

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физической химии

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ НА
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студентки IV курса 413 группы
направления 04.03.01 «Химия»


Института химии

Овчинниковой Софьи Игоревны

Научный руководитель

доцент, к.х.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание



подпись, дата
04.07.18

И.М. Гамаюнова

инициалы, фамилия

Консультант

доцент, к.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание



подпись, дата
04.07.18


С.А. Климова

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

профессор, д.х.н.

должность, уч. степень, уч. звание



подпись, дата
04.07.18

И.А. Казаринов

инициалы, фамилия

Саратов 2018

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Нетканые материалы широко применяются в различных областях науки и техники, в последнее время активно исследуется возможность их применения в качестве основы сепараторов для увеличения энергоэффективности суперконденсаторов. Для успешного использования в этой сфере нетканый материал должен обладать определенным набором характеристик: высокой поверхностной плотностью, наименьшей толщиной, высокой воздухо- и влагопроницаемостью, высокой пористостью, прочностью и термостойкостью. В настоящее время нетканые материалы успешно получают методом электроформования. Нетканый материал на основе фторопласта активно изучается в последнее время как перспективный материал основы сепаратора.

Цель работы – установление зависимости конечного диаметра волокон от межэлектродного расстояния при капиллярном электроформовании и получение нетканого материала с требуемыми характеристиками бескапиллярным методом.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

1. Обзор научно-технической литературы о методе электроформования нетканых материалов; а также технологических условиях получения полимерных нановолокон.
2. Отработка методики получения нетканых материалов с заданным диаметром волокон в модельных условиях - капиллярным электроформованием из раствора на основе полиэтиленоксида (ПЭО).
3. Применение полученных зависимостей конечного диаметра электроформованных волокон от межэлектродного расстояния к процессу

бескапиллярного электроформования нетканого материала на основе фторопласта марки 42Л (ФП-42Л).

Объём и структура работы. Работа состоит из введения, 2 глав, обозначения перспектив, выводов, списка использованных источников, включающего 20 наименований. Работа изложена на 35 страницах, содержит 16 рисунков и 4 таблиц.

Названия глав: 1. Методы электроформования нетканых материалов. 2. Получение и исследование свойств нетканых материалов на основе полиэтиленоксида (капиллярный метод) и фторопласта (бескапиллярный метод).

Степень оригинальности работы составляет 84 % (проверено в программе Руконтекст).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Методы электроформования нетканых материалов. Электроформованные (ЭФ) волокна и нетканые материалы, которые получают на их основе, могут применяться в ряде областей, таких как медицина и биоинженерия; электроника и энергетика; фильтрация газов и жидкостей; создание композиционных материалов, например, для армирования полимерных матриц и др. [1]. При этом в промышленных масштабах ЭФ продукция производится лишь для создания различных фильтров и традиционных медицинских применений.

Наибольший интерес для научных исследований вызывает применение ЭФ продукции в биоинженерии, медицине и новых источниках и накопителей энергии, чему посвящено большинство публикуемых в открытой печати работ [2-3]. Основной тенденцией развития электроники и электротранспорта будет являться уменьшение размеров их элементов и увеличение безопасности эксплуатации технической продукции.

Метод электроформования основан на вытягивание струи из полимерного раствора в электрическом поле на основу-подложку. Основным критерием образования волокон определенного размера, а, следовательно, и толщины всего материала, а также пористости, воздухопроницаемости и других важных характеристик мембраны, является определение динамики течения нестабильных полимерных струй в процессе электроформования. Наглядное представление и моделирование процессов метода электроформования возможно при использовании капиллярного способа [4-5].

2. Получение и исследование свойств нетканых материалов на основе полиэтиленоксида (капиллярный метод) и фторопласта (бескапиллярный метод).

В данной работе были проведены исследования на модельном объекте - нетканом материале на основе полиэтиленоксида (ПЭО), полученным капиллярным электроформованием. Установлена зависимость между межэлектродным расстоянием (расстояние между капилляром и подложкой) и диаметром формируемых волокон. Методом бескапиллярного электроформования был получен нетканый материал на основе фторопласта ФП-42Л. Определено влияние режима электроформования на диаметр волокон нетканого материала, его поверхностную плотность и толщину.

2.1 Нетканый материал на основе полиэтиленоксида ПЭО: методика эксперимента и свойства

Во время проведения эксперимента по исследованию динамики течения полимерной струи был использован раствор полиэтиленоксида (ПЭО), концентрация которого составила 4,5 мас.%, который был приготовлен из расчета 2,36 г сухого порошка полиэтиленоксида, растворенного в 50 мл воды.

2.1.1 Исследование динамики течения полимерных струй

Установка для капиллярного метода электроформования состояла из капилляра с диаметром отверстия 1,3 мм, в который вставлена металлическая проволока диаметром 0,6 мм. Разность потенциалов между двумя электродами, задаваемая источником тока FUG DC Power Supply HCP 140-65000, составляла 20 кВ. Измерение динамики течения струи осуществлялось с помощью фотокамеры Nikon (Япония). Параметры съемки следующие: выдержка 1/2000, фокусное расстояние 32 мм. Высокоскоростная съемка использовалась для видео фиксации процесса формирования струи, а именно:

1. Определения точки потери устойчивости стационарной струи полимерного раствора.

2. Установления зависимости конечного диаметра электроформованных волокон от межэлектродного расстояния.

В течение всего эксперимента сохранялись постоянными время измерения t 10 минут и разрешение фотокамеры, а от опыта к опыту изменялась высота h подложки со вторым электродом, на которую формовался материал: 38 см, 33 см, 28 см, 25 см и 23 см.

Диаметр волокон материала определялся по изображениям поверхности нетканого материала с помощью сканирующего электронного микроскопа MIRA II LMU путем обработки их в программном обеспечении Tescan в лаборатории диагностики наноматериалов и структур Образовательно-научного института наноструктур и биосистем СГУ.

На основе полученных данных был сделан вывод, что с уменьшением межэлектродного расстояния, т.е. с возрастанием напряженности электрического поля, область оседания волокон уменьшается за счет увеличения скорости течения струи. Поэтому точка потери устойчивости стационарной струи достигается позже (увеличивается L , пиксели). Конечный диаметр сформованных волокон также уменьшается с

уменьшением межэлектродного состояния, т.к. сила, с которой электрическое поле растягивает струю, увеличивается с уменьшением расстояния h .

2.2 Нетканый материал на основе фторопласта марки 42Л (ФП-42Л): методика эксперимента и свойства.

Реактивы: 1. Раствор фторопласта марки 42Л концентрации 10 мас.%. 2. Растворители: диметилформамид (ДМФА) и бутилацетат (БА), взятые в соотношении 1:1 или 1: 1.5 по объему, с общим объемом 180 мл. 3. Хлорид калия KCl 0.016 г или 0.02 г.

Оборудование: Установка для бескапиллярного электроформования Nanospider NS Lab 200. Параметры установки:

- скорость вращения бобины - 0,33 м/мин,
- скорость вращения электрода - 16 об/мин,
- высота подложки - 180 мм в 1-м опыте, 160 мм - в 2-12 опытах
- напряжение – 78 кВ
- влажность 31 %
- температура 30 °С

Толщина образцов измерялась с использованием цифрового микрометра

Поверхностная плотность измерялась с помощью аналитических весов с точностью до четвертого знака после запятой и измерения массы квадрата нетканого материала.

Исследование морфологии образцов нетканого материала производилось на автоэмиссионном растровом электронном микроскопе производства фирмы Tescan модели MIRA II LMU. Ускоряющее напряжение 30 кВ, ток луча 1.6 нА, режим вторичных электронов, скорость построения изображения 5.4 мкс/пиксель, площадь области исследования в каждом измерении зависит от выбранного увеличения. Изображения морфологии получены при увеличении в 50 000 крат.

Высота подложки (величина, аналогичная межэлектродному расстоянию) отличалась и составляла для образца 1 - 160 мм, а для образца 2 – 12- 180 мм.

В ходе исследования был сделан вывод, что с увеличением числа прогонов закономерно увеличиваются значения поверхностной плотности и толщины нетканого материала.

Диаметр волокон, полученных бескапиллярным методом электроформования, изменяется в зависимости от условий проведения эксперимента. При межэлектродном расстоянии равным 180 мм, диаметр волокна составил 520 ± 100 нм, при межэлектродном расстоянии, которое равно 160 мм, диаметр в своем усреднённом значении составил 340 ± 30 нм. Из этого следует, что при увеличении межэлектродного расстояния между формовочным и осадительным электродами, увеличивается диаметр волокна, но разброс в значениях среднего диаметра требует дальнейших исследований

ВЫВОДЫ

Отработана методика получения нетканых материалов с заданным диаметром волокон в модельных условиях - капиллярным электроформованием из раствора на основе полиэтиленоксида.

Установлена взаимосвязь между межэлектродным расстоянием при капиллярном электроформовании и диаметром волокон получаемого нетканого материала.

Зависимость диаметра электроформованных волокон от межэлектродного расстояния применена к процессу бескапиллярного электроформования нетканого материала на основе фторопласта марки 42Л.

Проведена характеристика нетканых материалов на основе фторопласта марки 42Л: поверхностная плотность, толщина и диаметр волокон.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1.Филатов Ю.Н. электроформование волокнистых материалов (эфв-процесс). – 2011. – С. 98, 102, 106, 129-137.
- 2.Матвеев А.Т., Афанасов И.М. Получение нановолокон методом электроформования // Учебное пособие для студентов по специальности «Композиционные наноматериалы». – 2010. –С. 14, 44-45.
- 3.М.Ю. Чайка, В.С. Горшков, Д.Е. Силютин, В.А. Небольсин, А.Н. Ермаков. Основные типы сепарационных материалов в суперконденсаторах с неводным электролитом.-2012.-С.7-8.
- 4.Лысенко Е.А., Ефимова А.А., Чернов И.В., Литманович Е.А. Методические разработки к практическим работам по растворам полимеров // Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Химический факультет, Кафедра высокомолекулярных соединений.- 2011. - часть 1. – С. 12-15.
5. А.И. Григорьев, С.О. Ширяева об электростатической неустойчивости объемно заряженной струи диэлектрической жидкости// электрические процессы в технике и химии.-2009.-С.