

УДК 541.64:544.72

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ ВОЛОКОН НА ОСНОВЕ ПОЛИКАПРОЛАКТОНА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ

Ильина Н.С. (Университет ИТМО), Шамгунов К.М. (Университет ИТМО),
Подшивалов А.В (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.х.н., Подшивалов А.В.
(Университет ИТМО)

Введение. В последнее время у исследователей вызывает интерес такой синтетический полимер, как поликапролактон (ПКЛ) - биоразлагаемый алифатический сложный полиэфир с низкой температурой плавления (около 60 °С), полимер ϵ -капролактона; обладает биосовместимостью и биодegradацией, имеет хорошие реологические и вязкоупругие свойства. ПКЛ является гидрофобным, полукристаллическим полимером; его кристалличность имеет тенденцию к уменьшению с увеличением молекулярной массы [1]. Электроспиннинг - уникальный метод изготовления нетканых материалов с возможностью варьирования диаметра волокон в широком диапазоне и формирования волокон сложной структуры, например, коаксиальные [2, 3]. Возможности электроспиннинга в сочетании с уникальными свойствами поликапролактона позволяют исследователем разрабатывать материалы с новыми свойствами для различных областей применения.

Основная часть. В работе использовался ПКЛ, молекулярная масса которого определялась методом капиллярной вискозиметрии в бензоле при температуре 25 °С. Значение константы Хаггинса составило $K_x = 0,11$, значение характеристической вязкости $[\eta] = 0,65$, а средневязкостная молекулярная масса по уравнению Марка-Куна-Хаувинка $M = 43000$ г/моль. Для получения образцов волокон были приготовлены растворы ПКЛ с концентрациями 10, 15 и 20 мас.% в хлороформе при постоянном перемешивании в течение 60 мин. Далее определялась динамическая вязкость и электропроводность растворов с использованием реометра MCR-502 (Anton Paar) и кондуктометра SevenCompact Duo S213 (Mettler Toledo), соответственно. Для получения нановолокнистых структур полученные растворы подвергались электропрядению с использованием установки NANON-01A при напряжении электрического поля 10, 20 и 30 кВ и объёмном расходе 0,1, 0,2 и 0,3 мл/ч. Морфология полученных образцов анализировалась с использованием оптического микроскопа Olympus STM6, программы обработки изображений ImageJ и последующего статистического анализа волокон по диаметру с помощью программы для анализа числовых данных и построения графиков OriginPro.

Исследование электропроводности растворов показало их выраженные диэлектрические свойства, а тип течения соответствует закону вязкого трения Ньютона, что обусловлено относительно низкой молекулярной массой используемого полимера. Динамическая вязкость раствора с концентрацией 10 мас.% составила $\eta = 126$ мПа·с, а для раствора с концентрацией 20 мас.% $\eta = 1179$ мПа·с. Результаты экспериментов по электропрядению растворов показали их прядомость и наличие конуса Тейлора, а полученные объекты имеют форму непрерывных волокон. Статистический анализ волокон показал, что при увеличении напряжения и объёмного расхода диаметр волокон имеет тенденцию к уменьшению. Например, для раствора ПКЛ с концентрацией 10 мас.% при напряжении электрического поля 20 и 30 кВ и объёмном расходе 0,1 мл/ч среднее значение диаметра волокон составило 1416 и 2750 нм, а при объёмном расходе 0,3 мл/ч 557 и 622 нм, соответственно.

Выводы. В данной работе методом электропрядения были получены волокна микроразмерного уровня на основе поликапролактона. Несмотря на меньшую молекулярную массу используемого поликапролактона, чем в аналогичных работах, наблюдалось формирование волокон. Показано влияние параметров электроформования на морфологию

волокон. Для получения волокон наноразмерного уровня следует продолжить исследование с подбором других параметров электроформования и состава растворов поликапролактона.

Список использованных источников:

1. Azimi B., Nourpanah P., Rabiee M., Arbab S. Poly (ϵ -caprolactone) Fiber: An Overview // Journal of Engineered Fibers and Fabrics. – 2014. – Vol. 9. – Issue 3. – P. 74-90.
2. Sultanova Z., Kaleli K., Kabay G., Mutlu M. Controlled release of a hydrophilic drug from coaxially electrospun polycaprolactone nanofibers // International Journal of Pharmaceutics. – 2016. – Vol. 505. – Issues 1–2. – P. 133-138.
3. Ghazalian M., Afshar S., Rostami A., Rashedi S., Bahrami S.H. Fabrication and characterization of chitosan-polycaprolactone core-shell nanofibers containing tetracycline hydrochloride // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2022. – Vol. 636. – P. 1-10.