

**ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ НАНОВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА РАНЕВОГО  
НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ ПОЛИАМИДА-6**

**М.А. Демидова**

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск, Беларусь

**STRUCTURE ASSESMENT OF WOUND NANOFIBER MATERIAL OBTAINED FROM  
POLYAMIDE-6**

**M.A. Demidova**

Vitebsk state technological university, Vitebsk, Belarus

**Аннотация.** В статье описано получение нановолокнистого материала раневого назначения из полиамида-6 методом электроформования на установке Fluidnatek LE-50. Проведена оценка наноструктуры исследованных образцов с помощью электронного сканирующего микроскопа LEO 1420.

**Ключевые слова:** электроформование, нановолокно, наноструктура, полиамид-6.

**Annotation.** The article describes obtaining of wound nanofiber material using electrospinning technique on Fluidnatek LE-50. The nanostructure of samples was assessed using electron scanning microscope LEO 1420.

**Keywords:** electrospinning, nanofiber, nanostructure, polyamide-6.

Электроформование является простым и эффективным методом изготовления ультратонких волокон из различных материалов, включая полимеры, композиты и керамику. За последние годы в электроформовании достигнут значительный прогресс, и полученные волокнистые структуры нашли широкое применение в различных областях, начиная от энергетики и заканчивая нуждами медицины и косметологии [1, 2]. Электроформованные нановолокна имеют ряд преимуществ перед обычными волокнами, среди которых можно выделить высокое отношение площади поверхности к объему, небольшой размер пор и высокую пористость [3]. Волокна в нетканых нановолокнистых материалах, как правило, ориентированы хаотично, то есть материалы имеют типичную для нетканых материалов случайную микроструктуру, в которой оси волокон преимущественно параллельны генеральной плоскости, а проекции этих осей на нее пересекаются друг с другом под случайными углами [4]. Создание нановолокнистых материалов с заданной структурой позволяет получать различные лекарственные препараты, раневые повязки, системы доставки лекарств для нужд современной медицины.

Одним из распространенных полимеров, применяемых для создания нановолокон является полиамид-6 (ПА-6). В медицине ПА-6 применяется как нерассасывающийся шовный материал, так как обладает высокой устойчивостью к биодegradации и применяется в специализированных отраслях хирургии (сосудистая хирургия, кардиохирургия, нейрохирургия, офтальмология) [5]. Целью данного исследования был анализ структуры нановолокнистых раневых материалов, полученных из полиамида-6.

Получение нановолокнистых материалов производилось на установке для электроформования капиллярного типа Fluidnatek LE-50 фирмы Bionicia (Испания). Формовочный раствор приготавливался на водяной бане из гранулята полиамида-6 (20 %), в качестве растворителя использовалась муравьиная кислота (80 %). Вязкость раствора составила 2158,4 мПа·с. Электроформование осуществлялось при следующих параметрах работы установки: напряжение на эмиттере 29 кВ, напряжение на коллекторе –9 кВ, расход прядильного раствора 0,3 мл/ч, частота вращения коллектора 200 мин<sup>-1</sup>, время нанесения 60 мин. Для установления структуры полученных образцов использован метод сканирующей электронной микроскопии с помощью микроскопа LEO 1420 (Carl Zeiss, Германия). Изображения поверхности волокнистого материала при разном увеличении приведены на рисунке 1.

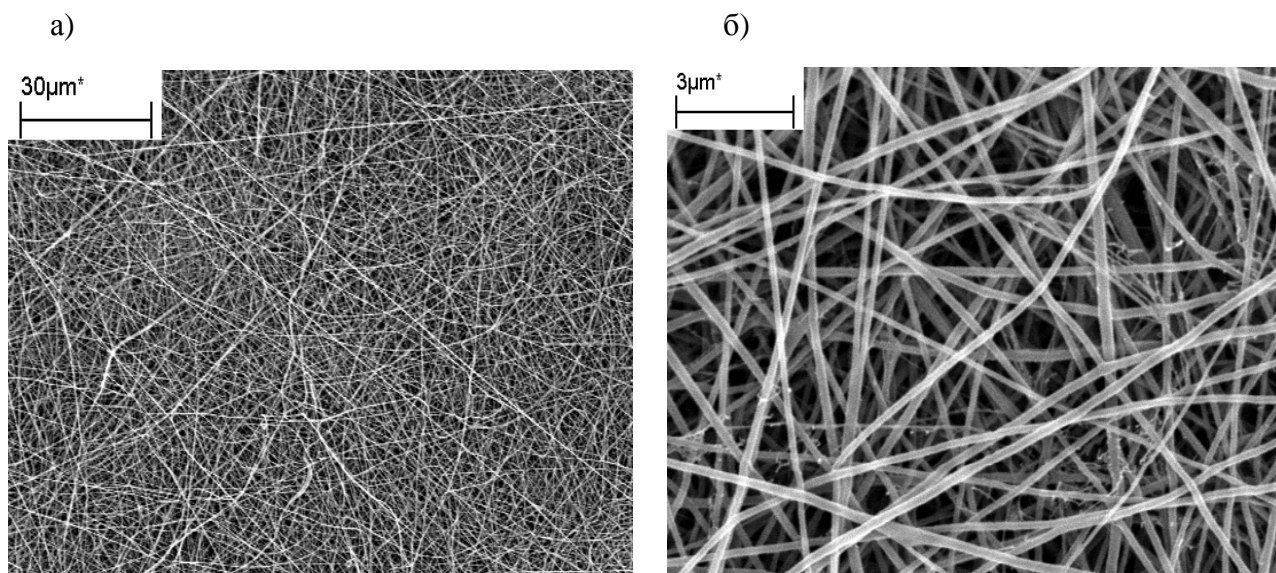


Рисунок 1 – SEM-изображения структуры нановолокнистого раневого покрытия из ПА-6 при увеличении: а) в 1000 раз; б) в 15000 раз

Полученные образцы отличались визуально ровной поверхностью, отсутствием внешних дефектов и неровностей, имели плотную однородную структуру и белый цвет. Анализ полученных SEM-изображений позволил установить, что средний диаметр нановолокон в них составил 174 нм, коэффициент вариации по диаметру составил 13,3 %. На наноуровне полученные нановолокнистые материалы имеют бездефектную структуру, в них нет агломератов слипшихся волокон, полученные нановолокна ровные и гладкие. Материал отличается сетчатой структурой, способной отвечать требованиям медицины к раневым покрытиям: данная структура отличается влаго- и паропроницаемостью, что способствует отведению влаги с раневой поверхности и поддержанию благоприятного климата на ней. Таким образом, можно заключить, что полученные образцы нановолокнистых материалов из полиамида-6 могут быть использованы при разработке медицинских изделий раневого назначения.

#### Список цитируемых источников

1. Haider, A. A comprehensive review summarizing the effect of electrospinning parameters and potential applications of nanofibers in biomedical and biotechnology / A. Haider, S. Haider, I. K. Kang // *Arabian Journal of Chemistry*. – 2018. – Vol. 11. – P. 1165–1188.
2. Chagas, P. A. M. Bilayered electrospun membranes composed of poly(lactic-acid)/natural rubber: A strategy against curcumin photodegradation for wound dressing application / P. A. M. Chagas [et al.] // *Reactive and Functional Polymers*. – 2021. – Vol. 163. – Art. 104889.
3. Демидова, М. А. Технология получения наноструктурных изделий из электроформованных нетканых материалов / М. А. Демидова, Д. Б. Рыклин // *Вестник Витебского государственного технологического университета*. – 2022. – № 2 (43). – С. 19–32.
4. Матвеев, А. Т. Получение нановолокон методом электроформования : учеб. пособие / А. Т. Матвеев, И. М. Афанасов. – М. : МГУ им. Ломоносова, 2010. – 83 с.
5. Бонцевич, Д. Н. Хирургический шовный материал / Д. Н. Бонцевич // *Проблемы здоровья и экологии*. – 2005. – № 3(5). – С. 43–48.