

УДК 677.027.162

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ
НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ТКАНЫХ ПОЛОТЕН**

**THE EFFECT OF MICROWAVE RADIATION ON PHYSICAL AND MECHANICAL
PROPERTIES OF TEXTILE MATERIALS**

А.Н. БИЗЮК, С.В. ЖЕРНОСЕК, В.И. ОЛЬШАНСКИЙ, Н.Н. ЯСИНСКАЯ
A.N. BIZIUK, S.V. ZHERNOSEK, V.I. OLSHANSKIY, N.N. YASINSKAYA

(Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь)
(Vitebsk State Technological University, Belarus)

E-mail: vstu@vstu.vitebsk.by

В работе проведено исследование влияния СВЧ-сушки на изменение показателей качества натуральных и синтетических тканей, получены математические модели, отражающие зависимость показателей качества от режимов СВЧ-сушки.

In this paper we studied the effect of microwave drying on the change of indicators of quality natural and synthetic fabrics, obtained mathematical model, reflecting the dependence of the quality of the modes of microwave drying.

Ключевые слова: СВЧ-сушка, тканые полотна, показатели качества, капиллярность, разрывная нагрузка и разрывное удлинение.

Keywords: microwave drying, woven fabrics, quality indicators, capillarity, breaking strength and elongation at break.

Целью работы являлось исследование влияния СВЧ-сушки на изменение показателей качества льняных и полиамидных тканых полотен: разрывной нагрузки, разрывного удлинения, показателей капиллярности и усадки. Проведен полный факторный эксперимент с двумя изменяемыми факторами и тремя уровнями варьирования [1]. В качестве изменяемых факторов выбраны: мощность СВЧ-излучения и время сушки. Для определения уровней варьирования факторов проведен предва-

рительный эксперимент, результаты которого представлены в табл. 1. Для сушки материалов использовалась СВЧ-установка с максимальной мощностью 900 Вт и рабочей частотой 2450 МГц.

В табл. 2 приведены некоторые обобщенные результаты оценки показателей качества, отражающие характер изменений этих показателей относительно значений, получаемых при конвективном способе сушке.

Таблица 1

Уровни проведения эксперимента	Натуральные значения i-го фактора		Кодированные значения i-го фактора	
	X ₁ (мощность, Вт)	X ₂ (время, мин)	X ₁ (мощность, Вт)	X ₂ (время, мин)
Основной уровень фактора	600	3	0	0
Интервал варьирования фактора	300	1	1	1
Верхний уровень фактора	900	4	+1	+1
Нижний уровень фактора	300	2	-1	-1

Таблица 2

Ткани	Показатель капиллярности, мм за 60 мин		Показатель линейной усадки, %		Разрывная нагрузка, 0,5 Н		Разрывное удлинение, мм	
	конв.	СВЧ	конв.	СВЧ	конв.	СВЧ	конв.	СВЧ
Льняные	51	81	5,2	8,3	81	75	10,8	18,5
Полиамидные	167	165	0,3	2,7	184,6	225	17	22

Из табл. 2 можно сделать вывод, что СВЧ-сушка увеличивает показатели капиллярности и усадки для исследованных образцов льняного материала. Получены

статистически значимые математические модели зависимости капиллярности льняного материала от варьируемых факторов и усадки:

$$Y_1 = -31,5X_1 + 15,89X_1^2 - 23X_2 + 7,72X_2^2 + 13,08X_1 \times X_2^2 + 8,92X_1^2X_2,$$

$$Y_2 = -0,79X_1 - 0,34X_2 + 0,53X_2^2.$$

На рис. 1 представлены поверхности отклика моделей зависимостей капилляр-

ности (а) и усадки (б) от варьируемых факторов.

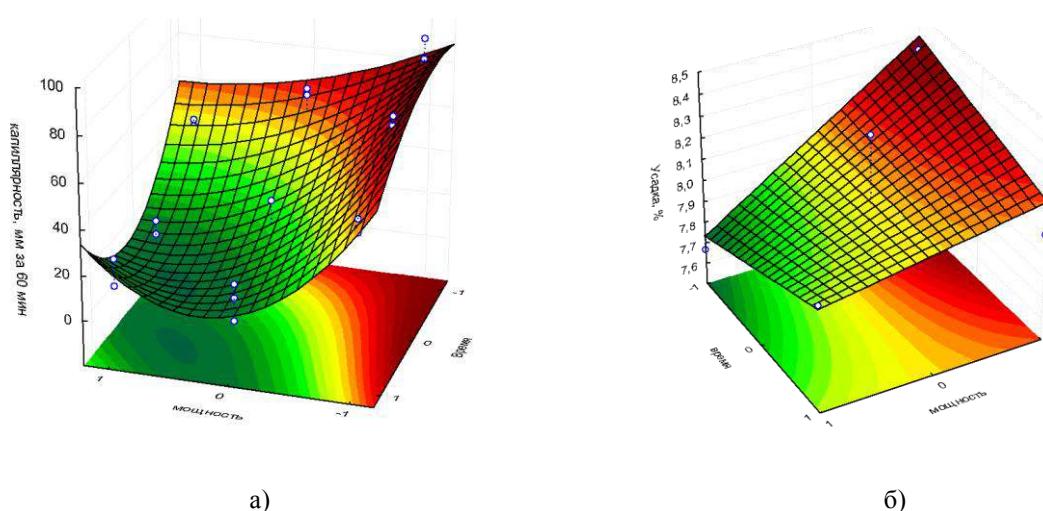


Рис. 1

На поверхности суровых тканей содержатся гидрофобные загрязнения, которые препятствуют проникновению влаги в волокно [2]. Для их удаления обычно используют процесс отварки. В исследуемом

процессе увеличение капиллярности по сравнению с образцом, высушенным конвективным способом, можно объяснить частичным разрушением гидрофобных примесей в процессе СВЧ-нагрева, а также

эффектом увеличения радиуса капилляров вследствие расклинивающего действия молекул воды при запаривании. Однако увеличение продолжительности СВЧ-обработки и мощности СВЧ-излучения приводит к уменьшению капиллярности образцов льняного материала, вплоть до практически полного исчезновения, что может быть вызвано уменьшением среднего радиуса капилляров [3].

В процессе смачивания льняного материала происходит усадка за счет набухания волокон. При диэлектрическом способе сушки нагревание воды внутри пор волокна до закипания создает режим запаривания, что приводит к более полной усадке материала. Одновременно происходит частичная релаксация внутренних напряжений волокон. При увеличении мощности СВЧ-излучения и продолжительности сушки происходит полное удаление влаги

из материала, и значение усадки незначительно уменьшается (рис. 1-б). Однако даже минимальные значения усадки, полученные в результате СВЧ-сушки льняных образцов, превышают значения, полученные при конвективном способе сушки, тем самым усадка проходит более полно, чем при традиционных методах сушки.

Наблюдаемое уменьшение разрывной нагрузки образцов льняного материала, подвергнутых СВЧ-сушке, может быть вызвано повышением хрупкости и частичным разрушением волокон из-за полного удаления воды. В процессе усадки уменьшаются силы сцепления и силы трения, действующие между волокнами. Это позволяет волокнам сдвигаться относительно друг друга, поэтому разрывное удлинение обработанных образцов выше, чем у необработанных.

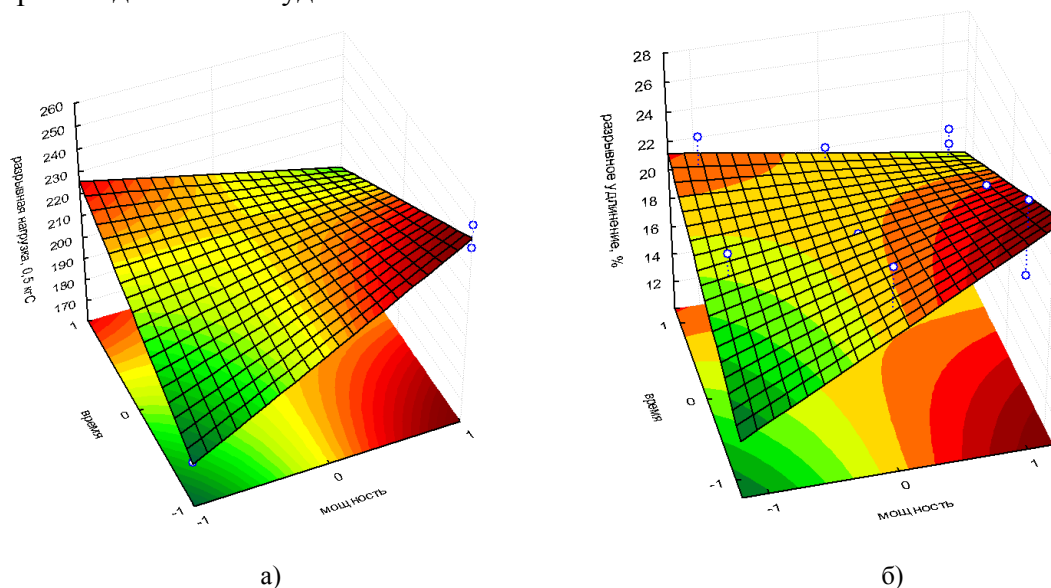


Рис. 2

Воздействие электромагнитных волн СВЧ-диапазона на материал из полиамидных волокон оказывает большее влияние на прочностные свойства: разрывная нагрузка и разрывное удлинение. Математическая модель зависимости разрывной нагрузки от варьируемых факторов имеет вид $Y_3 = 14,75X_1 - 26,88X_1X_2$, а разрывного удлинения: $Y_4 = 1,75X_1 - 2,5X_1X_2$. На рис. 2 представлены поверхности отклика моде-

лей зависимостей разрывной нагрузки (а) и разрывного удлинения (б) от варьируемых факторов.

При увеличении мощности и продолжительности процесса СВЧ-сушки полиамидного материала происходит релаксация внутренних напряжений под влиянием электромагнитных волн, связанная с подвижностью кинетически независимых участков макромолекул (амидных групп) и обусловленная обрывом с последующим

восстановлением водородных связей в положении, характеризующемся более низкой потенциальной энергией, достигается свободная усадка волокон [4].

Воздействие электромагнитных волн на надмолекулярную структуру полиамидных волокон приводит к повышению степени ориентации кристаллитов, поперечные размеры которых могут в зависимости от времени обработки и мощности СВЧ-излучения как увеличиваться, так и уменьшаться. Изменения надмолекулярной структуры элементарных волокон оказывают влияние на их механические свойства. В результате эксперимента наблюдалось увеличение разрывной нагрузки до 20%, удлинения при разрыве – до 29%.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что при сушке тканей из целлюлозных волокон с использованием электромагнитных волн СВЧ-диапазона происходит улучшение капиллярных свойств по сравнению с конвективным способом. Однако при увеличении мощности и продолжительности воздействия ка-

пиллярность уменьшается за счет уменьшения радиуса капилляров.

2. Установлено, что СВЧ-нагрев позволяет получить большую усадку ткани при заключительной отделке за счет полноты протекания релаксационных процессов по сравнению с традиционными методами сушки, также увеличиваются разрывная нагрузка и разрывное удлинение тканей из полиамидных волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Севостьянов А.Г.* Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2007.
2. *Шустов Ю.С.* Основы текстильного материаловедения. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2007.
3. *Браславский В.А.* Капиллярные процессы в текстильных материалах. – М.: Легпромбытиздат, 1987.

Рекомендована кафедрой технологии и оборудования машиностроительного производства. Поступила 01.04.13.