

Таблица 2 – Значения численных показателей неровноты льняной пряжи полученной без использования ультразвука и с его использованием

Наименование показателя	Значение показателя	
	без применения УЗ	с применением УЗ
Квадратическая неровнота, %:		
– на 1 см	30,5	28,61
– на 1 м	12,49	10,82
– на 3 м	8,45	8,43
Количество утонений на 1 км:		
– более 40 %	8263	8050
– более 50 %	4380	3986
Количество утолщений на 1 км:		
– более 35 %	5692	5385
– более 50 %	3649	2858
Непсы на 1 км:		
– 140 %	9636	9497
– 200 %	4539	3956
– 280 %	2097	1866

Анализ полученных данных показывает, что применение ультразвукового воздействия привело к снижению квадратической неровноты пряжи, уменьшению количества утонений и утолщений и непсов.

Список использованных источников

1. Сергеев, К. В. К вопросу об ультразвуковом воздействии как факторе интенсификации мацерационной способности волокна при мокром способе прядения льна / К. В. Сергеев, В. И. Жуков. / Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 5.
2. Сергеев, К. В. Снижение неровноты по линейной плотности и упрочнение льняной пряжи с помощью применения ультразвуковых колебаний в процессе мокрого прядения льна / К. В. Сергеев, В. И. Жуков. / Известия высших учебных заведений: технология текстильной промышленности. – 2012. – № 5.
3. Рыклин, Д. Б. Оценка качества текстильных нитей и полуфабрикатов с использованием приборов Uster Tester : монография / Д. Б. Рыклин, С. С. Медвецкий. – УО «ВГТУ». – Витебск, 2017.
4. Хмелев, В. Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В. Н. Хмелев, А. Н. Сливин, Р. В. Барсуков, С. Н. Цыганок, А. В. Шалунов. – Алтайский государственный технологический университет, БТИ. – Бийск, 2010. – 203 с.

УДК 677.494

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КООКСИАЛЬНОЙ ПРЯДИЛЬНОЙ ГОЛОВКИ

Демидова М.А., маг., Рыклин Д.Б., д.т.н., проф., Азарченко В.М., асп.

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

Реферат. Работа посвящена исследованию процесса электроформования нановолокнистых материалов на установке Fluidnatek LE-50 при использовании коаксиальной прядильной головки. Получены зависимость расхода волокнообразующего раствора от напряжения и расстояния между формирующими электродами, установлены рациональные режимы получения нановолокнистых материалов с использованием коаксиальной прядильной головки из раствора поливинилового спирта.

Ключевые слова: электроформование, нановолокна, раствор полимера, вязкость, рациональный режим, коаксиальная прядильная головка.

Электроформование является одним из наиболее перспективных способов получения новых видов текстильных изделий, позволяющих вырабатывать покрытия и материалы из волокон от субмикронных диаметров до нанометровых диаметров с применением высокопотенциального электрического поля [1, 2, 3, 4, 5]. Электроформование из растворов и расплавов полимеров представляет интерес в связи с разнообразием областей применения получаемых материалов.

Объектом исследования в данной работе являлась установка для формирования нановолокнистых материалов Fluidnatek LE-50, установленная в УО «Витебский государственный технологический университет» в лаборатории кафедры «Технология текстильных материалов». При работе на ней раствор находится в шприце, который помещается в насос. Раствор по капилляру поступает к электроформовочной головке, на которую подаётся положительное напряжение. Расход раствора может регулироваться скоростью опускания поршня насосом. Нановолокна наносятся на подложку, которая закреплена на барабане (осадительный электрод), на который подаётся отрицательный источник напряжения.

Целью данной работы являлось определение рациональных режимов получения нановолокнистых материалов с использованием прядильных головок различных конструкций из водного раствора, содержащего 15 % поливинилового спирта (ПВС) марки Sevol 205 компании Sekisui Specialty Chemicals Europe S.L. (США), на установке Fluidnatek LE-50, при котором процесс электроформования происходит стабильно с максимальной производительностью установки.

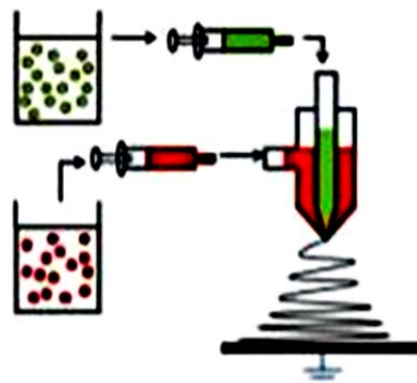
Было принято решение стабильным считать такое протекание процесса формования, при котором размер капли на кончике иглы формовочной головки не изменяется с течением времени, а процесс формирования и вытягивания струи из раствора происходит непрерывно.

В литературе отмечается, что коаксиальная головка с помощью внутренней и наружной иглы позволяет вырабатывать двухслойные нановолоконные конструкции. Сан и другие описали формирование нановолокон с конструкцией ядро–оболочка, вырабатываемого путем коаксиального электроформования. Этот метод доказал свою универсальность для инкапсуляции биорелевантных молекул и наноконструкций [6]. Однако всегда используемые при электроформовании полимеры позволяют получать двухслойные волокна, что связано с особенностями их физико-химических и электроформовочных свойств. Преодоление этого недостатка представляется возможным с разработкой нановолокнистого материала с трехслойной конструкцией, активное вещество, которое будет заключено во внутреннем (среднем) слое. При деградации внешних слоев активное вещество будет постепенно высвобождаться, что обуславливает его хорошую впитываемость и позволяет точно рассчитать дозировку. Данные свойства трехслойного нановолоконного материала обусловили повышенный интерес к ним со стороны медицины и косметологии, как областей, где в терапевтических и лечебных целях необходим высокий контроль количества высвобождаемого активного лекарственного вещества, его постепенное и равномерное выделение в течение определенного времени. Это упрощает процессы усвоения лекарственного вещества организмом, а также устраняет потребность в многократном повторном нанесении.

Внешний вид коаксиальной прядильной головки представлен на рисунке 1 [3].



а



б

Рисунок 1 – Внешний вид коаксиальной прядильной головки (а) и схема процесса электроформования с ее использованием (б)

В качестве критерия эффективности процесса электроформования был принят максимальный расход раствора.

При проведении экспериментальных исследований расстояние между электродами варьировалось в диапазоне от 8 до 12 см, напряжение на эмиттере (P+) – от 13 до 29 кВ, напряжение на коллекторе, напряжение на коллекторе (P-) – от -5 до -9 кВ,

Статистическая обработка экспериментальных данных позволила получить математические модели, описывающие зависимость расхода волокнообразующего раствора от напряжения и расстояния между формирующими электродами. При построении моделей были использованы только соотношения параметров эксперимента, при которых процесс электроформования протекал стабильно. Графические интерпретации моделей представлены на рисунке 2.

При росте напряжения возрастает расход раствора, при этом максимальный расход достигается при наименьшем расстоянии между формирующими электродами. При этом, интерес представляет следующая особенность внешней иглы коаксиальной прядильной головки: при росте расстояния происходит существенное снижение расхода. Это обусловлено тем фактом, что процесс формования при больших значениях напряжения и расстояния протекает удовлетворительно, но нестабильно.

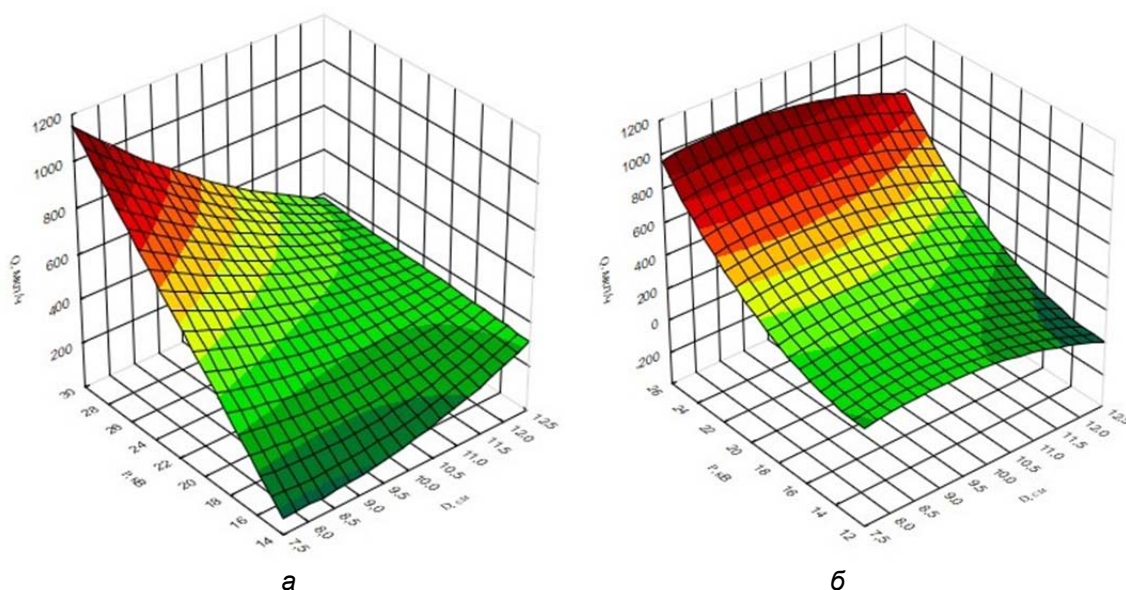


Рисунок 2 – Зависимость расхода полимерного раствора от факторов эксперимента для внешней (а) и внутренней (б) игл коаксиальной прядильной головки

В результате эксперимента были установлены рациональные значения параметров процесса, обеспечивающие стабильное производство нановолокнистых покрытий и материалов с использованием коаксиальной прядильной головки, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Рациональные режимы производства нетканых нановолокнистых покрытий

Вид иглы коаксиальной прядильной головки	Расстояние, см	Напряжение, кВ	Расход, мкл/ч
– внешняя игла	8	25	850
– внутренняя игла	8	26	900

Список использованных источников

1. Huang, Z.M.; Zhang, Y.Z.; Kotaki, M. & Ramakrishna, S.: A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites, *Composites Science and Technology*, 63 (2003), pp. 2223-2253, ISSN 0266-3538.
2. Venugopal, J. & Ramakrishna, S.: Applications of polymer nanofibers in biomedicine and biotechnology, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 125 (2005), pp. 147-157, ISSN 0273-2289.
3. Ji, W.; Sun, Y.; Yang, F.; Van den Beucken, J.J.J.P.; Fan, M.; Chen, Z. & Jansen, J.A.: Bioactive electrospun scaffolds delivering growth factors and genes for tissue engineering

- applications, *Pharmaceutical Research*, 28 (2011), pp. 1259-1272, ISSN 0724-8741.
4. Liu, Y.; He, J.H.; Yu, J.Y. & Zeng, H.M.: Controlling numbers and sizes of beads in electrospun nanofibers, *Polymer International*, 57 (2008), pp. 632-636, ISSN 0959-8103.
 5. Li, D.; Wang, Y. & Xia, Y.: Electrospinning nanofibers as uniaxially aligned arrays and layer-by-layer stacked films, *Advanced Materials*, 16 (2004), 4, pp. 361-366, ISSN 1521-4095.
 6. Sun, Z.C., Zussman, E., Yarin, A.L., Wendorff, J.H. & Greiner, A.: Compound coreshell polymer nanofibers by co-electrospinning, *Advanced Materials*, 15 (2003), pp. 1929-1932, ISSN 1521-4095.

УДК 677.07

ПРОИЗВОДСТВО ТКАНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКООБЪЕМНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ НИТЕЙ

Семенчуков К.В., маг., Коган А.Г., проф.

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

Реферат. В статье приведены результаты исследований влияния токов СВЧ на физико-механические свойства, диаметр и объемность высокообъемных комбинированных нитей.

Ключевые слова: текстильные материалы, высокообъемная пряжа, химические высокоусадочные нити, термовлажностная обработка, электромагнитные волны свч, физико-механические свойства.

Принцип изготовления текстильных материалов, обладающих специфическими свойствами (высокой усадкой и повышенной объемностью), заключается в смешивании высокоусадочных (с усадкой 20–60 %) и низкоусадочных волокон и нитей. После совместной обработки получается текстильный материал, обладающий способностью увеличивать свой объем в результате термовлажностной обработки в свободном (ненатянута) состоянии.

Чем больше усадка высокоусадочного компонента, тем с большей объемностью можно получить текстильный материал. Это условие справедливо, если остальные свойства волокон (длина, и линейная плотность) и параметры обработки (система прядения, крутка, режим термовлажностной обработки и др.) постоянны [1].

При производстве высокообъемных текстильных материалов из натуральных и химических волокон основным процессом является процесс релаксации высокоусадочного компонента и повышение их объемности путем обработки в среде горячего воздуха или пара. Одним из способов повышения качества и интенсификации процессов повышения объемности текстильных материалов является использование электромагнитных волн сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона. Преимущество СВЧ-нагрева по сравнению с конвективным способом подвода тепла обусловлено возможностью равномерного и быстрого нагрева текстильных материалов как малой, так и большой поверхностной плотности [2].

Выбор оптимальных технологических параметров процесса повышения объемности (влажности материала, продолжительности и мощности излучения) для достижения наилучшего эффекта объемности и усадки, зависит от сырьевого состава текстильного материала, линейной плотности и способа термовлажностной обработки [3].

Поэтому, для выработки практических рекомендаций, была поставлена задача исследовать механизм усадки и общие закономерности процесса термовлажностной обработки для комбинированных высокообъемных нитей, которые базируются как на теоретических, так и на экспериментальных результатах.

В данной работе в качестве высокоусадочного компонента использовалась полиэфирная комплексная нить линейной плотности 16,8 текс. В качестве низкоусадочного компонента использовалось хлопковое волокно. Получение комбинированной высокоусадочной нити линейной плотности 72,26 текс осуществлялось на прядильной машине ПК-100 [4].

Основными показателями, характеризующими комбинированную высокообъемную нить, являются усадка и объемность. Они зависят от свойств исходных нитей и волокон, т. е. линейной плотности, гигроскопичности, усадки, от способа получения, а также от