

УДК 678.744

## ТИКСОТРОПНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ АКРИЛОВЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ И ДЕТОНАЦИОННЫХ НАНОАЛМАЗОВ – ВОЗМОЖНАЯ ЗАМЕНА СУЩЕСТВУЮЩИХ ПЕРЕВЯЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ?

Григорьев Д.В. (ИТМО), Хоманец Е.В. (СПБГТИ(ТУ)) Сивцов Е.В. (СПБГТИ(ТУ))  
Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Успенская М.В.  
(ИТМО)

**Введение.** Многие из нас сталкивались с повреждениями кожи различной степени тяжести (порезы, ожоги, кожные заболевания и др.). В большинстве случаев лечение включает в себя использование лекарственных форм в виде мазей, гелей или кремов совместно с традиционными перевязочными средствами (бинтовыми и ватными материалами). Их применение обладает существенными минусами. Высыхание повязки ведет к болевым ощущениям при ее смене. Кроме этого значительная часть лекарственного вещества (ЛВ) впитывается в материал повязки. Также использование традиционных лекарственных форм сопряжено с флуктуацией концентрации ЛВ, что может снижать его эффективность. В некоторых случаях (повреждения труднодоступных мест: области между пальцами и различные подвижные места) традиционные перевязочные средства не могут обеспечить необходимого контакта ЛВ с поврежденной поверхностью. В связи с этим одним из перспективных направлений в медицине является создание перевязочных материалов, не обладающих перечисленными недостатками [1]. Влагоудерживающие материалы – гидрогели – активно применяются в медицине и косметологии. Они представляют собой трёхмерные полиэлектролитные сетки, способные поглощать большие объёмы жидкостей. Гидрогелевые повязки могут использоваться для лечения различных повреждений кожи. Изолируя рану от внешней среды и создавая барьер для микроорганизмов, они остаются проницаемыми для кислорода. Наиболее ценными являются гидрогели, обладающие тиксотропными свойствами, способные восстанавливать свою структуру и свойства после приложенной критической нагрузки. Такие самовосстанавливающиеся материалы дают возможность наносить их путём инъекций на труднодоступные участки тела для заполнения полости неправильной формы или для формирования покрытия на поверхности при тканевой инженерии. Наполненные определенным ЛВ, гидрогели могут стать отличным способом доставки этого ЛВ к поверхности раны. Такие перевязочные материалы также обладают рядом преимуществ по сравнению с классическими перевязочными средствами: безболезненная смена повязки, отсутствие флуктуаций концентрации ЛВ (обеспечивают пролонгированное действие введенного в них лекарственного вещества), обезболивающий эффект благодаря прохладной поверхности.

**Основная часть.** Примером гидрогелей, используемых в медицинских целях, могут быть гидрогели на основе акриловых мономеров (акриламид и акриловая кислота). Данные материалы достаточно дешевы, обладают высокой сорбционной емкостью, могут изменять свои свойства под действием внешних факторов и являются нетоксичными. Два существенных минуса, ограничивающих их применение – это низкие физико-механические свойства и отсутствие собственной биологической активности.

Более полувека назад детонационным методом были получены наноалмазные частицы. Детонационные наноалмазы (ДНА) обладают уникальной комбинацией биологически значимых свойств, которые обеспечивают им преимущество по сравнению с другими наночастицами. Было показано, что ДНА являются наиболее биосовместимым наноразмерным материалом на основе углерода. ДНА обладают прооксидантным эффектом, который обуславливает антимикробную активность [2]. На поверхности ДНА находятся различные функциональные группы, которые обеспечивают конъюгацию с макромолекулами и различными биологически-активными веществами. Благодаря этим свойствам введение ДНА в полимерную матрицу на основе акриловых гидрогелей может стать ключом к

одновременному улучшению физико-механических характеристик и приданию данным материалам биологической активности

**Выводы.** В работе были синтезированы ПКМ на основе акриловых гидрогелей и наноалмазных частиц. Для подтверждения тиксотропных свойств полученных материалов проводилось реологическое исследование с использованием реометра MCR302 Anton-Paar. Была синтезирована серия из 7 образцов, отличающихся содержанием наполнителя (0-0,75 масс.% к сухому полимеру). В ходе эксперимента были получены зависимости динамических модулей  $G'$  и  $G''$  от времени. Каждый из трех участков кривых отличался режимом воздействия (рост амплитуды – выдержка при максимальной амплитуде осцилляций – уменьшение амплитуды до первоначального значения (все при постоянной частоте 1.5 Гц)). Восстановление модуля упругости системы на третьем участке, свидетельствует о тиксотропных свойствах системы.

Также были исследованы сорбционные характеристики и кинетика набухания данных гидрогелей в различных растворителях и при разной температуре. Было показано, что с увеличением содержания ДНА в образцах, увеличивается и сорбционная емкость.

#### **Список использованных источников:**

1. Brandon V.S., Shahana S.K., Omar Z.F., Ali K., Nicholas A.P. Hydrogels in regenerative medicine // *Advanced materials*. 2009. Vol. 21, P. 3307-3329.
2. Shugalei I. V., Voznyakovskii A. P., Garabadzhiu A. V., Tselinskii I. V., Sudarikov A. M., Pyushin 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.