

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА  
НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА И ПРИРОДНОГО ПОЛИМЕРА**<sup>1</sup>С.А. Мельникова, <sup>2</sup>О.А. ГуроваНаучный руководитель: <sup>2</sup>Е.А. Зеличенко, к.т.н., <sup>1</sup>Б. С. Зенин, к.ф.-м.н., доц.<sup>1</sup>Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30,<sup>2</sup>СТИ НИЯУ МИФИ, г. Северск, пр. Коммунистический, 65.

E-mail: bosezen@tpu.ru

В настоящее время важнейшей задачей медицинского материаловедения является разработка и технология получения материала, химический и фазовый состав которого обеспечивал бы оптимальные условия для восстановления и замены поврежденной кости. Имплантат в виде (активного) источника необходим для построения элементов костной ткани, так чтобы первоначально осуществлять опорную функцию [1,2].

Только за последние 30 лет использовано более 40 различных материалов для лечения, восстановления и замены более 40 различных частей человеческого тела, включая кожные покровы, мышечную ткань, кровеносные сосуды, нервные волокна, костную ткань [1]. Правильный подбор материала, являющегося формообразующим элементом и клеточным субстратом при создании биоискусственных органов, – основа успеха заместительной терапии [3].

Цель настоящего исследования – изучить физические и механические свойства композиционного материала на основе

гидроксиапатита и природного полимера, а так же исследовать структуру и морфологию поверхности образцов.

Для создания композита использовали ультрадисперсный биологический гидроксиапатит (ГА), полученный из костей сельскохозяйственных животных. В качестве связующего органического матрикса применяли природный полимер. Исследуемые образцы получены путем активного перемешивания порошка ГА и полимера в определенных соотношениях.

Исследования структуры и элементного состава проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа высокого разрешения JSM-7500FA с разрешением до 1 нм. Плотность определяли гидростатическим методом на аналитических весах ТУР ВА – 33. Микротвердость измеряли на установке ПМТ–3.

Особенностью биологического ГА является стабильный сбалансированный микроэлементный состав, характерный для костного минерала [3], что подтверждают результаты элементного анализа, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Элементный состав композиционных материалов на основе ГА и природного полимера

Хим.Эл.	ГА/П	O	Ca	P	Mg	Si	S	Cl	K	Na	Zn	Σ
Обр.№1	60/40	36.84	19.92	16.41	5.93	2.85	0.29	6.94	1.08	3.76	5.98	100.00
Обр.№5	95/5	46.84	12.68	12.79	5.76	4.01	3.00	2.83	1.50	8.11	2.48	100.00

Исследуемые образцы получены простым формованием: № 1,5 в виде таблеток, а № 2,3 в виде стержней. Образец № 4 получен методом

прессования под давлением  $P = 2.03 \cdot 10^5$  Па. (Рисунок 1).



Рис. 1. Макроструктура исследованных образцов

Из рисунка 1 видно, что исследуемые композиты пористы и неоднородны.

На рисунке 2 представлены графики зависимости плотности и микротвердости от процентного содержания полимера.

Из рисунка 2(а) видно, что микротвердость образцов повышается с увеличением количества связующего органического матрикса.

Такое поведение микротвердости хорошо согласуется с зависимостью плотности от количества полимера.

Анализ рисунка 2(б) показывает, что с увлечением содержания полимера плотность материала возрастает. Вероятно, это связано с пористой структурой материала, то есть чем больше полимера, тем в большей степени заполняется пространство между частицами ГА.

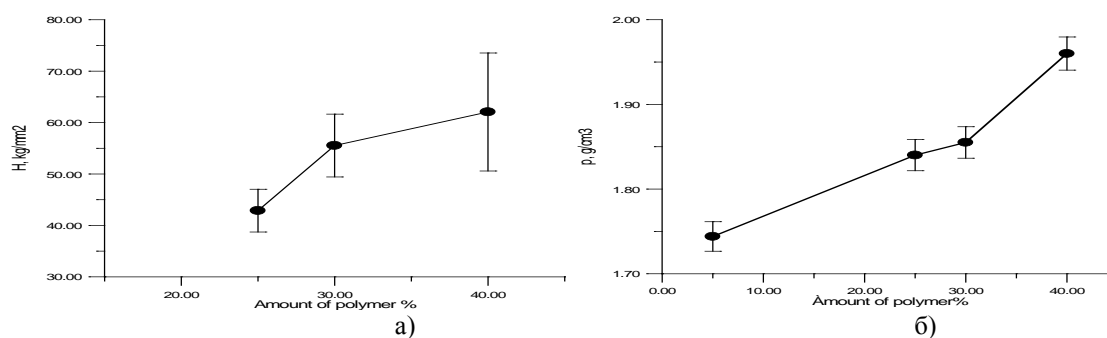


Рис. 2. Результаты исследования образцов: а) микротвердость; б) плотность

Структура образцов № 1 и № 5 представленная на микрофотографиях (рисунок 3, 4) показывает, что исследуемые образцы представляют собой

среднепористый материал с высокой удельной поверхностью и средним размером пор близким к 3 мкм.

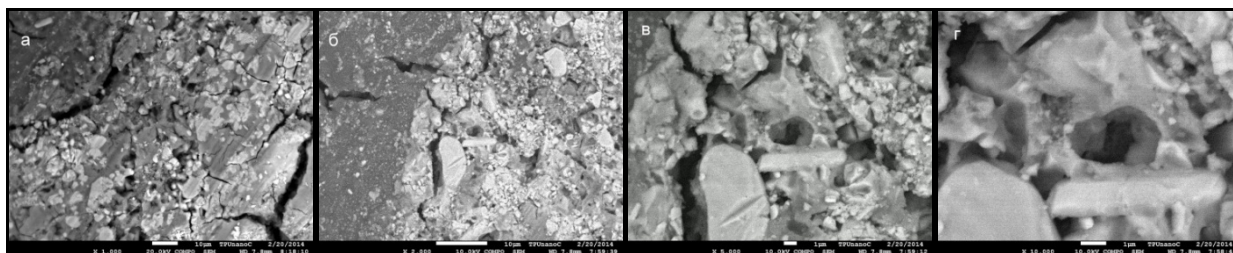


Рис. 3. Микрофотографии образца №1, выполненные при различном увеличении: а) x1000, б) x2000, в) x5000, г) x10000

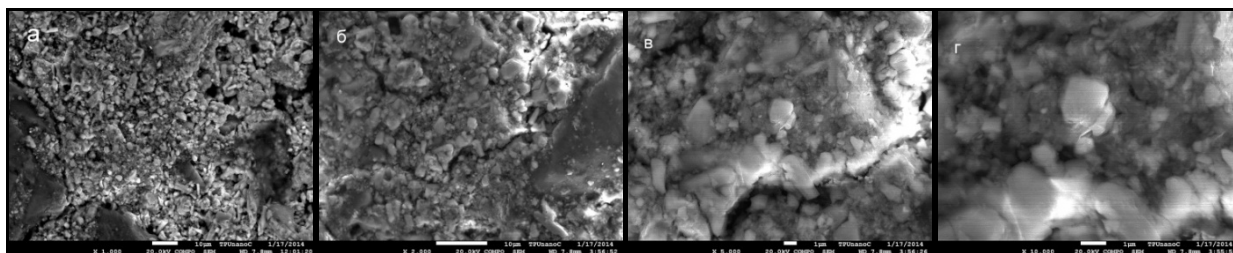


Рис. 4. Микрофотографии образца №5, выполненные при различном увеличении: а) x1000, б) x2000, в) x5000, г) x10000

Наблюдаемая поверхность имеет высокую степень шероховатости, величина которой понижается с увеличением относительной доли

вводимого количества полимера (образец №1 – 40%, образец №5 – 5%).

#### Выводы:

Результаты сканирующей электронной микроскопии объясняют образование адгезионных связей, где полимер выступает в качестве клеящего компонента в композите.

Исследуемый композиционный материал обладает высокой пористостью и шероховатостью, что является одним из главных условий формирования хорошей адгезии для

костного имплантата. Соотношение компонентов в исследуемом материале влияет на физико-механические свойства получаемого композита, что позволяет решать различные задачи применения предлагаемого материала.

Таким образом, данный материал может быть использован для образования новой костной ткани, так как его компоненты по химическому составу близки к составу материала костей.

#### Список литературы:

1. Путьяев В.И. Современные биокерамические материалы // Соросовский образовательный журнал - 2004. - Т. 8 - №1. - С.44-50.
2. Сафронова Т.В., Путьяев В.И. Медицинское неорганическое материаловедение в России: кальцийфосфатные материалы // наносистемы: физика, химия, математика – 2013. - 4 (1). - С. 24–47.
3. Зеличенко Е.А. Разработка защитных биосовместимых керамических и полимерных покрытий на поверхности титана: Дис. на соиск. уч. ст. кандидата тех. наук – Северск, 2011