

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕТОНАЦИОННЫХ НАНОАЛМАЗОВ,
СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ КАТИОННЫМИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ
ВЕЩЕСТВАМИ, ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

Григорьев Д.В. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

Сивцов Е.В. (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»)

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Успенская М.В.

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Введение. В последние годы нанотехнологии нашли применение в различных областях электроники, фотоники, оптики, биомедицины. Возможность использования наночастиц в разнообразных областях связана с их особыми физико-химическими свойствами. Тем не менее их склонность к агрегации приводит к снижению их эффективности, что в свою очередь понижает потенциал их применения. Для решения этой проблемы были разработаны различные методы модификации поверхности и стабилизации наночастиц. Большинство из них основано на использовании добавок, таких как поверхностно-активные вещества, полимеры (ацетат целлюлозы, карбоксиметил целлюлозы) и др. Эти добавки позволяют эффективно контролировать размер наночастиц и повышают стабильность их дисперсий. Детонационные наноалмазы (ДНА) обладают уникальной комбинацией биологически значимых свойств, которые обеспечивают им преимущества по сравнению с другими наночастицами. ДНА применяются во множестве клинических приложений от терапии рака до доставки генов [1]. Основным требованием в этом случае является биосовместимость. Исследования *in vitro* показали, что ДНА не являются цитотоксичными в клеточных линиях нейробластомы и макрофагов. В сравнительном исследовании было показано, что ДНА являются наиболее биосовместимым наноразмерным материалом на основе углерода. Кроме этого ДНА обладают прооксидантным эффектом, который обуславливает антимикробную активность.

Сополимеры акриловой кислоты с акриламидом представляют собой основу для нетоксичных гидрогелей за счет их способности поглощать большие объемы жидкости. Благодаря отсутствию токсичности данные гидрогели могут использоваться в качестве раневых повязок. Однако сами гели не обладают терапевтическим эффектом и характеризуются низкими физико-механическими свойствами. Введение ДНА в состав гидрогеля поможет решить обе эти проблемы.

Основная часть. В работе представлен способ создания полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе акриловых гидрогелей и наноразмерных частиц (на примере ДНА). Известно, что гидрозоли наночастиц обладают очень низкой устойчивостью, что ведет к агрегации частиц [2]. Размер первичных частиц ДНА 5 – 10 нм. В случае ДНА также происходит слипание частиц, что ведет к образованию агрегатов размерами 1 - 10 мкм. Для создания ПКМ, наполненного высокодисперсными частицами ДНА были использованы катионные поверхностно-активные вещества (ПАВ) (использовался тетрабутиламмоний бромид). Поверхность ДНА заряжена отрицательно, что обеспечивает наилучшее взаимодействие частиц с положительно заряженным ПАВ. Тетрабутиламмоний бромид (ТБАБ) проявляет антисептические свойства, поэтому его использование позволит усилить антимикробное действие синтезированного ПКМ.

Тот факт, что ТБАБ взаимодействует с частицами своей заряженной гидрофильной частью, приводит к тому, что на поверхности оказываются гидрофобные радикалы. Несмотря на то, что выбранный ПАВ обладает достаточно короткими гидрофобными радикалами, их адсорбция на поверхности ДНА приводит к еще большей агломерации частиц в полярных растворителях. Поэтому обработку частиц ДНА ПАВ-ом проводили в бензоле, действуя на систему ультразвуком в течение 30 часов. В результате удалось получить частицы размером 10-20 нм.

Выводы. Синтезированные полимерные композиционные материалы могут использоваться в качестве перевязочных средств. Благодаря своим высоким сорбционным характеристикам они способны поглощать экссудат, выделяющийся с поверхности раны или ожога, способствуя более быстрому заживлению поврежденной ткани. При этом, благодаря введенному наполнителю и поверхностно-активному веществу данные гидрогели будут оказывать противомикробное действие. Также возможно введение в матрицу геля лекарственных веществ, которые будут либо усиливать противомикробное действие, либо оказывать другой терапевтический эффект.

Список использованных источников:

1. Shugalei I. V., Voznyakovskii A. P., Garabadzhiu A. V., Tselinskii I. V., Sudarikov A. M., Ilyushin M. A. Biological activity of detonation nanodiamond and prospects in its medical and biological applications // Russian Journal of General Chemistry. – 2013. – №. 5(83). – Pp. 851–883.
2. Mchedlov-Petrossyan N.O., Kriklya N.N., Laguta A.N., Osawa E. Stability of Detonation Nanodiamond Colloid with Respect to Inorganic Electrolytes and Anionic Surfactants and Solvation of the Particles Surface in DMSO–H₂O Organo-Hydrosols // Liquids. – 2022. – №. 2. – Pp. 196–209.