

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ГИДРОФИЛЬНЫХ СВОЙСТВ МИКРОРАЗМЕРНОГО
ПОРОШКА $ZrO_2(Mg)$**

В.П. Алексеенко

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. С.Н. Кульков
ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/4, 634055
E-mail: v-alekseenko@mail.ru

STUDY OF CHANGE OF HYDROPHILOUS PRORETY OF MICROSIZЕ $ZrO_2(Mg)$ POWDER

V.P. Alekseenko

Scientific Supervisor: Prof., Dr. S.N. Kulkov
Institute of Strength Physics and Material Science SB RAS
Russia, Tomsk, Akademicheskii str., 2/4, 634055
E-mail: v-alekseenko@mail.ru

***Abstract.** Change of hydrophilous property of microsize zirconia powder is investigated. The study has shown that the hydrophilous properties grow after plasma's treatment. The experimental data demonstrate that there exists direct correlation between the hydrophilous properties growth and the treatment time.*

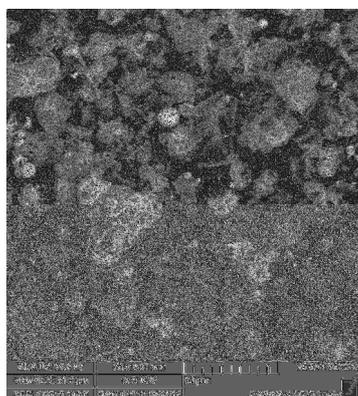
Ведение. В настоящее время керамические материалы широко используются в самых разных отраслях. Так, например, благодаря своим свойствам (высокая твердость, коррозионная и термостойкость и т.д.) керамика на основе диоксида циркония нашла обширное применение в авиакосмической отрасли, а композитные материалы $ZrO_2 - MgO$ представляют большой интерес в медицине, в области производства остеозамещающих имплантатов [1]. За последнее время было опубликовано много работ посвященных теме плазменного нанесения оксидных порошковых покрытий и изучения свойств этих покрытий. При этом тема изменения свойств самих порошков под действием плазмы мало изучена. Одним из свойств, изменение которого можно наблюдать, является химическая активность. Под действием плазменной обработки на поверхности порошков образуются активные центры, которые влияют на влагопоглощающие свойства порошка. Известно [2], что взаимодействие твердого тела с водой носит кислотно-основной характер. Поскольку взаимодействие происходит не на всей поверхности, а лишь на активных центрах, то такое взаимодействие зависит от концентрации и типа центров. При этом в результате увеличения химической активности частиц возможен рост числа агломератов, что приведет к снижению удельной поверхности частиц и снижению количества активационных центров.

В общем случае в водно-порошковой суспензии в ходе взаимодействия активационных центров с молекулами воды в систему выделяются продукты реакции H^+ или OH^- , которые соответственно изменяют уровень кислотности суспензии. В работе [3] было показано, что увеличение уровня кислотности свидетельствует о большей смачиваемости порошков, т.е. увеличении их гидрофильных свойств. На основании работы [4] были сделаны предположения, о том, что плазменная обработка должна повысить гидрофильные свойства обрабатываемого порошка.

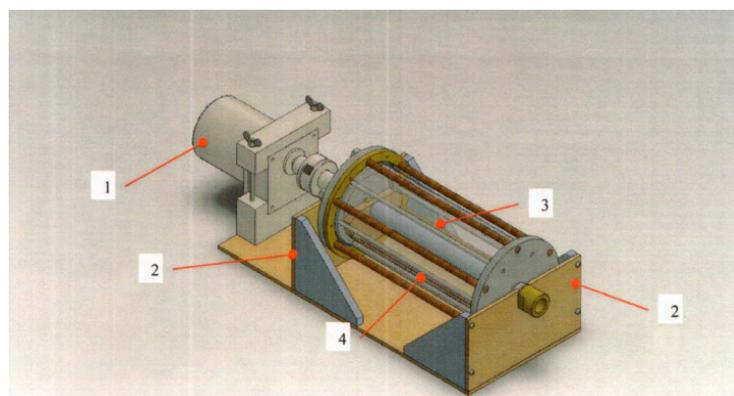
Таким образом, целью данной работы было изучение изменений гидрофильных свойств микродисперсного порошка диоксида циркония при обработке низкотемпературной неравновесной плазмой в воздушной среде при атмосферном давлении.

Материал и методика эксперимента. Исследованы порошки ZrO_2 стабилизированного 3 мольными % MgO . Порошок имел пенообразную форму (рисунок 1а) с размером агломератов около 20 мкм. и размером кристаллитов порядка 20-50 нм.

Плазменная обработка порошка производилась на уникальной установке Гермес-М, разработанной ООО «НПО «Лазерные технологии и системы». Установка является генератором низкотемпературной неравновесной газоразрядной плазмы высокого давления (1 атмосфера), рабочий газ – воздух. Для равномерной обработки порошка осуществлялось его перемешивание за счет вращения колбы-картриджа (рисунок 1б, элемент 3). Обработка производилась при неизменных параметрах установки, а именно частота разрядов составляла 885 Гц, энергия одного разряда – 0,21 Дж. В ходе исследований изменялось только время обработки от 1 до 10 минут.



а)



б)

Рис. 1. а) – СЭМ порошка $ZrO_2(Mg)$; б) – Электронный узел Гермес-М., 1 – двигатель системы вращения картриджа, 2 – стойки, 3- колба-картридж с электродом, 4 высоковольтный электрод.

Для исследований изменений гидрофильных свойств было приготовлено несколько образцов суспензии. Суспензия состояла из 1,1 г. порошка с различным временем обработки и 50 мл. дистиллированной воды.

Для снижения количества новообразованных в ходе плазменного облучения агломератов водно-порошковая суспензия подвергалась 2 минутной ультразвуковой обработке.

Результаты и обсуждение. На рисунке 2 представлена зависимость уровня кислотности суспензии от времени обработки порошка. Полученные результаты свидетельствуют о том, что с увеличением времени обработки происходит повышение смачиваемости обрабатываемого порошка. Так суспензия, приготовленная из порошка подвергнутого десятиминутной обработке, показала самую большую кислотность равную 5,87 рН, что на 37 % и 32 % больше чем у суспензий приготовленных из необработанного и подвергнутого одноминутной обработке порошков соответственно.

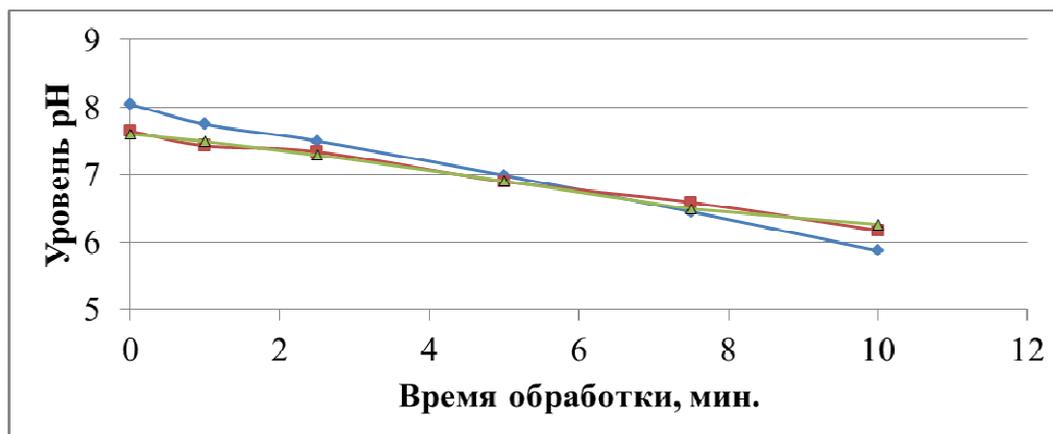


Рис. 2. Зависимость уровня pH суспензии от времени обработки порошка ZrO_2+Mg .

1 – через 1 час после обработки, 2 – через 3.5 часа, 3 – через 24 часа.

Изучено влияние времени выдержки порошка в суспензии. С этой целью проведено измерение уровня кислотности через 1, 3,5 и 24 часа после обработки (рисунок 2). Из графика видно, что с течением времени кислотность суспензий продолжает меняться и принимает стабильное значение через примерно 3,5 часа. При этом во всех случаях наблюдалась одинаковая тенденция в сравнении с уровнем кислотности, полученным через 1 час после обработки. Кислотность суспензий приготовленных из порошков, время обработки которых менее 6 минут, продолжает расти, а для остальных порошков кислотность начинать снижаться. Для выявления природы данного эффекта требуются дополнительные исследования.

Заключение. На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы. Плазменная обработка приводит к увеличению гидрофильных свойств микродисперсного порошка диоксида циркония, что является естественным следствием повышения химической активности. Можно прогнозировать, что увеличение химической активности приведет к увеличению плотности и твердости керамики спеченной из обработанного порошка, что может быть принципиально важно для получения керамических изделий с градиентной структурой, например, костных имплантатов, которые имеют более плотный и твердый внешний слой, и высокопористую внутреннюю часть.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буюкова С.П., Хлусов И.А., Кульков С.Н. Пористая циркониевая керамика для эндопротезирования костной ткани. // Физическая мезомеханика – 2004 – № 7 Спец. выпуск Ч. 2 – С. 127-130
2. Иконникова К.В. и др. Теория и практика pH-метрического определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел. – Томск. Изд. Томского политехнического университета, 2011. – 85 стр.
3. Иконникова К.В. и др. Оценка влагопоглощающей способности железооксидных пигментов методом pH-метрии // Фундаментальные исследования. – 2015. – №2. – С. 2134-2137.
4. Szalay Z. Atmospheric pressure air plasma treated alumina powder for ceramic sintering // Ceramics International. – 2014. – pp. 12737–12743