

*На правах рукописи*

**Жолудев Денис Сергеевич**

**КЛИНИКО – ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ПРИМЕНЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО  
КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОКСИДА  
АЛЮМИНИЯ ДЛЯ НЕСЪЕМНЫХ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗОВ**

14.00.14 – «Стоматология»

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук

Екатеринбург – 2015

Работа выполнена в Государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук, доцент

**ГРИГОРЬЕВ Сергей Сергеевич**

**Научный консультант:**

Доктор физико –математических наук

**ПАНФИЛОВ Петр Евгеньевич**

**Официальные оппоненты:**

**РОГОЖНИКОВ Геннадий Иванович**, доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии

**ЦАЛИКОВА Нина Амурхановна**, доктор медицинских наук, доцент, ГБОУ ВПО «Московский государственный медико–стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующая кафедрой гнатологии и функциональной диагностики

**Ведущая организация:** Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г. в \_\_\_ часов на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, соискание ученой степени доктора наук Д 208.102.03, созданного на базе Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке им. В.Н. Климова ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России по адресу: 620028, г. Екатеринбург, ул. Ключевская, д. 17, с авторефератом на сайте ВАК Министерства образования и науки РФ: [www.vak2.ed.gov.ru](http://www.vak2.ed.gov.ru) и на сайте университета: [www.usma.ru](http://www.usma.ru)

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015г.

Ученый секретарь  
совета Д 208.102.03  
д.м.н., профессор:

**Базарный Владимир Викторович**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** В последние годы в стоматологии все активнее используются цельнокерамические конструкции (Жулев Е.Н., 2010, 2012; Ибрагимов Т.И. 2012, 2014; Рогожников 2012, 2014; Christensen R.P., Eriksson K.A, 2010; Russel G., 2012). Возрастающие ожидания пациентов получить красивую улыбку привели к развитию протезирования с использованием целого ряда керамических материалов (Ряховский А.Н., 2011; Лебеденко И.Ю., 2011, 2014; Edward A., McLaren, 2010). Ранее цельнокерамические ортопедические конструкции изготавливались только из стеклокерамики, что обеспечивало высокую эстетику (Анисимова С.В., 2010; Лебеденко А.И., 2012; Перегудов А.Б., 2013; Vanderlei A.D., 2014). Тем не менее, использование этих видов керамики, из-за их низких прочностных свойств, ограничивались небольшими по протяженности конструкциями в переднем отделе зубного ряда (Новиков Е.Ю., 2008., Лебеденко И.Ю. и соавт. 2013., Apholt W. et al. 2001).

Для изменения свойств и расширения показаний к применению, в стеклокерамику стали добавляться наполнители. В конце XX века технический прогресс привел к появлению очень прочной чистой оксидной керамики без стеклянной фазы (Жулев Е.Н., Яковлев Д.Н., 2010; Kelly J.R., 2004). Однако, появление более высокого по прочности материала на основе оксида циркония привело к его превалированию над всеми остальными конструкционными эстетическими материалами (Хван В. и соавт. 2009., Cheung G.C., 2014). Циркониевые изделия фрезеруются из таких известных керамических блоков, как Cercon (Degudent), Lava (3M), Procera (Nobel Biocare), Hint-Els Zirkon TZO-HiP, Digident (Girrbach), KaVo EVEREST ZH-Blanks (KaVo). Известно, что основные мировые запасы сырья для получения заготовок из диоксида циркония находятся в Австралии, ЮАР, США и Бразилии (Haryparsad A., 2014) В Россию данные технологии и материалы поступают из зарубежных стран, что существенно повышает себестоимость продукции, а соответственно и стоимость зубных протезов для населения (Анисимова С.В., 2010).

В настоящее время оксид циркония стал терять свое лидирующее положение материала для безметалловых конструкций (Перегудов А.Б., Мурашов М.А., Якушин В.Л., 2009; Жулев Е.Н., Яковлев Д.Н., Демин Д.Н., 2010; Ибрагимов Т.И., 2012; McLaren E.A., 2014). В научной литературе имеются сведения, что, несмотря на добавление стабилизаторов (оксиды церия и иттрия) в состав материалов на основе оксида циркония, возможен его переход из тетрагональной в моноклиналиную фазу. В результате данного процесса происходит упрочнение оксида циркония, и он увеличивается в объеме до 5%. Многолетний опыт использования в эстетическом протезировании оксида циркония показал, что имеется значительное количество случаев спонтанных сколов облицовочного материала или переломов всей конструкции зубного протеза (Анисимова, С.В., 2010; Christensen, R.P., 2010; Coldea, A., 2013). К недостаткам конструкций, выполненных из диоксида циркония, следует также отнести низкую когезионную прочность соединения с облицовочным слоем керамики. Изначально свойства циркония изучались в сухих средах, исследования во влажной кислотно-щелочной среде полости рта показали неудовлетворительные результаты (Russel, Giordano 2012; Tamim H., 2014).

Век цифровых технологий способствовал распространению методов CAD-CAM: Cerec in Lab, Everest, Lava, Procera, Cercon, DCS, Digident (Новиков Е.Ю., 2008; Лебеденко И.Ю., 2010, 2014). Специалисты в области зубного протезирования высокую прочность материала считают наиболее важным свойством при выборе керамики в качестве конструкционного материала (Цаликова Н.М., 2010, 2012, 2014; Рогожников Г.И., 2010; Kelly J.R., 2004). Данные факты заставляют обратить внимание на отечественные разработки – в основном, в области материалов на основе оксида алюминия в качестве конструкционного материала для цельнокерамического протезирования, что особенно актуально в Уральском регионе. В Российской Федерации в районах Ильменских и

Вишнёвых гор Челябинской области, Приполярном и Среднем Урале находятся крупные залежи оксида алюминия, что существенно поможет снизить затраты на производство алюмооксидных материалов и их стоимость на выходе (Быховский Л.З., 1998).

Стратегия развития медицинской науки РФ приоритетным направлением обозначает интеграцию ученых, ведущих прикладные разработки с фундаментальными исследованиями, проводимыми научными структурами Российской Академии наук, объединение в научно-образовательные кластеры (Мандра Ю.В., 2014). В последнее время в ряде регионов России стали появляться отечественные стоматологические материалы и технологии лечения пациентов с дефектами зубов и зубных рядов: материалы на основе титана и его соединений, диоксида циркония, углерода в Пермском крае (Рогожников Г.И., 2008; Рогожников А.Г., 2010, 2012; Асташина Н.Б., 2014), наноструктурированный отечественный материал Наноциркон, разработка первой Российской CAD/CAM-системы OPTIK DENT в Москве (Ибрагимов Т.И., Цаликова Н.М., 2014) и ряд других.

Совершенствование отечественных стоматологических материалов и технологий – проблема, на которую в последнее время обращено пристальное внимание ведущих исследователей в области ортопедической стоматологии (Жулев Е.Н., 2012; Цаликова Н.М., 2013; Рогожников Г.И., 2014), углубленное изучение и решение ее актуально на современном этапе. Высокая потребность населения в современных видах зубного цельнокерамического протезирования, где будут использованы импортозамещающие технологии и конкурентоспособные конструкционные материалы и побудили к проведению данного диссертационного исследования.

**Цель исследования** – путем углубленных клинико-экспериментальных исследований обосновать применение наноструктурированного керамического материала на основе оксида алюминия для несъемного зубного протезирования.

**Задачи исследования:**

1. Разработать новый отечественный наноструктурированный керамический материал на основе оксида алюминия, позволяющий изготавливать несъемные конструкции зубных протезов с помощью технологии CAD/CAM.
2. Оценить физико-механические свойства (в зависимости от температуры гомогенизационного отжига) наноструктурированного керамического материала на основе оксида алюминия, обосновать возможность применения данного состава в несъемном зубном протезировании и определить оптимальную технологию получения блоков керамического материала для CAD/CAM систем открытого типа.
3. Доказать с помощью доклинических токсикологических исследований на лабораторных группах животных отсутствие токсических свойств наноструктурированного керамического материала на основе оксида алюминия.
4. Определить клиническую эффективность и биосовместимость керамического алюмооксидного материала, полученного методом плазменного напыления, при контакте с органами и тканями полости рта на добровольцах на протяжении полугода наблюдения.

**Научная новизна**

Разработан новый наноструктурированный керамический материал на основе оксида алюминия, где впервые использован метод плазменного напыления.

В ходе механических испытаний обосновано, что физико-механические свойства новой отечественной керамики на основе оксида алюминия, полученной методом плазменного напыления, позволяют использовать ее в технологии CAD/CAM изготовления несъемных конструкций зубных протезов, сопоставимы с зарубежными аналогами.

На основании полученных клинических, биохимических и иммунологических показателей крови лабораторных животных, параметров реакций их поведения, морфологического исследования слюнных желез доказана биологическая инертность нового наноструктурированного керамического материала на основе оксида алюминия.

Посредством пилотного клинического исследования протезирования добровольцев с применением нового наноструктурированного керамического алюмооксидного материала обоснована его биосовместимость с организмом человека и высокая эффективность ортопедического лечения пациентов на протяжении 6 месяцев динамического наблюдения.

### **Практическая значимость**

Впервые разработана и запатентована технология получения наноструктурированной керамики на основе оксида алюминия методом плазменного напыления для несъемных конструкций зубных протезов.

Новый отечественный наноструктурированный керамический материал на основе оксида алюминия возможно рекомендовать, после оформления надлежащих разрешительных документов, для CAD–CAM - технологии протезирования несъемными ортопедическими конструкциями, что позволит повысить клиническую и экономическую эффективность стоматологического лечения группы пациентов с дефектами зубов и зубных рядов.

Разработанная технология применения новой отечественной керамики на основе оксида алюминия, полученной методом плазменного напыления, вносит вклад в развитие фундаментальных и прикладных аспектов стоматологии.

### **Апробация работы**

Результаты диссертационного исследования представлены на:

1. 68-й Межвузовской научно-практической конференции молодых ученых студентов с международным участием, Екатеринбург, 09 апреля 2013 г.
2. 69-й Межвузовской научно-практической конференции молодых ученых студентов с международным участием, Екатеринбург, 09 апреля 2014 г.
3. Научно-практической конференции молодых ученых и студентов на английском языке «RESEARCH IN MODERN MEDICINE », Екатеринбург, 21 марта 2013 г.
4. 2 Всероссийском рабочем совещании по проблемам фундаментальной стоматологии с научной школой для молодежи, Екатеринбург, 11 декабря 2013 г.
5. В финале конкурса инновационных идей магистрантов и аспирантов вузов Свердловской области «Минута технославы» в рамках Международной промышленной выставки "Иннопром-2014", Екатеринбург, 11 июля 2014 г.
6. Международном конгрессе «Стоматология большого Урала», Екатеринбург, 8 декабря 2014 г.
7. 3 Всероссийском рабочем совещании по проблемам фундаментальной стоматологии с научной школой для молодежи, Екатеринбург, 9 декабря 2014г.

Апробация диссертационной работы проведена на заседании проблемной комиссии по стоматологии ГБОУ ВПО Уральский государственный медицинский университет Минздрава России (протокол № 3 от 13 марта 2015 г.).

**Публикации по теме диссертации.** По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 6 – в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикаций основных результатов исследования. Получено положительное решение от 23.01.2015 г. на выдачу патента на изобретение «Способ получения конструкционной стоматологической керамики на основе оксида алюминия», заявка № 2014106484 от 20.02.2014г.

**Внедрение результатов исследования.** Результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, используются при обучении студентов стоматологического факультета, подготовке интернов, ординаторов и аспирантов на кафедрах пропедевтики и физиотерапии стоматологических заболеваний, ортопедической стоматологии ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России, а также на кафедрах ортопедической стоматологии, терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний ГБОУ ВПО ПГМУ им. акад. Е.А. Вагнера Минздрава России, кафедре ортопедической стоматологии ГБОУ ВПО ЮУГМУ Минздрава России, ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России.

**Объём и структура диссертации** Диссертационная работа изложена на 149 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы «Материал и методы исследования», главы собственных исследований, обсуждения полученных результатов, выводов, практических рекомендаций, указателя литературы и приложений. Иллюстрационный материал состоит из 12 таблиц и 68 рисунков. Список литературы включает 199 публикаций, из которых 90 источников - на русском языке, 109 - зарубежных авторов.

**Личный вклад автора.** Работа выполнена на кафедрах терапевтической стоматологии, пропедевтики и физиотерапии стоматологических заболеваний, ортопедической стоматологии, доклиническая оценка токсичности, безопасности в применении и исследование свойств керамики на основе оксида алюминия проводилась на базе вивария, кафедр фармакологии и клинической фармакологии, патологической анатомии УГМУ (под руководством – д.м.н., профессора Ларионова Л.П., к.м.н., доцента Бердникова Р.Б.), механические испытания проводили в центре коллективного пользования Уральского Федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (зав.–д.ф.–м.н., профессор Панфилов П.Е.). Экспериментальная часть исследования реализована в рамках программы совместной работы УрО РАН и УГМУ (НОЦ «Фундаментальная стоматология») в ЗАО «УРАЛИНТЕХ» (директор – к.т.н. Ермаков А.В.).

Автором лично в соответствии с дизайном диссертационного исследования проведено формирование групп лабораторных животных и групп пациентов, набор клинического материала, экспериментальные и лабораторные исследования, статистическая обработка результатов исследования, написание статей и тезисов докладов, диссертации и автореферата. Степень личного участия от 60 до 100%.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Для получения наноструктурированного керамического конструкционного стоматологического материала на основе оксида алюминия наиболее целесообразно использовать метод плазменного напыления белым электрокорундом на подложку.
2. Новый наноструктурированный керамический материал на основе оксида алюминия обладает всеми необходимыми механическими свойствами, предъявляемыми к каркасам несъемных конструкций зубных протезов.
3. Клиническими и экспериментальными методами обоснована возможность и целесообразность применения новой отечественной керамики на основе оксида алюминия в клинической стоматологической практике.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

#### **Материалы и методы исследования**

Исследование по разработке и изготовлению нового отечественного наноструктурированного керамического материала на основе оксида алюминия

проведено на основе договора о сотрудничестве между УрО РАН и Группой Компаний «Драгоценные Металлы Урала», куда входит ЗАО «УРАЛИНТЕХ» № 01-2010 от 23.04.2010 г, а также договора от 10.01.2012 г. между кафедрами пропедевтики и физиотерапии стоматологических заболеваний, ортопедической стоматологии УГМУ и ЗАО «УРАЛИНТЕХ».

В рамках данных соглашений был создан творческий коллектив, предложена и впервые применена технология плазменного напыления для получения из фракций химически чистого электрокорунда, получен новый керамический материал для изготовления несъемных зубных протезов методом CAD/CAM (Положительное решение от 23.01.2015г. на выдачу патента на изобретение на заявку № 2014106484 Российская Федерация «Способ получения конструкционной стоматологической изобретение керамики на основе оксида алюминия» /А.В. Ермаков, А.А. Бочегов, И.В. Вандышева, Д.С. Жолудев, С.Е. Жолудев, С.С. Григорьев).

Изучение состава, физико-механических свойств проводилось в центре коллективного пользования Уральского Федерального университета имени Первого Президента России Б.Н. Ельцина (зав.– д. ф.–м. н., старший научный сотрудник Панфилов П.Е.) и на базе ЗАО «УРАЛИНТЕХ» (директор – к.т.н. Ермаков А.В.).

Исследования проводили на керамике  $Al_2O_3$ , полученной методом плазменного напыления, в исследовательской лаборатории ЗАО «УРАЛИНТЕХ». Полученные заготовки подвергали отжигам в электромуфельной печи на воздухе при температурах 1200°C, 1400°C, 1600°C с экспозицией 2 часа. Скорость нагрева/охлаждения – 200°C/час. Для проведения механических испытаний по схеме одноосного сжатия и трехточечного изгиба было подготовлено две серии по три группы образцов для каждой схемы испытания - 10 штук в каждой, различающихся температурами отжига (2 часа по 1200 °C, 1400 °C и 1600 °C). Образцы прошли предварительный гомогенизационный отжиг при температуре 1200°C в течение 2 часов. Далее поверхности образцов подвергались следующим обработкам. В первой группе поверхность образцов пескоструили частицами оксида алюминия размером 50 мкм, после чего ее подвергали травлению в 5% плавиковой кислоте IPS Ceramic Etching Gel (Ivoclar Vivadent) в течение 60с. Во второй группе образцы подвергались травлению в 5% плавиковой кислоте IPS Ceramic Etching Gel (Ivoclar Vivadent) в течение 60с. В третьей поверхности образцов пескоструили частицами оксида алюминия размером 50 мкм. Четвертая группа составляла группу сравнения, в ней образцы были в исходном состоянии. После обработок, образцы из оксида алюминия обезжиривали в медицинском этиловом спирте, после чего на них наносили облицовочную керамическую массу Vita VM7 Base Dentine 3M2 равномерным слоем толщиной 0.5 мм. Далее образцы подвергали отжигу при 900°C, согласно инструкции производителя.

Для определения усадки, плотности и пористости керамических образцов после отжига было подготовлено 3 группы образцов по 10 штук в каждой, с температурами гомогенизационного отжига 1200°C, 1400°C и 1600°C в форме параллелепипедов с размерами 5x5x5 мм<sup>3</sup>. Для изучения микроструктуры керамики использовали образцы, после испытаний на трехточечный изгиб и микротвердость по Виккерсу.

Исследование острой токсичности проводили на 36 беспородных белых мышах и 36 белых крысах линии Wistar обоего пола. Исследование хронической токсичности проводили на 10 кроликах обоего пола породы Chinchilla и на 40 белых крысах линии Wistar обоего пола. Исследования на лабораторных животных проводились в соответствии с требованиями Федерального закона от 01.01.1997 г. «О защите животных от жестокого обращения» и положениями Европейской конвенции по защите позвоночных животных (Страсбург, 18.03.1986 г.). Животные содержались в стандартных условиях вивария со свободным доступом к воде и пище.

Экспериментальное доклиническое исследование нового отечественного наноструктурированного керамического материала на основе оксида алюминия было

проведено с целью изучения его общего и местного воздействия, оценки безопасности его применения и установления биологического эффекта, вызываемого материалом в живых системах. Эксперимент на лабораторных животных был реализован на кафедре фармакологии и клинической фармакологии ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России под руководством д.м.н., проф. Ларионова Л.П. Морфологические исследования проводились доцентом кафедры патологической анатомии ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава к.м.н., доцентом Бердниковым Р.Г.

Клиническое изучение безопасности нового керамического материала на основе оксида алюминия проведены на ограниченном числе добровольцев на базе ортопедического отделения стоматологической поликлиники УГМУ. Морфофункциональное состояние буккальных эпителиоцитов исследовалось на кафедре микробиологии, вирусологии и иммунологии ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России.

Отработка методики фрезерования конструкций из нового керамического материала, подбор технологии нанесения облицовочного слоя керамики, оценка точности прилегания конструкций проведены на базе ортопедического отделения стоматологической поликлиники ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России.

Клинические испытания с изготовлением пациентам одиночных коронок с применением в качестве каркасного материала новой отечественной керамики проведены на базе ортопедического отделения стоматологической поликлиники УГМУ.

Для оценки качества протезирования искусственными керамическими коронками использовалась методика М.М. Антонника и А.Н. Ряховского (2001).

Статистическая обработка материала, построение графиков и таблиц проводили на персональном компьютере с процессором AMD Athlon 2 в среде Microsoft Windows 7 с применением табличного процессора Microsoft Excel 2010, статистического пакета STATISTICA 6.0. Качественные данные предоставлены в виде абсолютных значений. Количественные данные представлены в виде среднего арифметического значения ( $M$ ), стандартного отклонения ( $\sigma$ ) по схеме  $M \pm \sigma$ .

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **Разработка реставрационного материала на основе оксида алюминия, полученного методом плазменного напыления**

Нами впервые предложен способ получения конструкционной стоматологической керамики на основе сфероидизированного белого электрокорунда марки 25А. Белый электрокорунд марки 25А – это технически чистый электрокорунд высшего сорта. Причём, белый электрокорунд марки 25А фракции 20 - 40 мкм, используемый в заявленном способе, имеет минимальное количество примесей по ГОСТ (28818-90 «Материалы шлифовальные из электрокорунда»), что позволило его применять его в ортопедической стоматологии в качестве конструкционного материала.

При изготовлении керамических блоков использовали:

- установку плазменного напыления с ЧПУ типа 17В с аппаратурой УМП-7 и источником питания УПР - 4011;
- плазматрон собственного изготовления ЕАЖИ.56.038.00.000. с выносным вращающимся анодом К-13459-00;
- печь обжиговая ПКО-1,2-100.

Керамические блоки имели форму дисков диаметром 98,5мм и толщиной 12,0мм. Напыление выполняли на подложку с плоской поверхностью и размерами, превышающими требуемые размеры готового керамического блока в соответствии с заданными допусками на шлифовку поверхности готового блока (рис. 1).



Рисунок 1 - Диск для фрезерования для аппаратов CAD-CAM, изготовленный из керамики на основе оксида алюминия производства ЗАО «Уралинтех» D=98,5мм, h=12мм, вес 290г.

Благодаря использованию технологии плазменного напыления полученная керамика может подвергаться механической обработке путем фрезерования. Это происходит потому, что в плазменной струе плавление и осаждение частиц электрокорунда происходит очень быстро и фазовый переход оксида алюминия из  $\gamma$  - в  $\alpha$  - фазу произойти не успевает (Ибрагимов Т.И., 2009). В результате готовый блок представляет собой керамику, состоящую практически целиком  $\gamma$  - фазы  $Al_2O_3$ , обладающей значительно более низкой твердостью, чем корунд ( $Al_2O_3$  в  $\alpha$  - фазе). Поскольку керамика, полученная по заявленному способу, обладает механическими свойствами, допускающими фрезерование, ее можно использовать для изготовления ортопедических конструкций с использованием CAD-CAM. Данная технология включает в себя три основных этапа: сканирование, моделирование и изготовление, а именно, фрезерование в соответствии с данными, полученными в результате компьютерной обработки и виртуального моделирования по сканированным оттискам с зубов пациента.

Проведенный нами патентный поиск позволил утверждать, что в литературе нет сведений о применении в ортопедической стоматологии сфероидизированного белого электрокорунда марки 25А фракции 20-40мкм в качестве конструкционной стоматологической керамики на основе оксида алюминия, а именно: для изготовления вкладок, виниров, одиночных искусственных коронок зубов и мостовидных протезов.

### **Результаты механических испытаний при одноосном сжатии, трехточечном изгибе, определении микротвердости**

Результаты испытаний на сжатие образцов керамики на основе белого электрокорунда марки 25А фракции 20 - 40 мкм производства ЗАО «Уралинтех» с температурой отжига 1200°C, 1400°C и 1600°C (рис.2) представлены в таблице 1.



а)



б)

Рисунок 2 - Образец материала из диоксида алюминия а) - до и б) - после испытаний на сжатие

Таблица. 1 - Результаты испытаний образцов при одноосном сжатии

Одноосное сжатие			
материал	Е, ГПа	$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %
ICS1 - (1200 <sup>0</sup> С)	9.34±0.92	522.7±38.7	7.6±1.4
ICS2 - (1400 <sup>0</sup> С)	8.90±1.37	625.7±49.0	9.4±1.6
ICS3 - (1600 <sup>0</sup> С)	10.28±0.95	801.1±69.0	9.6±1.2

Из представленных результатов видно (таб. 1), что с увеличением температуры отжига прочность керамики возрастает с 500МПа до 800МПа, тогда как модуль Юнга и деформация до разрушения практически не меняются. Результаты испытаний на изгиб образцов керамики производства ЗАО «Уралинтех» с температурой отжига 1200<sup>0</sup>С, 1400<sup>0</sup>С и 1600<sup>0</sup>С представлены в таблице 2.

Таблица. 2- Результаты испытаний образцов на изгиб

Материал	Трехточечный изгиб		
	Е, ГПа	$\sigma_n$ , МПа	$\delta$ , %
ICS2-2(1200 <sup>0</sup> С)	28.21±4.13	60.6±3.6	0.31±0.06
ICS2-3(1400 <sup>0</sup> С)	31.37±3.30	64.1±4.9	0.31±0.05
ICS2-4(1600 <sup>0</sup> С)	34.96±4.02	48.6±3.0	0.18±0.04

При повышении температуры отжига происходит незначительное увеличение модуля Юнга. Прочность и деформация до разрушения при температурах отжига 1200<sup>0</sup>С и 1400<sup>0</sup>С одинаковые, тогда как повышение температуры отжига до 1600<sup>0</sup>С приводит к снижению предела прочности и деформации до разрушения.



Рисунок 3 - Образец материала из диоксида алюминия до и после испытания на изгиб

На основании полученных экспериментальных данных можно заключить, что оптимальной температурой отжига, при которой керамика обладает наилучшими прочностными свойствами, является 1400<sup>0</sup>С. Однако, принимая во внимание то обстоятельство, что нагрев в большинстве лабораторных печей в зуботехнических лабораториях ограничен температурой 1200<sup>0</sup>С, в качестве рабочей температуры отжига можно рекомендовать именно ее, поскольку механические свойства керамики при отжигах на 1200<sup>0</sup>С и 1400<sup>0</sup>С близки. Испытания микротвердости по Виккерсу образцов керамики показали, что материал является очень твердым. Значения микротвердости для всех образцов керамики, независимо от температуры гомогенизационного отжига, составили 9 ГПа и близко к литературным данным для оксида алюминия в гамма- фазе.



Рисунок 4 - Микроиндентирование поверхности образца керамики  $Al_2O_3$  по Виккерсу.

Результаты определения усадки, плотности и пористости керамических образцов при отжиге разработанной керамики при температуре  $1200^{\circ}C$ ,  $1400^{\circ}C$  и  $1600^{\circ}C$  представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Величины усадки и плотности образцов

№	$t_{\text{отжига}}, ^{\circ}C$	dL, %	dV, %	$\rho_{\text{геометр}}, \text{г/см}^3$	$\rho_{\text{отн}}, \%$	пористость, %
1	1200	1,8	5,3	3,28	82,2	11
2	1400	2,0	5,9	3,34	83,7	11
3	1600	2,9	8,5	3,56	89,2	8,6

Полученные данные соответствуют требованиям ГОСТ 31571 - 2012 «Керамика стоматологическая. Технические требования. Методы испытаний».

#### Результаты изучения микроструктуры керамических образцов

После напыления на плазмотроне, образцы представляли собой смесь фаз, основной из которых была  $\gamma$ -фаза. После отжига в течение 2 часов при  $1200^{\circ}C$  в образцах №1 присутствуют линии второй фазы. По результатам рентгенофазового анализа образцы 2 и 3 идентифицированы как однофазные (гамма-фаза). Полученные дифрактограммы индентировали при помощи пакета программ «FullProf™». При отжиге  $1200^{\circ}C$  разработанная керамика находится в гамма-фазе, при этом она является однородной.

Значения микротвердости поверхности облицовочной керамики Vita VM 7 у всех образцов составили 5.8-6 ГПа, что меньше в сравнении со значениями, полученными при индентировании образцов исследуемого оксида алюминия, у которого значения микротвердости составили 9ГПа (рис.5).

Ни в одном из образцов не было отмечено разрушения связи облицовочной керамики с керамикой из оксида алюминия.



Рисунок 5 - Качественно подобные отпечатки индентора в облицовочном слое керамики. Видны трещины, идущие от вершин граней отпечатка индентора.

Учитывая опыт работы с зарубежными аналогами оксидной керамики была проведена предварительная обработка каркаса протеза на пескоструйном аппарате частицами оксида алюминия размером 50 мкм. Полученные результаты позволили сделать

вывод, что предварительная обработка поверхности оксида алюминия не влияет на качество связи облицовочного слоя керамики с данным материалом.

### Результаты фармакологических испытаний

Для оценки действия материала на основе оксида алюминия на лабораторных животных была изучена острая и хроническая токсичность материала, исследовались поведенческие реакции крыс.

### Результаты изучения острой токсичности керамики

В результате исследований выявлено втяжение боковых стенок живота у мышей и крыс в первые 2 ч после внутрижелудочного введения, повышение активности животных через 15–30 мин после внутрижелудочного введения. Летальных исходов отмечено не было. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Показатели острой токсичности

Препарат, концентрация	Доза, мл	Количество в группе		Погибло		Выжило		Величина ЛД <sub>50</sub> , мг/кг
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	
<b>Мыши</b>								
Оксид алюминия внутрижелудочно 0,1г/мл - 10%	0,5	6	6	0	0	6	6	Не определяется
Vita In-Ceram Alumina внутрижелудочно 0,1г/мл - 10%	0,5	6	6	0	0	6	6	Не определяется
<b>Крысы</b>								
Оксид алюминия внутрижелудочно 0,1г/мл - 10%	5	6	6	0	0	6	6	Не определяется
Vita In-Ceram Alumina внутрижелудочно 0,1г/мл - 10%	5	6	6	0	0	6	6	Не определяется

Представленный в таблице материал свидетельствует об отсутствии острой токсичности исследуемого материала оксид алюминия в изученном диапазоне доз. ЛД<sub>50</sub> нам выявить не удалось. Это явилось основанием приступить к изучению возможности проявления хронической токсичности. За указанный период ни в одном случае не наблюдали возникновения эритемы и отека у кроликов породы “Chichilla”. У всех животных было отмечено отсутствие раздражающего действия. По степени выраженности раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки керамический наноструктурированный материал на основе оксида алюминия и Vita In-Ceram Alumina относится к «0» классу веществ по пятибалльной системе по Алексеевой О.Г., Петкевич А.И. (1972).

### Оценка двигательных-поведенческих реакций экспериментальных животных - крыс линии “Wistar”

В проведенном исследовании поведенческие реакции оценивали по пяти параметрам, которые характеризуют и определяют степень активности и взаимодействия корковых, подкорковых, мозжечковых и стволовых структур мозга крыс сформированных филогенетически в виде устойчивой адаптивной системы как инстинкт самосохранения (табл. 5).

Таблица 5 - Оценка двигательных-поведенческих реакций экспериментальных животных - крыс линии "Wistar" в «открытом поле» ( $M \pm \sigma$ )

Тип реакции	Группа сравнения	3 сутки	7 сутки	14 сутки
Уход с поля в центр круга (сек)	1,57±0,79	2,43±1,51	1,98±1,01	1,86±0,81
Квадраты количество (3мин)	21,71±5,13	19,14±5,86	19,97±5,58	20,99±5,23
Вставание количество (3мин)	5,71±2,06	4,86±2,17	5,21±2,15	5,68±2,12
Умывание количество (3мин)	4,0±0,82	3,29±1,09	3,86±0,89	4,14±0,9
Заглядывание количество (3мин)	4,7±1,6	3,57±2,15	4,12±1,85	4,64±1,65

\* - статистически значимые отличия с группой сравнения,  $p < 0,05$

Выявлена тенденция к снижению активности крыс на 3-и сутки без достоверных отличий, однако все показатели пришли в норму к концу 2-ой недели наблюдений. Исходя из полученных данных, оксид алюминия не обладает токсическим действием на ЦНС.

#### Результаты исследования показателей крови экспериментальных животных - крыс линии "Wistar"

Полученные результаты проведенных исследований свидетельствуют об изменении количественных показателей общего анализа крови на 3 сутки и их нормализации относительно группы сравнения к 14 суткам (табл.6.).

Таблица 6 - Результаты исследования крови экспериментальных животных - крыс линии "Wistar",  $M \pm \sigma$

Показатели	Группа сравнения	3 сутки	7 сутки	14 сутки
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,78±1,36	5,86±1,54	5,8±1,42	5,7±1,35
Ht, Об. доля	0,33±0,09	0,31±0,01	0,38±0,01	0,33±0,09
Hb, г/л	143±2,66	140±2,84	142,4±3,05	142±2,71
СОЭ, мм/ч	4±0,58	7,3±1,21	5,1±1,14	4,2±0,69
Лейкоциты, $10^9/л$	8,2±1,71	9,7±1,86	8,81±1,81	8,3±1,79
Эозинофилы, $10^9/л$	0,09±0,08	0,3±0,09	0,24±0,14	0,11±0,09
Нейтрофилы палочкоядерные, $10^9/л$	0,08±0,06	0,2±0,07	0,16±0,09	0,09±0,06
Нейтрофилы сегментоядерные, $10^9/л$	1,63±0,38	1,84 ±0,46	1,82±0,54	1,67±0,42
Лимфоциты, $10^9/л$	6,17±1,35	6,97±1,51	6,26±1,46	6,2±1,41
Моноциты, $10^9/л$	0,23±0,09	0,39±0,08	0,33±0,16	0,23±0,14

\* - статистически значимые отличия с группой сравнения,  $p < 0,05$

При проведении биохимических исследований у лабораторных животных - крыс линии "Wistar" на 3-и сутки диагностировано незначительное без достоверных отличий

изменение их концентраций и на 14-е сутки исследуемые параметры стали сопоставимыми со значениями в группе сравнения (табл. 7).

Таблица 7 - Результаты биохимического исследования крови экспериментальных животных - крыс линии "Wistar" ( $M \pm \sigma$ )

Показатели	Группа сравнения	3 сутки	7 сутки	14 сутки
Белок, г/л	77,29± 1,6	74,86± 1,9	75,71± 1,81	76,83± 1,68
Альбумин, г/л	36,69± 2,72	39,08±3,08	38,26± 2,83	37,03± 2,77
АСТ, U/л	203,13±26,5	225,86±31,1	217,9±27,96	202,57±27,3
АЛТ, U/л	177,64±13,94	206,14±14,13	191,7± 10,8	174,91±12,9

\* - статистически значимые отличия с группой сравнения,  $p < 0,05$

### Результаты морфологического исследования слюнных желез крыс

Проведенные морфологические исследования околоушных слюнных желез крыс (орган мишень) показали наличие гистологической картины воспаления в слюнной железе на 3-ие и 7-ые сутки после операции, однако на 14 сутки морфологических изменений мы не выявили. Слюнная железа пришла в норму (рис.6).

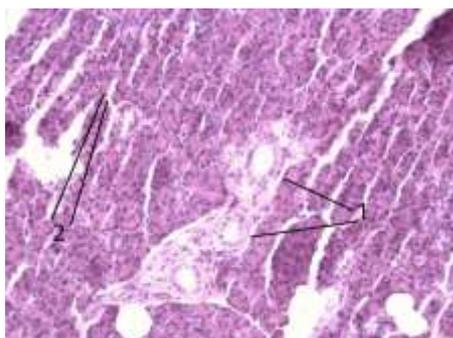


Рисунок 6 - Околоушная слюнная железа крысы на 14 сутки. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 100. Обозначения: 1 - Протоки слюнных желез 2 -Секреторные отделы слюнной железы (мукоциты, сероциты). Ядра все одного размера.

### Результаты клинических исследований

#### Оценка состояния эпителиоцитов, скорости слюноотделения добровольцев

Проведенные цитологические исследования показали, что количество эпителиальных клеток с 0 классом деструкции у пациентов контрольной группы составило  $96,4 \pm 0,89 \%$ , в то время как в исследуемой группе и группе сравнения этот показатель не выявил достоверных отклонений как с данными контрольной группы, так и между собой и составил соответственно –  $93,59 \pm 1,37$  и  $92,5 \pm 0,71 \%$  (табл. 8). Определен низкий процент эпителиальных клеток с 1,2,3-им классами деструкции в контрольной группе, и эти значения не имели достоверного диагностического отличия как в исследуемой группе, так и в группе сравнения (рис.7).

Буккальные эпителиоциты (БЭ) с 4-м классом деструкции не выявлены ни в одной из исследуемых групп.

Таблица 8 - Степень деструкции буккальных эпителиоцитов в исследуемых группах, % (M±m)

Группа	Класс деструкции эпителиоцитов				
	0	1	2	3	4
исследуемая группа до применения образцов оксида алюминия	93,59±1,37	3,95±0,79	1,23±0,69	1,23±1,07	0±0,0
исследуемая группа после применения образцов оксида алюминия	92,5± 0,71	4,5±0,67	2,0±0,64	1,0±0,79	0±0,0

p<sup>1</sup> - статистически значимые отличия исследуемой группы до и после применения образцов оксида алюминия

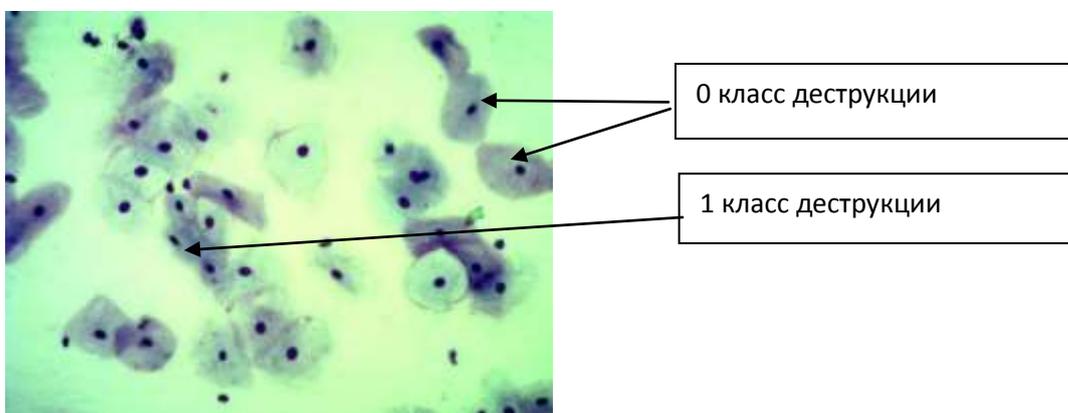


Рисунок 7 - Буккальные эпителиоциты, исследуемая группа, окраска Романовского-Гимза Увел.х800,

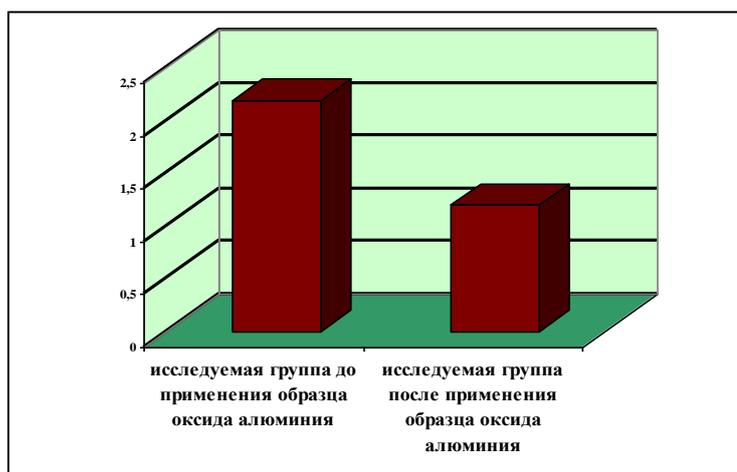


Рисунок 8 - Результаты определения воспалительно деструктивного индекса (ВДИ) в у.е. в исследуемой группе до и после применения образцов оксида алюминия

Полученные значения ВДИ в исследуемой группе соответствуют норме и не выявили достоверных отличий между собой (рис.8) .

Представленные данные цитологического исследования клеточного состава мазков соскобов и результатов вычисления ВДИ в исследуемой группе свидетельствует, что показатели сопоставимы между собой, не имеют достоверных отличий и соответствуют норме. Используемые материалы в исследовании не вызывали воспаления и развития деструктивных процессов со стороны слизистой оболочки полости рта.

При подсчете скорости слюноотделения до введения в полость рта исследуемого материала и после 30-минутной экспозиции образцов материала в полости рта значения скорости слюноотделения у испытуемых не менялись и составили значения от 5.2 до 6.5 мл/10 мин. Полученные данные по скорости слюноотделения оказались аналогичными таковым у исследуемых добровольцев в группе сравнения.

### **Реакция тканей полости рта обследуемых добровольцев на материал образца**

Проведенные верификационные исследования позволили получить в 100% случаев отсутствие негативного влияния на слизистую оболочку полости рта у обследуемых добровольцев (рис 9). Коэффициент функциональной асимметрии исходного (базового) измерения и коэффициента функциональной асимметрии, полученного при измерении с исследуемым образцом отличается на 4,1%.

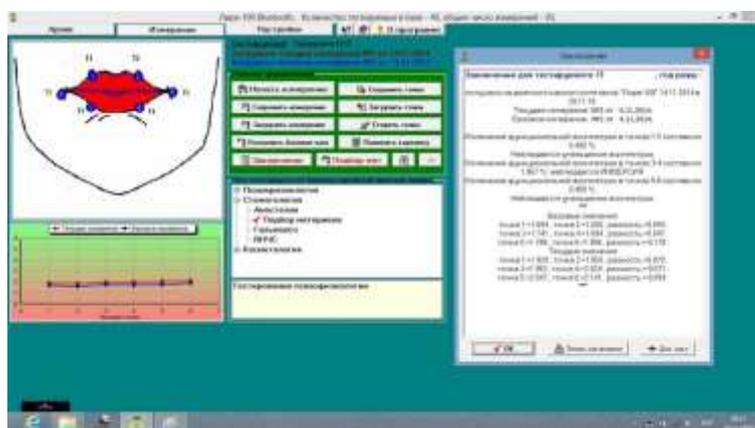


Рисунок 9 - Пример результатов определения влияния керамического материала на основе оксида алюминия на органы и ткани полости рта и организм в целом.

Проведенные нами исследования показали биологическую индифферентность изученного материала у 100% обследуемых здоровых пациентов, что позволяет рекомендовать исследуемый керамический материал на основе оксида алюминия для дальнейшего изучения и применения в клинической практике.

### **Результаты проверки технических этапов изготовления одиночных коронок из разработанного материала**

На аппарате Wieland «Zenotec Select» были отфрезерованы каркасы одиночных коронок, было отмечена легкость фрезерования дисков из разработанной керамики. Ни одна фреза в аппарате не пришла в негодность.

После высокотемпературного отжига каркасов из разработанной керамики в течение в течение 2 часов ни в одном каркасе одиночных коронок не было обнаружено трещин/дефектов/пористости. При этом точность посадки каркасов на рабочих моделях не была нарушена. Было сделано заключение, что усадка после высокотемпературного отжига незначительна и составляет не более 1.5 – 2%.



Рисунок 10 - Оценка точности посадки каркаса из разработанной керамики на гипсовой модели: а – каркас на культе зуба до синтеризации; б – готовая коронка на модели из гипса; в – вид керамической коронки с внутренней поверхности

Успех при изготовлении каркасов одиночных коронок явился основанием для дальнейшего нанесения облицовочной массы Vita VM7 Enamel и Dentine Base (рис.10). После спекания облицовочных слоев керамики при температуре 980°C согласно инструкции производителя и полировки коронки при визуальном изучении не было отмечено дефектов облицовочного слоя ни у одной из 5 изготовленных коронок. Это явилось основанием для изготовления одиночных коронок пациентам. Таким образом, коронки с каркасами из разработанной керамики можно изготавливать с применением облицовочной массы Vita VM7 согласно инструкции производителя. При этом гомогенизационный отжиг каркасов в течение 2 часов при температуре 1200°C является оптимальным.

#### **Результаты клинического исследования эффективности протезирования с применением коронок, изготовленных из разработанного материала на добровольцах**

На базе стоматологической поликлиники ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России на основании одобрения Локального этического комитета ГБОУ ВПО УГМУ МЗ РФ (протокол №7 от 19 сентября 2014 г.) 5 пациентам, имевшим показания к протезированию одиночными конструкциями, были изготовлены 5 искусственных коронок с каркасами из керамики производства ЗАО «Уралинтех». Для придания конструкциям эстетичности каркасы облицовывались керамической массой Vita VM 7 Enamel и Dentine Base. С пациентами - добровольцами были подписаны договоры информированного согласия (женщины от 27 до 55 лет). Состояние здоровья каждого из добровольцев было застраховано через страховую компанию. Для фрезерования была выбрана CAD-CAM система Zenotec select (Wieland). Система Zenotec select является открытой. Точность позиционирования осей во время фрезерования Wieland «Zenotec Select» — 3 мкм. Фрезерный модуль имеет возможность изготовления конструкций из керамических дисков, в том числе из оксида алюминия.

Для фрезерования конструкций был изготовлен диск из керамики ЗАО «Уралинтех» с геометрическими размерами  $d = 98.5$  мм и  $h = 12$  мм, аналогичными зарубежным материалам из керамики на основе оксида алюминия. Сканирование рабочих гипсовых моделей, а также моделей антагонистов, изготовленных из гипса 4 и 3 класса, производилось с помощью 3-х осного сканера S50/D, совместимого с Wieland «Zenotec Select» (погрешность сканирования менее 20 мкм). После фрезерования каркасов из керамики производства ЗАО «Уралинтех» была проведена оценка точности посадки каркасов на рабочих моделях. Далее каркасы подвергались высокотемпературному отжигу в лабораторной печи в течение 2 часов при температуре 1200° С, скорость нагрева 25° С /мин. После высокотемпературного отжига оценивалась точность прилегания каркасов на рабочих моделях, а также в полости рта пациентов. Далее наносили на каркасы облицовочные керамические массы Vita VM7 Enamel и Dentine Base. КТР данной массы в

соответствие с данными завода изготовителя составляет в  $(7,2 - 7,9) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , что наиболее близко к КТР оксида алюминия.

После припасовки одиночных конструкций с каркасами из оксидной керамики производства ЗАО «Уралинтех» в полости рта, всем 5 пациентам была проведена их фиксация с применением цемента двойного отверждения Variolink 2 (Ivoclar Vivadent).

Далее пациенты были назначены на контрольный осмотр через 2 недели, а затем через 6 месяцев. В течение последующих 2 лет пациентам было рекомендовано динамическое наблюдение с осмотрами 1 раз в 6 месяцев.

### **Результаты комплексной клинической оценки качества протезирования искусственными коронками**

У всех пациентов искусственные керамические коронки оценивали по методике М.М. Антонника и А.Н. Ряховского (2001) сразу после их фиксации в полости рта на постоянный цемент, последующую оценку одиночных коронок проводили через 2 недели и 6 месяцев. Все искусственные коронки, включённые в исследование, были оценены при первичном тестировании как «А» (хорошие), то есть были пригодны для эксплуатации и дальнейшего наблюдения.

После 2 недель показатели не изменились и через 6 месяцев 2 из 5 коронок имели показатель В за счет появления шероховатости облицовочного слоя. У 2 коронок – поверхность облицовочного слоя с щечной стороны приобрела незначительную шероховатость. На качество изготовленных каркасов из оксида алюминия это никак не повлияло. После проверки окклюзионных контактов и полирования коронок пациенты были назначены для повторного наблюдения через 6 месяцев.

Изменение анатомии края, анатомии всей поверхности, окклюзии, цвета одиночных коронок за 6 месяцев выявлено не было. Следует отметить, что все пациенты остались довольны качеством проведенного лечения. Необходим больший объем выборки. Однако, материал еще не прошел сертификацию, так что такое количество пациентов обусловлено ограничениями ЛЭК.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что разработанный материал на основе оксида алюминия не показал осложнений в клинической практике. Требуются дальнейшие клинические исследования.

Таким образом, проведенное нами углубленное изучение физико – механических и биологических свойств нового наноструктурированного отечественного материала на основе оксида алюминия, полученного методом плазменного напыления, позволяет после оформления надлежащей разрешительной документации рекомендовать его для внедрения в стоматологическую практику.

### **ВЫВОДЫ:**

1) Нами разработан метод получения нового отечественного нанонаполненного керамического материала на основе оксида алюминия (положительное решение о выдаче Патента РФ), где впервые использована технология плазменного напыления. Новый керамический материал можно отнести к классу чистой оксидной керамики со стеклянной фазой (состав - 100% оксид алюминия, размер частиц 20-40 мкм, пористость 10%).

2) Новый отечественный наноструктурированный керамический материал на основе оксида алюминия, полученный методом плазменного напыления (гамма-фаза) для ортопедических несъемных конструкций имеет оптимальную температуру гомогенизационного отжига, равную  $1200^{\circ}\text{C}$ , при которой прочностные характеристики при одноосном сжатии: предел прочности 540 МПа, деформация до разрушения порядка 8% и модуль Юнга 9.34ГПа. Эти величины близки с прочностными свойствами как эмали, так и дентина. Данный материал пригоден для изготовления керамических дисков и блоков для фрезерования CAD/CAM методом.

3) На лабораторной группе животных доказано отсутствие острой и хронической токсичности керамики на основе оксида алюминия. По степени выраженности раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки усовершенствованный материал относится к «0» классу веществ по пятибалльной системе по О.Г. Алексеевой, А.И. Петкевич (1972).

4) Оценка совместимости нового наноструктурированного керамического материала на основе оксида алюминия с органами и тканями полости рта с помощью изучения цитоморфологического состояния буккальных эпителиоцитов слизистой оболочки полости рта и изучение изменения индекса биоэлектромагнитной реактивности (БЭМР) у 100% обследуемых показало биологическую индифферентность. Пилотное использование нового керамического наноструктурированного материала в качестве каркасного у 5 добровольцев для одиночных искусственных коронок при оценке качества протезирования искусственными коронками (Ряховский А.Н., Антоник М.М., 2001) показало высокую эффективность в ближайшие сроки наблюдения.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ:**

- Для изготовления оксидной каркасной конструкционной керамики на основе оксида алюминия рекомендуется использовать метод плазменного напыления, так как одновременно удается получить необходимую пористость и достаточную прочность.
- Однородность и прочность конструкции цельнокерамического несъемного протеза можно повысить путем гомогенизационного отжига при 1200°C в течение двух часов. При этом, керамика переходит в  $\gamma$  –  $Al_2O_3$ , значение усадки после обжига керамического материала составляет не более 3 – 4%, что незначительно и упрощает получение требуемых размеров и формы каркаса протеза.
- Для CAD – CAM технологии изготовления каркасов зубных протезов наиболее оптимальной и экономичной формой является диск для фрезерования, D=98 мм, h=12 мм, весом 290 граммов.
- Для изготовления каркасов из нового отечественного наноструктурированного керамического материала на основе оксида алюминия наиболее оптимальными являются системы CAD-CAM открытого типа, например, система Zenotec select (Wieland).

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Жолудев, Д.С. Перспективы использования керамики на основе оксида алюминия (обзор литературы)/Д.С. Жолудев//**Уральский медицинский журнал. -2012. – № 12(104) –С.75-80.**(Рекомендован ВАК, личное участие автора -100%).
2. Жолудев, Д.С. Экспериментальное изучение токсических свойств нового стоматологического материала на основе оксида алюминия/ Д.С. Жолудев, Р.Б. Бердников, С.С. Григорьев // **Уральский медицинский журнал. - 2014. -№ 5(119). – С. 48-53.** (Рекомендован ВАК, личное участие автора - 80%).
3. Жолудев, Д.С. Обоснование использования керамики на основе оксида алюминия с помощью изучения её механических свойств/Д.С. Жолудев, С.С. Григорьев, П.Е. Панфилов, Д.В. Зайцев // **Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3; URL: <http://www.science-education.ru/117-13584>** (Рекомендован ВАК, личное участие автора - 60%).
4. Жолудев, Д.С. Доклиническая оценка токсичности, безопасности в применении и исследование свойств керамики на основе оксида алюминия/ Л.П. Ларионов, С.С. Григорьев, Д.С. Жолудев // **Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/120-16156>.** (Рекомендован ВАК, личное участие автора -60%).

5. Жолудев, Д.С. Определение влияния на организм пациентов нового керамического материала на основе оксида алюминия с помощью экспресс диагностики реактивности слизистой оболочки полости рта/ Д.С. Жолудев, С.С. Григорьев // **Институт стоматологии. -2014. - № 4, декабрь (65).- С. 52-53.** (Рекомендован ВАК, личное участие автора - 90%).
6. Жолудев, Д.С. Оценка влияния образцов керамического материала на основе оксид-алюминия на состояние буккальных эпителиоцитов/С.С. Григорьев, Д.С. Жолудев// **Фундаментальные исследования. -2015. -№ 1.- часть3. - С. 388-491.** (Рекомендован ВАК, личное участие автора - 90%).
7. Жолудев, Д.С. Керамические материалы в ортопедической стоматологии. керамика на основе оксида алюминия/Д.С. Жолудев// **Проблемы стоматологии. -2012. -№ 5. – С.8-14.**
8. Жолудев, Д.С. Изучение токсических свойств нового стоматологического материала на основе оксида алюминия/ Д.С. Жолудев, Р.Б. Бердников, С.С. Григорьев // **Проблемы стоматологии.-2014. -№ 5. –С. 37-40.**
9. Жолудев, Д.С. Возрождение алюмооксидной керамики в стоматологии/ Д.С. Жолудев, С.С. Григорьев// II Всероссийское рабочее совещание по проблемам фундаментальной стоматологии. Всероссийский конгресс «Стоматология Большого Урала». Молодежная научная школа по фундаментальной стоматологии. Сборник статей.– Екатеринбург: УГМУ, 2014. –С.37-39.
10. Жолудев, Д.С. Изучение механических свойств керамического материала на основе оксида алюминия, полученного методом плазменного напыления/Д.С. Жолудев// **Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: Материалы 68-й всероссийской научно-практической конференции молодых учёных и студентов с международным участием, Екатеринбург, 9-10 апреля 2014 г. – Екатеринбург: Изд-во УГМУ, 2014. – С. 558 -559.**
11. Жолудев, Д.С. Клинико –лабораторное обоснование применения нового керамического материала на основе диоксида алюминия для каркасов несъемных протезов/ Д.С. Жолудев, С.Е. Жолудев, С.С. Григорьев, Л.П. Ларионов, Р.Д. Бердников, П.Е. Панфилов, Д.В. Зайцев, А.В. Ермаков, А.А. Бочегов// **Всероссийский конгресс «Стоматология Большого Урала». III Всероссийское рабочее совещание по проблемам фундаментальной стоматологии. Сборник статей.- Екатеринбург: УГМУ, 2015. – С. 121 - 130.**
12. Жолудев, Д.С. Прочностные свойства новой отечественной керамики на основе оксида алюминия /Д.С. Жолудев, С.С. Григорьев// **Всероссийский конгресс «Стоматология Большого Урала». III Всероссийское рабочее совещание по проблемам фундаментальной стоматологии. Сборник статей.- Екатеринбург: УГМУ, 2015. – С. 131-137.**

Жолудев Денис Сергеевич

Клинико –экспериментальное обоснование применения наноструктурированного керамического материала на основе оксида алюминия для несъемных зубных протезов

14.00.14 – «Стоматология»

Автореферат  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук

Автореферат напечатан по разрешению диссертационного совета Д 208.102.03  
25.03.2015г. ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России

---

Подписано в печать 25.03.2015г. Формат 60x84 1/16 Усл .печ .л. 1,0. Тираж 150 экз.  
Заказ № . Отпечатано в типографии ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава России,  
Г. Екатеринбург, ул. Репина, 3

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

**АСТ** - аспаргатаминотрансфераза

**АЛТ** - аланинаминотрансфераза

**Бис – GMA**- Bisphenol-A glycidyl dimethacrylate – бисфенол А – глицидил метакрилат

**БЭ** - буккальные эпителиоциты

**БЭМР** - биоэлектромагнитная реактивность

**ВДИ** - воспалительно-деструктивный индекс

**Вт** – ватт.

**ГБОУ ВПО УГМУ МЗ РФ** - Государственное бюджетное образовательное учреждение Высшего профессионального образования "Уральский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации

**ГА** - гидроксиапатит

**ГОСТ** – государственный стандарт

**ГПа** - гигапаскаль (равна  $10^9$  паскаль)

**ЗАО** – закрытое акционерное общество

**КГГ-гель**

**ЛД50** – полулетальная доза

**мкм** - микрометр

**РФА** – рентгенофазовый анализ

**РФ** - Российская Федерация

**ПК** – персональный компьютер

**СОПР** – слизистая оболочка полости рта

**СОЭ** – скорость осаждения эритроцитов

**ЦНС** – центральная нервная система

**Ув.** - увеличение

**ЧПУ** числовое программное управление

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** - оксид алюминия

**CAD – CAM** – Computer Aided Design – компьютерное проектирование;  
Computer Aided Manufacturing – компьютерное изготовление.

**FGM** - функционально градиентный материал

**МПа** - мегапаскаль

**PMMA** – полиметилметакрилат

**Ti** - титан

**ZrO<sub>2</sub>** - диоксид циркония.