**Оценка физико-механических характеристик полимерного композиционного материала на основе полилактида и гидроксиапатита кальция для 3D-печати**

***Тобонова Т.И. Тимофеева Н.Ф.***

*Студент, 5 курса специалитета*

*ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»,*

*институт естественных наук, химическое отделение Якутск, Россия*

*E-mail:* [*tatiana.tobonova24@mail.ru*](mailto:tatiana.tobonova24@mail.ru)

Полилактид в настоящее время является одним из ведущих биодеградируемых материалов, применяемых в медицинских целях. Используя 3D-технологии и биодеградируемые полимерные композиты, разработка различных систем крепления для остеосинтеза костей человека и животных представляет собой актуальный и перспективный метод.

Объектами исследования являются полилактид марки 4043D «Nature Works» (США), агрегатное состояние - гранулы белого цвета, плотность – 1,238 г/см3 и гидроксиапатит кальция Ca10(PO4)6(OH)2 (Aromarti, Россия, Zhejiang Cathaya Light Products, Китай) – белый порошок, без запаха, твердость по шкале Мооса - 5.

Технология переработки материала была отработана с помощью экструдера Plastograph EC Plus (Brabender, Германия). Полилактид и гидроксиапатит кальция предварительно сушили в течение 3-х часов при температуре 80 оС в печи «ЭКРОС» ПЭ-0041 (Россия), с последующим перемешиванием в растворе хлороформа в соотношении ПЛА : ГАК 80 масс.%:20 масс.%. Из полученной массы экструдировали филаменты с диаметром 1,75 мм. Образцы для испытаний представляют собой лопатки из чистого экструдированного ПЛА, распечатанного ПЛА на 3D-принтере «AnyCubic Mega X» (Anycubic, Китай) методом FDM с диаметрами печатающей нити 0,1 и 0,2 мм с заполнением 60%, 80%, 100%, а также образцы распечатанного композита на основе ПЛА и ГАК с 100% заполнением согласно ГОСТ 11262-2017 [1].

Исследования физико-механических свойств образцов проводились на испытательной машине «Autograph» (Shimadzu, Япония), при комнатной температуре, скорость движения подвижных захватов - 5 мм/мин.

Термодинамические свойства испытали методом дифференциальной сканирующей калориметрии DSC 204 F1 Phoenix (NETZSCH, Германия) (погрешность не более +0,1%).

Структурные свойства исследовали методом ИК-спектроскопии с Фурье-преобразованием на ИК-спектрометре 7000 FT-IR (Varian, США) и сканирующей электронной микроскопией «JEOL JSM- 7800F» (JEOL, Япония).

Выяснено, что чистый филамент диаметром 0,1 мм и с заполнением в 80% обладает оптимальными характеристиками для 3D-печати. Также при добавлении наполнителя ГАК параметры предела прочности при 25% деформации и модуля упругости увеличиваются на 16 и 33 % соответственно [2,3].

Исследование методом ДСК показало, что исходный ПЛА обладает двумя эндотермическими пиками в диапазоне от 61 до 65 оС, соответствующими температуре стеклования, и от 144 до 155 оС, соответствующими температуре плавления. Кроме того, в диапазоне от 100 до 130 оС наблюдается экзотермический пик кристаллизации. На графике композита отмечается один экзотермический пик кристаллизации в интервале от 100 до 115 оС и два эндотермических пика в диапазонах от 59 до 62 оС и от 144 до 156 оС, соответствующих пикам стеклования и плавления. Следует отметить, что степень кристалличности композита повысилась до 24 %.

ИК-спектры исходного ПЛА фиксируют фрагменты, характерные модам полилактида. На ИК-спектрах композита ПЛА/ГАК видно, что при введении наполнителя в ПЛА не образуются новые пики.

**Литература**

1. ГОСТ 11262-80-2017. Пластмассы. Метод испытания на растяжение. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 2018 – 24 с.