

считанного для пряжи из смеси хлопка и электропроводящих волокон Bekinox, что является подтверждением эффективности применения данных волокон для достижения высоких антистатических свойств текстильных материалов.

Список использованных источников

1. Tao, X. (2005) *Wearable Electronics and photonics*. Hong Kong, The Hong Kong Polytechnic University, 205 p.
2. Mattila, H. R. (2006) *Intelligent textiles and clothing*. Cambridge. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 506 p.
3. Восток-Сервис [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [vostok.ru](http://vostok.ru). – Дата доступа: 10.04.2020.
4. Радовицкий, В. П. Электроаэромеханика текстильных волокон / В. П. Радовицкий, Б. Н. Стрельцов. – Москва: Легкая индустрия, 1970. – 432 с.

УДК 677.494

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ НА  
РАВНОМЕРНОСТЬ НАНОВОЛОКНИСТОГО  
ПОКРЫТИЯ**

*Демидова М.А., асп., Азарченко В.М., асп., Рыклин Д.Б., зав. каф. ТТМ  
Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: нановолокна, электроформование, поливиниловый спирт, биомедицина, производительность, расход.

*Реферат. Работа посвящена исследованию влияния времени нанесения волокнообразующего раствора и подачи на внешний вид и характеристики нановолокнистых покрытий на установке Fluidnatek LE-50. Проведена оценка образцов покрытий по ряду критериев, а именно: производительность; качество покрытия, то есть его однородность, наличие видимых дефектов, адгезия покрытия к подложке. Определен оптимальный расход, при котором вырабатываемое нановолокнистое покрытие является однородным, снимается с подложки без слипания и деформации.*

Электроформование является одним из наиболее перспективных методов создания нановолокнистых материалов медицинского назначения из природных и синтетических биосовместимых или биоабсорбируемых полимеров [1]. В связи с этим совершенствование технологических процессов производства нановолокнистых материалов является актуальной задачей.

Одним из наиболее часто применяемых полимеров, используемых в качестве основы для производства нановолокнистых материалов, является поливиниловый спирт, что связано с его биосовместимостью, быстрой биodeградацией под действием влаги, а также низкой стоимостью. При проведении исследований, описанных в статье [2], в качестве критерия для оценки процесса электроформования материалов из поливинилового спирта марки Selvol 205 был выбран расход формовочного раствора, определяющий производительность работы оборудования. Исследования были направлены на определение таких режимов работы установки Fluidnatek LE-50, при которых обеспечивался стабильный процесс электроформования с максимальной производительностью. Однако даже при оптимальных параметрах работы установки расход раствора не превышал 600 мкл/ч.

В данной работе в качестве волокнообразующего полимера использовался поливиниловый спирт марки Arkofil PPL gr компании Archroma (Швейцария). Предварительные исследования показали, что для данного полимера диапазон расхода раствора при стабильном процессе электроформования существенно расширился и составил от 1000 до 5500 мкл/ч. Однако оказалось, что использовать в качестве критерия эффективности процесса только расход раствора недостаточно, так как его повышение приводит к существенным изменениям структуры формируемого материала. Кроме того, расход раствора оказывает существенное влияние на адгезию нановолокнистого материала к подложке, что является важным фактором в том случае, если последующее применение предполагает снятие материала с подложки.

В связи с этим было принято решение о проведении исследований, целью которых являлось определение влияния расхода формовочного раствора поливинилового спирта марки Arkofil PPL gr на распределение покрытия по поверхности подложки и его адгезию. Для проведения исследований использовался 15%-ный раствор полимера, характеризующийся динамической вязкостью 3019 мПа·с и поверхностным натяжением 84,7 мН/м.

С целью исключения из рассмотрения влияния поверхностной плотности нановолокнистого покрытия для каждого экспериментального варианта подбиралось такое соотношение расхода раствора и времени его нанесения, при котором обеспечивается нанесение одинакового объема раствора, равного 1 мл. Регулируемые параметры процесса наработки опытных образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры процесса наработки опытных образцов

Номер образца	Расход раствора, мкл/ч	Время нанесения, мин
1	5000	12
2	3750	16
3	3000	20
4	2500	24
5	1667	36
6	1250	48

В качестве подложки использовалась бумага с нанесенным на принтере слоем черной краски. Выбор данного материала связан с тем, что он имеет относительно слабую адгезию к нановолокнистым материалам из поливинилового спирта, как было определено ранее, на черном фоне хорошо видны дефекты покрытия и его фрагменты, оставшиеся после снятия покрытия.

Процесс электроформования всех опытных образцов осуществлялся достаточно стабильно. Оценка образцов проводилась по ряду критериев:

- производительность;
- качество покрытия, то есть его однородность, наличие видимых дефектов;
- адгезия покрытия к подложке.

Наибольшая производительность процесса достигалась при получении образца 1. Однако важно отметить, что данный образец отличается наихудшим качеством покрытия, что проявлялось в повышенной неравномерности, наличии видимых пороков, а также пятен от мелкодисперсной пыли (рис. 1).

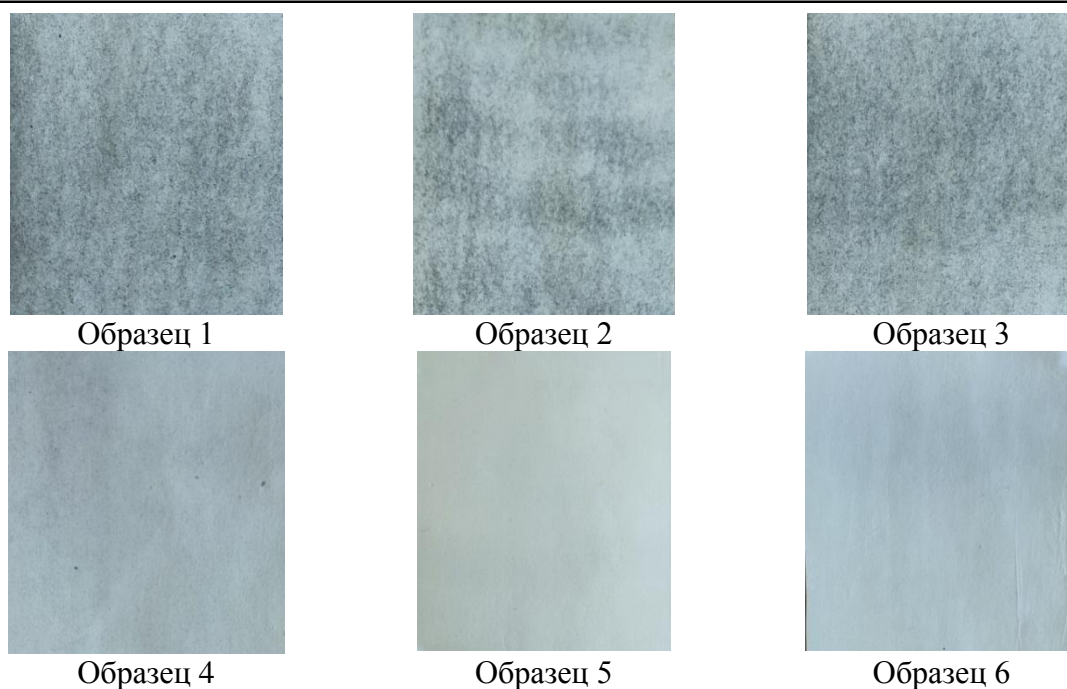


Рисунок 1 – Внешний вид полученных образцов нановолокнистых покрытий

Образцы 2 и 3 обладают теми же недостатками, однако они выражены в меньшей степени. Значительной проблемой является повышенная адгезия покрытия образцов 1, 2 и 3 к материалу подложки. При высоком расходе раствора вода из него не успевает испаряться в процессе формования, она впитывается в бумагу, о чем свидетельствует светлый оттенок получаемого покрытия. В результате покрытие практически не снимается с подложки. На небольших участках снятие покрытия сопровождается повреждением подложки, что является недопустимым, так как материал подложки остается в структуре нановолокнистого материала.

Образец 4 соответствует среднему уровню производительности. Его нановолокнистое покрытие местами неоднородно, имеются пятна мелкодисперсной пыли. Нановолокнистый материал снимается с подложки неравномерно. В некоторых местах на подложке остаются крупные фрагменты покрытия (рис. 2 а), а на покрытии возникают перфорированные участки, что является недопустимым.

Образцы 5 и 6 характеризуются достаточно высокой равномерностью нановолокнистого покрытия. При снятии покрытия часть волокон остается на подложке, однако структура покрытия не нарушается.



Рисунок 2 – Внешний вид подложки после снятия нановолокнистого покрытия



Рисунок 3 – Процесс снятия покрытия с подложки

В результате проведенных исследований установлено, что наиболее рационально осуществлять наработку нановолокнистых материалов из исследованной марки поливинилового спирта при расходе раствора до 1700 мкл/ч, обеспечивая высокую равномерность покрытия и его сохранность при последующем снятии с подложки.

#### Список использованных источников

1. 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.
2. Рыклин, Д. Б. Определение рациональных режимов электроформования с использованием прядильных головок различной конструкции / Д. Б. Рыклин, В. М. Азарченко, М. А. Демидова // *Химические волокна*. – 2019. – № 4. – С. 13.

УДК 677.025.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМОУСТОЙЧИВОГО ДВУХСЛОЙНОГО ТРИКОТАЖА

*Журабоев А.Т., соиск., Холиков К.М., д.т.н., проф.*  
*Наманганский инженерно-технологический институт,*  
*г. Наманган, Республика Узбекистан*

Ключевые слова: технология, трикотаж, формоустойчивый, двухслойный, плосковязальная машина.

*Реферат. В статье приведены новые структуры двухслойного уточного трикотажа, отличающихся друг от друга структурой базисного переплетения и наличием уточной нити в составе. Благодаря рациональным структурам двухслойного уточного трикотажа рекомендуется применять их для изготовления качественных верхних трикотажных изделий взрослого и детского ассортимента. Наличие в структуре трикотажа прессовых набросков обеспечивает прочное закрепление уточной нити. Полученный трикотаж обладает повышенной формоустойчивостью. Наличие в структуре трикотажа дополнительных уточных нитей уменьшает растяжимость трикотажа по ширине, а прессовые наброски и удлиненные петли способствуют уменьшению растяжимости трикотажа по длине. Предлагаемые варианты двухслойного уточного трикотажа успешно можно использовать при выработке верхнего трикотажа и детского ассортимента.*