

Отзыв официального оппонента

на диссертацию **Садырина Евгения Валерьевича «Характеризация свойств здоровых и патологически измененных твердых тканей зуба»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

1.1.10. - Биомеханика и биоинженерия.

Разработка новых подходов к исследованию тканей зуба человека с точки зрения биомеханики и биоинженерии и внедрение их результатов в медицинскую практику является важной научной задачей, позволяющей повысить качество стоматологического обслуживания пациентов в целом. Согласно Указу Президента РФ «О стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года» решение основных задач развития здравоохранения в Российской Федерации должно включать ускоренное развитие фундаментальных и прикладных научных исследований, внедрение и использование их результатов в развитие персонализированной медицины, основанной на современных научных достижениях.

Диссертация Садырина Е.В. посвящена разработке методики, позволяющей обнаружить области пониженной плотности минерализации в окрестности фиссуры эмали зуба человека для определения критической величины силы прикуса, приводящей к деминерализации этой области, а также средств для оценки степени снижения минерализации эмали и определении влияния современных стоматологических материалов на плотность минерализации тканей зуба. Таким образом, **актуальность диссертационного исследования** не вызывает сомнений, так как в нем развиваются биомеханические подходы к решению задач практической стоматологии.

Работа изложена на 169 страницах машинописного текста, включает в себя 46 рисунков, 12 таблиц, 36 страниц библиографии, содержащей 330 наименований использованных литературных источников. Диссертация содержит введение, три главы, заключение, два приложения и списки: сокращений и условных обозначений, литературы, рисунков и таблиц.

Во **введении** представлена информация о цели, задачах, новизне, теоретической и практической значимости, актуальности работы, приведены сведения об апробации работы, структуре и объеме диссертации, публикациях по теме диссертации и личном вкладе диссертанта. Введение также содержит литературный обзор по теме исследования. Автор уделил особое внимание задачам, связанным с математическим моделированием элементов окклюзионной поверхности моляров и премоляров человека, описал различные способы характеристики свойств тканей зуба, отмечая их преимущества и недостатки.

Глава 1 посвящена разработке комплексной биомеханической методики, позволяющей по размерам области пониженной плотности минерализации установить критическую величину силы прикуса, приводящую к деминерализации ткани в окрестности вершины фиссуры. Глава содержит математическую постановку и решение двумерной плоской задачи теории упругости о напряженно-деформированном состоянии

эмали с V-образной выемкой в виде клина, имитирующей фиссуру зуба, боковые стороны которой имитируют геометрию межбугоркового пространства, строятся области виртуального разрушения эмали. Далее с помощью микротомографа, используя разработанный диссертантом калибровочный фантом и специальные запатентованные приспособления, строится карта плотности минерализации в вершине фиссуры зуба, содержащей область пониженной плотности. В завершение главы описывается процесс поиска конгруэнтных областей: виртуального разрушения эмали и снижения плотности её минерализации.

В **Главе 2** диссертантом выявлен ряд изменений, возникающих в эмали и дентине человека в ходе деминерализации на первой клинически видимой стадии кариеса – кариесе в стадии белого пятна. В частности, было обнаружено:

- существенное снижение значений механических свойств патологически изменённой эмали и дентина в её окрестности, сопровождаемое аномальной реакцией ткани на нагрузку, показанное методом наноиндентирования здоровых и патологически изменённых эмали и дентина,
- снижение плотности минерализации патологически изменённых тканей, продемонстрированное с использованием микротомографирования,
- рост значений микрогеометрических характеристик патологически изменённой эмали и дентина в её окрестности, показанный посредством атомно-силовой и сканирующей электронной микроскопии,
- изменение молекулярного состава патологически изменённой эмали и появление в ней нового соединения.

Глава 3 содержит описание нового подхода для проведения сравнительного *ex vivo* анализа плотности стоматологических материалов, работа которого была проиллюстрирована на примере трёх современных стоматологических материалов: стеклоиономерного цемента, композитного материала и полимерного инфильтранта.

В **заключении** приведены основные результаты, полученные в диссертационном исследовании, сформулированы выводы.

Степень обоснованности и достоверности научных достижений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Достоверность результатов диссертации Садырина Е.В. обусловлена корректностью использованного математического аппарата, физической обоснованностью математической модели фиссуры, использованием известных методов, а также благодаря своевременным калибровкам научного оборудования согласно инструкциям фирм – изготовителей, доклинической апробацией результатов совместно с практикующими стоматологами.

Научная новизна основных результатов работы, их теоретическая и практическая значимость

Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что в ней впервые разработана комплексная биомеханическая методика для определения критической величины силы прикуса, приводящей к деминерализации ткани в окрестности вершины фиссуры, проведена многофакторная характеристика свойств эмали и дентина на ранней стадии кариеса, впервые описаны особенности молекулярного состава патологически изменённой эмали данной стадии кариеса, впервые предложен подход для проведения сравнительного анализа плотности стоматологических материалов для лечения данной стадии кариеса. **Теоретическая значимость** заключается в возможности их использования результатов для решения широкого спектра задач в области биомеханики зубной ткани. **Практическая значимость** работы состоит в возможности использования результатов для прогнозирования деминерализации и разрушения эмали зубов пациентов при профилактике синдрома треснувшего зуба, создания рекомендаций по конструированию искусственных зубных коронок и виниров, идентификации начальных признаков кариеса, оценки эффективности стоматологических материалов при лечении кариеса.

Апробация результатов диссертационного исследования

Всего по материалам диссертации опубликовано 28 работ, в том числе 14 статей в рецензируемых изданиях (среди них 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ), 3 патента на изобретения, а также 11 статей в сборниках конференций и тезисов докладов.

Автореферат диссертации правильно и полно отражает содержание диссертационного исследования. Диссертация **соответствует** паспорту специальности 1.1.10. – «Биомеханика и биоинженерия» по пунктам 1, 2, 6: изучение физико-механических свойств и структуры биологических макромолекул, клеток, биологических жидкостей, мягких и твёрдых тканей, отдельных органов и систем; изучение закономерностей движения биологических жидкостей, тепло- и массопереноса, напряжений и деформаций в клетках, тканях и органах; разработка на основе методов механики средств для исследования свойств и явлений в живых системах, для направленного воздействия на них и их защиты от влияния внешних факторов

В качестве **замечаний** по диссертации отмечу следующие:

1. В первой главе представлена постановка и решение задача для бесконечного упругого клина в плоской постановке в терминах перемещений. Отметим, что гораздо проще осуществить решение задачи в терминах напряжений, что позволяет сразу исследовать концентрацию напряжений.

2. На с. 55 диссертации использован критерий разрушения в виде ограничения на тангенциальную компоненту тензора напряжений (формула 1.42). В то же время отметим, что подобного типа критерии должны носить инвариантный характер, как это принято в механике разрушения.
3. При описании результатов наноиндентирования образцов было обнаружено явление ползучести, представлена таблица 6, в которой даны ее количественные характеристики. Вместе с тем в первой главе работы модель контактного взаимодействия представлена в упругой постановке.. Насколько пренебрежение реологией может изменить основные выводы работы?

Представленные замечания носят характер пожеланий и не влияют в целом на положительное впечатление от диссертации Садырина Е.В.

Резюмируя, считаю, что диссертационное исследование «Характеризация свойств здоровых и патологически измененных твердых тканей зуба» является самостоятельным законченным квалификационным научным исследованием и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемых к кандидатским диссертациям по специальности 1.1.10. - Биомеханика и биоинженерия, а её автор – Садырин Евгений Валерьевич – заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент Ватульян Александр Ованесович,

Заведующий кафедрой теории упругости Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет», Заслуженный деятель науки РФ, доктор физико-математических наук (специальность 01.02.04. физ.мат науки), профессор

344090, г. Ростов-на-Дону, кл. Мильчакова 8-А, оф.110
+7 (863) 218-40-00 доб. 14023, aovatulyan@sfnu.ru

Согласен на обработку персональных данных

«8».11.2023 г.



Ватульян А.О.
университета
рошниченко О.С.