

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
PIHII (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2020 Issue: 02 Volume: 82

Published: 29.02.2020 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



Abdufatto Akhatovich Kholmuminov

National university of Uzbekistan
Doctor of physical and mathematical Sciences, Professor

Bekzod Matnazarovich Matyakubov

Military technical institute of the National Guard of the Republic of Uzbekistan
Researcher

Turdimukhammad Tukhtamatovich Rakhmonov

Military technical institute of the National Guard of the Republic of Uzbekistan
Doctor of Philosophy in physics and mathematics, associated professor

OPTICAL ANISOTROPIC PROPERTIES OF NANOFIBER POLYMER MATERIALS

Abstract: The thermal decomposition of nanofiber nonwoven polymeric materials is studied in the article by the method of differential thermal analysis (DTA). At the same time, it was shown at various temperatures that the fibers of anisotropic and isotropic films obtained from fibroin silk, respectively, lose weight with uneven intensity. And also studied the properties of optical anisotropy in various temperature aqueous media of cotton cellulose.

Key words: fibroin, cellulose, electrospinning, nanofiber, nanomaterial, formation, polymer, silk, structure, temperature.

Language: Russian

Citation: Kholmuminov, A. A., Matyakubov, B. M., & Rakhmonov, T. T. (2020). Optical anisotropic properties of nanofiber polymer materials. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 02 (82), 249-253.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-02-82-44> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2020.02.82.44>

Scopus ASCC: 3100.

ОПТИЧЕСКО-АНИЗОТРОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОВОЛОКОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: В статье методом дифференциального термического анализа (ДТА) изучена терморазложения нановолоконных нетканых полимерных материалов. При этом при различных температурах показано, что волокна, анизотропных и изотропных пленок полученных из фиброиновых шелка соответственно теряет массу с неравномерной интенсивностью. А также изучены свойства оптического-анизотропия в различных температурных водных среды хлопковой целлюлозы.

Ключевые слова: фиброин, целлюлоза, электроspinning, нановолокно, наноматериал, формирование, полимер, шелка, структура, температура.

Введение

За последние несколько лет с большим потенциалом нанотехнология вошло в мировое сознание и стала перспективной направлением в науке.

Нанотехнология сейчас находится в начальной стадии развития, поскольку основные открытия, предсказываемые в этой области, пока

не сделаны. Но тем не менее, проводимые исследования уже дают практические результаты. Использование в нанотехнологии передовых научных результатов позволяет относить её к высоким технологиям[1].

Нанотехнология как междисциплинарное направление в науке и технике сформировалось в течение последних 20–25 лет и изучает объекты,

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

размеры которых составляют примерно 1,0-100 нм, или так называемые малоразмерные объекты. Важной и неотъемлемой задачей этого направления является разработка наноструктурных материалов: нанокристаллических, нанокомпозитных, нанофазных, нановолок-нистых и другие. Основные структурные элементы наноматериалов (кристаллиты, волокна, слои, поры) не превышают 100 нм. В задачу материаловедческих исследований входит установление многообразных связей между свойствами и структурой материалов с выявлением оптимальных наноструктур, что осуществляется в тесной связи с технологией изготовления и последующей эксплуатацией наноструктурных материалов [2].

Ориентационно-упорядоченное структурообразование полимеров является физическим превращением макромолекул, позволяющее получать анизотропные материалы (волокна, пленки, сорбенты.) со специфическими функциональными свойствами. Такие материалы кроме анизотропии механических, оптических, термических свойств могут характеризоваться анизотропией влагопоглощения, набухаемости, десорбции, разложения, растворения, благодаря гидрофильности и гидрофобности полимеров и их надмолекулярной структурной организации [3].

Несомненно, полимерные сырья на основе наноразмерных полимерных материалов нашли широкое применение в современном и будущем технологии, электронике, биомедицине, авиации, автопромышленности, искусственных спутниках, спортивных товарах и в многих других отраслях. Большое значение для наноматериалов является изучения их необыкновенных свойств, изменение морфологических и анизотропных свойств в результате механического, термического, оптического воздействия [4].

Основные характеристики объектов исследований.

Фиброин шелка. Фиброин шелка (ФШ) является природным полимером, основой волокон натурального шелка и могут выделен путем промывания от серицина, жировосков. Полученный фиброин будучи фибриллярным белком, представляет собой сложной третичной и четвертичной структурой в волокне.

Молекула фиброина имеет эмпирическую структуру $C_{13}H_{23}N_5O_6$ и элементарное звено его характеризуется средней молекулярной массой 345. Поскольку, элементарные звена фиброина состоит из остатков аминокислот, то в них имеются такие группы, как карбоксильные и амидные. Эти карбоксильные и амидные группы будучи активными, способствуют различным структурным организациям, в частности,

образованию альфа и бета структуры, гелеобразованию и кристаллизации.

Хлопковая целлюлоза. Хлопковая целлюлоза (ХЦ), клетчатка (фр. Cellulose от лат. Cellula — «клетка») -органическое соединение, углеводов, полисахарид с формулой $(C_6H_{10}O_5)_n$. Молекулы- неразветвлённые цепочки из остатков β -глюкозы, соединённых гликозидными связями β -(1→4). Белое твёрдое вещество, нерастворимое в воде. Главная составная часть клеточных оболочек всех высших растений.

1. Методы исследования

Для получения нановолокон из растворов и смесей выбранных полимеров использована установка электроспиннинга, которая была собрана на основе представленной принципиальной схеме и имеет вид (рис.1).

Электроспиннинг - универсальный метод получения непрерывных волокон с диаметром от нескольких нанометров до микрометров из растворов или расплавов полимеров [5].

Нановолокна, полученные методом электроспиннинга из расплава поли-мера, представляют большой интерес для проведения исследований. В них отсутствуют примеси высокотоксичных растворителей.

Методом электроспиннинга получено нетканые материалы из большого числа синтетических и натуральных полимеров [6].

Характеристики нановолоконных нетканых материалов и их нано пористость во многом зависит от условий электроспиннинга и укладки нановолокон на поверхности экрана - приемника.

В этом интерес представляет получение нановолоконных нанопористых нетканых материалов на основе местных биосовместимых полимеров, в частности, фиброина и целлюлозы, выделенных, соответственно, из отходов переработки кокона шелка и хлопкового сырья, например, лигнина. Нановолокна фиброина характеризуются с выраженной биоактивностью, которой наиболее ярко проявляется на поверхностном слое нанопористого нетканого материала.

Образец фиброина был выделен из состава волокон кокона натурального шелка путем промывания биоклея - серицина в воде при температуре 90 °С в течение 4 часов, а также жировосков в этаноле и ацетоне на аппарате Соклет. В качестве растворителя, способного разрушить кристаллические участки очищенных волокон без деструкций молекул ФШ использовано 50%-ный водный раствор $CaCl_2$ при температуре 90 °С. Ионы Ca и Cl из раствора ФШ было удалено путем диализа, с использованием полупроницаемой мембраны ксантаната целлюлозы.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

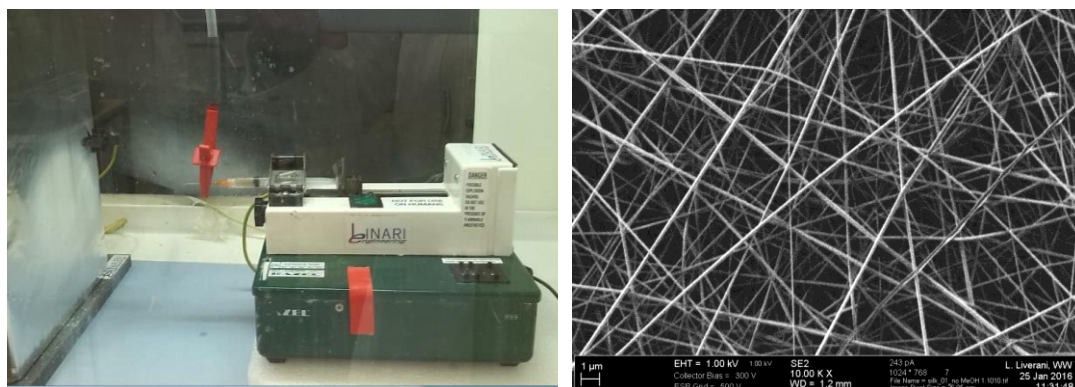


Рис.1. Установка электроспиннинга (а) и РЭМ снимок нановолокон ФШ (б): 1- шприц раствором полимера; 2- высокое напряжение; 3 - нановолокна.

При этом, очищенный ФШ осаждался с аморфным состоянием цепей. Прядильные растворы ФШ приготовлены в муравьиной кислоте (МК) и выявлено, что концентрация (С) данного биополимера около 12 - 18 % является оптимальным для формирования нановолокон толщиной 50 – 200 нм. Для проведения сравнительных исследований выбран очищенные волокна хлопковой целлюлозы и прядильные растворы данного образца, приготовленные в трифторуксусной кислоте (ТФУК).

Под действием высокого напряжения 15 кВ была получена электроспиннинг нановолокон из прядильных растворов биополимеров. При этом, использована иглообразная фильера диаметром капилляра 0,05 см и расстояние от фильера до экрана составляло 10 см. Упорядоченные равномерные укладки нановолокон осуществлялось на поверхности экрана, вращающийся частотой 15 об/мин. Также, получена нановолоконные материалы при отсутствии вращения экрана. Сравнительные исследования проведена для образцов нановолоконных материалов с использованием методов двулучепреломления (ДЛП), сорбции

паров воды и набухании при фильтрации жидкостей [7].

2. Результаты и обсуждение .

Терморазложение. Методом дифференциального термического анализа (ДТА) изучена окислительное терморазложение, т.е. потеря массы образцов с ростом температуры (рис.2). Была выявлена, что потеря массы для пленок фиброина начинается при 80 - 90°C и интенсивно происходит для изотропной пленки в интервале 150 - 250 °С. А для анизотропных пленок в интервале 180 - 500 °С и выше. В последнем случае, графики характеризуют более выраженной неравномерной интенсивностью потерь массы. Безусловно, такая особенность и смещение графиков в область больших значений температуры обусловлена анизотропией образцов. При этом поляризационно-оптическое наблюдение показало, что терморазложение начинается после некоторой усадки и скручивания образцов, со снижением их анизотропии. Процесс сопровождается с выделением запаха, возможно, образованием углекислого газа.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИИ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

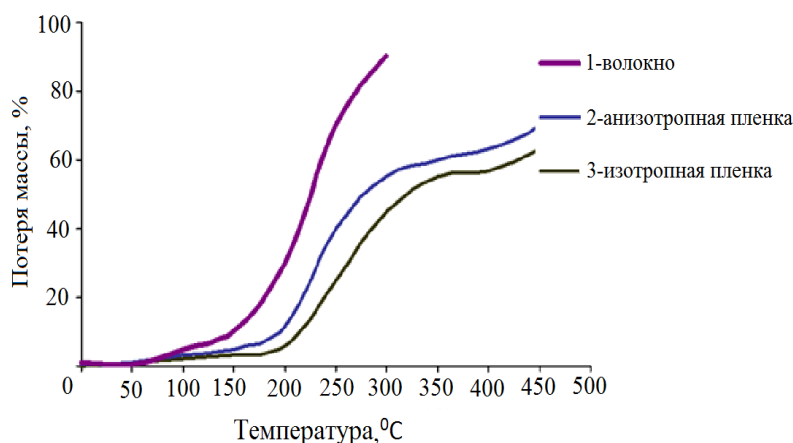


Рис 2. Терморазложения образцов фиброина шелка при ДТА

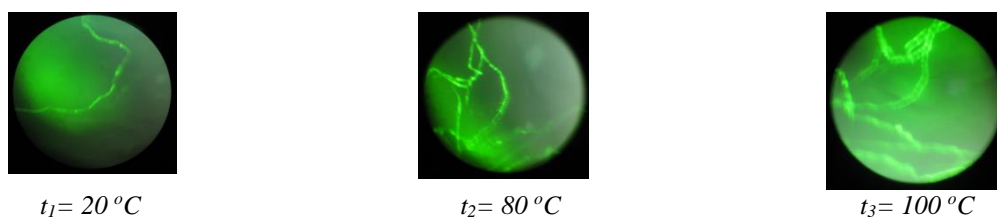


Рис. 3. Микрофотография оптического-анизотропия в различных температурной водной среды хлопковой целлюлозы

Работа выполнена по проекту № Ф-А-2018-033, при поддержке Министерство инновационных разработок Республики Узбекистан.

References:

1. Gusev, A.I. (2005). *Nanomaterials, nanostructures, nanotechnology*. Moscow, pp. 51-55, 78-91.
2. Alferov, J.I., et. al. (2003). Nanomaterials and nanotechnology. *Microsystem technology*, №8, pp. 3-13.
3. Perepelkin, K.E. (2005). Principles and methods for the modification of fibers and fibrous materials. *Chemical fibers*, № 2, pp. 37-51.
4. Filatov, Yu.N. (2003). *Electroforming of fibrous materials (EPI process)*. (p.231). Moscow: SSC RF NIFHI named after L.Ya. Karpova.
5. Li, D., Wang, Y., & Xia, Y. (2004). Electrospinning nanofibers as uniaxially aligned arrays and layer by-layer stacked films. *Adv. Mater.*, Vol. 16, N 4, pp. 361-366.
6. Huang, Z.M., Zhang, Y.Z., Kotaki, M., & Ramakrishna, S. (2003). *Composites Science and Technology* V. 63, № 15, pp. 22-23.
7. Kholmuminov, A.A., & Matyakubov, B.M. (2019). Nano-Fiber Nonwoven Materials of Polymers with Surface-Active Properties. *Journal of Scientific and Engineering Research*, Vol 6(11): pp. 232-235 ISSN: 2394-2630 CODEN(USA): JSERBR www.jsaer.com
8. Shakarova, D.Sh., Begimkulova, Ch.K., Kholmuminov, A.A. (2018). Surface-Active Properties of nanofibers on the basis of Fibroin Silk and Copolymer Acrylonitrile. *International Journal of Advanced Scientific and Technical Research*, ISSN 2249-9954. Issue 8 volume 3, pp. 62. <http://www.rpublication.com/ijst/index.html>
9. Kholmuminov, A.A., Ashurov, N.Sh., & Yunusov, M.Y. (2013). Acrylonitrile Copolymer Nanofibers and Their Structural Characteristics. *Polymer Science, Ser. A*, Vol. 55, No. 1, pp. 39-42.

Impact Factor:	ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHII (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

10. Subbiah, T., Pararneswaran, S., & Ramkumar, S. (2005). Electrospinning of nanofibers. *Journal of Applied Polymer Science*, V. 96. No 2, pp. 557 - 569.

11. Ayutsede, J. (2005). Regeneration of Bombyx mori silk by electro-spinning. Part 3: characterization of electrospun nonwoven mat., *Polymer*, Vol. 46., pp. 1625–1634.