

Совет молодых ученых российской академии наук
Координационный совет по делам молодежи в научной и образовательной сферах
при Совете при Президенте Российской Федерации по науке и образованию

ШЕСТОЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ С МЕЖДУНАРОДНЫМ
УЧАСТИЕМ "НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

ТОМ I

Секция 1 «Конструкционные материалы»

Секция 2 «Биоматериалы и технологии»

Секция 3 «Наноматериалы и нанотехнологии»

Секция 4 «Экспериментальные методы исследований материалов и конструкций»

Москва

23-27 ноября 2020 г.

УДК 669.01.

ББК 34.24

Н 76

Н76 ШЕСТОЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ "НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ". Москва. 23-27 ноября 2020 Г./ Сборник материалов. ТОМ I – М: ЦЕНТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ (АНО ЦНТР), 2020 г., 1034 с.
ISBN 978-5-6043996-2-7

ISBN 978-5-6044699-2-7



© Коллектив авторов

3. Michael Heiden, Emily Walker and Lia Stanciu Magnesium, Iron and Zinc Alloys, the Trifecta of Bioresorbable Orthopaedic and Vascular Implantation - A Review. J Biotechnol Biomater. 2015, Volume 5 • Issue 2 • 1000178
4. D. Vojtech, J. Kubasek, J. Capek, et al., Corrosion and mechanical behavior of biodegradable metallic biomaterials, Solid State Phenomena, 2015, pp. 431-434.

БИОКЕРАМИКА В СИСТЕМЕ $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ **BIOCERAMICS IN THE SYSTEM $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ FOR BONE TISSUE REGENERATION**

Каймонов М.Р.¹, Сафронова Т.В.¹, Тихомирова И.Н.², Шаталова Т.Б.¹

Kaimonov M.R., Safronova T.V., Tikhomirova I.N., Shatalova T.B.

¹ Россия, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет наук о материалах, Ленинские горы, д. 1, стр. 73, Москва, 119991, M.R.Kaimonov@yandex.ru

² Россия, Российский химико-технологический университет имени Д.И.Менделеева, Миусская площадь, д. 9, Москва, 125047, tichom_ots@mail.ru

Все биоматериалы независимо от места применения и назначения должны соответствовать следующим требованиям: биосовместимость, биорезорбируемость/биорезистивность, обладать достаточной прочностью, микропорами и макропорами. Развитие современных технологий побуждает искать новые экономически выгодные подходы получения биоматериалов или совершенствовать традиционные. Так, например, получение материалов в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ основано на традиционном охлаждении расплава и золь-гель технологии, однако данные подходы экономически затратны и многостадийны. Применение водного раствора силиката натрия $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$ (ВРСН) в качестве связующего при создании биосовместимых керамических материалов на основе порошков синтетических фосфатов кальция (ФК) в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ позволяет устранить эти недостатки.

Целью работы являлось создание керамических биоматериалов с неорганической полимерной матрицей и кальцийфосфатным наполнителем обжигом образцов, сформованных из высококонцентрированных суспензий гидроксиапатита, трикальцийфосфата и пирофосфата кальция в водном растворе силиката натрия.

Водный раствор силиката натрия с силикатным модулем n ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$)=2.87 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2.87\text{SiO}_2$) использовался в качестве связующего и прекурсора неорганической полимерной матрицы. В качестве наполнителя выступали синтетические порошки фосфатов кальция: гидроксиапатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (Ca/P=1.67), трикальцийфосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (Ca/P=1.5), пирофосфат кальция $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ (Ca/P=1). Дополнительно в состав порошковой смеси добавляли карбонат натрия Na_2CO_3 и оксид кальция CaO .

В работе были получены прекерамические полуфабрикаты в форме балочек литьем в силиконовые формы. Фазовый состав образцов после формования, затвердевания и сушки по данным РФА был представлен продуктами взаимодействия CaO и Na_2CO_3 с ВРСН и соответствующим ФК (гидроксиапатитом $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, трикальцийфосфатом $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ или пирофосфатом кальция $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$). Данные РФА позволяют предположить отсутствие реакции между ФК и ВРСН на данных стадиях.

Керамические материалы после обжига при 1000°C включали натрий кальциевый силикат $\text{Na}_6\text{Ca}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$ и β -ренанит $\beta\text{-NaCaPO}_4$. Геометрическая плотность материалов для всех образцов после обжига при 1000°C составила 0.76 – 0.78 г/см³, а прочность на сжатие 2.5 – 3.5 МПа.

Установлено, что высококонцентрированные суспензии ФК в водном растворе силиката натрия с дополнительными добавками могут быть использованы для послойного экструзионного формования простых 3-х мерных геометрических фигур, и соответственно могут быть применены для создания имплантата заданной архитектуры керамического скелета с использованием экструзионной 3D-печати.

Таким образом, высококонцентрированные суспензии ФК в водном растворе силиката натрия с дополнительными добавками могут быть рекомендованы для получения пористых композиционных биоматериалов с заданным фазовым составом в 4-х компонентной оксидной системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SiO}_2$.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-29-11079.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ КОСТНЫХ ИМПЛАНТАТОВ НА ОСНОВЕ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ПУЧКОВО-КЛАСТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ INVESTIGATION OF SURFACE MODIFICATION OF ORTHOPAEDIC TITANIUM IMPLANTS USING CLUSTER BEAM TECHNOLOGY

Камынина О.К.¹, Сосин Д.В.²

Kamynina O.K., Sosin D.V.

¹ Россия, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова Российской академии наук, sci-secretary@ism.ac.ru

² Россия, Национальный Исследовательский Ядерный Университет МИФИ. Обнинский институт атомной энергетики. НИЯУ МИФИ ИАТЭ

Повышение биосовместимости и остеоинтеграции хирургических костных имплантатов и снижение риска повторного хирургического вмешательства имеет первостепенное значение как для улучшения результатов лечения пациентов, так и для снижения связанных с этим финансовых расходов на здравоохранение и социальные расходы [1].

Топография поверхности, как было упомянуто ранее, является одним из ключевых факторов успеха на начальной стадии формирования кости после имплантации. Исследования показали, что шероховатые поверхности имплантатов с нано- и микро-топографией способствуют большему уровню активации клеток, чем гладкие поверхности [2].

Цель данной работы – определение влияния режимов кластерно-пучковой обработки материалов для костных имплантатов на основе титановых сплавов (титан Grade 4, $\text{Ti}_6\text{Al}_7\text{Nb}$).

Обработка поверхности титановых материалов проводилась кластерами аргона Ar_N^+ , $N=1000, 2500$ с энергией 10–30 кэВ. Полученный рельеф поверхности исследовался методами сканирующей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии (Femto Scan Online) и оптической профилометрии (SNeox).

Проведены измерения углов смачивания поверхности материалов после пучково-кластерной обработки (доза облучения = 5×10^{16} атом/см²). Установлено заметное увеличение гидрофильности поверхности дисков из титана Grade 4 и сплава $\text{Ti}_6\text{Al}_7\text{Nb}$.