

Результаты исследования льносодержащих костюмных тканей на пиллингуемость показали 0 пиллей на 1 см² у всех исследованных тканей (при норме не более 1 пилля на 1 см²). Что говорит о хорошо подобранных сырьевых составах тканей. Малое содержание льняного компонента, как правило, не оказывает существенного влияния на пиллингуемость.

Установлено, что содержание котонизированного льняного льна 4–10 % в смеси с шерстью, полиэфиром и вискозой не оказывает существенного влияния на потребительские свойства и прочностные характеристики льносодержащих костюмных тканей.

Список использованных источников

1. Лобацкая, О. В. *Материаловедение: учебное пособие* / О. В. Лобацкая, Е. М. Лобацкая – Витебск : УО «ВГТУ», 2012. – 290 с.
2. Лобацкая, Е. М. Анализ структурных характеристик и физико-механических свойств камвольных костюмных тканей / Е. М. Лобацкая, Р. С. Петрова // *Материалы международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности»* / ВГТУ. – Витебск. – 2013. – С. 112–113.
3. Овчинникова, Н. В. Влияние волокнистого состава и строения тканей с содержанием модифицированного льняного волокна на их потребительские свойства: автореф. дис. к-та тех. наук: 05.19.08 / Н. В. Овчинникова; УО «МУПК». – Москва, 2005. – 19 с.

УДК 676.494

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭТИЛОВОГО
СПИРТА НА ПРОЦЕСС
ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ
НАНОВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА УСТАНОВКЕ FLUIDNATEK LE-50**

*Демидова М.А., маг., Азарченко В.М., асп., Рыклин Д.Б., д.т.н., проф.
Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: электроформование, нановолокна, раствор полимера, вязкость, рациональный режим, прядильная головка, этиловый спирт.

Реферат. Электроформование является перспективным методом получения непрерывных нановолокнистых материалов с применением высокопотенциального электрического поля. В данной статье представлены результаты экспериментальных исследований процесса электроформования материалов из растворов поливинилового спирта с добавлением этилового спирта. Определены режимы работы установки Fluidnatek LE-50 при производстве нановолокнистых материалов, обеспечивающие стабильное протекание процесса при максимальном расходе раствора. Осуществляется выбор волокнообразующего раствора с учетом установленных критериев. Показано, что добавление в состав волокнообразующего раствора этилового спирта повышает эффективность процесса электроформования нановолокнистых покрытий.

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

Новейшие разработки в области электроформования сделали возможным производство нановолокон диаметром от нескольких нанометров до сотен нанометров. Данный метод является универсальным и эффективным способом получения непрерывных нановолокон от субмикронных до нанометровых диаметров с использованием высокопотенциального электрического поля [2, 3]. Технология позволяет получать материалы различного назначения и может быть использована как в лабораторных, так и в промышленных условиях [4].

Нановолокна представляют интерес при создании материалов различного применения, включая биотехнологию, заживление ран, доставку лекарств к органам, тканевую инженерию, создание протезов и каркасов медицинского назначения, перевязочных материа-

лов, производство косметики, фильтрацию, производство преобразователей и хранителей энергии, катализаторов и ферментных носителей, создание защитной одежды, датчиков, электронных и полупроводниковых материалов из-за их очень большого отношения площади поверхности к объему, гибкости в функциональных возможностях поверхности [5].

В качестве объекта исследования использовалась установка для формирования нановолокнистых материалов Fluidnatek LE-50, установленная в лаборатории кафедры «Технология текстильных материалов» Витебского государственного технологического университета. При работе на установке Fluidnatek LE-50 раствор находится в шприце, который помещается в насос. По капилляру раствор поступает к электроформовочной головке, на которую подаётся положительное напряжение. Расход раствора можно регулировать скоростью опускания поршня насосом. Нановолокна наносятся на подложку, закреплённую на барабане (осадительный электрод), на который подаётся отрицательное напряжение.

Ранее были установлены рациональные режимы электроформования из водных растворов поливинилового спирта (ПВС) марки Selvol 205 компании Sekisui Specialty Chemicals Europe S.L. (США) [6], при которых процесс протекает стабильно. Максимальный расход волокнообразующего раствора при стабильном процессе электроформования составил 850 мкл/ч.

Существует несколько путей повышения расхода волокнообразующего раствора, в том числе, увеличение влажности, добавление в раствор веществ, повышающих электропроводность и снижающих поверхностное натяжение, применение шприцевого нагревателя, позволяющего поддерживать раствор полимера в горячем состоянии.

Одним из веществ с высокой электропроводностью, совместимым с ПВС является этиловый спирт. Он хорошо смешивается с водой в любых соотношениях, имеет температуру кипения 78,3 °С, заморозания – минус 117 °С, обладает антисептическими свойствами. Поэтому в качестве добавки для повышения электропроводности испытуемого раствора, предназначенного для биомедицинского применения, его использование оправдано.

Целью данной работы являлось определение влияния добавления этилового спирта на протекание процесса электроформования и определение рациональных режимов работы установки Fluidnatek LE-50 при получении нановолокнистых материалов из водных растворов, содержащих 15 % поливинилового спирта при котором процесс электроформования происходит стабильно.

Было принято решение стабильным считать такое протекание процесса, при котором размер капли на кончике иглы формовочной головки не изменяется с течением времени, а процесс формирования и вытягивания струи из раствора происходит непрерывно. В качестве критерия эффективности процесса электроформования при проведении эксперимента был принят максимальный расход раствора.

Варианты испытываемых растворов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика вариантов волокнообразующих растворов

Вариант раствора	Поливиниловый спирт, %	Этиловый спирт, %	Дистиллированная вода, %
Раствор 1	15	0	85
Раствор 2	15	10	75
Раствор 3	15	20	65

В результате проведения эксперимента установлено, что для стабильного формирования нановолокнистых материалов из всех растворов, содержащих 15 % поливинилового спирта, минимальное напряжение составляет 15 кВ при расстоянии между формирующими электродами 12 см, расход раствора при этом составил 200 мкл/ч. Выбор расстояния между электродами обусловлен следующими факторами: при увеличении расстояния наблюдается снижение стабильности процесса электроформования [6]; при установлении расстояния менее 12 см происходит намокание материала подложки при формировании растворов, содержащих этиловый спирт. Максимальный расход волокнообразующего раствора при стабиль-

ном процессе электроформования для всех исследуемых растворов достигается при расстоянии между формирующими электродами 12 см и напряжении 29 кВ.

Наибольший расход волокнообразующего раствора наблюдался при электроформовании материала из раствора 3, что свидетельствует об эффективности его использования для производства нановолокон. Экспериментальные зависимости расхода волокнообразующего раствора от напряжения на эмиттере и соответствующие им сглаженные кривые представлены на рисунке 1.

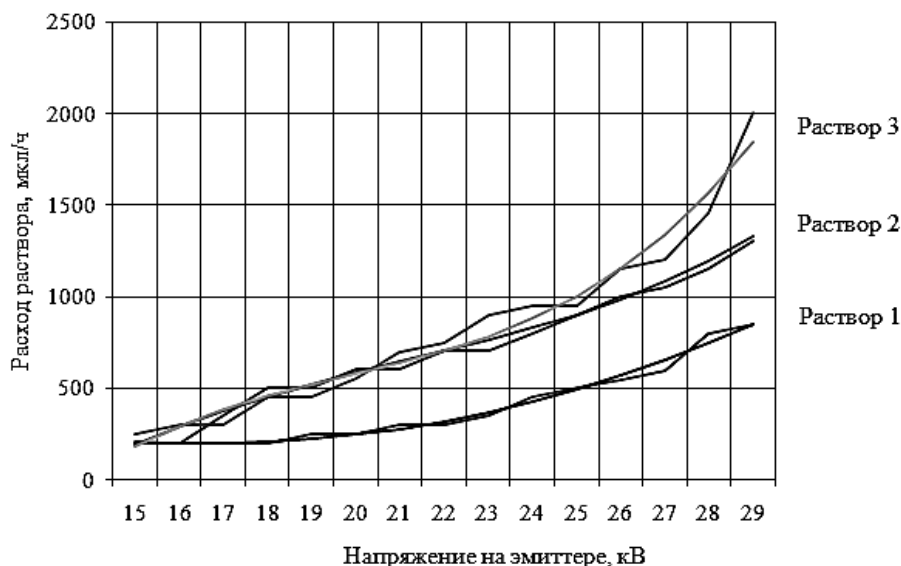


Рисунок 1 – Зависимость расхода волокнообразующего раствора от напряжения на эмиттере

Расчеты показали, что использование волокнообразующего раствора с добавлением 10 % этилового спирта повышает производительность установки в 1,5 раза, при использовании раствора с добавлением 20 % этилового спирта – в 2,5 раза. Таким образом, можно рекомендовать добавлять этиловый спирт в волокнообразующий раствор для улучшения его электроформовочных свойств и, как следствие, для повышения эффективности производства нановолокнистых материалов, покрытий и структур.

Список использованных источников

1. Филатов, Ю. Н. Электроформование волокнистых материалов (ЭФВ-процесс) / под редакцией В. Н. Кириченко. – Москва, 1997. – 231 с.
2. Huang, Z.M.; Zhang, Y.Z.; Kotaki, M. & Ramakrishna, S.: A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites, *Composites Science and Technology*, 63 (2003), pp. 2223-2253, ISSN 0266-3538.
3. Venugopal, J. & Ramakrishna, S.: Applications of polymer nanofibers in biomedicine and biotechnology, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 125 (2005), pp. 147-157, ISSN 0273-2289.
4. Ji, W.; Sun, Y.; Yang, F.; Van den Beucken, J.J.J.P.; Fan, M.; Chen, Z. & Jansen, J.A.: Bioactive electrospun scaffolds delivering growth factors and genes for tissue engineering applications, *Pharmaceutical Research*, 28 (2011), pp. 1259-1272, ISSN 0724-8741.
5. Sun, Z.C.; Zussman, E.; Yarin, A.L.; Wendorff, J.H. & Greiner, A.: Compound coreshell polymer nanofibers by co-electrospinning, *Advanced Materials*, 15 (2003), pp. 1929-1932, ISSN 1521-4095.
6. Азарченко, В. М. Определение рациональных режимов получения нановолокнистых материалов методом электроформования на установке Fluidnatek LE-50 / В. М. Азарченко, М. А. Демидова // Молодые ученые – развитию национальной технологической инициативы: всероссийская науч.-техн. конф., 2019 г. : – Иваново, 2019. – С. 7.