

«Актуальные проблемы машиностроения» (МИКМУС-2012). – Москва: Изд-во ИМАШ РАН, 2012. – С. 177–180.

3. Ненашев, М. В. Перспективная технология термопластического формирования отверстий / М. В. Ненашев, И. Д. Ибатуллин, А. Р. Галлямов, В. В. Усачев // Журнал «Крепеж, клеи, инструменты и...». – С.-Петербург, 2012. – № 2 (40). – С. 46–50.
4. Патент РФ № 2492972, В23В51/08. Инструмент для формирования отверстий методом пластического сверления / М. В. Ненашев [и др.] . – Бюл. № 26, опубл. 20.09.2013 г.
5. Фрикционное сверло для стандартных поверхностей ( с отбортовкой) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://hoffmangroup.ru/product/friktsionnoe-sverlo-dlya-stand-rovehnostey-s-otbortovkoj-db52de>. – Дата доступа : 20.02.2022.
6. Фрикционная обработка материалов / extxe.com [Электронный ресурс] . – Режим доступа : <https://extxe.com/2568/frikcionnaja-obrabotka-materialov>. – Дата доступа : 20.02.2022.

УДК 677.499

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ НАНОВОЛОКОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Ермолаев В.Ю., маг., Алексеев И.С., к. т. н., доц.*

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрены модернизация оборудования для электроформования нановолоконных нитей и технология электроформования фильтрующих нановолоконных материалов.

Ключевые слова: электроформование, нановолокна, микроволокна, фильтрующие материалы, полимер.

Технология получения микро- и нановолокон (рис. 1) путем скручивания полимеров называется электроформованием [1]. Она была разработана и запатентована в 1934 году – суть технологии заключается в помещении растворенной в специальном составе струи полимера в электрическое поле.

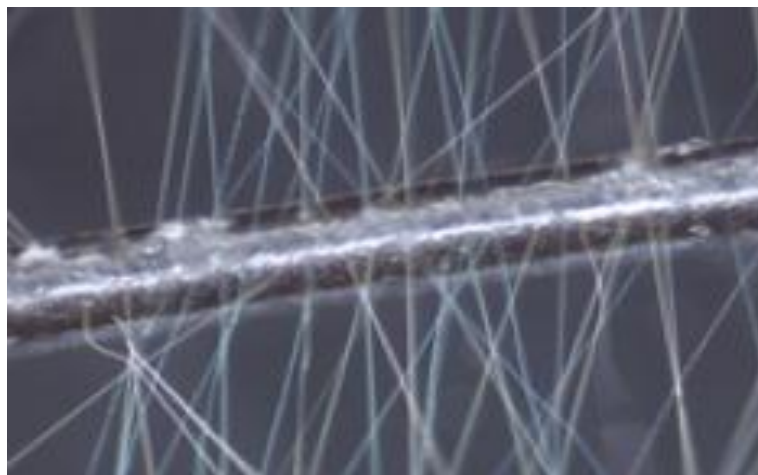


Рисунок 1 – Микро- и нановолокна

Как только растворитель испаряется, электрические силы связывают отдельные молекулы полимера в длинные микроволокна толщиной порядка 10-150 нм [2] и длиной от 10 до 30 сантиметров (рис. 2).

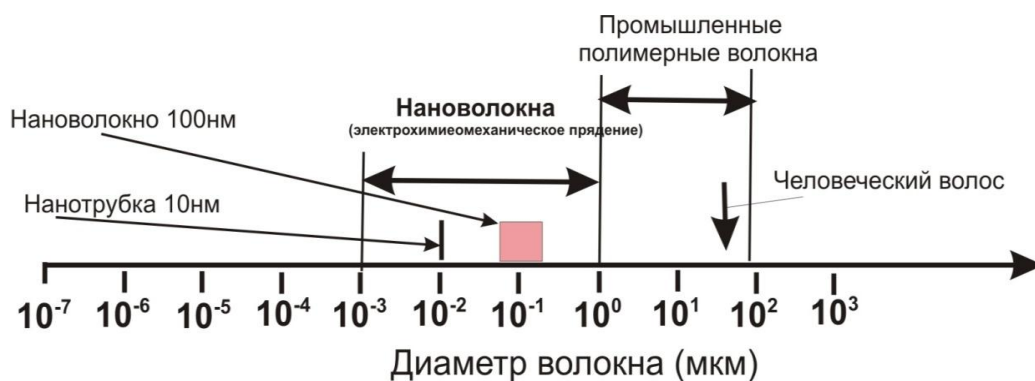


Рисунок 2 – Толщина нановолокон

Электрическое напряжение от единиц до ста киловольт (обычно 10-60 кВ) прикладывается к раствору (расплаву) полимера, который при помощи дозатора подается через капилляр. Высокое напряжение индуцирует в растворе полимера одноименные электрические заряды, которые, в результате кулоновского электростатического взаимодействия, приводят к вытягиванию раствора полимера в тонкую струю [3]. На рисунке 3 представлена принципиальная схема процесса электроформования.

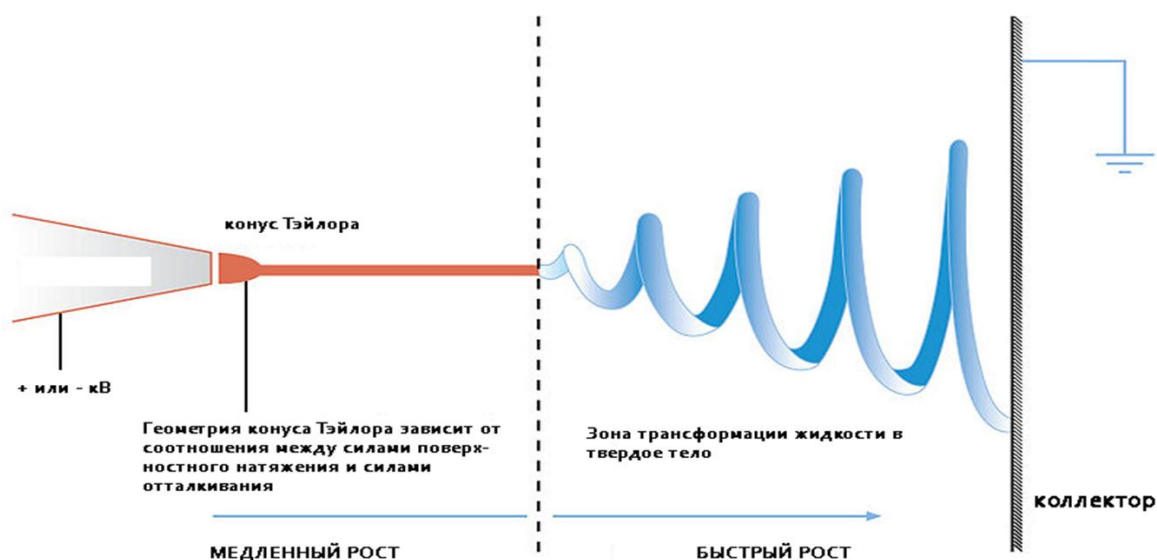


Рисунок 3 – Принципиальная схема электроформования

В процессе электростатического вытягивания полимерной струи она может претерпевать ряд последовательных расщеплений на более тонкие струи при определенном соотношении значений вязкости, поверхностного натяжения и плотности электрических зарядов (или напряженности электростатического поля) в волокне. Полученные струи отвердевают за счет испарения растворителя или в результате охлаждения, превращаясь в волокна, и под действием электростатических сил дрейфуют к заземленной подложке, имеющей противоположное значение электрического потенциала. Полярность при электроформовании может быть и обратной, когда капилляр заземлен, а на коллектор подается высокое напряжение. Коллектор должен иметь хорошую электрическую проводимость, но может иметь различную форму: в виде стержня, плоскости или цилиндра, так же он может быть сплошным или в виде сетки, твердым, или жидким, стационарным, или движущимся.

Разработана линия для напыления полимеров, общий вид линии приведен на рисунке 4.

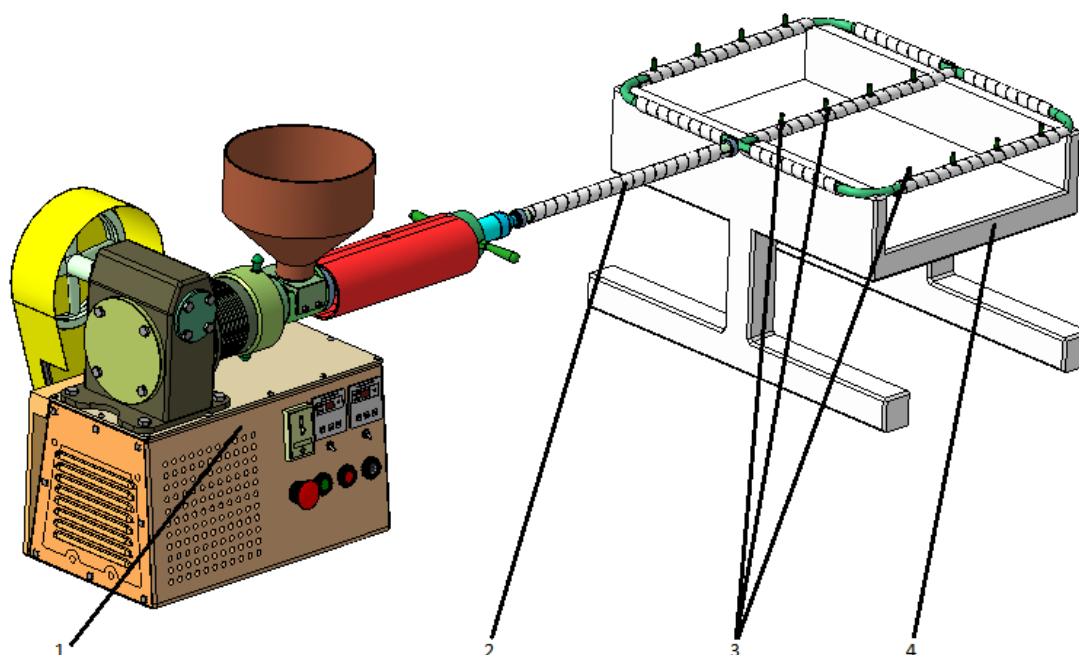


Рисунок 4 – Общий вид линии для напыления полимера

В состав линии входят экструдер 1, материал из экструдера продавливается через фильеру в соединительную фторопластовую трубку, обмотанную гибким ленточным нагревателем 2 с максимальным нагревом поверхности 180 °С, далее материал проходит через медные трубки и выдавливается через форсунки 3. Вся конструкция устанавливается на фторопластовую основу 4.

Данная конструкция позволяет увеличить производительность процесса получения нановолокон также позволяет получать ленту с нанесенными на нее нановолокнами неограниченной длины. Подвижное сито позволяет регулировать длину и качество волокон (удалять спутанность и неравномерность по длине).

#### Список использованных источников

1. Петрянов, И. В. Волокнистые фильтрующие материалы / Петрянов, И. В. [и др.]. Москва: Знание, 1968. 77 с.
2. Шутов, А. А. // ПМТФ. 1991. № 2. С. 20-25.
3. Алонцева, Н. М. и др. // Коллоид. Журн. 1995. Т. 57. № 5. С. 629-632.
4. Fong, H. // J. Polym. Sci: Part B. Polym Phys. 1999. Vol. 37. N 24. P. 3488-3493.
5. Feng, J. J. // Phys. Fluids. 2002. Vol. 14. N 11. P. 3912-3925.
6. Feng, J. J. // J. Non-Newtonian Fluid Mech. 2003. Vol. 116. P. 55-70.

УДК 004.94 : 620.1.05

## ВИРТУАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

*Демешкевич М.А., студ., Голубев А.Н., ст. преп.*

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

*Реферат. В статье демонстрируется работа прикладного приложения, представляющего собой виртуальный стенд для измерения ударной вязкости материалов. Приложение визуализирует процесс испытаний образцов и позволяет изучать методику испытаний без применения стандартного лабораторного оборудования.*