

МИНОБРНАУКИ РФ
Российский фонд фундаментальных исследований
Национальный исследовательский Томский государственный университет
НИИ прикладной математики и механики Томского государственного университета
Физико-технический факультет
Совет молодых учёных ТГУ

**V Международная молодежная научная конференция
«Актуальные проблемы современной механики
сплошных сред и небесной механики»
25–27 ноября 2015 г., Томск**

**Vth International Youth Scientific Conference
«Currently issues of
continuum mechanics and celestial mechanics – 2015»,
25–27 November, 2015**



Томск-2015

увеличился с 7 до 40 ГПа, предел прочности на сжатие увеличился с 50 до 400–500 МПа.

Исследованиями установлено, что отжиг плазмохимического порошка ZrO_2 , стабилизированного 3 мол.% MgO , изменяет технологические свойства порошка, такие как: насыпную плотность, площадь удельной поверхности, влияя тем самым на характеристики термопластичного шликера и свойства спеченной керамики. Увеличение насыпной плотности порошка после отжига позволяет снизить количество вводимой в термопластичный шликер связки с 40% для исходного порошка, до 13% для отожженного, при этом литейная способность шликера не ухудшается, а механические свойства спеченной керамики возрастают.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Соглашения № 14.607.21.0069 (RFMEF160714X0069).

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ И ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ INVESTIGATION OF STRENGTH PROPERTIES AND FATIGUE BEHAVIOR OF OXIDE ZIRCONIA CERAMICS

**В.Д. Алиев¹, А.С. Нарикович², А.А. Козулин¹
V.D. Aliev, A.S. Narikovich, A.A. Kozulin**

¹Национальный Исследовательский Томский государственный университет

²Балтийский федеральный университет им. И. Канта, г. Калининград, Россия

¹National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

²Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia
Voldemar4ik@mail.ru

Возможности использования имплантатов, изготовленных из керамического материала, для реконструктивного восстановления органов с поврежденной костной тканью весьма ограничены. Причина состоит в необходимости обеспечения показателей биосовместимости и прочности имплантатов, приближенных к свойствам естественной костной ткани. Благодаря своим уникальным свойствам керамические материалы на основе ZrO_2 нашли свое применение в реконструктивно-восстановительной хирургии. Однако показатели их механической прочности, в том числе усталостной долговечности еще мало изучены, поэтому исследования являются актуальными.

Целью данной работы было определение прочностных характеристик образцов из керамики на основе ZrO_2 и циклической долговечности при трехточечном изгибе.

Образцы для исследований в виде балок размером 40х6х5 мм, в количестве достаточном для проведения экспериментов и статистической обработки, получены из мелкокристаллического порошка системы ZrO_2 - MgO . Порошок состоит из пустотелых частиц сферической формы со средним

размером 1.8 мкм. Получение образцов заключалось в прессовании порошка в пресс-формах и последующем высокотемпературном спекании прессовок. Спекание производилось при температуре 1600 °С и выдержке 1 час.

С использованием современных методов рентгеновской томографии с использованием томографа Y.Cheetah фирмы YXLON проводилась оценка дефектности внутренней структуры, определения пористости, наличия микротрещин, пустот в объеме обработанных материалов без разрушения исследуемого объекта. Установлено, что образцы после спекания обладали пористостью в диапазоне 15–30 %. Определение физико-механических свойств образцов проводили при испытаниях методом трехточечного изгиба на электродинамической испытательной системе Instron ElectroPuls E1000. Особенностью данной испытательной системы является возможность проведения испытаний при статических и динамических условиях нагружений с усилием до 1 кН.

Величину предела прочности и модуля упругости при статическом трехточечном изгибе керамических образцов определяли при скорости нагружения 0.2 мм/мин. Для определения прочности при изгибе использовали 5 образцов одной партии. Среднее значение предела прочности на изгиб для исследуемого материала составило $\sigma_u = 43.7$ МПа при максимальном прогибе 0.12 мм, модуль упругости при изгибе $E = 22$ МПа.

Для определения усталостной долговечности производили построение кривой усталости Веллера. Кривую усталости строили по экспериментальным точкам в координатах «максимальное напряжение цикла σ_{max} – число циклов до разрушения N ». Условия нагружения по схеме однополярного синусоидального нагружения от 10 Н с размахом цикла в трех диапазонах нагрузки соответствующих $0.91-0.98 Y_u$, $0.8-0.83 Y_u$, $0.73-0.77 Y_u$ и частотой воздействия 10 Гц. Предел выносливости определен в диапазоне 31.75-33.86 МПа, что составляет около $0.75 Y_u$. Результаты усталостных испытаний данных керамических образцов имеют повышенный разброс. Это обусловлено природой материала – керамические образцы, изготовленные методами порошковой металлургии, имеют большое количество дефектов в виде пор и включений, которые служат источниками усталостных трещин и понижают усталостную прочность материала.

Методом рентгеновской томографии показана возможность исследования внутренних дефектов микроструктуры в объеме материала, оценки повреждаемости при многоцикловом нагружении методами неразрушающего контроля.