

Москва : Форум : НИЦ ИНФРА-М, 2013.- 240с.

3. О классификации и свойствах функциональных бельевых изделий // [электронный ресурс]. – Режим доступа :<http://lpbinfo.ru/index.php/2011-06-09-15-59-27/ro-2012/149-rabochaya-odezhda-2-2012/521-o-klassifikatsii-i-svoystvakh-funktsionalnykh-belevykh-izdelij>
4. Что нужно знать о термобелье // [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.avp.travel.ru/snar/snar_termobel%27e.htm
5. Трикотажное полотно для термобелья // [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://poleznayamodel.ru/model/12/121257.html>

УДК 677.494

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ФОРМОВОЧНОГО РАСТВОРА НА ДИАМЕТР ВОЛОКНА, ФОРМИРУЕМОГО НА УСТАНОВКЕ NANOSPIDER

Евтушенко А.В., асп., Рыклин Д.Б., д.т.н., проф., Джумагулыев Д.Д., маг.

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

Реферат. В статье рассмотрено влияние состава формовочного раствора на диаметр формируемого волокна. На основании анализа экспериментально полученных результатов установлены зависимости диаметра волокна от процентного содержания.

Ключевые слова: электроформование, нановолокно, полиамид, поверхностное натяжение, вязкость, электрическая проводимость.

В настоящее время среди перспективных технологий производства новых видов текстильных материалов в литературных источниках все чаще упоминается способ электроформования нановолокон и создания на их основе нетканых материалов или нановолокнистых покрытий [1 – 4].

По сравнению с другими методами получения нетканых волокнистых материалов из раствора метод электроформования отличается сочетанием высокой эффективности, аппаратурной простоты, высокой гибкости, позволяющей получать волокнистые материалы с широким диапазоном свойств и размеров единичного волокна – от микро- до нановолокон [5]. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ) является сухим бесфильтренным методом, в котором деформация исходного полимерного раствора, последующий транспорт отверждаемых при испарении растворителя волокон и формирование волокнистого слоя осуществляется исключительно электрическими силами и в едином рабочем пространстве. Формование в ЭФВ-процессе ведется из раствора, что способствует гашению капиллярных волн в образующихся заряженных жидких нитях, их устойчивости и способности затвердевать при испарении растворителя в ультратонкие волокна.

Свойства полимерного раствора играют существенную роль в процессе волокнообразования. Состав раствора необходимо оптимизировать для каждого конкретного вида применяемого полимера. Для получения качественного нановолокнистого покрытия к используемым растворам полимеров, а также непосредственно к растворителям предъявляется ряд специфических требований. Основными параметрами формовочных растворов, обеспечивающими стабильность процесса и образование бездефектных волокон, являются вязкость, электропроводность и поверхностное натяжение, значения которых, согласно теоретическим предпосылкам, должны находиться в определенных интервалах значений [1, 2].

В качестве волокнообразующего полимера при проведении исследований использовался полиамид-6 двух видов, в качестве растворителя применялась муравьиная кислота. Концентрация низковязкого полиамида-6 изменялась в диапазоне от 5 до 15 %, а высоковязкого полиамида-6 - от 2,5 до 12 %. Из полученных экспериментальных зависимостей вязкости растворов полиамида в муравьиной кислоте выявлено, что концентрационный диапазон наиболее существенного увеличения вязкости составляет 10 – 15 %.

Для нахождения зависимости поверхностного натяжения от концентрации применялся сталагмометрический метод, который основан на определении веса капли, отрывающейся под действием силы тяжести от плоской поверхности торцевого среза капилляра. В результате проведенных исследований получены зависимости, анализируя которые можно

отметить, что с увеличением концентрации полиамида-6 в исследуемом диапазоне поверхностное натяжение волокнообразующего полимера незначительно повышается. При этом значение данного показателя несущественно отличается от коэффициента поверхностного натяжения муравьиной кислоты при нормальных условиях $3,758 \times 10^{-2}$ Па/м и не превышает предельно рекомендуемого для формовочных растворов значения, составляющего 5×10^{-2} Па/м.

Для определения электрической проводимости использовался кондуктометр HI 9033. Установлено, что с увеличением содержания полимера в растворе его электрическая проводимость повышается от 3,8 до 5,6 мСм/см для высоковязкого полиамида-6 и от 5,1 до 5,6 мСм/см для низковязкого. При этом на вид установленной зависимости не оказывает влияние вязкость исходного полимера в диапазоне концентраций от 5 до 12 %.

В лаборатории Каунасского технологического университета с применением установки Nanospider (NSLAB) осуществлялось нанесение покрытия на неподвижный полипропиленовый нетканый материал с поверхностной плотностью $21,5 \text{ г/м}^2$. Процесс электроформования протекал достаточно стабильно. Оценка технологичности растворов осуществлялась на основании анализа изображений, полученных с использованием электронного сканирующего микроскопа (рисунок 1).

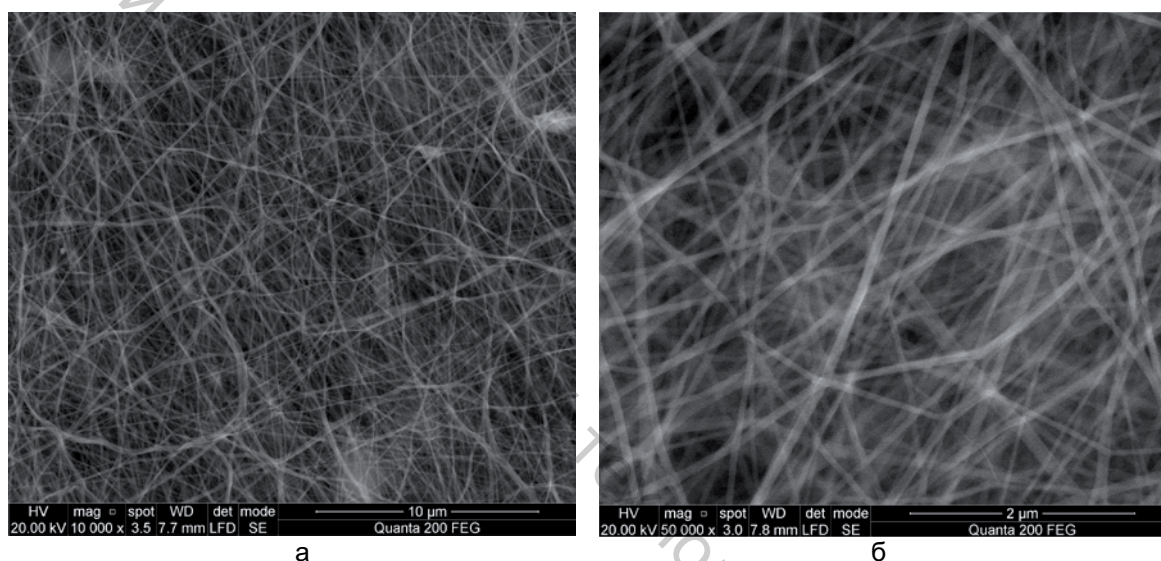


Рисунок 1 – Изображения нановолокнистых покрытий, полученных на установке NSLAB:
а – с применением высоковязкого полиамида-6 (концентрация 12 %);
б – с применением низковязкого полиамида-6 (концентрация 15 %)

Анализ изображений проводился с помощью программного обеспечения «ImageJ» с измерением диаметра отдельных волокон в нановолокнистых покрытиях. Диаграммы зависимости диаметра волокна от процентного содержания изображены на рисунках 2 и 3. В ходе проведенных измерений определены параметры нановолокон, формируемых на установке NSLAB при использовании различных составов формовочных растворов:

- 1) 12%-ный раствор высоковязкого полиамида-6:
 - средний диаметр волокна – 72,1 нм (31 – 140 нм);
 - коэффициент вариации толщины волокна – 28,4 %;
- 2) 15%-ный раствор низковязкого полиамида-6:
 - средний диаметр волокна – 55,3 нм (21 – 100 нм);
 - коэффициент вариации толщины волокна – 20,8 %.

Результаты измерений подтверждают, что исследуемый способ электроформования позволяет получить наноразмерные волокна. Анализируя полученные результаты, можно отметить, что при введении в состав раствора низковязкого полиамида-6 диаметр волокна уменьшается в 1,3 раза. Также снижается коэффициент вариации по диаметру волокна.

Результаты исследований будут использованы при составлении рекомендаций по выбору составов формовочных растворов для получения нановолокнистых покрытий с требуемыми характеристиками.

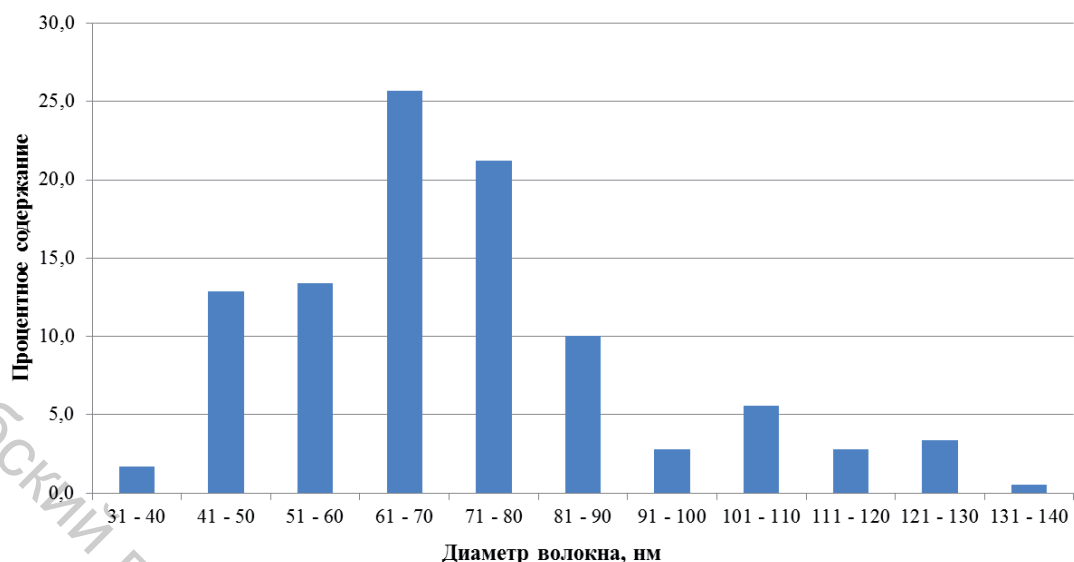


Рисунок 2 – Гистограмма распределения диаметра волокон, полученных из раствора высоковязкого полиамида-6

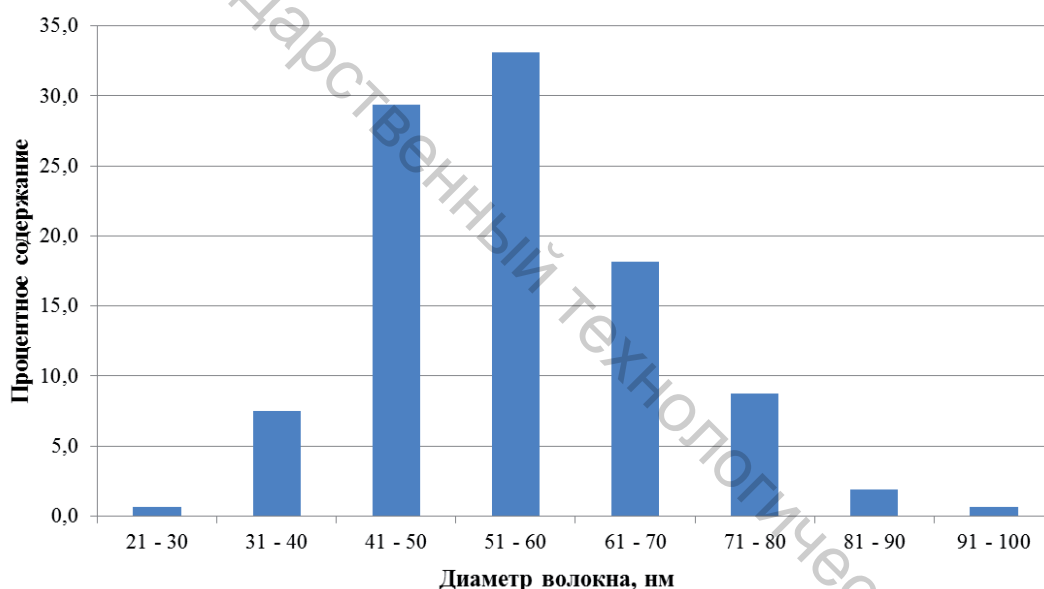


Рисунок 3 – Гистограмма распределения диаметра волокон, полученных из раствора низковязкого полиамида-6

Список использованных источников

1. Матвеев А.Т., Афанасов И.М. (2010), Получение нановолокон методом электроформования, Москва, Московский гос. ун-т им. М.В.Ломоносова, 83 с.
2. Филатов, Ю.Н. (1997), Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ- процесс), Москва, ГНЦ РФ НИФХИ им. Л.Я. Карпова, 231 с.
3. Elmarco [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.nano-volokna.ru/>. – Дата доступа: 20.01.2016.
4. Алексеев И.С., Степин С.Г., Дорошенко И.А. (2013), Синтез нити с бактерицидными свойствами из полимерных наноразмерных волокон, Вестник ВГТУ, 2013, № 25, с. 78-81.
5. Получение нановолокон из хитозана методом электроформования / В. В. Мулярчик, В. Н. Данишевский, Е. С. Мазовка, Н. Р. Прокопчук, П. Г. Никитенко. // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. физ.-техн. навук. – 2014. – № 4. – С. 5–8.