

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ НАНОВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ НА УСТАНОВКЕ FLUIDNATEK LE-50

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

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

Реферат. Статья посвящена определению рациональных режимов получения нановолокнистых материалов на установке Fluidnatek LE-50, позволяющая получать материалы разного состава и структуры.

Ключевые слова: электроформование, нановолокнистые покрытия, прядильный раствор, поверхностное натяжение, вязкость, FLUIDNATEK LE-50.

Электроформование является одним из наиболее перспективных способов расширения ассортимента текстильных материалов со специальными свойствами.

Электроформование – это процесс, который приводит к формированию нановолокон в результате действия электростатических сил на электрически заряженную струю полимерного раствора или расплава. Данный процесс отличается сочетанием высокой эффективности, аппаратной простоты, высокой гибкости, позволяющей получать волокнистые материалы с широким диапазоном свойств и размеров единичного волокна – от микро- до нановолокон [1,2].

Полученные по этой технологии нановолокна отличаются сверхразвитой структурой и пористостью. Высокие значения удельной поверхности обуславливают их использование для фильтрации высокодисперсных аэрозолей в системах очистки газовоздушных выбросов, в средствах защиты органов дыхания; для обеспечения антимикробных и противовирусных барьерных свойств, при изготовлении перевязочных средств, лечении ожогов различного генеза и др. [3].

Целью проведения исследований в данной работе являлось определение рациональных режимов процесса электроформования нановолокнистого покрытия из раствора полиамида-6 в муравьиной кислоте на установке Fluidnatek LE-50 (Bionicia, Испания) в условиях лаборатории кафедры «Технология текстильных материалов» УО «ВГТУ». Анализ результатов проведенных ранее исследований с применением установки Nanospider (Elmagco, Чехия) позволил сделать вывод о том, что нановолокнистые покрытия из данного полимера могут служить основой для производства материалов для косметологии при введении в раствор гиалуроновой кислоты [4, 5].

На рисунке 1 представлен внешний вид установки (а) и ее рабочая камера (б).



Рисунок 1 – Установка Fluidnatek LE-50

Принцип работы установки Fluidnatek LE-50 заключается в следующем. Волокнообразующий раствор подается из одного или двух шприцев с помощью насоса к прядильной (электроформовочной) головке, на которую подается положительной напряжением. На барабан (коллектор) подается отрицательное напряжение. Раствор подается через капиллярную трубку в зону электроформования, где под действием сил электрического поля из него формируются отдельные струйки, которые, перемещаясь в направлении коллектора, вытягиваются и затвердевают на его поверхности или на

подложке, функцию которой при проведении исследований выполнял полипропиленовый нетканый материал.

Технические характеристики установки приведены в таблице 1.

В качестве варьируемых факторов эксперимента были использованы следующие параметры:

- концентрация полиамида-6 в муравьиной кислоте (от 6 до 10 %);
- расстояние между прядильной головкой и барабаном (от 6 до 10 см);
- отрицательное напряжение, подаваемое на прядильную головку (от 5 до 7 кВ);
- положительное напряжение, подаваемое на барабан (от 24 до 28 кВ).

Таблица 1 – Технические характеристики установки Fluidnatek LE-50

Наименование параметра	Значение параметра для установки Fluidnatek LE-50
Ширина наносимого покрытия	до 200 мм
Скорость формирования нановолокнистого покрытия	от 30 до 600 м/мин
Длина зоны формирования нановолокон	0 – 290 мм
Напряжение в зоне электроформования	0 – 80 кВ
Объем емкости для формовочного раствора	от 0,1 до 450 мл
Сила тока	до 0,75 мА
Расход формовочного раствора	0,1-1000 мл/ч
Предпочтительные габаритные размеры	850x850x570 мм

Для раствора каждого состава определены характеристики, влияющие на протекание процесса электроформования, такие как поверхностное натяжение и динамическая вязкость. Установлено, что увеличение концентрации полиамида-6 в растворе приводит к увеличению динамической вязкости с 33,1 до 129,4 мПа·с, а поверхностного натяжения – с 42,6 до 53,8 мПа/м.

В качестве критерия для оценки эффективности процесса электроформования был принят расход волокнообразующего раствора, который при оптимальной реализации процесса должен принимать максимальное значение. Для определения максимального расхода при каждой комбинации входных факторов осуществлялось наблюдение за изменением формы капли, истекающей из капиллярной трубки помощью видеокамеры, установленной непосредственно в рабочей камере. Стабильным считали процесс, при котором размер капли существенно не уменьшался из-за недостаточной подачи раствора, и капля не увеличивалась до критического значения, приводящего к ее падению, из-за чрезмерно большой подачи.

В результате проведенных исследований установлено следующее:

с увеличением расстояния между прядильной головкой и барабаном повышается рациональная разница подаваемых на них напряжений;

с увеличением концентрации полиамида-6 до 10 % повышается максимальный расход раствора. Так, для растворов с содержанием 6 и 8 % полиамида-6 максимальный расход раствора, обеспечивающий стабильное протекание процесса находился в диапазоне от 150 до 350 мкл/час, в то время как при использовании раствора с 10 % полиамида-6 максимальный расход составляет более 1000 мкл/ч.

#### Список использованных источников

1. Матвеев, А. Т. Получение нановолокон методом электроформования / А. Т. Матвеев, И. М. Афанасов. – Москва: Московский гос. ун-т им. М.В.Ломоносова, 2010. – 83 с.
2. Филатов, Ю. Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ- процесс) / Ю. Н. Филатов. – Москва: ГНЦ РФ НИФХИ им. Л.Я. Карпова, 2001. – 231 с.
3. Сони́на, А. Н. Получение нановолокнистых материалов на основе хитозана методом электроформования (обзор) / А. Н. Сони́на [и др.] // Химические волокна. – 2010. – № 6. – С. 11–17.
4. Yeutushenka A. Prospects of using hyaluronic acid in solutions for obtaining nanofibers cosmetic materials / A.Yeutushenka, D. Ryklin, N. Yasinskaya // Articles of the International Scientific and Practical Conference "Education and science in the 21st century". – Vitebsk, 2017. – P. 90-92.
5. Milasius R. Development of an electrospun nanofibrous web with hyaluronic acid. / D. Ryklin, N. Yasinskaya, A. Yeutushenka, A. Ragaisiene, Z. Rukuiziene, D. Mikucioniene // Fibres & Textiles in Eastern Europe – 2017 – №5(125) – P 8-12.