью перегиб практически отсутствует, и можно упростить модель, избавившись от части, которая отвечает за перегиб. Таким образом, модель приобретет следующий вид:

$$y = k \left(\frac{1}{2}x - \frac{1}{2}a - \frac{1}{2}\sqrt{(x-a)^2 + 4 \cdot d1} \right) - k \cdot x - c + k \left(\frac{1}{2}x - \frac{1}{2}b + \frac{1}{2}\sqrt{(x-b)^2 + 4 \cdot d2} \right) \quad (7)$$

Предложенная в данной работе модель процесса сушки текстильных волокнистых материалов может быть использована для дальнейшего анализа кинетики сушки и для определения кажущейся пористости по методу, описанному в [4]

Список использованных источников

1. Воюцкий, С. С. Физикохимические основы пропитывания и ипрегнирования волокнистых систем водными дисперсиями полимеров. – Ленинград: Химия, 1969. – 336 с.
2. Бизюк, А. Н., Жерносек, С. В., Ясинская, Н. Н., Ольшанский, В. И. Оптимизация технологического процесса формирования текстильных композиционных материалов в условиях воздействия электромагнитных волн СВЧ- и ИК-диапазона // Химическая технология, 2015. – Т. 16. – № 1. – С. 6–12.
3. Бизюк, А. Н., Жерносек, С. В., Ольшанский, В. И., Ясинская, Н. Н. Моделирование процесса пропитки текстильных материалов под действием СВЧ-излучения // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности, 2014. – Т. 23. – № 1. – С. 16–18.
4. Ясинская, Н. Н., Бизюк, А. Н., Коган, А. Г. Метод экспериментального исследования капиллярно-пористой структуры текстильных нитей // Сборник научных трудов посвященный 75-летию кафедры Материаловедения и товарной экспертизы; под ред. Ю. С. Шустова, Я. И. Буланова, А. В. Курденковой. – Москва, 2019. – С. 161–165.

УДК 004.056:061.68

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА МАСКИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Бокуть Л.В.¹, к.т.н., доц., Деев Н.А.²

¹Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

²Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассматривается метод маскирования информации для обеспечения энергетической скрытности и регулярности спектральных составляющих.

Ключевые слова: речевой сигнал, двоичные последовательности, маскирование