Литература

1. http://www.archello.com/en/product/flaxtape
2. Прядение льна и химических волокон: справочник под ред. Л.Б. Карякина и Л.Н. Гинзбурга. – М.: Легпромбытиздат, 1991.
3. *Дерябина К.* Армирующий наполнитель для композитов из ориентированных лубяных волокон / XLIX Международная научно-техническая конференция преподавателей и студентов. – Витебск, 2016. – С.152.
4. http://www.garant.ru/article/630000
5. *Соркин А.П., Рудовский П.Н., Красильщик Э.Г., Гаврилова А.Б., Филиппюк А.Н., Гоголинский А.Г.* Способ формирования ровницы и устройство для его осуществления: патент на изобретение. RUS 2208070. 09.01.2001.
6. *Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г., Гаврилова А.Б.* Способ формирования и подготовки некрученой льняной ровницы к прядению и устройство для его осуществления: патент на изобретение. RUS 2467103. 21.12.2009
7. *Рудовский П.Н., Соркин А.П., Смирнова С.Г., Гаврилова А.Б.* Способ формирования и подготовки некрученой льняной ровницы к прядению и устройство для его осуществления: патент на изобретение. RUS 2467103. 21.12.2009.
8. *Палочкин С.В., Козлов В.А., Соркин А.П., Рудовский П.Н.* Способ получения ровницы и устройство для его осуществления: патент на изобретение. RUS 2128252.
9. *Палочкин С.В., Рудовский П.Н., Егоров Д.Л.* Способ формирования некрученой ровницы из льняного волокна: патент на изобретение. RUS 2148113. 22.07.1999.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ВОЛОКНООБРАЗУЮЩЕГО РАСТВОРА НА ДИАМЕТР ВОЛОКОН, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ

А.В. Евтушенко, Д.Б. Рыклин, Н.Н. Ясинская

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

Среди известных промышленных методов получения химических волокон и волокнистых структур на их основе электроформование нетканых волокнистых материалов занимает особое место, отличаясь аппаратурной простотой, высокой энергетической эффективностью, гибкостью технологического процесса и разнообразием продукции. По своему аппаратурному оформлению и характеру электроформование метод получения волокон, 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 [1, 2].

Особенностью электроформования волокон по технологии Nanospider является, в отличие от традиционной технологии, отсутствие дозирующих прядильных элементов. Реализация основана на открытии возможности формовать конусы Тейлора с последующим потоком материала не только на кончике капилляра, но и на поверхности тонкой пленки полимерного раствора. Это позволяет выпускать промышленное оборудование без форсунок, капилляров или фильер.

Технология Nanospider позволяет получать нановолокна из различных полимеров растворимых в воде, кислотах и других растворителях или из расплавов и пригодна для получения органических и неорганических волокон. Эта универсальная технология легко настраивается в соответствии с технологическим процессом для оптимизации конкретных свойств получаемых нановолокон [3].

На первом этапе экспериментальные исследования технологического процесса электроформования осуществлялось на установке Nanospider (Elmarco, Чехия) в лаборатории Каунасского технологического университета (Литва).

В качестве волокнообразующих материалов использовались 15%-ные растворы высоковязкого и низковязкого полиамида-6 в муравьиной кислоте.

Экспериментальные исследования осуществлялись при следующих климатических условиях в лаборатории:

— температура воздуха - 20±2 ^{o}C ,

— относительная влажность воздуха – 54±4 %.

В качестве основы для нанесения покрытий был использован полипропиленовый нетканый материал, поверхностная плотность которого составляет 21,5 г/м^2.

В ходе проведенных измерений определены параметры нановолокон, формируемых на установке NSLAB при использовании различных составов формовочных растворов:

- *при использовании высоковязкого полиамида:*
  - средний диаметр волокна – 105,4 нм;
  - коэффициент вариации диаметра волокна – 23,6 %;
- *при использовании низковязкого полиамида:*
  - средний диаметр волокна – 56,3 нм;
  - коэффициент вариации диаметра волокна – 22 %.

Результаты измерений подтверждают, что исследуемый способ электроформования позволяет получить наноразмерные волокна. В то же время видно, что вид используемого гранулята полиамида при одинаковом его процентном содержании в растворе оказывает существенное влияние на характеристики нановолокнистого покрытия.

Как было установлено на предыдущих этапах работы, использование высоковязкого гранулята приводит существенному повышению вязкости растворов. Повышение вязкости привело к тому, что диаметр нановолкон покрытия увеличился почти в 2 раза. С другой стороны, было определено, что динамическая вязкость 15 %-ного раствора низковязкого полиамида приблизительно равна вязкости 12 %-ного раствора высоковязкого полиамида (около 230 мПа с). В связи с этим была выдвинута гипотеза о том, что их использование позволит получить покрытия с близкими геометрическими характеристиками волокна.

Проверка данной гипотезы осуществлялась с использованием экспериментальной установки, изготовленной на кафедре МТВПО УО «ВГТУ», в которой процесс формования организован следующим образом:

Электрическое напряжение 25 кВ прикладывается к раствору полимера, который при помощи дозатора подается через капилляр диаметром 0,8 мм. Высокое напряжение заряжает раствор полимера одноименным электрическим полем, которое в результате электростатического взаимодействия приводит к вытягиванию раствора полимера в тонкую струю. В процессе электростатического вытягивания полимерная струя претерпевает ряд последовательных расщеплений на более тонкие струи. Полученные струи отверждаются за счёт испарения растворителя, превращаясь в волокна, и под действием электростатических сил дрейфуют к заземленной подложке, находящейся на расстоянии 150 мм от капилляра и имеющей противоположное значение электрического потенциала [4].

В ходе проведенных измерений определены параметры нановолокон при 12 % концентрации высоковязкого и 15 % концентрации низковязкого полиамида-6 в растворе:

- *при использовании высоковязкого полиамида:*
  - средний диаметр волокна – 72,1 нм (31 – 140нм);
  - коэффициент вариации толщины волокна – 28,4 %;
- *при использовании низковязкого полиамида:*
  - средний диаметр волокна – 55,3 нм (21 – 100нм);
  - коэффициент вариации толщины волокна – 20,8 %.

Диаграммы распределения диаметра волокна изображены на рис.1 и 2.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что снижение концентрации высоковязкого полиамида в формовочном растворе с 15 до 12 % приводит к уменьшению диаметра нановолокон покрытия почти в 1,5 раза. При этом установлено, что диаметр нановолокон практически не зависит от вида используемой установки для электроформования, так как среднее значение диаметра волокон при использовании низковязкого полиамида отличается менее чем на 2 %, что находится в пределах статистической ошибки.

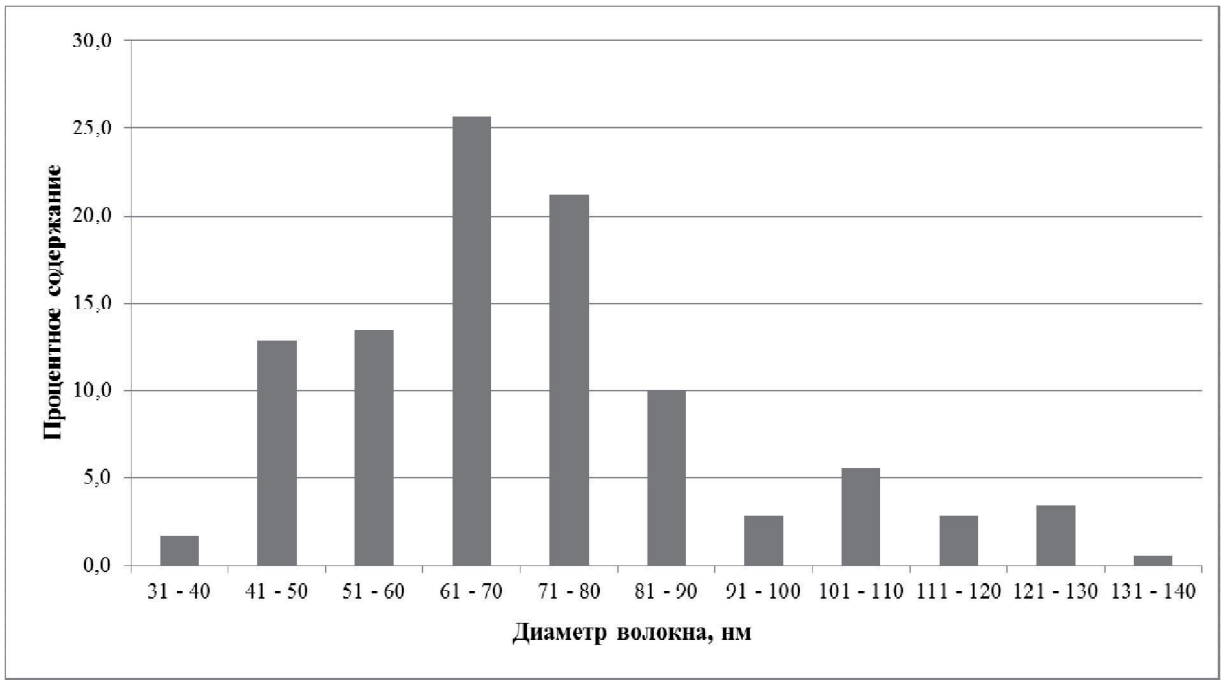

Рис. 1. Диаграмма распределения диаметра волокон покрытий, полученных с применением высоковязкого полиамида-6 (концентрация 12 %)

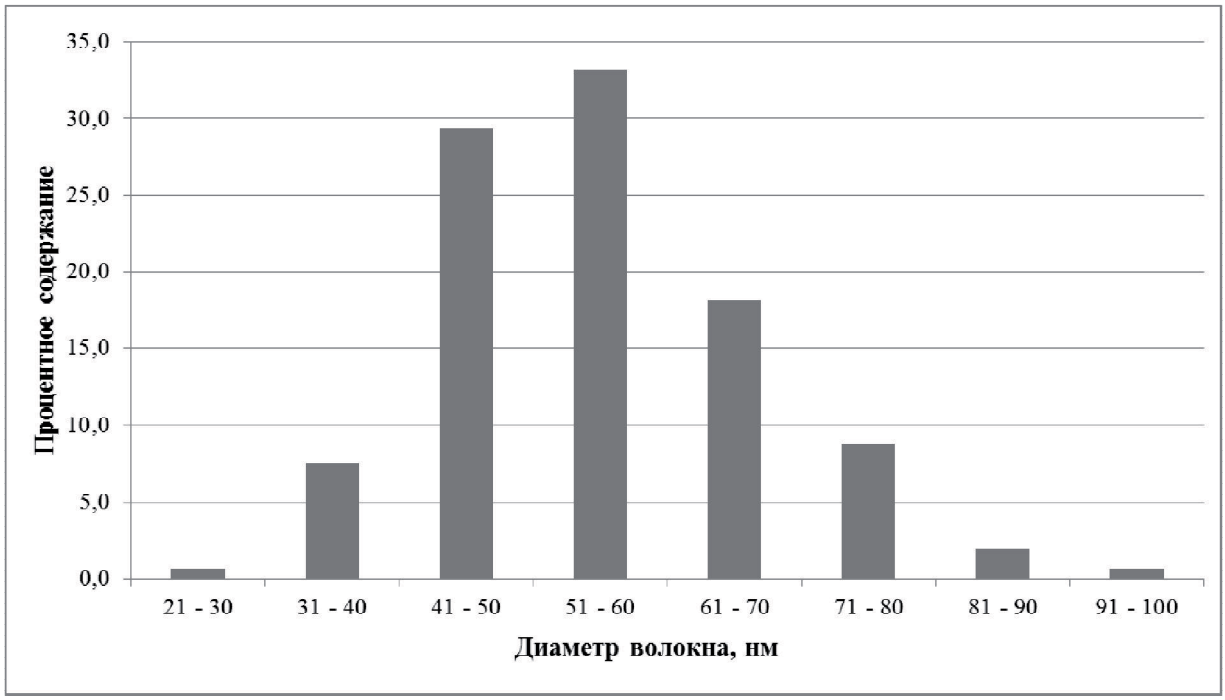

Рис. 2. Диаграмма распределения диаметра волокон покрытий, полученных с применением низковязкого полиамида-6 (концентрация 15 %)

Полученные данные будут использованы при разработке рекомендаций по приготовлению волокнообразующих растворов на основе полиамида-6 для электроформования нановолокнистых материалов и покрытий.

Литература

1. *Матвеев А.Т., Афанасов И.М.* Получение нановолокон методом электроформования. – М.: МГУ им. М.В.Ломоносова, 2010. – 83 с.
2. *Филатов Ю.Н.* Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ- процесс). – М.: ГНЦ РФ НИФХИ им. Л.Я. Карпова, 2001. – 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.* Синтез нити с бактерицидными свойствами из полимерных наноразмерных волокон. // Вестник ВГТУ. – 2013. – № 25. – С. 78-81.

ЗАВИСИМОСТЬ КОНТАКТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ В МЕТАЛЛОТРИКОТАЖЕ ОТ КОНТАКТНЫХ УСИЛИЙ

В.А. Заваруев [1], О.Ф. Беляев [1], В.И. Халиманович [2]

[1] Московский государственный университет дизайна и технологии, Россия

[2] АО «ИСС им. академика М.Ф. Решетнева», Россия

Сетеполотна из микропроволок (металлотрикотаж) в настоящее время широко используется для создания отражающей поверхности (ОП) трансформируемых космических антенн [1]. Одним из важных параметров ОП является коэффициент отражения ею электромагнитных волн. В металлотрикотаже он зависит от контактного электрического сопротивления между элементами структуры трикотажа [2-4], которое, в свою очередь, зависит от контактных усилий в трикотаже. Цель настоящей работы – получить экспериментальную зависимость контактного сопротивления от контактного усилия.

Измерения контактного сопротивления проводились методом вольтметра-амперметра, рекомендованного Хольмом [5]. Схема устройства для измерения контактного сопротивления между элементами структуры трикотажа представлена на рис. 1.

Оно позволяло менять угол α между ветвями микропроволок. Микропроволоки 6 соединялись в петли с помощью пластин 5 из диэлектрика, дополнительные приспособления на которых позволяли менять угол α в пределах от 40° до 140°. Верхняя пластина подвешивалась к одному из плеч равноплечих весов 1, нижняя прикреплялась неподвижно к основанию весов. Контактное усилие Fк задавалось массой грузов, размещаемых в чаше 2 весов. В соответствии с условиями эксплуатации металлических трикотажных сетеполотен нагрузка на проволоки доводилась примерно до 0,6 Н.

К контактам A и C подвижной и неподвижной пластин подключался милливольтметр 7 с большим входным сопротивлением, к контактам B и D подключались последовательно соединенные регулируемый источник постоянного напряжения 3 и миллиамперметр 4.