

## ВЫБОР МАРКИ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИМЕДИЦИНСКИХ ЭЛЕКТРОФОРМОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Демидова М.А, Азарченко В.М. (ВГТУ, аспиранты), Рыклин Д.Б.**  
*УО «Витебский государственный технологический университет»*  
Тел.: (80212) 47-50-26; [vstu@vstu.by](mailto:vstu@vstu.by)

Электроформование является инновационным способом получения микро- и нановолокон с помощью воздействия электростатических сил на электрически заряженную струю полимерного раствора или расплава. В настоящее время повышение интереса к производству электроформованных волокон связано с уникальными свойствами и характеристиками вырабатываемых нетканых покрытий и структур из них, поскольку ряд специфических характеристик волокна достигается лишь тогда, когда диаметр полимерного волокна снижен до наноуровня. Электроформованные нановолокна успешно применяются для решения широкого спектра задач биомедицины и тканевой инженерии, для создания систем контролируемой доставки лекарственных препаратов, при регенерации хрящевой, костной, нервной тканей, кожи, стенок кровеносных сосудов [1, 2].

Исследование процесса получения нановолокнистых материалов в Витебском государственном технологическом университете осуществляется на установке Fluidnatek LE-50 компании Bionicia (Испания). На ней прядильный раствор подается дозатором через капилляры в зону, где происходит процесс электроформования [3]. В качестве волокнообразующего полимера для проведения процесса электроформования с учетом биомедицинской направленности исследований был выбран поливиниловый спирт (ПВС). Он нетоксичен, подходит для создания концентрированных растворов полимеров с включением лекарственных компонентов различной природы, что делает возможным производство эффективных лечебных средств для внутреннего и наружного применения.

Структура неоднородного электроформованного материала, произведенного с включением активных веществ, позволяет обеспечить медленное и постепенное его выделение, что обуславливает хорошую впитываемость и позволяет точно рассчитать дози-

ровку. Все материалы, вещества и покрытия, направленные на доставку лекарства, состоят из микро- или наночастиц или волокон, отвечающих за перенос лекарства и лекарственного вещества. При этом ключевую роль в характере поведения полученного материала имеет его структура, то есть морфология нановолокон, из которых он состоит. Структура электроформованных материалов определяет длительность и/или последовательность воздействия различных активных веществ.

В данном исследовании фокус был направлен на углубленное изучение морфологии полученных образцов материала, наработанного из поливинилового спирта для нужд биомедицины.

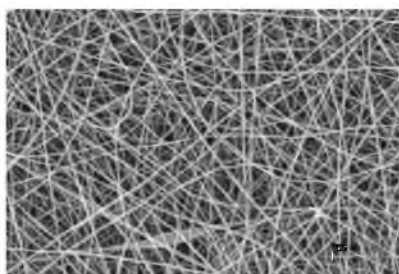
Целью данной работы являлся выбор и обоснование марки ПВС для получения биомедицинских электроформованных материалов с учетом морфологии нановолокон.

Для проведения исследований был использован ПВС марки Sevol 205 компании Sekisui Specialty Chemicals Europe S.L. (США) и ПВС марки Arkofil PPL gr компании Archroma (Швейцария). Из них были приготовлены водные растворы, содержащие 14% ПВС. Динамическая вязкость волокнообразующего раствора ПВС марки Sevol 205 составляла 0,199 Па·с, марки Arkofil PPL – 2,603 Па·с.

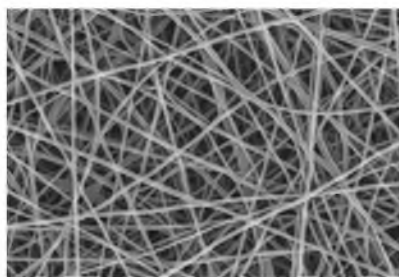
Из растворов ПВС вышеуказанных марок было наработано два образца. При этом процесс электроформования в обоих случаях протекал стабильно при максимальном для каждого образца расходе волокнообразующего полимера.

Для изучения структуры полученных материалов и влияния на неё состава и расхода формовочного раствора были получены их изображения при различном увеличении с использованием электронного сканирующего микроскопа LEO 1420 (Carl Zeiss, Германия). На рисунке 1 представлены фотографии исследованных образцов при увеличении в 15000 раз.

Анализ изображений волокнистых материалов (рис. 1) позволил установить, что среднее значение диаметров нановолокон образца марки Sevol составило 105,6 нм, марки Arkofil – 175,6 нм. Коэффициент вариации по диаметру волокна составил 26,1 % и 23,5 % соответственно. На основе полученных данных были построены гистограммы распределения волокон по диаметру, представленные на рисунке 2.

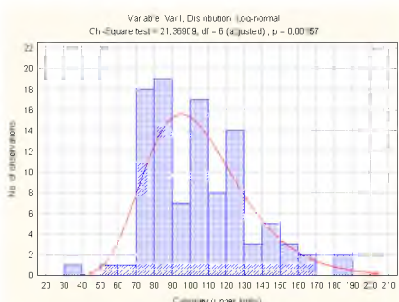


а) Selvol

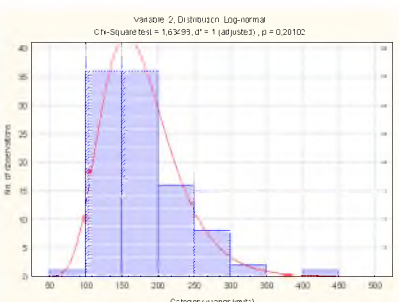


б) Arkofil

Рис. 1 – Изображения электроформованных материалов, полученные при увеличении в 15000 раз



а) Selvol



б) Arkofil

Рис. 2 – Диаграммы распределения диаметров нановолокон

В настоящее время широкий интерес вызывают исследования, посвященные математическому описанию процессов, происходящих при электроформовании и морфологии получаемых волокон. Ряд ученых придерживается мнения, что распределение диаметров электроформованных нановолокон подчиняется нормальному закону [4], в то время как некоторые из них говорят о том, что диаметры волокон распределены по логнормальному закону [5].

В рамках данной работы было проведено исследование распределения диаметров нановолокон в полученных образцах электроформованных материалов и выявлено, что распределение диаметров электроформованных волокон в них соответствует логарифмически нормальному закону. Это свидетельствует о стабильности процессов формирования и расщепления струи волокнообразующего раствора.

При этом проведенный анализ позволил установить, что материал, полученный из ПВС марки Sevol, будет отличаться более высокой скоростью биodeградации и меньшей её равномерностью, что обусловлено особенностями его морфологии, следовательно, при введении в него лекарственного компонента стоит учитывать, что его выделение будет менее равномерным и более быстрым. Таким образом, если для конкретного медицинского терапевтического средства концентрация в нём лекарственного вещества критична, и выделяться оно должно более равномерно, рекомендуется использовать в качестве полимера для создания такого материала ПВС марки Arkofil PPL.

#### Список литературы

1. Juncos Bombin A.D., Dunne N.J., McCarthy H.O. Electrospinning of natural polymers for the production of nanofibres for wound healing applications // Materials Science and Engineering: C. V. 114. September 2020. 110994.
2. Stace E.T., Mouthuy P.A., Carr A.J., Ye H. (C.) Biomaterials: Electrospinning // Comprehensive Biotechnology (Third Edition). V. 5. 2019. P. 424-441
3. 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.
4. Milašius, R., Malašauskiene, J., Kuchanauskaitė, E. Possibilities for the estimation of electrospun nanofiber diameter distribution by normal (Gaussian) distribution // Fibres and textiles in Eastern Europe. Lodz : Institute of Biopolymers and Chemical Fibers/ ISSN 1230-3666. 2016, vol. 24, iss. 2(116), p. 23-28.
5. Ellison C.J., Phatak A., Giles D.W., Macosko C.W., Bates F.S. Melt blown nanofibers: fiber diameter distributions and onset of fiber breakup, Polymer 2007; 48, 3306-3316.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ БИОЦЕНОЗА ПАРКА ТЕКСТИЛЬЩИКОВ

**Дубровина А.А. (КТЛ-201), Иозус А.П.**

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ*

В настоящее время на территории города расположены 3 парка, 2 бульвара, 14 скверов. На каждого жителя города приходится 11,5 м<sup>2</sup> зелёных насаждений, что составляет 190% минимального уровня озеленения в среднем по Волгоградской области (6 м<sup>2</sup>/чел.).

Актуальность: Несмотря на такие высокие показатели, устойчивость большинства зеленых насаждений на территории парковых зон нарушена, лесная среда деградирует, часть деревьев силь-