УДК 676.494

Определение рациональных режимов получения нановолокнистых материалов методом электроформования на установке Fluidnatek LE 50

В.М. АЗАРЧЕНКО, М.А. ДЕМИДОВА
(Витебский государственный технологический университет)

Электроформование — это способ получения полимерных волокон в результате действия электростатических сил на электрически заряженную струю полимерного раствора или расплава [1].

Метод электроформования позволяет получать полимерные волокна диаметром от нескольких десятков до нескольких сотен нанометров. Полученные данным методом нановолокна успешно применяются для решения широкого спектра задач: для фильтрации высокодисперсных аэрозолей в системах очистки газовоздушных выбросов и средствах защиты органов дыхания, для обеспечения антимикробных и антивирусных свойств, регулирования водо- и паропроницаемости, создания перевязочных средств при лечении обширных ожоговых поверхностей, длительно незаживающих ран и трофических язв. Также они используются в развитии тканевой инженерии, для систем контролируемой доставки лекарственных препаратов, при регенерации хрящевой, костной, нервной тканей, кожи, стенок кровеносных сосудов [2]. 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 [3].

В качестве объекта исследования использовалась установка для формирования нановолокнистых материалов Fluidnatek LE-50, установленная в УО «Витебский государственный технологический университет» в лаборатории кафедры «Технология текстильных материалов», рабочая зона данной установки представлена на рис. 1.

При работе на установке Fluidnatek LE-50 раствор находится в шприце, который помещается в насос. Далее по капилляру раствор поступает к электроформовочной головке, на которую подаётся положительное напряжение. Расход раствора можно регулировать скоростью опускания поршня насосом. Нановолокна наносятся на нетканый материал, который закреплён на барабане (осадительный электрод), на который подаётся отрицательный источник напряжения.

Целью данной работы являлось определение рациональных режимов получения нановолокнистых материалов из водных растворов, содержащих 15% и 20 % поливинилового спирта (ПВС) марки Sevol 205 компании Sekisui Specialty Chemicals Europe S.L. (США), при котором процесс электроформования происходит стабильно на разных расстояниях на установке Fluidnatek. Интервалы варьирования факторов эксперимента представлены в таблице 1.

Было принято решение стабильным считать такое протекание процесса формования, при котором капля на кончике иглы формовочной головки не уменьшается и не увеличивается с течением времени, а процесс формирования и вытягивания струи из раствора происходит непрерывно (рис. 2).

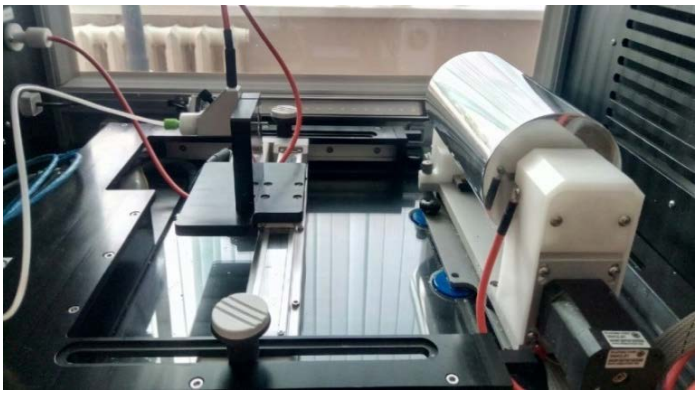


Рис.1 Рабочая зона установки Fluidnatek LE-*50*

Таблица 1

Диапазоны и интервалы варьирования факторов эксперимента

Фактор	Диапазон варьирования		Интервал варьирования
	Минимальный уровень	Максимальный уровень	
Расход раствора Q, мкл/ч	150	850	50
Напряжение на эмиттере (P+), кВ	13	29	1
Напряжение на коллекторе (P-), кВ	-5	-9	1
Расстояние между формующими электродами, см	8	12	2

Производительность установки зависит от расхода волокнообразующего раствора. В связи с этим в качестве критерия эффективности процесса электроформования был принят максимальный расход раствора.

Анализ результатов эксперимента показал, что для стабильного формования нановолокнистых материалов из раствора, содержащего 15% поливинилового спирта, минимальное напряжение составляет 14 кВ. При данном напряжении расход раствора составляет 150 мкл/ч, а при превышении значения напряжения в 17 кВ он начинает возрастать. В среднем, при росте напряжения на 1 кВ наблюдается увеличение расхода жидкости на 25 мкл/ч.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что максимальный расход волокнообразующего раствора при стабильном процессе электроформования, который составил 850 мкл/ч, достигается при расстоянии между формующими электродами 8 см и напряжении 25 кВ.

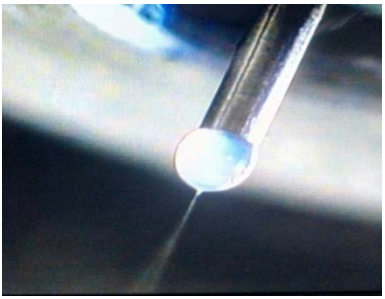


Рис. 2 - Стабильный процесс формирования нановолокон

Для раствора, содержащего 20% поливинилового спирта, характерна тенденция протекания процесса аналогичная той, что происходит при формовании раствора, содержащего 15 % поливинилового спирта. Максимальный расход раствора при стабильном процессе электроформования составил 400 мкл/ч, при расстоянии между формующими электродами 12 см и напряжении 26 кВ.

На основании анализа экспериментальных данных с учетом критерия эффективности процесса установлено, что рациональный режим получен при формовании раствора с меньшим процентным содержанием поливинилового спирта, а именно 15%, масса сухого вещества которого при максимальном расходе равном 850 мкл/ч, в 1,6 раза больше, чем для 20% раствора поливинилового спирта, максимальный расход которого составил 400 мкл/ч.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филатов Ю.Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс). Под редакцией В.Н. Кириченко. - Москва, 1997. – 231 стр.

2. Матвеев А.Т., Афанасов И.М. Получение нановолокон методом электроформования. Учебное пособие для студентов по специальности «Композиционные наноматериалы» - Москва, 2010-83 стр.

3. Мулярчик В. В. 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. – 2014. – № 4. – 5–8 стр.