

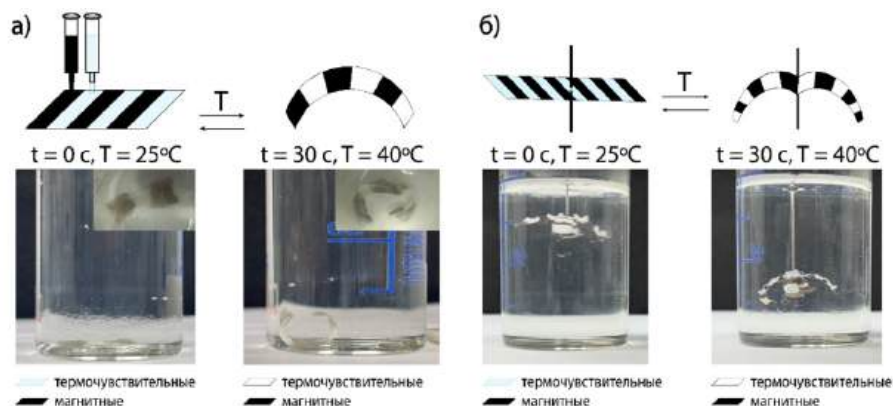


Рис. 2. (а) Схема действия и внешний вид актюатора при 25°C (слева) и изгиба материала при 37°C (справа). (б) Схема срабатывания и внешний вид захватчика при 25°C (слева) и изгиба материала при 37°C (справа)

производства медицинских устройств и инвазивных биомедицинских применений.

Благодарность. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда

(проект № 21-79-20113) и с использованием оборудования ресурсного центра Научного парка СПбГУ.

Список литературы

1. Gul J.Z., Sajid M., Rehman M.M., Siddiqui G.U., Shah I., Kim K.H., Choi K.H. // *Sci. Technol. Adv. Mater.* – 2018. – V. 19. – № 1. – P. 243–262.
2. Belyaeva A.A., Tretyakov I.V., Kireynov A.V., Nashchekina Y.A., Solodilov V.I., Korzhiko-

va-Vlakh E.G., & Morozova S.M. Fibrillar bio-compatible colloidal gels based on cellulose nanocrystals and poly (N-isopropylacrylamide) for direct ink writing // *J. Colloid Interface Sci.* – 2023. – V. 635. – P. 348–357.

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ПОЛИКАПРОЛАКТОН/ГИДРОКСИАПАТИТ

В. С. Бочаров, Г. Е. Дубиненко

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент С. И. Твердохлебов

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, 30
vsb27@tpu.ru

Разработка имплантатов со свойствами, аналогичными свойствам нативной кости, является перспективным методом лечения дефектов трубчатой кости. Биоразлагаемые полимеры, благодаря комплексу физико-химических свойств являются оптимальным материалом для изготовления имплантатов, а также обладают превосходной биосовместимостью и цитотоксичностью, что делает их идеальным метериалом для заполнения костных дефектов [1]. Для придания полимерному имплантату остеоиндуктивных свойств наиболее часто применяется гидроксиапатит, способствующий уменьшению срока регенерации кости [2].

Персонализированный подход к лечению травм длинных трубчатых костей подразумевает моделирование ипмлантатов в соответствии с геометрическими параметрами анатомического дефекта. Для формирования структуры будущей кости наиболее подходящим считается метод селективного лазерного спекания (SLS), заключающийся в послойном спекании порошка. Основным достоинством метода является: получение пористых структур сложной геометрической формы с размерами пор порядка 100–200 мкм, что дает возможность оптимизировать структурные и механические свойства имплантатов, обеспечивая при этом интеграцию тканей организ-

ма и прорастание сосудов [3, 4]. Ограничением метода является высокое требование к размеру порошка порядка 100 мкм, напрямую влияющее на качество получаемых имплантатов. Из существующих методов получения мелкодисперсных порошков можно выделить наноосаждение и механическое измельчение. Методы наноосаждения предполагают использование эмульсий типа В/М, М/В, М/В/М, В/М/В, позволяющих получить частицы размером до десяти нанометров [5, 6]. К недостаткам данных методов является использование полимеров низкой концентрации, что не позволяет получить большие объемы частиц. Механическое измельчение композита не позволяет получать частицы с правильными

формами, что ведет к ухудшению качества имплантатов после спекания, также данный метод требует использования дорогостоящего криогенного оборудования, поскольку при измельчении наблюдается слипание порошка.

В представленной работе предложен метод получения мелкодисперсного композита поликапролактон/гидроксиапатит, основанный на снижении растворимости поликапролактона в растворителях при понижении температуры с использованием различных поверхностно-активных веществ для избежания агломерации порошка при выпадении.

Работа поддержана Минобрнауки, проект FSWW-2023-0007.

Список литературы

1. Yang Y., Wu H., Fu Q., Xie X., Song Y., Xu M., Li J. 3D-printed polycaprolactone-chitosan based drug delivery implants for personalized administration // *Materials and Design*. – 2022, 214. – <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2022.110394>.
2. Dorozhkin S.V. Functionalized calcium orthophosphates (CaPO₄) and their biomedical applications // *Journal of Materials Chemistry B*. – 2019. – 7 (47). – 7471–7489. – <https://doi.org/10.1039/c9tb01976f>.
3. Neto M.D., Oliveira M.B., Mano J.F. Microparticles in Contact with Cells: From Carriers to Multifunctional Tissue Modulators // *Trends Biotechnol. Elsevier Current Trends*. – 2019. – Vol. 37. – № 9. – P. 1011–1028.
4. DiNoro J.N. et al. Laser Sintering Approaches for Bone Tissue Engineering // *Polymers*. – 2022. – Vol. 14. – № 12. – P. 2336.
5. Choudhury N., Meghwal M., Das K. Microencapsulation: An overview on concepts, methods, properties and applications in foods // *Food Front. John Wiley & Sons, Ltd, 2021*. – Vol. 2. – № 4. – P. 426–442.
6. Pohlmann A.R. et al. Poly (ϵ -caprolactone) microcapsules and nanocapsules in drug delivery // *Expert Opin Drug Deliv. Expert Opin Drug Deliv*. – 2013. – Vol. 10. – № 5. – P. 623–638.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ И АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ ПОКРЫТИЙ ИЗ АЦЕТАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ БИОМЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТИТАНА

В. Р. Букал, А. Д. Бадараев, Туан Хоанг Тран, Фруэ Йоханнес Кристоф,
С. И. Твердохлебов, Свен Рутковский

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент С. И. Твердохлебов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
vrb2@tpu.ru

Введение. В последние годы биосовместимые покрытия на основе полимеров природного происхождения для медицинских изделий стали объектом широкого изучения, так как они позволяют проводить функционализацию поверхности, не ухудшая их механические свойства. Помимо этого, в полимеры можно загружать

антибиотики, что позволяет придавать покрытиям пролонгированные антибактериальные свойства. По этой причине разработка технологий формирования таких покрытий является актуальной.

Теоретическая часть. Технология электро-распыления полимерных растворов позволяет