

УДК 677.027.162

А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, Н. Н. Ясинская, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган

Витебский государственный технологический университет
210035, Беларусь, г. Витебск, Московский пр., 72**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВЧ-ОБРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫХ ВЫСОКОУСАДОЧНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

© А. Н. Бизюк, С. В. Жерносек, Н. Н. Ясинская, В. И. Ольшанский, А. Г. Коган, 2016

В работе проведено экспериментальное исследование и оптимизация технологических параметров процесса усадки комбинированных высокоусадочных нитей различной линейной плотности в условиях воздействия СВЧ-излучения; определены оптимальные режимные параметры процесса термообработки комбинированной высокоусадочной нити, обеспечивающие снижение энергозатрат или увеличение производительности технологического процесса ■

Ключевые слова ■ текстильные материалы, оптимизация, высокообъемная пряжа, химические высокоусадочные нити, электромагнитные волны свч, усадка.

В работе разработана методика и проведены исследования процесса повышения объемности текстильных материалов с использованием электромагнитных волн сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона, обеспечивающего снижение энергоемкости технологического процесса формирования высокообъемных нитей.

В качестве объекта исследований выбран технологический процесс повышения объемности комбинированных высокоусадочных нитей из натуральных и химических волокон.

Методика проведения исследований

Усадка представляет собой способность нитей при определенных условиях (характер воздействия, влажность, температура, продолжительность воздействия, среда) изменять свои размеры. Ее определяют по формуле:

$$Y = (L_1 - L_2)/L_1 \cdot 100, \quad (1)$$

где L_1 и L_2 — первоначальная длина отрезка нити и длина нити после термообработки.

На способность комбинированных нитей усаживаться оказывает влияние ряд факторов, определяющих сопротивление усадке: состав и свойства низкоусадочного компонента, трение между волокнами и нитями, состав и структура комбинированной нити, которая зависит от способа прядения [1, 2].

В качестве высокоусадочного компонента использовалась полиэфирная комплексная нить, полученная на ПО «Химволокно» (г. Светлогорск, Республика Беларусь) способом физической модификации. Физико-механические свойства полиэфирной комплексной нити представлены в таблице 1.

В качестве низкоусадочного компонента использовалась хлопковая ровница гребенной системы прядения линейной плотности 250 текс, выработанная на Гродненском ПХБО (г. Гродно, Республика Беларусь).

Методика проведения исследований процесса усадки комбинированных нитей различной линейной плотности с использованием электромагнитных волн СВЧ состояла из следующих этапов:

1. Подготовка образцов согласно ГОСТ 6611.0–73.
2. Увлажнение комбинированных высокоусадочных нитей до избыточного влагосодержания.
3. Отжим до остаточного влагосодержания 100–300%.
4. СВЧ-обработка при заданных режимах.
5. Определение линейной усадки образцов.

Экспериментальные исследования изменения усадочных свойств комбинированных высокоусадочных нитей проводилось в процессе СВЧ-нагрева их в свободном состоянии (без натяжения) при заданных режимах обработки: мощность 450, 650, 850 Вт и продолжительность нагрева 100, 200 и 300 с. Исследование усадки проводилось согласно ГОСТ 16294–79. Образцы с начальной длиной 1 метр помещались в СВЧ-установку, где проводилась термообработка при различных режимах. После СВЧ-воздействия исследовалось изменение длины образца и рассчитывалась величина усадки по формуле (1).

Влагосодержание образцов комбинированных высокоусадочных нитей определялось весовым способом. Режимные параметры обработки задавались с помощью настроек СВЧ-установки. В каждом опыте исследовались не менее 5 образцов комбинированной нити. Результаты исследований усреднялись.

Таблица 1. Характеристики полиэфирной высокоусадочной нити ТУ 13-0204056-43-90

Показатель	Значение показателя
Номинальная линейная плотность нити, текс	16,8
Удельная разрывная нагрузка, мН/текс	335
Удлинение нити при разрыве, %	17
Линейная усадка, %	Не менее 40
Количество пневмосоединений	10
Массовая доля замасливателя, %	0,3
Фактическая влажность, %	До 2

Обработка результатов экспериментальных исследований усадки с использованием электромагнитных волн СВЧ диапазона проводилась с помощью разработанной компьютерной программы.

Для экспериментальных исследований выбраны комбинированные высокоусадочные нити линейной плотности 35, 42 и 47 текс. Получение комбинированных высокоусадочных нитей осуществлялось на прядильно-крутильной машине ПК-100.

По результатам экспериментов методом наименьших квадратов [3] получена регрессионная модель зависимости усадки комбинированной высокоусадочной нити от начальной влажности, мощности СВЧ-излучения и времени обработки вида [1, 4]:

$$s = \frac{\tau}{(0,00345 \cdot \tau + 0,18)} \cdot \frac{P}{(0,00199 \cdot P^2 + 9,4 \cdot P + 805)} \times \frac{W}{(0,00239 \cdot W^2 + 0,679 \cdot W + 255)} \cdot \frac{1}{(0,00407 \cdot D + 0,325)} \quad (2)$$

где s — относительная усадка, %; τ — время термообработки, с; P — мощность излучения, Вт; W — отно-

сительная влажность образцов до термообработки, %; D — линейная плотность комбинированной высокоусадочной нити, текс.

Одним из важнейших показателей эффективности технологического процесса формирования высокообъемных материалов является расход энергии для достижения требуемых свойств продукта [1, 2]. В данном исследовании расход энергии на процесс терморелаксации высокоусадочного компонента комбинированной нити можно определить как произведение мощности СВЧ-установки на ее время работы. Путем подстановки в модель (2) заданных значений мощности СВЧ-излучения, линейной плотности и начальной влажности комбинированной высокоусадочной нити, можно получить уравнение зависимости времени обработки от требуемого значения усадки. С помощью этого уравнения, зная мощность СВЧ-излучения, можно определить энергозатраты для достижения заданного значения усадки.

На рис. 1 представлены графики зависимостей энергозатрат от достигаемой усадки при мощности СВЧ 650 Вт, различной влажности и линейной плотности.

Путем подстановки в модель (2) заданных значений линейной плотности и усадки комбинированной высокоусадочной нити, можно получить уравнение зависимости времени обработки от начальной влажности и мощности СВЧ-излучения. С помощью этого уравнения можно найти оптимальную комбинацию мощности СВЧ-излучения и начальной влажности, при которых время обработки будет минимальным. Зная мощность СВЧ-излучения и время обработки, можно определить энергозатраты на достижение

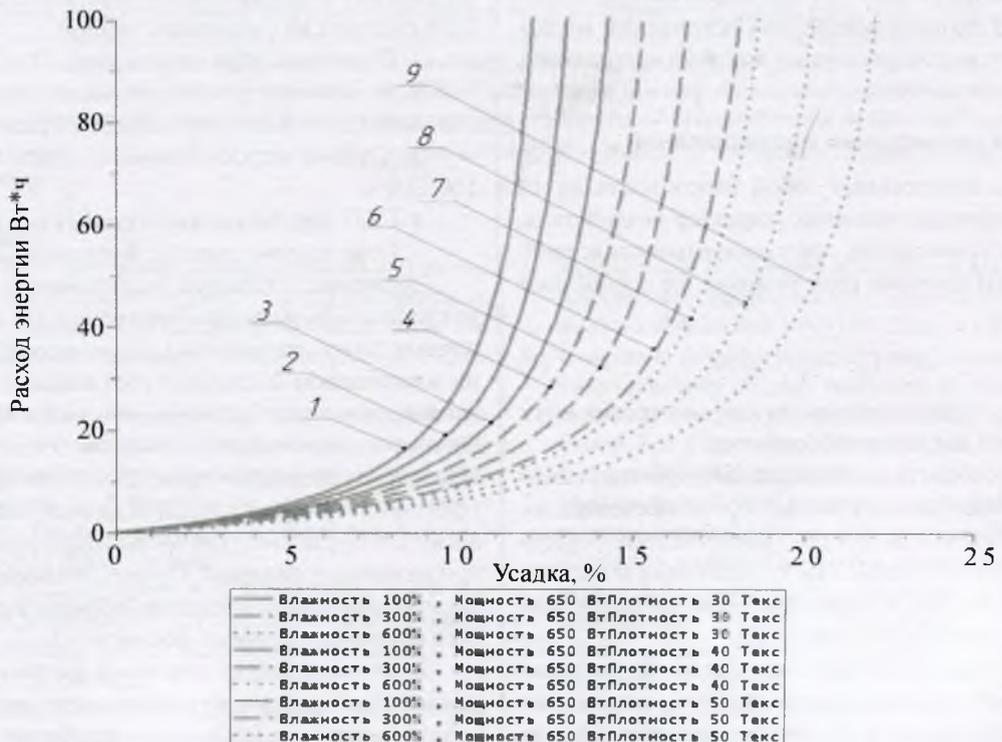


Рис. 1. Графики зависимостей расхода энергии от достигаемой усадки при мощности СВЧ 650 Вт, влажности: 1. 2. 3 — 100%, 4. 5. 6 — 300%, 7. 8. 9 — 600% и линейной плотности: 1. 4. 7 — 50 текс. 2. 5. 8 — 40 текс. 3. 6. 9 — 30 текс

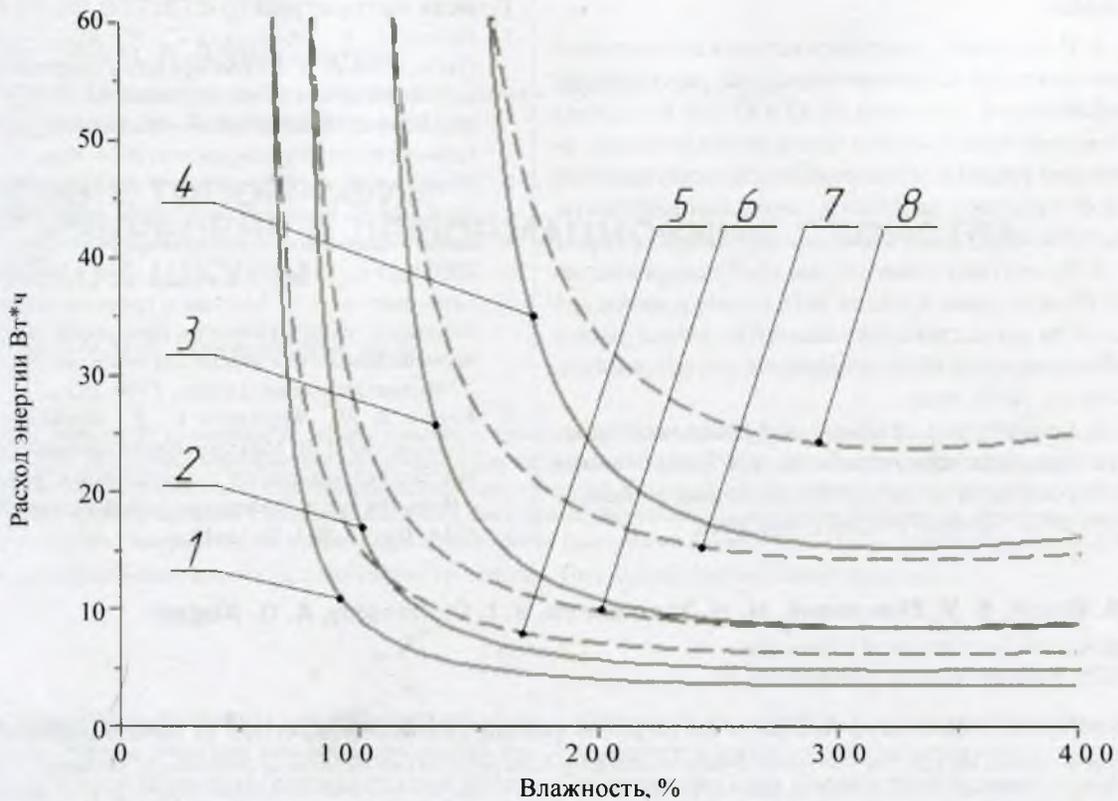


Рис. 2. Графики зависимостей расхода энергии от влажности полиэфирной высокоусадочной нити при мощности СВЧ-излучения 1, 2, 3, 4 — 300 Вт, 5, 6, 7, 8 — 650 Вт; усадке: 1, 2, 5, 6 — 10%, 3, 4, 7, 8 — 15% и линейной плотности: 1, 3, 5, 7 — 30 текс, 2, 4, 6, 8 — 50 текс

заданного значения усадки. Таким образом были построены графики, представленные на рис. 2, отражающие зависимости энергозатрат от начальной влажности комбинированной высокоусадочной нити при заданных значениях мощности СВЧ-излучения, линейной плотности и усадки.

Функция зависимости энергозатрат от мощности и влажности при заданных значениях линейной плотности и усадки имеет точку минимума, которую можно определить стандартными математическими

методами. На основе этой функции, авторами разработано программное обеспечение, позволяющее рассчитать оптимальные комбинации мощности СВЧ, времени воздействия и начальной влажности для достижения требуемой величины усадки комбинированной высокоусадочной нити заданной линейной плотности с минимальными затратами энергии. Определены рекомендуемые значения режимных параметров процесса термообработки комбинированных высокоусадочных нитей, представленных в таблице 2.

Таблица 2. Рекомендуемые параметры процесса термообработки комбинированных высокоусадочных нитей в условиях СВЧ-воздействия, обеспечивающие минимальные затраты энергии

Усадка	Линейная плотность, текс	Мощность, Вт	Влажность, %	Время, с	Энергозатраты, Вт*ч
10	30	111	327	728	2,24
10	35	117	327	768	2,49
10	40	123	327	827	2,82
10	45	129	327	851	3,05
10	50	136	327	913	3,44
15	30	190	327	138	7,3
15	35	205	327	151	8,6
15	40	221	327	170	10,4
15	45	238	327	188	12,4
15	50	257	327	210	15
20	30	335	327	329	30,7
20	35	377	327	415	43,4
20	40	427	327	527	62,5
20	45	488	327	893	121
20	50	567	327	2080	328

Выводы

1. В результате экспериментальных исследований процесса усадки комбинированных высокоусадочных нитей линейной плотности 35, 42 и 47 текс в условиях СВЧ-воздействия, получена математическая модель зависимости усадки комбинированной высокоусадочной нити от линейной плотности, начальной влажности, мощности и продолжительности СВЧ-обработки.

2. Рассчитаны оптимальные комбинации мощности СВЧ-излучения, времени воздействия и начальной влажности для достижения заданной величины усадки комбинированных высокоусадочных нитей линейной плотности 30–50 текс.

3. Определены оптимальные режимные параметры процесса термообработки комбинированной высокоусадочной нити, обеспечивающие снижение энергозатрат технологического процесса.

Список литературы

1. Бизюк А. Н., Жерносек С. В., Ясинская Н. Н., Ольшанский В. И. Интенсификация процесса термообработки химических высокоусадочных нитей // Вестник Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». 2014. Вып. 27. С. 9–17.
2. Ясинская Н. Н. Разработка и исследование технологического процесса получения комбинированных высокоусадочных нитей. Автореферат диссертации. 2000 г. 23 с.
3. Севостьянов, А. Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности: Учебник для вузов текстил. пром-ти // Москва: Легкая индустрия, 1980. 392 с.
4. Бизюк А. Н., Жерносек С. В., Ясинская Н. Н., Ольшанский В. И. Моделирование процесса пропитки текстильных материалов под действием СВЧ излучения // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 2014. Том 23. № 1. С. 16–18.

A. N. Biziuk, S. V. Zhernosek, N. N. Yasinskaya, V. I. Olshanskiy, A. G. Kogan

Vitebsk State Technological University
210035, Belarus, Vitebsk, Moskovsky, 72

The effect of microwave radiation on physical and mechanical properties of textile materials

This paper studied the effect of microwave drying on changing basic physical and mechanical properties of the samples of natural and synthetic fabrics, Mathematical models reflect the dependence of the physical and mechanical properties of materials on the modes of microwave drying

Keywords ■ textile fabrics, optimization, chemical high volume yarn, microwave electromagnetic waves, shrinkage.

References

1. Bizjuk A. N., Zhernosek S. V., Jasinskaja N. N., Ol'shanskij V. I. Intensifikacija processa termoobrabotki himicheskikh vysokousadochnyh nitej [Intensification of process of heat treatment of chemical filaments vysokousadochnyh] *Vestnik Uchrezhdenija obrazovanija «Vitebskij gosudarstvennyj tehnologicheskij universitet»*. [Bulletin Educational Institution «Vitebsk State Technological University»] 2014. Vol 27. 9–17 pp. (in russ)
2. Jasinskaja N. N. *Razrabotka i issledovanie tehnologicheskogo processa poluchenija kombinirovannyh vysokousadochnyh nitej*. [Development and research of technological process of producing composite yarns vysokousadochnyh. Abstract of the thesis] 2000. 23 p. (in russ)
3. Sevost'janov A. G. *Metody i sredstva issledovanija mehaniko-tehnologicheskikh processov tekstil'noj promyshlennosti* [Methods and tools for the study of Mechanics and processes of the textile industry] Moscow. Legkaja industrija. 1980. 392 p. (in russ)
4. Bizjuk A. N., Zhernosek S. V., Jasinskaja N. N., Ol'shanskij V. I. Modelirovanie processa propitki tekstil'nyh materialov pod dejstviem SVCh izlucheniya [Modeling textile impregnation process under the influence of microwave radiation] *Izvestija vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti*. [The News of higher educational institutions. Technology of Light Industry] 2014. Vol. 23. N 1. 16–18 pp. (in russ)