

Список литературы

1. Иваницкий В.В., Класен П.В., Новиков А.А. и др. *Фосфогипс и его использование.* – М.: Химия, 1990. – 224с.
2. Болдырев В.В. // *Механохимия твердых неорганических веществ. Успехи химии*, 1971. – Т.40. – №10. – С.1835–1856.

ПОЛУЧЕНИЕ МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ ИМПЛАНТАТОВ НА ОСНОВЕ КАЛЬЦИЕВОФОСФАТНЫХ КОМПОЗИТОВ С ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕЙ

Н.Е. Торопков, Н.С. Антонкин

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.И. Верещагин; д.т.н., профессор Т.С. Петровская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, zerogooff@gmail.com*

В настоящее время обширные дефекты костей (например, при онкологии) требуют использования имплантатов со сложной геометрией, которую можно получить при помощи совмещения комплекса рентгеновской томографии, моделирования и 3D-печати индивидуальных имплантатов для каждого пациента. В этом плане перспективными материалами считаются полимеры (и их композиты на основе биокерамики), особенно, полилактидов и других биорезорбируемых полимеров [1]. Срастание костной ткани со структурой трехмерного имплантата значительно повышает механическую прочность биокомпозита «имплантат-кость».

Цель работы: разработать серию композитов на основе синтезированных фосфаты кальция – L,D-полилактид, пригодных для печати на принтере по технологии FDM, имеющих достаточную прочность для использования их в имплантатологии.

Ключевым компонентом композита является синтетический гидроксиапатит (ГА), полученный по ранее разработанной технологии и эффективный с точки зрения физиологии биокерамический образец [2]. В эксперименте использовался L,D-полилактид с молекулярной массой не менее 100 г/моль [3].

Выяснено, что L,D-полилактид при контакте с ГАП, имеет слабую адгезию. Учитывая, предъявляемое минимальное напряжение сжатия материала не должно быть менее 70 МПа предельная концентрация в чистом композите ГАП-ПЛА составляет 10–12%, удовлетворяющая механической надежности имплантата (рис. 1.) При уменьшении среднего размера частиц в перспективе можно достичь большей концентрации в

чистом композите. Данное содержание в композите в полимере не носит регулирующего характера в резорбции и вносит малый вклад.

Исследования показали, что увеличение содержания ГАП в чистом композите с ПЛА, приводит к уменьшению прочности экспоненциально, поэтому нами были подобраны пластифицирующие и стабилизирующие добавки, для упрочнения конечных свойств композита, а также улучшения реологических свойств шликера при печати на 3d-принтере. Сами добавки являются нетоксичными для организма, но и будучи введенными в композит, снижают риск отторжения, и повышают (в теории) приживаемость имплантата. Так, например, глицерин служит питательной средой для образования новых клеток, а ацетат серебра несет обеззараживающую функцию, препятствуя полимеру вбиранию в себя клеток и образование злокачественных.

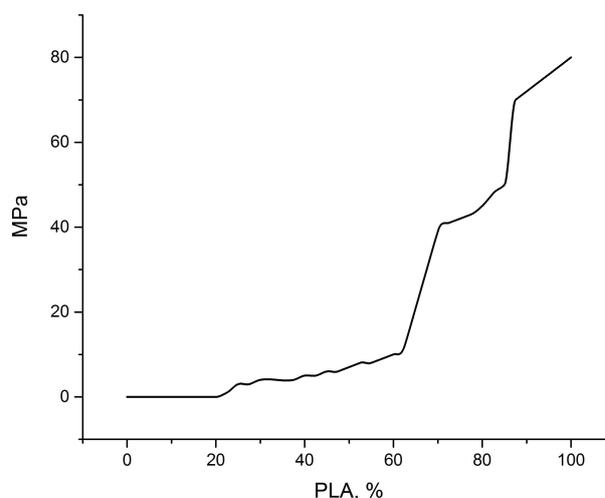


Рис. 1. Зависимость прочности композита ГАП-ПЛА

Список литературы

1. Rittweger J., Beller G., Ehrig J., Jung C., Koch U., Ramolla J., Schmidt F., Newitt D., Majumdar S., Schiessl H., Felsenberg D. *BONE-MUSCLE STRENGTH INDICES FOR THE HUMAN LOWER LEG. BONE* Elsevier Science Publishing Company, Inc., 2000.– Vol.27.– №2.– P.319–326
2. N.E. Toropkov et al *Influence of synthesis conditions on the crystallinity of hydroxyapatite obtained by chemical deposition 2016 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.– Vol.156.– №1.– P.6–13.*
3. V.N. Glotova, T.N. Bikhullina, A.E. Lukianov, V.T. Novikov, *LACTIDE AND LACTIC ACID OLIGOMER SOLUBILITY IN CERTAIN SOLVENTS, Petroleum & Coal Volume 58, 2016, Issue 5 „New directions for development of petrochemical technology”.– P.585–589.*

РАЗРАБОТКА СОСТАВА ГИПСОЦЕМЕНТНО-ПУЦЦОЛАНОВОГО ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭКСТРУДЕРА

А.О. Торшин, И.В. Корчунов, А.М. Ахметжанов
Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.Н. Потапова

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
125480, Россия, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев 20, antoni-94@mail.ru

В последние годы всё больше сфер производства автоматизируется, так как это гораздо выгоднее и безопаснее чем то, где главным орудием является сам человек. Строительство – одно из немногих производств, которые не прошли автоматизацию.

Но и в этой сфере появляются идеи и разрабатываются способы автоматизации производства. 3D-печать различных сооружений является одной из таких перспектив. Основой работы 3D-принтера является технология послойного экструдирования. Принцип строительства очень простой: 3D-принтер «заполняют» бетонной смесью, и затем осуществляется процесс трехмерной печати, когда слой за слоем формируется заданная конструкция. Нижние слои постепенно уплотняются, что дает им возможность выдерживать все более увеличивающийся вес кон-

струкции [1].

Следовательно, существуют особые требования, предъявляемые к составу рабочей смеси. Она должна обладать тиксотропными и адгезионными свойствами, быть удобоукладываемой принтером и в то же время не растекаться под воздействием последующих слоёв.

Изучив данные о составах рабочих смесей для 3D-печати, на первом этапе целью было поставлено разработать состав на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем (ГЦПВ). Состав ГЦПВ был выбран по результатам ранее проведенных исследований [2].

Для достижения требуемых свойств рабочей смеси были исследованы добавки классов: гиперпластификатор (ГП), эфир целлюлозы (ЭЦ), релаксанты (РПП) и различные волокна (В).

Таблица 1. Свойства гипсоцементно-пуццоланового камня

Добавка к ГЦПВ	Свойства				
	Сроки схватывания, мин.		Пористость, %	Водостойкость, K_p	Потеря прочности камня, % после 20 циклов замораживания-оттаивания
	начало	конец			
–	5	12	15,2	0,78	31,6
ГП	7	14	7,2	0,92	14,1
ЭЦ	14	25	17,3	0,71	59,4
РПП	7	13	10,1	0,88	8,9
В	7	12	11,3	0,90	15,9
Комп	11	22	8,2	0,92	11,1