

4. Продолжительность спекания незначительно влияет на физико-механические свойства материала, в связи с этим экономически целесообразно выбирать время от 1 до 2 часов;

Таким образом, мы можем выбрать наиболее оптимальный режим изготовления материала, при котором материал будет обладать высокими механическими и триботехническими свойствами при сохранении достаточного уровня остаточной пористости: давление прессования = 600 МПа; температура спекания = 1300°C; время спекания = 1-2 ч;

При данных условиях изготовления материал обладает следующими физико-механическими характеристиками: пористость = 26%; плотность = 5.9 г/см³; модуль упругости = 150 ГПа; микротвердость = 1,7 ГПа. В исследованных интервалах нагрузок и скоростей скольжения коэффициент трения данного материала находится в пределах от 0,43 до 0,55. По сравнению с пористым железом данная композиция из смеси железа и титана может эффективно работать при более высоких скоростях скольжения и нагрузках.

Список литературы

1. Металлы и сплавы : справочник / В. К. Афонин, Б. С. Ермаков, Е. Л. Лебедев и др; под ред. Ю. П. Солнцева. - СПб. : Проффессионал, 2006. -с.779;
2. Матренин С.В., Слосман А.И., Мячин Ю.В. Электроразрядное спекание железо-титанового антифрикционного сплава. //Известия Томского политехнического университета, 2005. - т.308 - № 4. - с. 74-77;
3. Кивало Л.И., Григоренко Н.Ф., Скороход В.В. Контактное взаимодействие между жидкой и твердой фазами в дисперсной системе титан-железо // Пор. мет. 1988.-№9.- с. 25-28;
4. Бабец Н. В. Композиционные пористые материалы на основе железа и их применение в узлах трения / Н. В. Бабец, Б. Н. Васильев, М. А. Исламов //Молодой ученный. -2011. - №5. Т.1. - с.54-56.

ВЛИЯНИЕ MgO НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ Al₂O₃-MgO

С.П. БУЯКОВА¹, А.А. ГЕРБЕР^{1,2}

¹Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: nastya.gerber91@mail.ru

INFLUENCE OF MGO ON A STRUCTURAL AND PHASE CONDITION OF CERAMIC COMPOSITES OF MEDICAL PURPOSE OF Al₂O₃.

S.P. BUYKOVA¹, A.A. GERBER^{1,2}

¹Tomsk polytechnic university; ²Institute of strength physics and material science SB RAS

E-mail: nastya.gerber91@mail.ru

Annatation. It have been studied properties of the ceramics with different contents MgO. Is studied influence of an additive of MGO on porosity and mechanical properties of composites of Al₂O₃-MgO. It

was show that the increase in quantity of MgO is followed by increase in volume of a pore space in composites.

Keywords: corundum, porosity, microstructure, compression strength.

Введение. В настоящее время среди биологически инертных материалов наибольшее распространение благодаря высокой химической стабильности, механической прочности, твердости и износостойкости получила керамика на основе оксида алюминия. Такие материалы в условиях длительного пребывания в организме человека сохраняют биохимические свойства, что способствует безреакционному вживлению и длительной эксплуатации, а также делает ее наиболее перспективной для применения в качестве костных имплантатов [1].

Цель работы – изучение влияния концентрации вводимого в спекаемую смесь оксида магния в количестве до 10 вес.% на пористость, усадку, характеристики микроструктуры и механические свойства спеченного материала.

Материалы и методика исследований. В качестве материалов для исследований был взят порошок окиси алюминия – глинозем марки ГОО, полученный методом кальцинацией гидроксида алюминия, и высокодисперсный порошок оксида магния, полученный методом обжига магнезита.

На основе исходных порошков были получены образцы керамики системы Al_2O_3 –MgO с соотношением компонентов (до 10 вес.% MgO) соответственно.

Смеси готовили при механической обработке в барабанной мельнице в течение 25 часов.

Получение образцов керамики производилось методом порошковой технологии и заключалось в прессовании порошков и последующем спекании прессовок. Исходные порошки указанных оксидов прессовали в стальной пресс форме при давлении 13 Мпа. Образцы изготавливали в виде цилиндров. Спекание прессовок осуществлялось на воздухе при температуре 1600°C с продолжительностью изотермической выдержки в течение часа.

Измерения среднего размера пор оценивались по микрофотографиям методом случайных секущих. По полученным данным строились распределения пор по размерам в виде гистограмм, зависимости среднего размера пор от пористости, определялись средние размеры пор.

Механические испытания на сжатие образцов керамики осуществляли на испытательной установке «DEVOTRANS» с постоянной скоростью нагружения 10 мм/сек. На основании полученных данных строилась зависимость предела прочности на сжатие от пористости.

Результаты и обсуждение. На рис.1 представлены снимки структуры порошка Al_2O_3 (а), снимок структуры порошка MgO (б) и распределение частиц по размерам в порошке (в, г) соответственно. Исходные порошки оксида алюминия и оксида магния состоят из агломератов пенообразной формы. Частицы порошка Al_2O_3 имеют широкое распределение по размерам (0-320 мкм), частицы порошка MgO – узкое распределение (0-40 мкм).

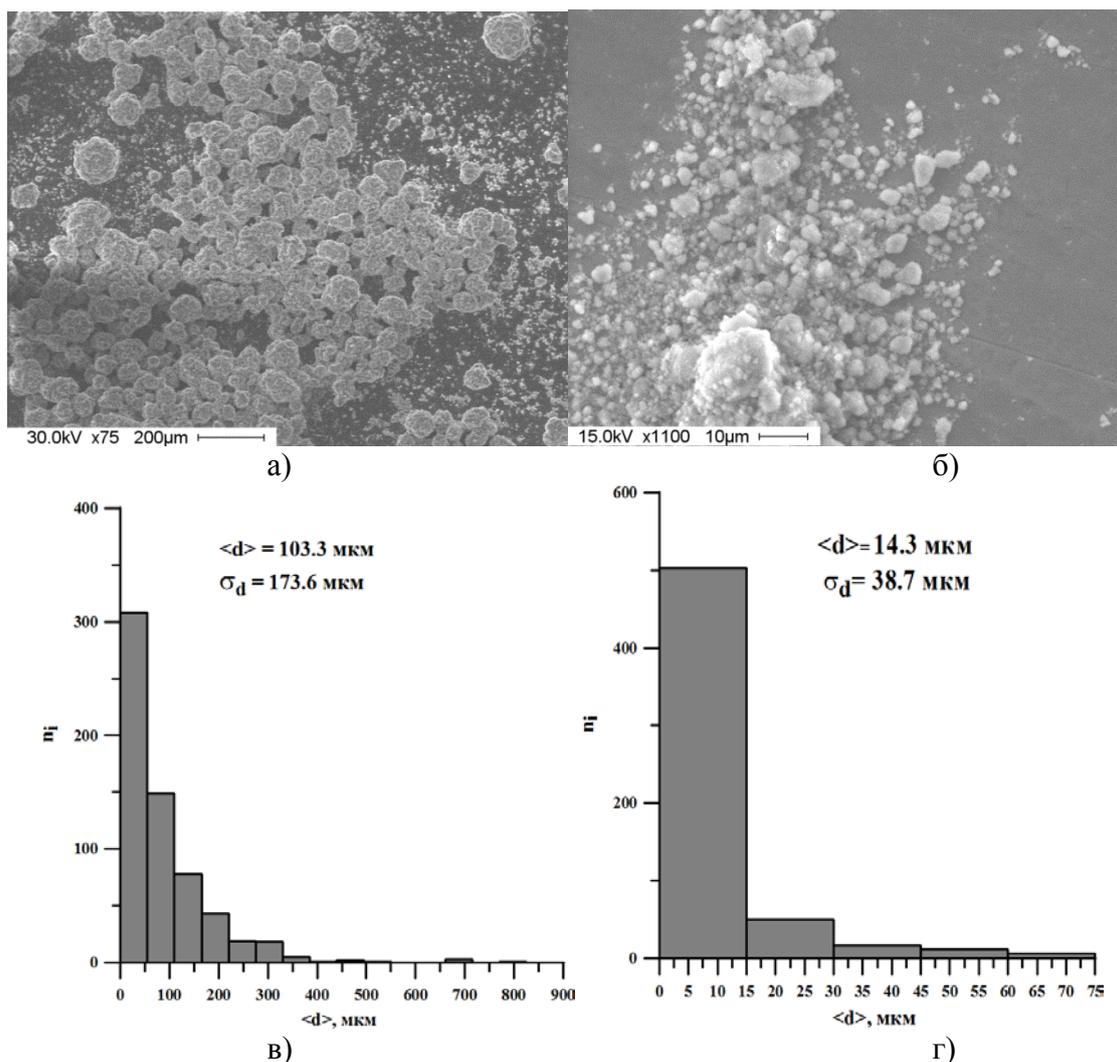


Рисунок 1 - РЭМ изображения структуры порошка: а) Al_2O_3 ; б) MgO ; в) распределение частиц по размерам в порошке Al_2O_3 ; г) распределение частиц по размерам в порошке MgO

Исследования показали, что для распределения частиц по размерам в порошках Al_2O_3 , MgO характерна унимодальность, при этом средний размер частиц составляет для оксида алюминия 103,3 мкм, для оксида магния 14,3 мкм.

На рис. 2 представлены снимки структуры спеченной керамики $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ при минимальном содержании MgO (а), максимальном содержании MgO (б), распределение пор по размерам (в, г) соответственно.

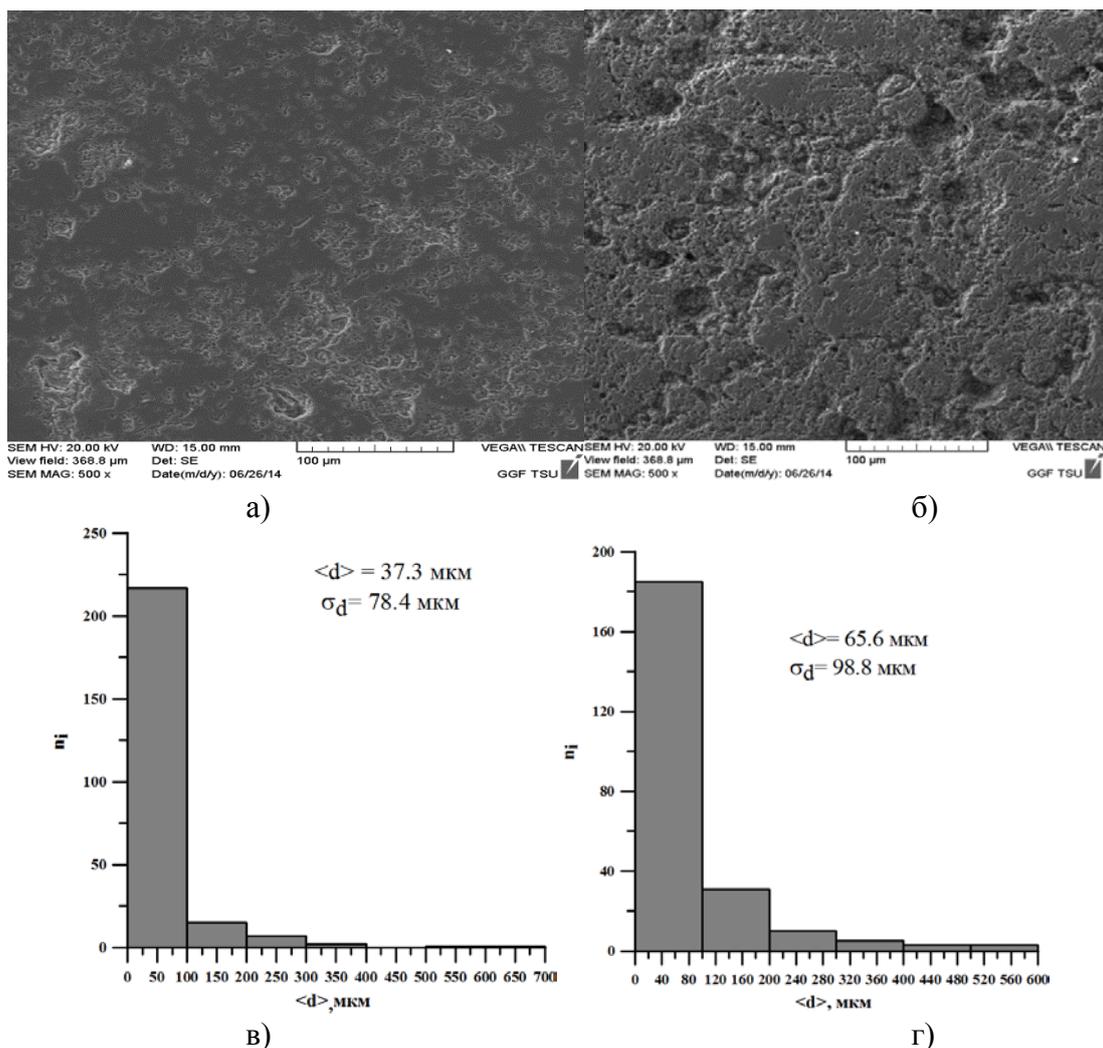


Рисунок 2 – РЭМ изображения структуры полированной поверхности керамики $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$: а) с добавкой 0.5% MgO; б) с добавкой 10% MgO; в) распределение пор по размерам в керамике $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ (0.5% MgO); распределение пор по размерам в керамике $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ (10% MgO)

Поровая структура образца с содержанием 10% MgO представляет собой систему непрерывных каналообразующих пор неупорядоченной формы (рис. 2 б).

В отличие от керамики с 10% MgO, поровая структура образцов керамики с 0.5 % MgO представлена, в основном, изолированными порами случайной формы и совокупностями сообщающихся пор (рис. 2 а).

Из рис. 2 (в, г) видно, что в обоих типах керамики присутствует унимодальное распределение пор по размерам.

На рис. 3 представлена зависимость значений пористости от содержания оксида магния. Видно, что поровое пространство в керамике увеличивается с увеличением количества порошка оксида магния. По-видимому, это связано с тем, что добавка MgO до 10% способствует созданию наиболее равномерно спрессованной заготовке.

На рис. 4 представлена зависимость среднего размера пор от концентрации порошка оксида магния. При увеличении содержания MgO возрастает средний раз-

мер пор от 37,3 мкм до 65,6 мкм. С повышением температуры спекания возрастает давление паров (в результате спекания или диссоциации спекающегося материала), поэтому может возрастать пористость керамики.

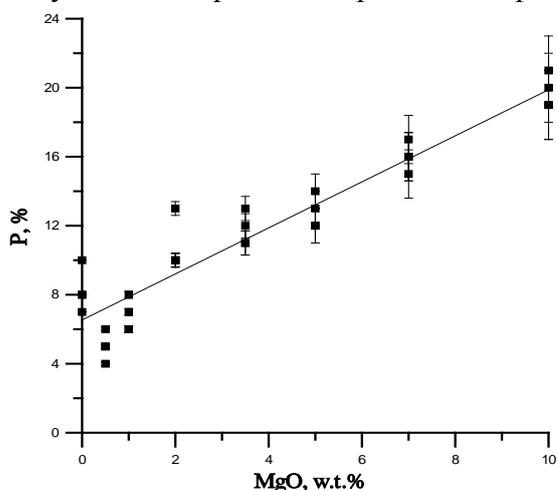


Рисунок 3 – Зависимость пористости от содержания MgO

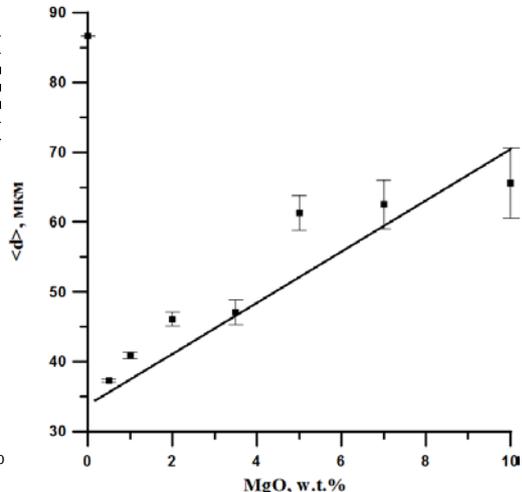


Рисунок 4 – Зависимость среднего размера пор от содержания MgO

Из рис. 4 наблюдаем увеличение среднего размера пор, это свидетельствует о том, что в процессе спекания происходит достаточная усадка материала, приводящая к уплотнению и достижению максимальной плотности.

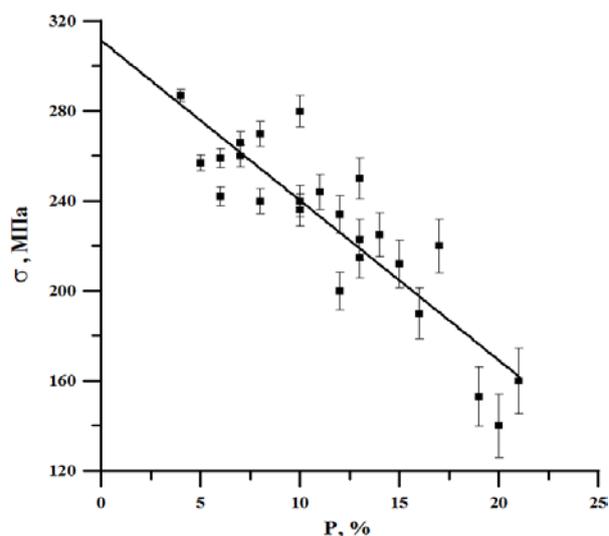


Рисунок 5 – Зависимость предела прочности на сжатие от пористости.

На рис. 5 представлена зависимость предела прочности на сжатие от пористости. Анализ физико-механических характеристик исследуемых материалов показал, что прочность при сжатии образцов керамики с увеличением порового пространства уменьшается. Высокие прочностные характеристики можно объяснить тем, что возникающие под воздействием нагрузки трещины затухают в мелких порах, поры уменьшают площадь сечения образца и действуют, как концентраторы напряжений.

Выводы

1. Изучено влияние добавок MgO на открытую пористость и механические свойства композитов $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$. Показано, что увеличение количества MgO сопровождается увеличением объема порового пространства в композитах.

2. В исследованной керамике распределение пор имеет унимодальное распределение пор по размерам. При добавлении 0.5% MgO средний размер пор составляет $\langle d \rangle = 37.3$ мкм, а при добавлении 10% MgO - $\langle d \rangle = 65.6$ мкм.
3. Обнаружено, что при увеличении концентрации MgO в смеси наблюдается резкое изменение прочностных характеристик, которые тем меньше, чем больше пористость.
4. Установлено, что наиболее приемлемым с точки зрения изготовления керамики для зубных имплантатов с высоким уровнем свойств является добавление 0.5% MgO, где прочность на сжатие $\delta = 262$ МПа, а пористость $P = 5\%$.

Список литературы

1. Лашнева В. В., Крючков Ю. Н., Сохань С. В. Биокерамика на основе оксида алюминия // Стекло и керамика. 1998. - № 11. - С. 26 - 28.
2. Материаловедение в стоматологии. – М., Медицина, 1984. – 424 с.
3. О проблемах получения оксидной керамики с регулируемой структурой / Е. С. Лукин, Н. Т. Андрианов, Н. Б. Мамаева и др. // Огнеупоры. 1993. - № 5. – С. 11-15.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ АНАЛОГА ИМПОРТНОЙ ДЕТАЛИ

А.А. СОСНОВСКАЯ, Е.А. ДАРЕНСКАЯ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

RESEARCH OF STRUCTURE AND MATERIAL PROPERTIES FOR CREATION ANALOG OF IMPORT DETAIL

A.A. SOSNOVSKAYA, E.A. DARENSKAYA

National Research Tomsk Polytechnic University

E-mail: darenskaya@tpu.ru

Annotation. The article describes the research of the seal material of the recombinant apparatus for creation a quality analog of import detail. The phase composition and properties of the material are determined. It is found that the material part is the pseudo- α -titanium alloy VT-4.

С началом украинского кризиса страны Запада ввели против России санкции, направленные на определенные сектора российской экономики. В ответ на это Россия взяла курс на импортозамещение. В Томске проблемы импорта из стран, поддерживающих санкции, актуальны. Закупки комплектующих для ремонта оборудования зарубежного производства, которым оснащены научно-исследовательские институты и лаборатории вузов Томска, в современных условиях затруднительны.

Самым важным при решении этой проблемы является подбор материала для изготовления детали. При этом необходимо учитывать условия её работы, а также характеристики оригинального материала. Проблема заключается в том, что в паспорте оборудования обычно не указаны марки материалов, из которых изготовлены компоненты.