**Получение термообратимых биосовместимых гидрогелевых чернил для 3d-печати на основе i-каррагинана для тканевой инженерии и регенеративной медицины**

***Полетаева П.А.1, Захарова В.А.1, Кильдеева Н.Р.1,Гордеев В.В.2***

*Студент, 4 курс бакалавриата*

*1ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», Кафедра химической технологии полимерных материалов и нанокомпозитов, Москва, Россия*

*2PharmPrint, Москва, Россия*

*E-mail: [poli.polet@mail.ru](mailto:poli.polet@mail.ru)*

3D-печать – это технология воспроизводимого аддитивного формирования трехмерного объекта с высокой геометрической точностью в соответствии с его исходной цифровой моделью. Одной из главных стратегических задач в этой области является поиск новых материалов и расширение технологических подходов реализации процессов их производства. Так, в области тканевой инженерии, наибольший интерес представляет возможность использования в качестве «чернил» гидрогелей и/или концентрированных растворов биосовместимых полимеров, удовлетворяющих технологическим требованиям аддитивного производства. Уникальные свойства биополимеров, в том числе возможность связывания большого количества воды, позволяют напечатанным гидрогелевым структурам имитировать мягкие ткани, обеспечивая непрерывное поступление питательных веществ, способствуя функционированию инкапсулированных в полимерной матрице клеток.

Целью данной работы является расширение ассортимента используемых материалов и адаптация новых технологических подходов для прецизионной инжекционной поршневой 3D-печати, путем создания «умных» гидрогелевых чернил на основе связанного феруловой кислотой (ФК) i-каррагинана. Введение ФК не только повышает термообратимую гибкость и организацию сетки, при переходе гель-раствор-гель, но и придает конечному изделию противовоспалительную, антиагрегантную, антибактериальную, противовирусную активность.

В качестве объектов исследования использовали растворы i-каррагинана Type II (Sigma, США), различной концентрации (от 2 до 3 масс.%.). Изучены концентрационные зависимости температуры гелеобразования и динамической вязкости и их влияние на процессы структурообразования при получении термообратимых чернил для 3D-печати, с использованием вибровискозиметра SV-10 (AND, Япония). Установлена величина гистерезиса. Для определения прочности гелей, оценивали сопротивление деформации гидрогелевых систем в условиях одноосного сжатия при постоянной нагрузке 5 kN на универсальной испытательной машине Инстрон 5965 (Instron, Великобритания).

Определены значения температуры и рН, установлены оптимальные мольные соотношения связывания i-каррагинана феруловой кислотой. Рассчитаны значения энергии активации процесса гелеобразования при разном содержании ФК (от 0,025 до 0,5 моль/моль). Выявлено различие между температурой гелеобразования и температурой плавления, полученной с использованием термогравитрического анализатора SDTQ50 (Thermo, США), как для исходных, так и для сшитых образцов. Зафиксировано увеличение показателей напряжения и деформации при сжатии для связанных ФК систем. Влияние ФК на структуру полимерной цепи каррагинана оценивали методом Фурье-ИК спектроскопии. Определены оптимальные параметры 3D-инжекционной печати гидрогелевых структур на установке компании (PharmPrint, Россия).

Такой подход к адаптации гидрогелей на основе системы i-каррагинан-феруловая кислота открывает новые возможности для проектирования и производства трехмерных тканевых 3D-конструкций с топографической, биологической и биомеханической совместимостью с живыми тканями.