

На правах рукописи

Моисеева Наталья Сергеевна

**ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПЛОМБИРОВОЧНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ С ЦЕЛЬЮ АКТИВИЗАЦИИ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ТВЕРДЫХ  
ТКАНЕЙ ЗУБА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ КАРИЕСА ЗУБОВ**

14.01.14 – стоматология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук

Воронеж – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России)

**Научный консультант:**

**Кунин Анатолий Абрамович**, Заслуженный работник Высшей школы, доктор медицинских наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Леонтьев Валерий Константинович** – доктор медицинских наук, профессор, Академик Российской Академии Наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, начальник управления науки

**Орехова Людмила Юрьевна** – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра стоматологии терапевтической и пародонтологии, заведующая кафедрой

**Маслак Елена Ефимовна** – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра стоматологии детского возраста, профессор

**Ведущая организация:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится 26 июня 2020 года в 13.00 на заседании объединённого диссертационного совета Д 999.226.02 на базе ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России по адресу: 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России по адресу 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10 и на сайте университета <http://vrngmu.ru/>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 года

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Лещева Елена Александровна

## Общая характеристика работы

**Актуальность темы исследования.** В двадцать первом веке кариес зубов остается основной проблемой стоматологии в связи со значительной распространенностью среди населения земного шара по данным Всемирной организации здравоохранения (Адмакин О.И., 1999; Алимский А.В., 2004; Боровский Е.В., 2006). Несмотря на достижения современной стоматологии в диагностике, профилактике и лечении кариеса зубов, широкий выбор пломбировочных материалов и различных гигиенических и лечебно-профилактических средств, уровень заболеваемости остается высоким, что представляет серьезную проблему для здравоохранения большинства стран мира, особенно в связи с неуклонным ростом стоимости реставрационного лечения и осложнениями, связанными с нарушением обменных процессов твердых тканей зуба (Авраамова О.Г., 2003; Леонтьев В.К., 2007; Леус П.А., 2008; Астахова М.И., 2009; Янушевич О.О., 2009; Николаев А.Н., 2013; Арутюнов С.Д., 2017; Кунин А.А. и соавт., 2018; Chatterjee R., 2019; Talwar M., 2019).

Для решения актуальной проблемы стоматологии на первый план в настоящее время выходят вопросы нормализации обмена веществ в твердых тканях зуба после пломбирования за счет активизации процессов минерализации, что предусматривает усовершенствование расходных стоматологических материалов для лечения и профилактики кариеса (Белехова В.А., 1994; Кунин А.А., Леонтьев В.К., 1999; Горяинов А.В., 2000). По нашему мнению, этому будет способствовать проведение фундаментальных исследований, которые способны регистрировать изменение микроструктуры материалов и теоретически обосновать их эффективность в плане активизации обменных процессов эмали и дентина с дальнейшим применением усовершенствованных материалов в практической стоматологии.

На наш взгляд, такая постпломбировочная активность обменных процессов твердых тканей зуба должна обязательно предусматривать качества, необходимые для современного стоматологического материала: присутствие элементов «белой» эстетики, такие как цвет, форма и долговечность пломбы, а также его биосовместимость, противостояние влиянию микрофлоры полости рта, прочную адгезию со структурами твердых тканей зуба, воспроизведение внешнего вида натуральных тканей и, что важнее всего, чтобы фундаментальные исследования, регистрирующие эти изменения микроструктуры восстановительных пломбировочных материалов, констатировали реализацию потенциальных возможностей твердых тканей зуба и способствовали их восстановлению и регенерации (Мороз Б.Т., Ермилов Д.А., 1999; Горяинов А.В., 2000; Николишин А.А., 2001; Николаев А.И., 2003; Виноградова Т.Ф., 2007). Благополучный исход лечения кариеса зависит от многих факторов, в том числе и от срока

службы пломб, поэтому качество стоматологических материалов является ключевой задачей стоматологии. Поиск новых высокоэффективных методов лечения кариеса находится в прямой зависимости от детального изучения физических, механических и химических свойств стоматологических материалов (Борисенко А.В., 2002; Мороз Б.Т., 2005; Кунин А.А., 2017).

В последнее время актуальным продолжает считаться вопрос создания «идеального» материала для восстановления твердых тканей зубов в плане улучшения анатомических и эстетических параметров (Ломиашвили Л.М., 2012; Milnar F.J., 2012; Jorge R.C., 2019). В настоящее время существуют лишь единичные работы, направленные на регистрацию изменения физико-химических и физико-механических свойств материалов путем воздействия термической и химической обработки, а также воздействия на них электрическими или ультразвуковыми полями (Menini M., 2015).

Для создания высокотехнологичного материала необходимо учитывать состав восстановительных пломбировочных материалов, включающих разнообразные компоненты, в том числе мономеры или олигомеры, систему отверждения и составляющих полимерную матрицу с равномерно распределенным тонкодисперсным неорганическим наполнителем (Родин Ю.П., 1982). Все составные компоненты играют определенную роль в формировании основной структуры этих материалов и характеристике их физико-механических и физико-химических свойств (Крыжановский В.К., 2005; Иванова Е.Н., 2006; Клемин В.А., 2007; Frencken, J., 2018).

В ранее проводимых исследованиях полимерам, на наш взгляд, уделялось незначительное внимание. Главной особенностью синтетических полимеров является специфическое цепное строение молекул, состоящих из многократно повторяющихся структурных звеньев, представляющих собой низкомолекулярные вещества (мономеры), молекулы которых способны в определенных условиях к последовательному соединению друг с другом в результате химической реакции синтеза. Исследования полимеров проводились в научных отраслях теплотехники и физики при модифицировании клеевых конструкций в космической области (Попов В.М., Иванов А.В., 2008). Так, исследованиями, проведенными в космической области, доказано повышение прочностных и адгезионных свойств клеевых конструкций при воздействии на них электромагнитного поля за счет уплотнения частиц микроструктуры полимерного клея (Попов В.М., 2008). В связи с этим, учитывая, что полимерная матрица является основой пломбировочных материалов и зубных паст, воздействие на нее может привести к изменению их микроструктуры и улучшению физико-механических свойств (Лавлинская О.В., 2014; Попова Е.А., 2016).

В связи с вышеизложенным, очевидна перспективность дальнейших исследований влияния электромагнитного поля на полимерные стоматологические материалы. Результаты

таких исследований, возможно, станут основой разработки и создания материала с улучшенными физико-механическими и физико-химическими свойствами.

**Степень разработанности темы исследования.** В настоящее время нет сведений о разработке методов профилактики и лечения кариеса зубов с использованием полимерных восстановительных материалов, микроструктура которых изменена с помощью электромагнитного поля. Разработка методов воздействия на полимерные стоматологические материалы электромагнитным полем является современным подходом для решения актуальной проблемы повышения эффективности лечения и профилактики кариеса.

В литературе практически отсутствуют сведения о влиянии полимеров на структурные и физиологические процессы в пломбе и в зубе после пломбирования. Имеется только лишь работа о влиянии одномоментного применения низкочастотного электромагнитного поля и антиоксидантов на микроэлементный состав твердых тканей зубов крыс и варианты нормализации данных компонентов элементного состава путем применения иммуномодулирующего препарата растительного происхождения (Dogan M.S., 2017). Однако автором не были получены значительные успехи в отношении профилактики кариеса.

В отечественной и зарубежной литературе приведено недостаточно результатов фундаментальных исследований качества обменных процессов твердых тканей зуба, запломбированного по поводу кариеса, с использованием разнообразных материалов (Шевченко М.А., 2011; Ломиашвили Л.М., 2012; Davoudi A., 2016; Shirazi M., 2019). Известен патент, в котором рассматриваются вопросы влияния электрического поля на повышение бактерицидных свойств материала и применения электромагнитного поля для полимеризации композитного материала при изготовлении вкладок (Нидзельский М.Я, 2014).

В технической области были достигнуты значительные результаты при воздействии электромагнитного поля на клеевые композиции, в основе которых также лежат полимеры. Было зарегистрировано изменение структурных характеристик составных частиц этих клеев и значительное повышение их прочности под действием электромагнитного поля (Попов В.М., Иванов А.В., 2008; Лавлинская О.В., 2014). Мы применили данную методику в стоматологии. Например, если доказано, что степень участия полимеров в прочностных характеристиках клеевых конструкций обоснована, то для переноса этой концепции в стоматологию необходимы экспериментальные исследования, подтверждающие улучшение физико-механических характеристик полимерных стоматологических материалов, после чего при положительных данных исследований, возможно применение полученных результатов на практике.

Изменение микроструктуры полимерной матрицы материалов прогнозирует активизацию обменных процессов твердых тканей зуба после пломбирования, в связи с этим при применении в практической стоматологии можно получить интегральный положительный

эффект лечения и профилактики кариеса с учетом регистрации вариантов активизации обменных процессов твердых тканей зуба на основе фундаментальных научных исследований (Трухачева Н.Н., 2003; Егорова Н.М., 2004; Цимбалистов А.В., 2004).

Кроме того, все зубные пасты также имеют полимерную основу, которая могла бы активизировать обменные процессы в твердых тканях зуба, что требует научного обоснования прогнозируемого эффекта с целью повышения эффективности профилактики кариеса (Козичева Т.А., 1999; Крихели Н.И., 2001).

Известные на сегодняшний день лечебные средства и технологии не полностью решают задачу достижения оптимальных результатов лечения и профилактики кариеса зубов или трудоемки в осуществлении, поэтому проведение исследований, направленных на изучение микроструктурных изменений стоматологических материалов на полимерной основе при воздействии электромагнитного поля, представляются перспективными и своевременными.

Большое предложение разнообразных средств профилактики кариеса в настоящее время усложняет выбор их применения стоматологами. Необходимо учитывать результаты научных исследований, указывающих на различные варианты активизации обменных процессов в твердых тканях зуба при применении разнообразных зубных паст (Кунин А.А., 2005). С этой целью также представляет интерес исследование зубных паст на полимерной основе.

Все вышеизложенное обосновывает необходимость фундаментальных исследований обменных процессов эмали и дентина зуба при применении полимерных пломбировочных материалов и зубных паст на полимерной основе с воздействием электромагнитного поля с целью повышения качества лечения и профилактики кариеса. Необходимость изменения и усовершенствования микроструктуры материалов на полимерной основе с помощью электромагнитного поля с целью улучшения их физико-механических и физико-химических свойств послужили иницилирующим фактором нашего исследования.

**Цель исследования** – обосновать новую концепцию повышения эффективности лечения и профилактики кариеса зубов на основе изменения микроструктуры восстановительных пломбировочных материалов и зубных паст на полимерной основе при воздействии электромагнитного поля.

**Задачи исследования:**

1. Применить электромагнитное поле с использованием специализированной установки для изменения микроструктуры восстановительных пломбировочных материалов до отверждения и зубных паст на полимерной основе с целью повышения эффективности лечения и профилактики кариеса зубов.

2. Разработать методику подготовки образца восстановительного пломбировочного материала с целью проведения клинико-лабораторных исследований с помощью сканирующей электронной микроскопии.

3. Провести сравнительный анализ микроструктуры пломбировочных материалов и зубных паст на полимерной основе с воздействием и без воздействия электромагнитного поля *in vitro* с помощью сканирующей электронной микроскопии.

4. Провести оценку микроструктуры зубных паст на полимерной основе для профилактики кариеса с воздействием и без воздействия электромагнитного поля *in vitro* с помощью просвечивающей электронной микроскопии.

5. Дать сравнительную характеристику физико-механических и адгезионных свойств восстановительных пломбировочных материалов с воздействием и без воздействия электромагнитного поля *in vitro*.

6. Изучить и провести анализ клинических показателей (электропроводность эмали, светоиндуцированная флюоресценция, окрашивание эмали) с целью выявления контингента с интактной эмалью и зубов со средним кариесом с последующей всесторонней оценкой стоматологического статуса пациентов. Разделить обследованных пациентов на клинические группы.

7. Провести оценку повышения эффективности лечения и профилактики вторичного кариеса в клинических условиях на основе качественно-количественных интегральных показателей с использованием пломбировочных материалов при воздействии на них электромагнитного поля.

8. Провести оценку эффективности профилактики кариеса и улучшения минерализации поверхностного слоя эмали в клинических условиях с использованием зубных паст при воздействии на них электромагнитного поля.

9. Изучить эффективность воздействия электромагнитного поля на пломбировочные материалы и зубные пасты для активизации обменных процессов в твердых тканях зуба, запломбированного по поводу среднего кариеса, а также в эмали зуба после применения зубной пасты, по данным рентгеноспектрального микроанализа.

**Научная новизна исследования.** Впервые научно обосновано применение электромагнитного поля с помощью специализированной установки для изменения микроструктуры восстановительных пломбировочных материалов, применяемых для лечения кариеса, и зубных паст на полимерной основе для профилактики кариеса зубов (патент № 2594255 РФ от 20.07.2016 г.).

С помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) изучена микроструктура образцов восстановительных

пломбировочных материалов (патент № 194801 РФ от 24.12.2019 г.) и зубных паст на полимерной основе *in vitro*, получены результаты изменения микроструктуры пломбировочных материалов и зубных паст после воздействия электромагнитного поля (патент № 2712043 РФ от 24.01.2020 г.).

Впервые обоснована целесообразность использования воздействия электромагнитного поля для изменения микроструктуры восстановительных пломбировочных материалов и зубных паст на полимерной основе, подтвержденная статистически.

На основании проведенных испытаний на прочность получены более высокие показатели прочности, твердости и адгезионных свойств полимерных пломбировочных материалов после воздействия электромагнитного поля *in vitro*.

Проведена оценка эффективности лечения и профилактики вторичного кариеса в клинических условиях на основе качественно-количественных интегральных показателей с использованием пломбировочных материалов при воздействии на них электромагнитного поля.

Проведена оценка эффективности профилактики кариеса и улучшения минерализации поверхностного слоя эмали в клинических условиях с использованием зубных паст при воздействии на них электромагнитного поля.

Получено повышение качества лечения, эффективности профилактики вторичного кариеса и активизации обменных процессов при пломбировании зубов полимерным пломбировочным материалом, а также профилактики кариеса и увеличения уровня минерализации поверхностного слоя эмали при использовании зубной пасты на полимерной основе с воздействием электромагнитного поля, подтвержденное с помощью рентгеноспектрального микроанализа.

Дана комплексная качественно-количественная характеристика эффективности применения электромагнитного поля для воздействия на восстановительные пломбировочные материалы и зубные пасты на полимерной основе.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Результаты исследования показали, что использование восстановительных пломбировочных материалов и зубных паст на полимерной основе с воздействием электромагнитного поля позволяет повысить эффективность лечения и профилактики кариеса в ближайшие и отдаленные сроки, что подтверждено статистически.

Использован статистически обоснованный комплекс высокотехнологичных клинико-лабораторных методов с применением сканирующей электронной микроскопии, просвечивающей электронной микроскопии, рентгеноспектрального микроанализа, позволяющий выявлять микроструктурные изменения материала после воздействия электромагнитного поля.

Полученные данные научных исследований дают возможность врачу-стоматологу определить новый подход к лечению и профилактике кариеса зубов на основе модифицирования микроструктуры полимерных пломбировочных материалов с помощью воздействия электромагнитного поля, апробированный при выполнении данных исследований в клинических условиях.

**Методология и методы диссертационного исследования.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с основными методологическими правилами и принципами доказательной медицины. В серии клинических, клинико-лабораторных и лабораторных исследований изучен материал, полученный в результате экспериментальных исследований расходных стоматологических материалов на полимерной основе *in vitro*; клинических исследований, включающих обследование пациентов с всесторонней оценкой их стоматологического статуса и лечение пациентов; клинико-лабораторных исследований, включающих изучение активизации обменных процессов в твердых тканях зуба по данным рентгеноспектрального микроанализа. Все положения диссертации, обоснованы фактическими данными, представленными в таблицах и рисунках. Для статистической обработки результатов исследования был использован стандартный пакет прикладных программ STATISTICA 8.0 фирмы Statsoft и SPSS-11 фирмы SPSS, исходя из цели и задач исследования.

Диссертационное исследование одобрено локальным этическим комитетом по науке Воронежского государственного медицинского университета имени Н.Н. Бурденко (протокол № 1 от 25.02.2016 года) и в соответствии с Хельсинской декларацией и ее последующими поправками или сопоставимыми этическими стандартами, от пациентов получено информированное согласие. Тема данного диссертационного исследования предложена в 2014 году научным консультантом, д.м.н., профессором, Заслуженным работником Высшей школы, профессором кафедры госпитальной стоматологии ВГМУ им. Н.Н. Бурденко А.А. Куниным.

**Личный вклад автора** состоит в определении цели и задач научных исследований, проведении анализа отечественных и зарубежных источников литературы по исследуемой проблеме, определены результаты оценки влияния электромагнитного поля на микроструктуру расходных стоматологических материалов. Проведены экспериментальные исследования полимерных пломбировочных материалов и зубных паст, клинические исследования оценки качества пломбирования и профилактики кариеса, а также клинико-лабораторные исследования с помощью высокотехнологичных исследовательских методов, статистическая обработка и анализ результатов исследования, формирование положений, выносимых на защиту, выводов и практических рекомендаций. Автором разработаны 3 патента, разработан дизайн и протокол исследования.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. При применении специализированной установки для воздействия электромагнитным полем с установленными параметрами в течение 20 минут при показателях напряженности магнитного поля  $20 \times 10^4 - 24 \times 10^4$  А/м на восстановительные пломбировочные материалы и зубные пасты на полимерной основе и разработанной методики подготовки образца пломбировочного материала для сканирующей электронной микроскопии констатировано изменение микроструктуры этих материалов, способствующее повышению качества лечения и профилактики кариеса зубов.

2. Применение сканирующей электронной микроскопии позволило определить изменение микроструктуры восстановительных пломбировочных материалов и зубных паст после воздействия электромагнитного поля *in vitro* в виде уплотнения полимерной матрицы материалов за счет увеличения размера «частиц» в среднем в 1,5-2,5 раза и уменьшения расстояния между ними в 1,5-2,5 раза, что подтверждено статистически. Проведенная оценка микроструктуры зубных паст на полимерной основе с помощью просвечивающей электронной микроскопии *in vitro* подтвердила достоверное уплотнение микроструктуры за счет увеличения размера «частиц» полимерной матрицы зубных паст в среднем в 2 раза при воздействии электромагнитного поля. Полученный эффект подтвержден автоматизированным обчислением по методике Джеффриса.

3. В результате исследований *in vitro* получено улучшение прочностных и адгезионных свойств восстановительных пломбировочных материалов после воздействия электромагнитного поля в 1,3-2,1 раза, что является статистически достоверным.

4. Разработанный и примененный на практике метод воздействия электромагнитным полем на полимерные пломбировочные материалы обеспечивает более качественную краевую адаптацию материала к тканям зубов, подтвержденную отсутствием клинических проявлений разгерметизации по результатам окрашивания границы пломбирования, удовлетворительным качеством пломбирования по Д.М. Каральнику и нормальной краевой проницаемости эмали по шкале Р.Г. Буянкиной в результате измерения электропроводности, полученный эффект сохраняется на протяжении двухлетнего наблюдения, в отличие от стандартных методов лечения без воздействия электромагнитного поля, что подтверждено статистически.

5. Разработанный и примененный на практике метод воздействия электромагнитным полем на зубные пасты на полимерной основе обеспечивает улучшение минерализации поверхностного слоя эмали, подтвержденное данными достоверного повышения уровня кариесрезистентности эмали по данным ТЭР-теста, снижением кариесогенности зубного налета и показателей электропроводности, по сравнению с контрольной группой без воздействия электромагнитного поля, что подтверждено статистически.

6. Применение рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) показало повышение весового коэффициента алюминия, кремния, фосфора, кальция, что является статистически достоверным и свидетельствует об активизации обменных процессов эмали на границе пломбирования при воздействии электромагнитного поля на пломбировочный материал, по сравнению с материалом без электромагнитного воздействия.

7. По данным рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) после воздействия электромагнитного поля на зубную пасту был выявлен более высокий весовой процент кальция, фосфора и кремния как основных компонентов зубной пасты, что является статистически достоверным и свидетельствует об увеличении минерализации поверхностного слоя эмали при использовании зубной пасты с воздействием электромагнитного поля.

**Степень достоверности и апробация результатов работы.** Положения диссертационного исследования, вынесенные на защиту, адекватно обоснованы согласно поставленным задачам, проведенный анализ подтверждается значительным объемом экспериментальных исследований (2312 исследований на 598 образцах), клинических (4170 исследований на 278 пациентах) и клинико-лабораторных исследований (72 исследования), проведена современная статистическая обработка полученных результатов.

Материалы диссертационного исследования неоднократно представлялись и обсуждались на конгрессах и научно-практических симпозиумах и конференциях различного уровня: I Всероссийский зимний съезд ассоциации молодых стоматологов (Воронеж, 22 февраля 2014 года); VIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых-медиков, организуемая Воронежским, Курским и Казанским медицинскими ВУЗами (Воронеж, 28 февраля 2014 года); XI Всероссийская Бурденковская студенческая научная конференция, посвященная 70-летию Победы в Великой Отечественной Войне (Воронеж, 24-25 апреля 2015 года); III Всемирный конгресс по предупредительной, профилактической и персонифицированной медицине ЕРМА (секция стоматология) (Бонн, Германия, 3-5 сентября 2015 года); Межрегиональная научно-практическая стоматологическая конференция «Актуальные вопросы современной стоматологии» (Воронеж, 2 марта 2016 года); XIII Всероссийская Бурденковская студенческая научная конференция (Воронеж, 21-22 апреля 2017 года); стоматологическая конференция Университета Чукурова (Адана, Турция, 6 апреля 2017 года); IV Всемирный конгресс по предупредительной, профилактической и персонифицированной медицине ЕРМА (секция стоматология) (Мальта, 15-17 сентября 2017 года); Всероссийская юбилейная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии, посвященная 80-летию со дня рождения профессора М.А. Слепченко» (Санкт-Петербург, 21-22 ноября 2017 года); XIX Международный конгресс "Здоровье и образование в XXI веке" (Москва, 18-20 декабря 2017 года); стоматологическая

конференция Университета Чукурова (Адана, Турция, 12 апреля 2018 года); Межрегиональная научно-практическая конференция с международным участием «Стоматологическая наука медицинскому образованию – из прошлого, через настоящее в будущее», посвященная 100-летию ВГМУ им. Н.Н. Бурденко (Воронеж, 14 ноября 2018 года); V Всемирный конгресс по предупредительной, профилактической и персонифицированной медицине ЕРМА (секция стоматология) (Чехия, Пльзень, 19-22 сентября 2019 года). Апробация диссертации проведена на совместном межкафедральном совещании сотрудников стоматологических кафедр ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России 15.01.2020 года.

**Внедрение результатов работы в практику.** Результаты исследования внедрены в практическую работу стоматологической поликлиники ФГБОУ ВО «ВГМУ им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России (Воронеж), стоматологической поликлиники БУЗ ВО «Воронежская детская клиническая стоматологическая поликлиника №2» (Воронеж), а также в учебный процесс стоматологических кафедр ВГМУ имени Н.Н. Бурденко (Воронеж).

**Публикации.** По теме диссертационного исследования опубликовано 36 научных работ в зарубежных, центральных и региональных изданиях, в том числе: 16 – в рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, в том числе 3 патента: 2 – на изобретение и 1 – на полезную модель, 10 – в изданиях, индексируемых международной базой данных Scopus. Суммарное число цитирований в РИНЦ 167. Индекс Хирша 6.

**Объем и структура диссертации.** Текст диссертации изложен на 222 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав (глава обзор литературы, глава материалы и методы, глава результаты собственных исследований, глава обсуждение результатов исследования, заключение, выводы и список литературы). Диссертация иллюстрирована 35 таблицами и 74 рисунками. Список литературы содержит 305 источников, из которых 187 отечественных и 118 иностранных публикаций.

## **Основное содержание работы**

### **Материал и методы исследований**

Работа выполнялась с 2014 года на базе кафедры факультетской стоматологии ГБОУ ВПО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, затем с 2016 года в связи с реорганизацией профильных кафедр из-за перехода на новый стандарт образования (ФГОС) на кафедре госпитальной стоматологии и стоматологической поликлиники ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства

здравоохранения Российской Федерации совместно с Центром коллективного пользования научным оборудованием Воронежского государственного университета, кафедрой электротехники, теплотехники и гидравлики Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова и фирмой-производителем расходных стоматологических материалов ООО «Целит», г. Воронеж.

В серии экспериментальных, клинических и клинико-лабораторных исследований были изучены *in vitro* физические особенности, а также прочностные и адгезионные свойства восстановительных пломбировочных материалов и зубных паст на полимерной основе при воздействии на них электромагнитного поля, в дальнейшем проведено обследование и лечение пациентов на приеме стоматологической поликлиники ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. Для решения поставленных задач был разработан дизайн исследования, представленный в таблице 1.

Таблица 1 – Дизайн исследования

1. Экспериментальные исследования	Исследование образцов пломбировочных материалов: I–группа исследования с воздействием ЭМП, II–контрольная группа без воздействия ЭМП.	Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ)	
		Рентгеноспектральный микроанализ (РМА)	
		Испытания на прочность по ГОСТ Р 31574-2012: - диаметральный разрыв; изгиб; адгезионная прочность. Испытания по ГОСТ 31578-2012: сжатие.	
	Исследование образцов зубной пасты: I–группа исследования с воздействием ЭМП, II–контрольная группа без воздействия ЭМП.	Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ)	
Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ)			
2. Клинические исследования	Полимерные пломбировочные материалы Средний кариес зубов - I группа исследования с пломбированием материалом с воздействием ЭМП, - II контрольная группа с пломбированием материалом без воздействия ЭМП.	<u>1 этап</u> - сбор анамнеза; - визуальный осмотр; зондирование. <u>2 этап</u> - электропроводность эмали; - светоиндуцированная флюоресценция.	<u>4 этап</u> - окрашивание колор-тест на границе пломба-зуб; - определение качества пломбирования по Д.М. Каральнику (1978); - электропроводность эмали.
	Зубные пасты на полимерной основе Зубы с интактной эмалью - I группа исследования с применением зубной пасты с воздействием ЭМП; - II контрольная группа с применением зубной пасты без воздействия ЭМП.	<u>3 этап</u> - ИГР-У (J.C. Green, J.R. Vermillion); - кариесогенность зубного налета Hardwick J.L., Manly E.B. (1985); - ТЭР-тест; - нуждаемость в лечении пародонта SPITN.	<u>4 этап</u> - термодиагностика; - кариесогенность зубного налета Hardwick J.L., Manly E.B. (1985); - ТЭР-тест; - электропроводность эмали.
3. Клинико-лабораторные исследования	Исследование образцов запломбированных и удаленных зубов с диагнозом средний кариес - I группа исследования с воздействием ЭМП - II контрольная группа без воздействия ЭМП	Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА)	
	Исследование образцов удаленных зубов с интактной эмалью после воздействия зубной пасты - I группа исследования с воздействием ЭМП - II контрольная группа без воздействия ЭМП	Рентгеноспектральный микроанализ (РСМА)	
Медико-статистическая обработка данных			

### Материал экспериментальных исследований in vitro

При проведении экспериментальных исследования нами были изучены 598 образцов восстановительных пломбировочных материалов и зубных паст на полимерной основе: адгезивная система Прайм бонд (Дентсплай, США) («PB»), композитные пломбировочные материалы Харизма («C») и Дюрафил («D») (Херэус Кульцер, Германия), Спектрум (Дентсплай, США) («SP») и Филтек флоу (3М, США) («F»), а также зубные пасты на полимерной основе («R») и («S»). Исследуемые материалы были разделены на 2 равнозначные группы (I – группа исследования материалов с воздействием электромагнитного поля; II – контрольная группа материалов без воздействия электромагнитного поля) для проведения сравнительной оценки физико-механических свойств и выявления изменений и особенностей микроструктуры материалов при воздействии электромагнитного поля. Распределение образцов пломбировочных материалов и зубных паст представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение полимерных пломбировочных материалов и зубных паст на группы с воздействием и без воздействия электромагнитного поля

Группа	Материалы	Кол-во образцов (шт.)
I – группа исследования (с воздействием электромагнитного поля)	«PB»	27 (4,6%)
	«C»	63 (10,5%)
	«D»	63 (10,5%)
	«SP»	63 (10,5%)
	«F»	63 (10,5%)
	«R»	10 (1,7%)
	«S»	10 (1,7%)
II – контрольная группа (без воздействия электромагнитного поля)	«PB»	27 (4,6%)
	«C»	63 (10,5%)
	«D»	63 (10,5%)
	«SP»	63 (10,5%)
	«F»	63 (10,5%)
	«R»	10 (1,7%)
	«S»	10 (1,7%)
Всего		598 (100%)

### Материал клинических исследований

Основой для получения научных данных клинических исследований являлся контингент из 850 человек, среди которых было выявлено 499 пациентов в возрасте от 18 до 45 лет (с завершившейся минерализацией твердых тканей зубов), имеющие минимум 20 естественных зубов с сохраненной коронкой, как интактные, так и предположительно зубы, имеющие кариес эмали и дентина без выраженной соматической патологии. У остальных (351 человека)

присутствовали общесоматические заболевания, способные повлиять на обменные процессы твердых тканей зуба, и, как следствие, чистоту эксперимента.

При выборке пациентов для клинического исследования учитывались: клинико-анамнестические данные, международная классификация болезней (МКБ-10), классификация кариеса зубов по А.А. Кунину (1994) и отсутствие выраженной сопутствующей патологии.

Исследовательской основой для проведения клинических исследований явился контингент из 216 (100%) человек с диагнозом средний кариес зуба и 62 (100%) человек с интактной эмалью зубов, которые были распределены по полу и возрасту (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение пациентов по возрасту и полу

Группа	Мужчины			Женщины		
	18-24	25-34	35-45	18-24	25-34	35-45
Количество пациентов	24 (11,1%)	30 (13,9%)	36 (16,7%)	43 (19,9%)	47 (21,8%)	36 (16,6%)
	90 (41,7%)			126 (58,3%)		
Всего	216 (100%)					
Количество пациентов	13 (21%)	14 (22,5%)	-	23 (37,1%)	12 (19,4%)	-
	27 (43,5%)			35 (56,5%)		
Всего	62 (100%)					

Из таблицы 3 следует, что в исследовании участвовало женщин в 1,4 раза больше, чем мужчин в группе пациентов со средним кариесом, а в группе пациентов с интактной эмалью женщин было больше в 1,3 раза, чем мужчин ( $p < 0,05$ ), что согласуется с общепринятыми данными.

По возрасту в группе со средним кариесом мужчин в возрасте 30-45 лет было больше в 1,5 раза, чем в возрасте 18-24 года, и в 1,2 раза больше, чем в возрасте 25-34 года ( $p < 0,05$ ). Среди женщин преобладал контингент в возрасте 25-34 года в 1,1 раз больше, чем в возрасте 18-24 года, и в 1,3 раза больше, чем в возрасте 35-45 лет. В группе пациентов с интактной эмалью мужчин в возрасте 25-34 года было в 1,1 раз больше, чем в возрасте 18-24 года. Среди женщин преобладал контингент в возрасте 18-24 года, что было в 1,9 раза больше, чем в возрасте 25-34 года ( $p < 0,05$ ) (таблица 3).

#### Материал клинико-лабораторных исследований

Для оценки степени проникновения химических компонентов пломбирочного материала в твердые ткани зуба изучены образцы 32 запломбированных по поводу среднего кариеса удаленных зубов с помощью низковакуумного электронного микроскопа «JEOL JSM – 6380 LV» (Япония) методом количественного рентгеноспектрального микрохимического анализа (РСМА). Удаленные зубы были разделены на 2 равнозначные группы: запломбированные материалом с воздействием и без воздействия электромагнитного поля.

Для выявления степени проницаемости эмали зуба для химических компонентов зубной пасты с воздействием и без воздействия электромагнитного поля было изучено 16 удаленных зубов с интактной эмалью с помощью низковакуумного электронного микроскопа «JEOL JSM – 6380 LV» (Япония) методом количественного рентгеноспектрального микрохимического анализа (РСМА).

### **Методы исследования**

#### Методы исследований *in vitro*

Для воздействия на полимерные материалы электромагнитным полем была использована специализированная установка, в основе которой электромагнитный индуктор из двух подвижных обмоток электромагнита, последовательно соединенных на магнитном ярме. Каждый материал I – группы исследования предварительно помещали в специализированную установку для обработки полимерных материалов в электромагнитном поле в течение 20 минут при показателях напряженности магнитного поля в  $20 \times 10^4$  –  $24 \times 10^4$  А/м. Перед воздействием электромагнитного поля на материалы были определены параметры уровня электромагнитного фона с использованием прибора МЕГЕОН 07020, Россия; после воздействия электромагнитного поля на исследуемые материалы повторно определялись те же параметры. Показания прибора соответствовали 0 мкТл и не превышали допустимую безопасную норму (0,2-10 мкТл).

В дальнейшем образцы испытуемых материалов двух групп отверждали светом полимеризационной лампы синего цвета в течение 40 секунд. Для контроля по аналогичной методике раскалывали и исследовали материалы II – контрольной группы, не подвергнутые предварительному воздействию электромагнитного поля.

Микроструктуру пломбировочных материалов и зубных паст с воздействием и без воздействия электромагнитного поля исследовали методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) при помощи низковакуумного растрового электронного микроскопа «JEOL JSM – 6380 LV» (Япония) в режиме вторичной электронной эмиссии при ускоряющем напряжении 20-30 кВ и увеличениях от  $\times 1000$  до  $\times 100\ 000$ .

Микроструктуру зубных паст с воздействием и без воздействия электромагнитного поля исследовали методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) на микроскопе Libra 120 (Carl Zeiss, Германия) со встроенным ОМЕГА-фильтром для исследования полимерных образцов и системой освещения образца по Келеру в режиме упруго рассеянных электронов и ускоряющем напряжении 120 кВ.

Для объективизации и подтверждения полученных результатов определяли средний размер «частиц» полимерной матрицы зубной пасты с помощью автоматизированного обсчета

по методике Джеффриса. Статистическую обработку проводили, используя программу Altami Studio (версия 3.4; <http://altamisoft.ru>; ООО «Альтами»).

Для детального изучения физико-механических свойств пломбировочных материалов после воздействия электромагнитного поля были проведены испытания на прочность в соответствии с ГОСТ Р 31574-2012, включающие определение прочности на диаметральный разрыв, изгиб и адгезионный сдвиг. Для всесторонней оценки физико-механических свойств пломбировочных композитных материалов также нами были проведены испытания по определению прочности при сжатии, входящие в ГОСТ Р 31578-2012, на испытательной машине ИР 5040.

#### Методы клинических исследований

Для всесторонней оценки состояния полости рта пациентов был проведен комплекс рациональных клинических методов исследования: визуальный осмотр, зондирование, термодиагностика, функциональное состояние эмали (ТЭР-тест), гигиеническое состояние полости рта J.C.Green, J.R.Vermillion (ИГР-У), кариесогенность зубного налета Hardwick J.L., Manly E.B. (1985), нуждаемость в лечении пародонта SPITN.

Затем обследованный контингент был распределен по группам в зависимости от вида лечебной и профилактической терапии. Данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Распределение обследованных пациентов в зависимости от вида лечебной и профилактической терапии

Вид терапии	Материал	Группа исследования	Количество человек	
Лечение среднего кариеса	Пломбировочный материал «С»	I группа с ЭМП	58 (26,9%)	216 (100%)
		II группа без ЭМП	58 (26,9%)	
	Пломбировочный материал «SP»	I группа с ЭМП	50 (23,1%)	
		II группа без ЭМП	50 (23,1%)	
Контролируемая чистка зубов	Зубная паста «R»	I группа с ЭМП	31 (50%)	62 (100%)
		II группа без ЭМП	31 (50%)	

У исследуемого контингента из 216 человек с диагнозом средний кариес проводили пломбирование зубов материалами с воздействием и без воздействия электромагнитного поля по общепринятой методике. Оценку качества пломбирования проводили на этапах наблюдения (после, через 1 месяц, через 6 месяцев, через 1 год и через 2 года) с помощью следующих методов: витальное окрашивание эмали на границе с пломбировочным материалом «Колор-тест № 2» (Владивосток, Россия), клиническое определение качества пломбирования по Д.М. Каральнику (1978), электропроводность эмали с помощью аппарата «ДентЭст».

Для изучения эффективности влияния электромагнитного поля также было изучено его воздействие на зубную пасту на полимерной основе. Для этого 62 пациентам с интактной

эмалью зубов, которые были обучены правилам индивидуальной гигиены полости рта, была проведена контролируемая чистка зубов в течение месяца (таблица 4). Для оценки эффективности применения зубной пасты с воздействием электромагнитного поля проводили: термодиагностику, функциональное состояние эмали (ТЭР-тест), кариесогенность зубного налета Hardwick J.L., Manly E.B. (1985), электропроводность эмали.

#### Методы клинико-лабораторных исследований

Для анализа активности проникновения химических компонентов полимерного пломбировочного материала после воздействия электромагнитного поля в эмаль зуба методом рентгеноспектрального микроанализа с помощью низковакуумного растрового электронного микроскопа модели «JEOL JSM-638OLV», Япония, изучали образцы сколов запломбированных по поводу среднего кариеса удаленных зубов. Изображения были получены в режиме вторично-электронной эмиссии и обратно-рассеянных электронов. Распределение химических элементов в области границы пломбировочного материала и эмали зуба было исследовано методом рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) с картированием поперечных сколов с помощью системы энергодисперсионного анализа (ЭДА) INCA-250. Распределение химических микроэлементов в области границы пломбировочного материала и тканями зуба на рентгеновской карте помечено цветом (С – красный, Са – зеленый, Si – синий) и характеризует взаимное проникновение компонентов пломбировочного материала в твердые ткани зуба.

Для анализа проницаемости эмали зуба для химических компонентов зубной пасты с воздействием электромагнитного поля и без него были изучены удаленные зубы с интактной эмалью с помощью количественного рентгеноспектрального микрохимического анализа (РСМА), которые в соответствии с группами исследования были подвергнуты контролируемой чистке зубов зубной пастой «R» в течение месяца.

#### Методы статистической обработки материала

Для статистической обработки результатов исследования был использован стандартный пакет прикладных программ STATISTICA 8.0 фирмы Statsoft, разработанных исходя из цели и задач исследования. Перед статистическим анализом результатов исследования конкретная копия программы верифицировалась на тестовых выборках с известными свойствами и результатами. В рамках описательной (дискриптивной) статистики рассчитывались следующие параметры: среднее и среднеквадратическое отклонение, медиана, мода, стандартная ошибка среднего, эксцесс, асимметрия, минимальное значение ряда данных, максимальное значение ряда данных, коэффициент вариации, значение квантилей, квантильный размах. Для сравнения групп нами был применен непараметрический критерий различия U-критерий Mann-Whitney, Kruskal-Wallis и медианный тест, при этом учитывался

эффект множественных сравнений. Параметрические критерии: t-критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони, при множественных сравнениях; F-критерий Фишера. Корреляционный анализ с целью установления причинно-следственной связи между показателями проводился с помощью применения непараметрического критерия Спирмана. При обработке статистических данных значимыми считались различия при  $p < 0,05$ , полученные при множественном сравнении.

### Результаты исследования и их обсуждение

#### Результаты исследования *in vitro* микроструктуры полимерных восстановительных материалов по данным сканирующей электронной микроскопии

Результаты сканирующей электронной микроскопии подтверждают значительные изменения микроструктуры восстановительных пломбировочных материалов «С» и «D», «SP» и «F» и адгезивной системы «PB» после воздействия электромагнитного поля (рисунки 1, 2, 3, 4, 5 и таблица 5).

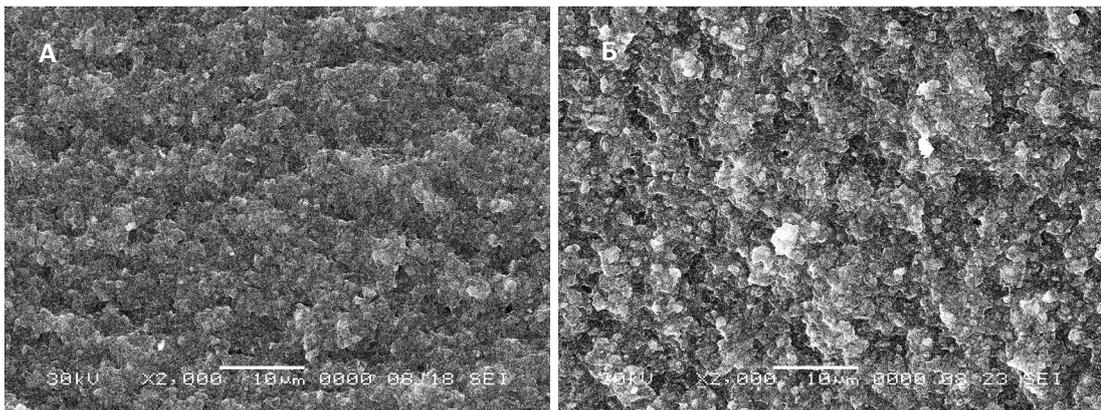


Рисунок 1 – Результаты СЭМ материала «С» при увеличении  $\times 2000$  без (А) и с (Б) воздействием электромагнитного поля

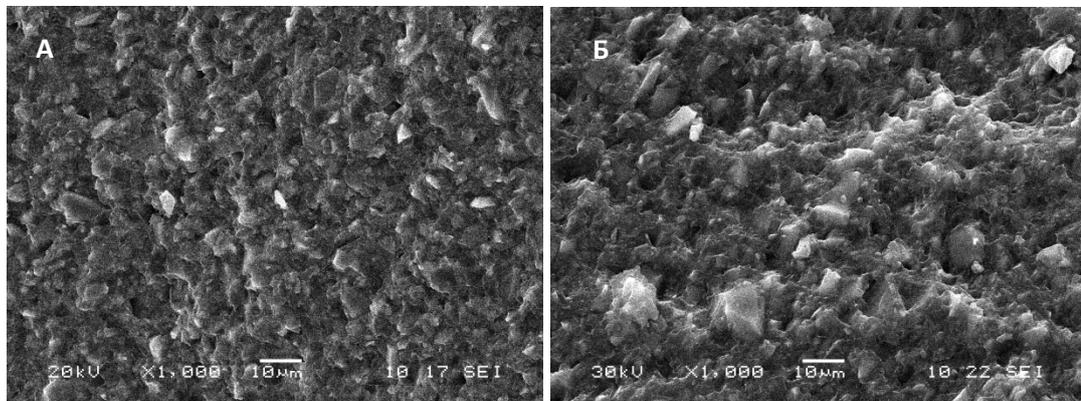


Рисунок 2 – Результаты СЭМ материала «D» при увеличении  $\times 1000$  без (А) и с (Б) воздействием электромагнитного поля

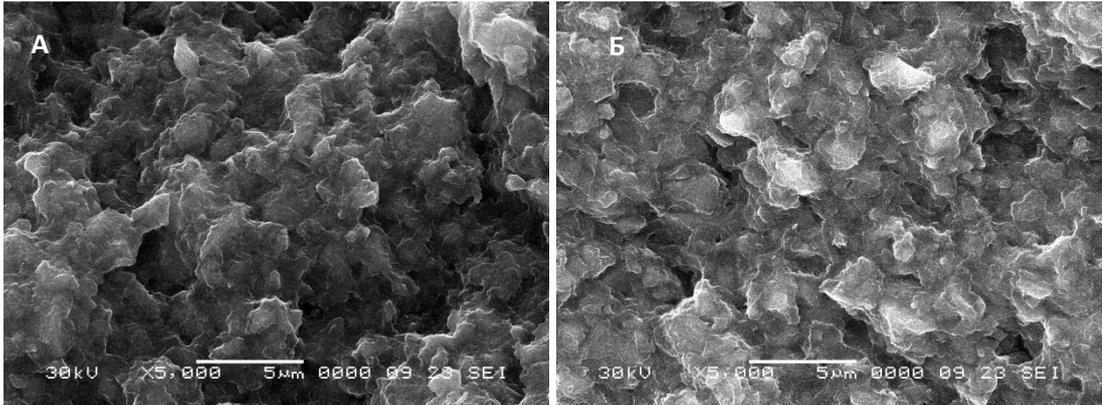


Рисунок 3 – Результаты СЭМ материала «SP» при увеличении x5000 без (А) и с (Б) воздействием электромагнитного поля

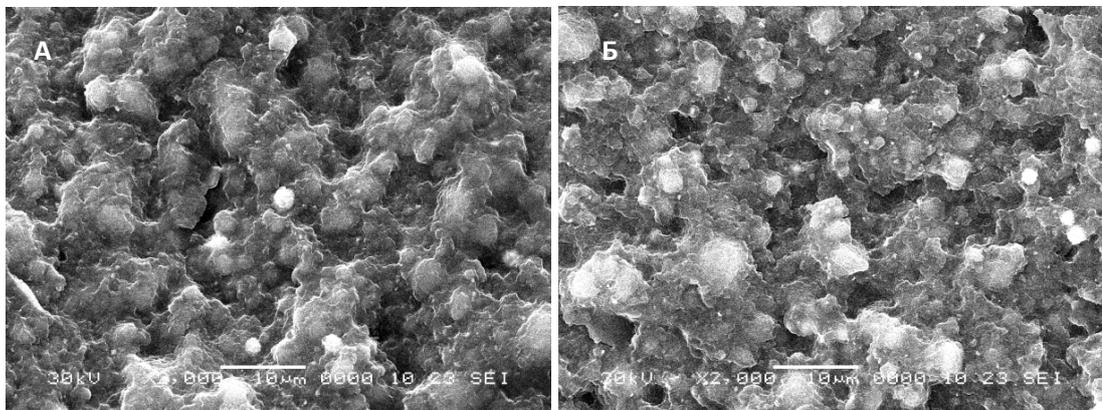


Рисунок 4 – Результаты СЭМ материала «F» при увеличении x2000 без (А) и с (Б) воздействием электромагнитного поля

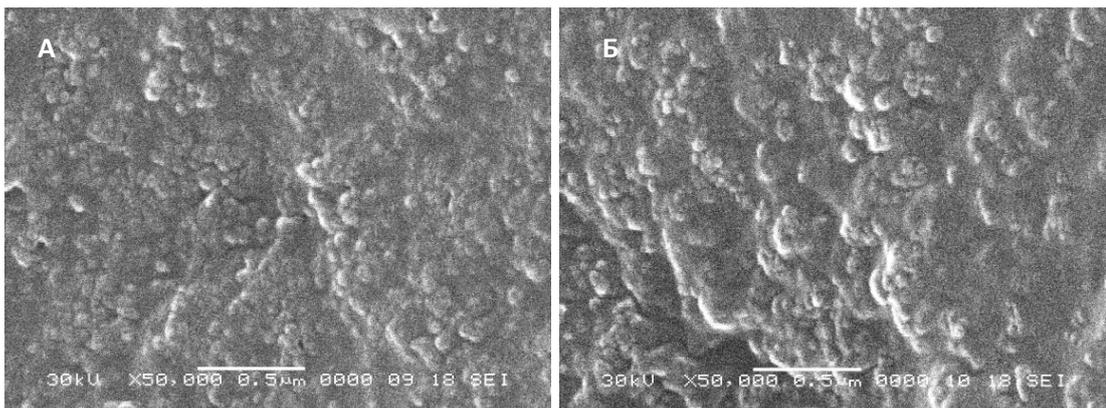


Рисунок 5 – Результаты СЭМ «PB» при увеличении x50 000 (А) без и (Б) с воздействием электромагнитного поля

По данным рисунков 1, 2, 3, 4 и 5 под воздействием электромагнитного поля имеет место более упорядоченная структура образцов материалов, она более диспергирована в сравнении с материалом без такого воздействия. Активация магнитным полем приводит к

изменению микроструктуры полимерной матрицы пломбировочных материалов: она становится более равномерной, уменьшаются щели и просветы между «частицами», являющиеся концентраторами напряжений, отчетливо заметна разница в сравнении с материалом без электромагнитного воздействия.

Для подтверждения полученных результатов мы проследили изменения, происходящие в микроструктуре пломбировочных материалов после воздействия электромагнитного поля, включающие определение размера «частиц» и расстояния между ними. В качестве «частицы» в нашем исследовании понимали скопление материала, визуализируемое как отдельный конгломерат (далее по тексту «частица»). Измерения проводили в микронах. За размер «частицы» принимали максимальную хорду в горизонтальном направлении (далее по тексту размер «частицы») (патент № 2712043 РФ от 24.01.2020 г.). Измерения проводили в пятнадцати полях сетки, «частицу» считали принадлежащей к рассматриваемому полю, если она расположена на нижней горизонтальной границе поля. Расстояние между «частицами», находящимися на горизонтальных линиях измеряли параллельно горизонтальным линиям сетки. Измерения вносили в таблицу и проводили их статистическую обработку, используя программу STATISTICA 8.0 фирмы Statsoft. Данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты размерных микроструктурных характеристик полимерных пломбировочных материалов при воздействии электромагнитного поля

Группа	Материалы	II группа контрольная (n=15)	I группа исследования (n=15)
		M±m	
Размер «частиц» (мкм)	«C»	0,042±0,003	0,151±0,011*
	«D»	0,044±0,004	0,114±0,005*
	«SP»	0,047±0,004	0,150±0,016*
	«F»	0,118±0,008	0,216±0,017*
	«PB»	0,099±0,005	0,165±0,006*
Расстояние между «частицами» (мкм)	«C»	0,040±0,007	0,022±0,002*
	«D»	0,028±0,002	0,016±0,001*
	«SP»	0,056±0,012	0,039±0,012*
	«F»	0,200±0,011	0,098±0,005*
	«PB»	0,077±0,004	0,021±0,002*

\*p<0,01 при сравнении с контрольной группой

Данные таблицы 5 и рисунков 1, 2, 3, 4 и 5, представляющие микроструктуру полимерных пломбировочных материалов и адгезивной системы без и с воздействием электромагнитного поля, свидетельствуют об уплотнении полимерной матрицы материалов за счет увеличения размера «частиц» в среднем 1,5-2,5 раза и уменьшении промежутков между ними в 1,5-2 раза при воздействии электромагнитного поля. Различия между исследуемыми

группами по данным признакам являются статистически достоверными ( $p < 0,01$ ). По данным таблицы 5 в результате сравнительной характеристики наиболее значимые результаты изменения микроструктуры наблюдались в пломбировочных материалах «С» и «SP», что обосновало выбор данных материалов для проведения дальнейших исследований. Спустя четыре месяца после воздействия электромагнитного поля по данным сканирующей электронной микроскопии полученный эффект микроструктурных изменений пломбировочных материалов сохраняется.

### **Результаты исследования микроструктуры зубных паст на полимерной основе по данным просвечивающей электронной микроскопии**

Результаты просвечивающей электронной микроскопии подтверждают определенные изменения микроструктуры зубной пасты под действием электромагнитного поля: уплотнение микроструктуры полимерной матрицы зубных паст «R» и «S», в результате уменьшаются щели и просветы между «частицами» по сравнению с зубными пастами без электромагнитного воздействия (рисунки 6, 7 и таблица 6).

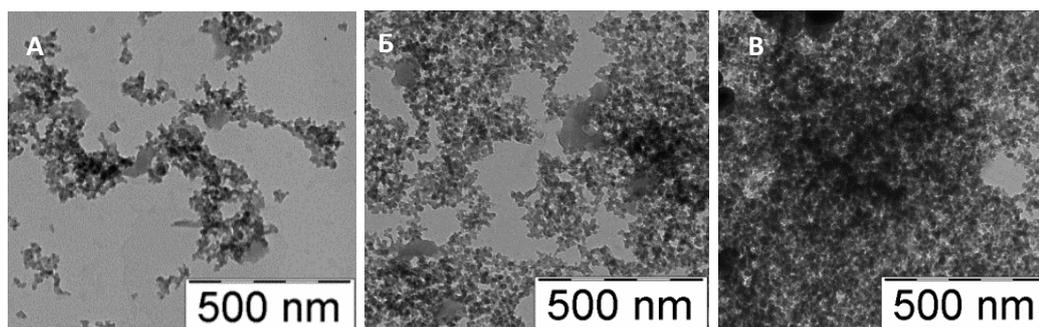


Рисунок 6 – Результаты ПЭМ зубной пасты «R» (А) без, (Б) с воздействием и (В) через 3 месяца после воздействия электромагнитного поля x500 нм

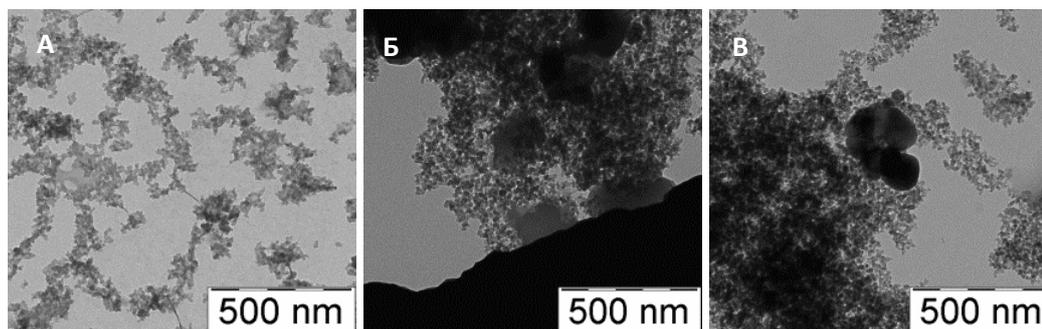


Рисунок 7 – Результаты ПЭМ зубной пасты «S» (А) без, (Б) с воздействием, (В) через 3 месяца после воздействия электромагнитного поля x500 нм

Анализ размерных характеристик микроструктуры зубных паст проводили аналогичным образом, что и на полимерных пломбировочных материалах. Данные представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты статистического анализа размерных микроструктурных характеристик зубных паст на полимерной основе при воздействии электромагнитного поля

Зубная паста	Размер «частиц» (n=15)			Расстояние между «частицами» (n=15)		
	II группа контрольная	I группа исследования		II группа контрольная	I группа исследования	
	Без ЭМП	С ЭМП	Через 3 месяца	Без ЭМП	С ЭМП	Через 3 месяца
«R»	22,331±1,178 (18,240/26,470)	42,003±2,198 (34,555/48,530)	43,545±2,229 (36,48/51,57)	92,059±5,114 (70,590/108,820)	27,6147±1,789 (21,76/32,350)	28,066±1,934 (21,76/33,82)
«S»	19,118±1,698 (13,240/25,00)	41,275±1,743 (35,290/47,060)	39,333±2,073 (32,060/45,580)	90,392±4,764 (73,530/105,880)	30,588±2,233 (23,530/38,240)	29,020±2,325 (20,59/38,24)

$p < 0,001$

По данным статистического анализа зубных паст без воздействия ЭМП и с воздействием ЭМП наблюдается статистически достоверная разница при сравнении выборки, что подтверждено Kruskal-Wallis и Median Test ( $p < 0,001$ ) и свидетельствует об изменении микроструктуры полимерной матрицы зубных паст за счет увеличения размера «частиц» в среднем в 2 раза и уменьшения расстояния между ними в среднем в 2,5-3 раза после воздействия ЭМП и сохранения полученного эффекта спустя три месяца (таблица 6).

Для подтверждения тенденции изменения микроструктуры нами выполнен автоматизированный обсчет размера «частиц» образцов зубной пасты «R» электронных изображений по методике Джеффриса (рисунок 8).

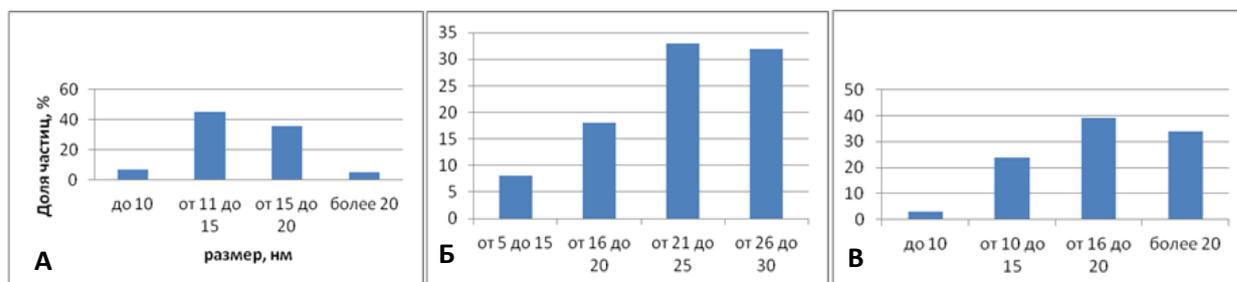


Рисунок 8 – График изменения средней величины размера «частиц» микроструктуры зубной пасты «R» (А) без, (Б) с воздействием и (В) через 3 месяца после воздействия электромагнитного поля по методике Джеффриса

Таким образом, по данным автоматизированного обсчета размера «частиц» микроструктуры зубной пасты «R» по методике Джеффриса подтвержден достоверный результат уплотнения микроструктуры полимерной матрицы зубной пасты за счет увеличения размера «частиц» после воздействия ЭМП, в отличие от зубной пасты без такого воздействия ( $p < 0,05$ ). Для подтверждения результатов ПЭМ с помощью низковакуумного растрового электронного микроскопа «JEOL JSM – 6380 LV» (Япония) нами была проведена СЭМ зубных

паст, позволяющая адекватно визуализировать их микроструктуру. В соответствии с полученными результатами подтверждено уплотнение их микроструктуры после воздействия электромагнитного поля, полученный эффект сохраняется в течение трех месяцев.

**Результаты испытаний на прочность полимерных пломбировочных материалов с воздействием и без воздействия электромагнитного поля**

В результате проведенных испытаний по изучению физико-механических и адгезионных свойств материалов получен положительный результат увеличения прочности при сжатии, диаметральном разрыве, изгибе и адгезионном сдвиге после воздействия электромагнитного поля на пломбировочные материалы (таблица 7).

Таблица 7 – Сравнительная характеристика показателей прочности полимерных пломбировочных материалов с воздействием и без воздействия электромагнитного поля

Материал	Испытание	Прочность (МПа)
«С» I группа	Сжатие	330,433±11,112 (260,200/400,300)*
«С» II группа		208,033±7,828 (176,700/251,000)*
«С» I группа	Диаметральный разрыв	44,992±0,675 (41,100/49,200)*
«С» II группа		35,058±0,628 (31,500/37,600)*
«С» I группа	Изгиб	108,000±2,133 (96,000/121,600)*
«С» II группа		89,092±1,915 (76,500/96,000)*
«С» I группа	Адгезионная прочность	10,050±0,174 (8,900/10,900)*
«С» II группа		5,525±0,098 (5,100/6,200)*
«D» I группа	Сжатие	299,042±14,199 (196,500/357,000)*
«D» II группа		172,267±24,798 (70,400/389,400)*
«D» I группа	Диаметральный разрыв	41,483±0,940 (37,100/50,300)*
«D» II группа		28,717±1,0359 (21,500/34,300)*
«D» I группа	Изгиб	77,133±95,600 (34,700/95,600)*
«D» II группа		62,117±5,710 (24,300/92,500) ** P=0,0566
«D» I группа	Адгезионная прочность	7,625±0,522 (5,100/10,100)*
«D» II группа		4,850±0,291 (3,400/6,400)*
«SP» I группа	Сжатие	320,025±4,597 (283,700/334,200)*
«SP» II группа		242,683±7,568 (196,500/282,100)*
«SP» I группа	Диаметральный разрыв	48,467±0,808 (41,400/51,100)*
«SP» II группа		38,225±0,340 (36,700/40,500)*
«SP» I группа	Изгиб	252,650±60,594 (103,100/639,400)*
«SP» II группа		117,750±19,428 (61,700/324,000)*
«SP» I группа	Адгезионная прочность	9,275±0,207 (7,700/10,200)*
«SP» II группа		6,025±0,231 (4,300/6,900)*
«F» I группа	Сжатие	323,708±7,187 (287,900/357,400)*
«F» II группа		259,367±7,139 (196,600/283,900)*
«F» I группа	Диаметральный разрыв	54,042±1,897 (46,200/67,800)*
«F» II группа		39,175±0,422 (36,800/41,200)*
«F» I группа	Изгиб	156,525±3,951 (123,300/174,700)*
«F» II группа		127,292±3,923 (93,700/143,600)*
«F» I группа	Адгезионная прочность	8,608±0,198 (7,900/9,800)*
«F» II группа		5,075±0,143 (4,600/5,900)*

\*p<0,001 \*\*p<0,05

Данные таблицы 7, характеризующей прочностные параметры композитного материала «С» при сжатии, свидетельствуют об увеличении прочности материала в среднем в 1,7 раза; при испытании на диаметральный разрыв прочность материала увеличилась в среднем в 1,4 раза; при испытании на изгиб – в среднем в 1,3 раза; при испытании на адгезионную прочность – в среднем в 1,8 раза после воздействия электромагнитного поля. Различия по данному признаку между исследовательскими группами являются статистически достоверными ( $p < 0,001$ ).

Далее из таблицы 7 следует, что прочностные параметры композитного материала «D» при сжатии, аналогично предыдущим результатам, свидетельствуют об увеличении прочности материала в среднем в 1,7 раза; при испытании на диаметральный разрыв – в среднем в 1,4 раза после воздействия электромагнитного поля. Следующие результаты таблицы 7 характеризовали испытания на изгиб и свидетельствовали об увеличении прочности материала в среднем в 1,2 раза ( $p < 0,056$ ), а при испытании на адгезионную прочность – в среднем в 1,6 раза после воздействия электромагнитного поля. Различия по данному признаку между исследовательскими группами являются статистически достоверными ( $p < 0,001$ ).

Представленные результаты таблицы 7, характеризующие прочностные параметры композитного материала «SP» при сжатии, свидетельствуют об увеличении прочности материала в среднем в 1,3 раза; при испытании на диаметральный разрыв – в среднем в 1,3 раза; при испытании на изгиб – в среднем в 2,1 раза; при испытании на адгезионную прочность – в среднем в 1,5 раза после воздействия электромагнитного поля. Различия по данному признаку между исследовательскими группами являются статистически достоверными ( $p < 0,001$ ).

В заключении в таблице 7, представлены результаты прочности композитного материала «F» при исследовании на сжатие, свидетельствующие об увеличении прочности материала в среднем в 1,3 раза; при испытании на диаметральный разрыв – в среднем в 1,4 раза; при испытании на изгиб – в среднем в 1,3 раза; при испытании на адгезионную прочность – в среднем в 1,7 раза после воздействия электромагнитного поля. Различия по данному признаку между исследовательскими группами являются статистически достоверными ( $p < 0,001$ ).

Сравнительный анализ определения прочностных свойств пломбировочных материалов показал более выраженный эффект повышения прочности при воздействии электромагнитного поля у пломбировочного материала «С», а также у материала «SP», в связи с чем данные материалы были отобраны для дальнейших клинических испытаний.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования позволили определить значительные микроструктурные и физико-механические преимущественные характеристики пломбировочных материалов и зубных паст на полимерной основе после электромагнитного воздействия, которые могут прогнозировать положительную динамику в лечении и профилактике кариеса.

**Результаты клинического исследования твердых тканей зубов по данным витального окрашивания границы пломбирования индикатором кариеса**

Оценку качества пломбирования зубов проводили путем витального окрашивания границы пломбировочного материала и эмали зуба индикатором кариеса «Колор-тест №2» (Владмива, Россия) в I и II группе после лечения среднего кариеса, через 6 месяцев, через 1 год и через 2 года после лечения (таблица 8).

Таблица 8 – Распределение пациентов по результатам окрашивания границы пломба – эмаль зуба индикатором кариеса

Группа	Критерий оценки	После лечения	Через 6 месяцев	Через 1 год	Через 2 года
I группа исследования 58 человек «С»	не окрашивается	58 (100%)	58 (100%)	58 (100%)	58 (100%)
	окрашивается	-	-	-	-
II контрольная группа 58 человек «С»	не окрашивается	58(100%)	58 (100%)	56 (96,6%)	55 (94,8%)
	окрашивается	-	-	2 (3,4%)	3 (5,2%)
I группа исследования 50 человек «SP»	не окрашивается	50 (100%)	50 (100%)	50 (100%)	50 (100%)
	окрашивается	-	-	-	-
II контрольная группа 50 человек «SP»	не окрашивается	50 (100%)	50 (100%)	47 (94%)	46 (92%)
	окрашивается	-	-	3 (6%)	4 (8%)

По итогам проведенного исследования констатировали отсутствие клинических проявлений разгерметизации пломбировочных материалов «С» и «SP» в отношении эмали зубов в течение двух лет, что косвенно свидетельствовало о нормализации обменных процессов и активизации постпломбировочной адаптации зубов, и объяснялось положительным влиянием электромагнитного поля на физико-механические характеристики пломбировочных материалов (таблица 8).

**Результаты клинического исследования качества пломбирования зубов по Д.М. Каральнику**

Оценку качества пломбирования по Д.М. Каральнику (1978) проводили с учетом пяти критериев, оценивающих состояние пломб на этапах наблюдения. Полученные данные представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты оценки состояния пломб по Д.М. Каральнику на этапах наблюдения

Группа	Критерий оценки	После лечения	Через 6 месяцев	Через 1 год		Через 2 года	
I группа исследования («С»)	Анатомическая форма	а	а	а		а	
	Краевое прилегание пломбы	а	а	а		а	
	Соответствие цвета пломбы	а	а	а		а	
	Изменение цвета пломбы по наружному краю пломбы	а	а	а		а	
	Рецидивный кариес	а	а	а		а	
	Количество человек	58 (100%)	58 (100%)	58 (100%)		58 (100%)	
II контрольная группа («С»)	Анатомическая форма	а	а	а		а - 52 (89,7%)	б - 6 (10,3%)
	Краевое прилегание пломбы	а	а	а - 54 (93%)	б - 4 (7%)	а - 53 (91,4%)	б - 5 (8,6%)
	Соответствие цвета пломбы	а	а	а - 53 (91,4%)	б - 5 (8,6%)	а - 52 (89,7%)	б - 6 (10,3%)
	Изменение цвета пломбы по наружному краю пломбы	а	а	а - 53 (91,4%)	б - 5 (8,6%)	а - 52 (89,7%)	б - 6 (10,3%)
	Рецидивный кариес	а	а	а		а	
	Количество человек	58 (100%)	58 (100%)	58 (100%)		58 (100%)	
I группа исследования («SP»)	Анатомическая форма	а	а	а		а	
	Краевое прилегание пломбы	а	а	а		а	
	Соответствие цвета пломбы	а	а	а		а	
	Изменение цвета пломбы по наружному краю пломбы	а	а	а		а	
	Рецидивный кариес	а	а	а		а	
	Количество человек	50 (100%)	50 (100%)	50 (100%)		50 (100%)	
II контрольная группа («SP»)	Анатомическая форма	а	а	а		а - 46 (92%)	б - 4 (8%)
	Краевое прилегание пломбы	а	а	а - 47 (94%)	б - 3 (6%)	а - 45 (90%)	б - 5 (10%)
	Соответствие цвета пломбы	а	а	а - 47 (94%)	б - 3 (6%)	а - 45 (90%)	б - 5 (10%)
	Изменение цвета пломбы по наружному краю пломбы	а	а	а - 47 (94%)	б - 3 (6%)	а - 45 (90%)	б - 5 (10%)
	Рецидивный кариес	а	а	а		а	
	Количество человек	50 (100%)	50 (100%)	50 (100%)		50 (100%)	

Давая оценку полученным результатам таблицы 9, можно сделать заключение, что достигнуто повышение эффективности лечения кариеса зубов и увеличения срока службы пломб при воздействии электромагнитного поля на полимерные пломбировочные материалы «С» и «SP», что является действенной профилактикой вторичного кариеса, в отличие от II – контрольной группы, где спустя два года после пломбирования зубов регистрируются клинические изменения при исследовании качества прилегания пломбы, изменения анатомической формы и цвета пломбы.

### Результаты клинического исследования электропроводности эмали после пломбирования зубов с диагнозом средний кариес

Прослежена динамика изменения электропроводности эмали в различные сроки после пломбирования материалами с воздействием и без воздействия ЭМП. Краевое прилегание пломбировочного материала к тканям зуба оценивали по шкале Р.Г. Буянкиной (1987): до 2,0 мкА – нормальная краевая проницаемость пломбы; от 2,1 до 5,2 мкА – нарушение краевого прилегания без развития вторичного кариеса; от 5,3 до 10,0 мкА – вторичный кариес на стенках кариозной полости. Объективная картина динамики изменений в результате проведения лечения по поводу среднего кариеса представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Динамика изменения показателей электропроводности эмали (мкА) на этапах наблюдения при пломбировании среднего кариеса зубов материалами «С» и «SP»

До лечения	После лечения	Через 1 месяц	Через 6 месяцев	Через 1 год	Через 2 года
I группа исследования (n=58) «С» с ЭМП					
37,224±0,602 (31,0/47,0)*	0,7167±0,064 (0,23/2,8)**	0,816±0,055 (0,39/2,6)	1,032±0,056 (0,4/2,1)	1,146±0,056 (0,56/2,3)	1,561±0,049 (0,56/2,4)
II контрольная группа (n=58) «С» без ЭМП					
38,052±0,4597 (31,0/45,0)*	1,192±0,103 (0,35/3,10)**	1,324±0,0884 (0,45/2,8)	1,959±0,083 (0,78/3,2)	2,60±0,071 (1,56/3,72)	3,755±0,109 (2,34/6,2)
p<0,001 *p≥0,05 **p<0,05					
I группа исследования (n=50) «SP» с ЭМП					
37,520±0,685* (28,0/46,0)	1,003±0,092* (0,24/2,7)	1,059±0,089** (0,3/2,7)	1,207±0,088 (0,43/2,8)	1,312±0,085 (0,51/2,87)	1,622±0,077 (0,84/3,1)
II контрольная группа (n=50) «SP» без ЭМП					
38,320±0,719* (29,0/48,0)	1,239±0,098* (0,35/2,8)	1,464±0,097** (0,45/2,8)	1,895±0,097 (0,81/3,2)	2,69±0,073 (1,7/3,8)	3,95±0,1095 (2,37/5,7)
p≤0,001 *p≥0,05 **p<0,05					

Таким образом, за период двухлетнего наблюдения параметры электропроводности эмали стабилизировались только в I – группе исследования, что указывает на наличие компенсаторных процессов в эмали зуба и более герметичном пломбировании материалом «С». Во II – контрольной группе достоверное повышение цифровых значений электропроводности в области границы пломбирования материалом свидетельствует о нарастающей разгерметизации краевого прилегания пломбировочного материала «С» и, как следствие, прогрессировании нарушений обменных процессов в эмали зуба и риске развития вторичного кариеса в дальнейшем (таблица 10).

Таким образом, использование комплекса методик, позволяющих оценить различные физиологические процессы эмали, выявляет возможность проследить ряд закономерностей в процессах, происходящих на раннем этапе развития кариеса, а именно: определить степень де- и реминерализации эмали и констатировать приостановление процессов деминерализации и стабилизацию реминерализации.

**Результаты клинического исследования эмалевой резистентности интактных зубов в рамках контролируемой чистки по данным ТЭР-теста**

Большое значение имеет динамика изменения эмалевой резистентности и кариесогенной активности зубного налета у пациентов обеих групп в результате проведения контролируемой чистки зубов. Результаты исследования представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Динамика изменения эмалевой резистентности в результате контролируемой чистки зубов

Этап наблюдения	Значение ТЭР-теста (уровень)	I группа исследования с ЭМП	II контрольная группа без ЭМП
До чистки	высокий (0-30%)	22 (35,5%)	23 (37,1%)
	средний (40-60%)	9 (14,5%)	8 (12,9%)
	низкий (70-100%)	-	-
После чистки	высокий (0-30%)	31 (50%)	27 (43,5%)
	средний (40-60%)	-	4 (6,5%)
	низкий (70-100%)	-	-
Через 1 месяц	высокий (0-30%)	31 (50%)	27 (43,5%)
	средний (40-60%)	-	4 (6,5%)
	низкий (70-100%)	-	-
Через 3 месяца	высокий (0-30%)	31 (50%)	26 (41,9%)
	средний (40-60%)	-	5 (8,1%)
	низкий (70-100%)	-	-
Всего		62 (100%)	

Из таблицы 11 следует, что до контролируемой чистки зубов в обеих группах наблюдался высокий и средний исходный уровень резистентности эмали, который соответствовал следующим средним значениям:  $21,935 \pm 3,073\%$  в группе исследования,  $20,806 \pm 2,925\%$  в контрольной группе, что свидетельствовало о равноценности исходного уровня резистентности у обследуемых лиц на начальном этапе наблюдения ( $p > 0,01$ ).

После контролируемой чистки зубной пастой с воздействием электромагнитного поля уровень кариесрезистентности эмали зубов по данным ТЭР-теста у всех пациентов I группы исследования становится высоким, сохраняется на данном уровне в течение 3 месяцев и соответствует следующим средним значениям: до контролируемой чистки –  $21,935 \pm 3,073\%$ , сразу после –  $5,968 \pm 0,748\%$ , через 1 месяц –  $5,968 \pm 0,748\%$ , через 3 месяца –  $6,290 \pm 0,694\%$

( $p < 0,01$ ), что обусловлено достоверным проникновением и накоплением компонентов зубной пасты с воздействием электромагнитного поля в поверхностном слое эмали.

По данным таблицы 11 в контрольной группе в большинстве случаев отмечался положительный эффект от применения зубной пасты без воздействия электромагнитного поля сразу после контролируемой чистки, однако менее выраженный по сравнению с группой исследования, и соответствовал на этапах наблюдения следующим значениям: до контролируемой чистки зубов –  $20,806 \pm 2,925\%$ , сразу после –  $13,387 \pm 2,204\%$ , через 1 месяц –  $13,710 \pm 2,150\%$ , через 3 месяца –  $15,0 \pm 2,342\%$  ( $p < 0,05$ ), что указывает на снижение эффективности зубной пасты в плане повышения эмалевой резистентности со временем.

Повышение эмалевой резистентности свидетельствует о благоприятном реминерализующем действии минеральных компонентов зубной пасты с воздействием электромагнитного поля на микроструктуру поверхностного слоя эмали в плане повышения ее устойчивости к действию кариесогенных факторов, способствует профилактике кариеса, в отличие от II – контрольной группы.

#### **Результаты исследования кариесогенности зубного налета зубов с интактной эмалью в рамках контролируемой чистки**

Установлено, что микрофлора зубного налета играет существенную роль в патогенезе заболеваний как твердых тканей зубов, так и пародонта, поэтому несомненный интерес представляют уровень кариесогенности зубного налета. Результаты исследования представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Динамика изменения кариесогенности зубного налета в результате контролируемой чистки зубов

Этап наблюдения	Кариесогенность ЗН (степень)	Группа исследования	
		I группа с ЭМП	II группа без ЭМП
До чистки 31 (50%)	легкая (0-30%)	27 (43,5%)	28 (45,2%)
	средняя (40-60%)	4 (6,5%)	3 (4,8%)
	высокая (70-100%)	-	-
После чистки 31 (50%)	легкая (0-30%)	31 (50%)	30 (48,4%)
	средняя (40-60%)	-	1 (1,6%)
	высокая (70-100%)	-	-
Через 1 месяц 31 (50%)	легкая (0-30%)	31 (50%)	29 (46,8%)
	средняя (40-60%)	-	2 (3,2%)
	высокая (70-100%)	-	-
Через 3 месяца 31 (50%)	легкая (0-30%)	31 (50%)	28 (45,2%)
	средняя (40-60%)	-	3 (4,8%)
	высокая (70-100%)	-	-
Итого		62 (100%)	

Из таблицы 12 следует, что после контролируемой чистки зубной пастой с воздействием электромагнитного поля кариесогенность зубного налета у всех пациентов I группы исследования значительно снижается, полученный эффект сохраняется в течение трех месяцев и соответствует следующим средним значениям: до контролируемой чистки –  $21,935 \pm 2,428\%$ , сразу после контролируемой чистки –  $9,355 \pm 0,686\%$ , через 1 месяц –  $9,355 \pm 0,686\%$ , через 3 месяца –  $9,516 \pm 0,709\%$  ( $p < 0,01$ ), что, обусловлено положительным действием зубной пасты с воздействием электромагнитного поля.

По данным таблицы 12 в контрольной группе значительного снижения кариесогенности не наблюдалось, в отличие от I группы исследования, а степень кариесогенности соответствовала следующим средним значениям:  $21,774 \pm 2,371\%$  до контролируемой чистки,  $15,0 \pm 1,332\%$  после контролируемой чистки,  $16,452 \pm 1,784\%$  через 1 месяц и  $18,065 \pm 2,004\%$  через 3 месяца ( $p < 0,05$ ), что связано со снижением положительного эффекта воздействия зубной пасты без воздействия электромагнитного поля.

Таким образом, полученные результаты исследования свидетельствуют о положительном реминерализующем действии компонентов зубной пасты при воздействии электромагнитного поля, как на уровень резистентности эмали, так и на микрофлору зубного налета, в том числе и в снижении его кариесогенной активности, за счет ликвидации участков деминерализации, что прогнозирует более качественную профилактику кариеса в отличие от зубной пасты без такого воздействия.

#### **Результаты электропроводности эмали после контролируемой чистки зубов**

Для объективизации данных нами была определена электропроводность эмали в I и II группе на этапах наблюдения. Полученные результаты представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Динамика изменения электропроводности эмали в результате контролируемой чистки зубов на этапах наблюдения

Группа	До чистки	После чистки	Через 1 месяц	Через 3 месяца
I группа исследования	$0,916 \pm 0,115$	$0,116 \pm 0,011$	$0,117 \pm 0,0105$	$0,117 \pm 0,010$
II контрольная группа	$0,890 \pm 0,111^*$	$0,591 \pm 0,065$	$0,672 \pm 0,058$	$0,775 \pm 0,048$

$p < 0,01$

$*p < 0,05$

Таким образом, положительный профилактический эффект при воздействии электромагнитного поля на зубную пасту обусловлен тем, что составляющие компоненты модифицированной микроструктуры зубной пасты способствуют лучшей минерализации поверхностного слоя эмали, что подтверждено клиническими методами исследования.

### Результаты клинико-лабораторных исследований

Примененные высокотехнологичные лабораторные методы исследования пломбировочных материалов и зубных паст, такие как сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) и рентгеноспектральный микроанализ (РСМА), подтвердили положительные результаты проведенных экспериментальных и клинических исследований, показали морфо-химические изменения в твердых тканях зуба при пломбировании исследуемым материалом и контролируемой чистки зубов пастой с воздействием электромагнитного поля.

Результаты клинико-лабораторных исследований по данным рентгеноспектрального микроанализа зубов, запломбированных по поводу среднего кариеса

Методом рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) с картированием поперечных сколов с помощью энергодисперсионного анализатора (ЭДА) INCA-250 было исследовано распределение химических микро- и макроэлементов в области границы пломбировочного материала «С» с эмалево-дентинной границей зуба на 32 запломбированных и удаленных зубах, что позволило провести исследование микромеханической адгезии. Исследуемые химические элементы в автоматическом режиме были обозначены определенным цветовым кодом. Данные цветных планарных спектр рентгенограмм представлены на рисунке 9.

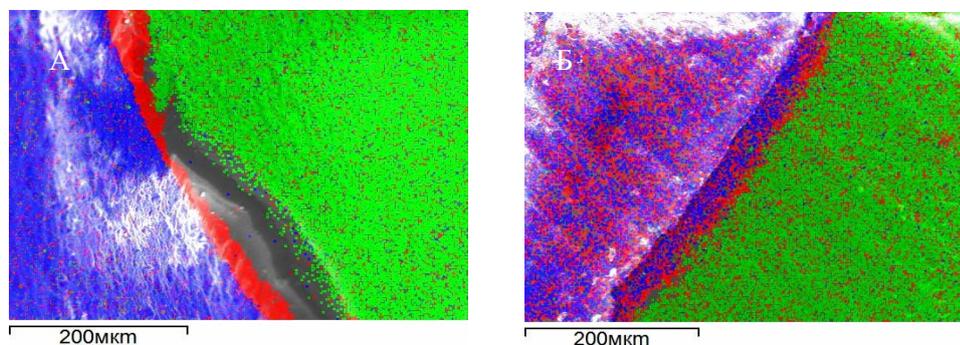


Рисунок 9 – Рентгеновская карта распределения химических элементов (С – красный, Са – зеленый, Si – синий) на границе прилегания пломбировочного материала «С» к эмалево-дентинной границе без (А) и с (Б) воздействием электромагнитного поля

На планарных рентгенограммах, представленных на рисунке 9, прослеживается плотно организованная цветовая полоса на всем протяжении с элементами проникновения пломбировочного материала в твердые ткани зуба при пломбировании материалом с воздействием электромагнитного поля, а также зоны, не обозначенные цветом, при использовании материала без такого воздействия, что констатирует наличие на данном участке микрощелей, прогнозирует уменьшение концентрации минеральной составляющей, увеличение проницаемости эмали и дентина зуба и соответствует деминерализации.

Далее при исследовании энергетического спектра были определены количественные показатели микроэлементного состава химических элементов зоны краевого прилегания пломбировочного материала к твердым тканям зуба. Полученные данные представлены на рентгеновской карте распределения химических элементов в зоне пломбировочного материала и эмалево-дентинной границы (рисунок 10, таблица 14).

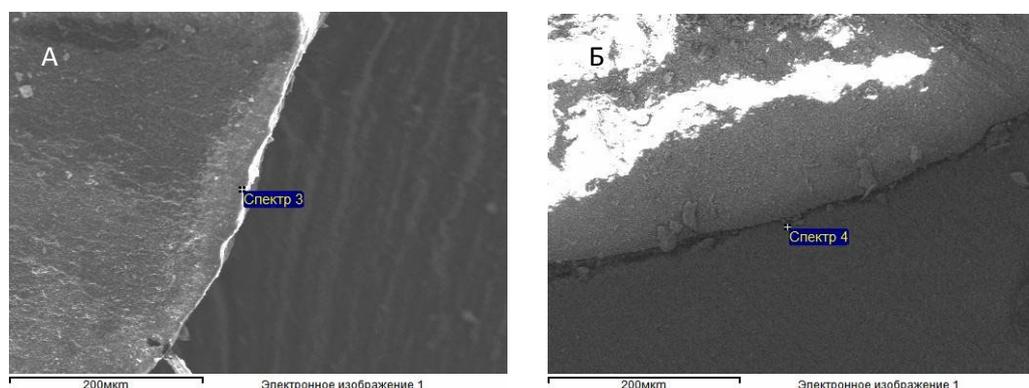


Рисунок 10 – Рентгеновская карта распределения химических элементов: зона сканирования пломбировочного материала «С» без (А, спектр 3) и с воздействием (Б, спектр 4) электромагнитного поля вблизи эмалево-дентинной границы. Увеличение  $\times 250$

Таблица 14 – Распределение химических элементов области краевого прилегания пломбировочного материала «С» к эмалево-дентинной границе

Элемент	Весовой, %		Атомный, %	
	Граница пломба-зуб без ЭМП	Граница пломба-зуб с ЭМП	Граница пломба-зуб без ЭМП	Граница пломба-зуб с ЭМП
	M $\pm$ m (min/max)			
C	47,022 $\pm$ 3,941** (30,020/77,130)	33,128 $\pm$ 2,276 (19,960/47,730)	57,209 $\pm$ 3,647* (40,890/82,100)	44,961 $\pm$ 2,376 (28,740/59,940)
O	37,090 $\pm$ 2,838 (18,460/51,470)	39,967 $\pm$ 1,677 (30,600/52,000)	35,093 $\pm$ 2,965 (15,820/49,290)	41,480 $\pm$ 1,924 (29,090/54,650)
Al	1,193 $\pm$ 0,340* (0/4,040)	2,310 $\pm$ 0,482 (0/9,000)	0,749 $\pm$ 0,210* (0/2,430)	1,428 $\pm$ 0,308 (0/5,770)
Si	7,454 $\pm$ 0,883** (0,570/12,500)	11,876 $\pm$ 0,848 (5,780/18,140)	4,074 $\pm$ 0,513*** (0,260/7,280)	6,965 $\pm$ 0,467 (3,350/9,850)
P	0,619 $\pm$ 0,154*** (0/1,830)	3,306 $\pm$ 0,810 (0,520/11,330)	0,303 $\pm$ 0,077*** (0/0,930)	1,488 $\pm$ 0,361 (0,260/5,660)
Ca	0,869 $\pm$ 0,205*** (0,130/2,810)	4,313 $\pm$ 1,115 (1,130/18,230)	0,334 $\pm$ 0,077*** (0,050/1,040)	1,849 $\pm$ 0,506 (0,450/8,180)
Ba	2,537 $\pm$ 0,683 (0/7,910)	4,171 $\pm$ 1,333 (0/16,800)	0,363 $\pm$ 0,092 (0/1,090)	0,536 $\pm$ 0,180 (0/2,270)
Cl	0,050 $\pm$ 0,021 (0/0,280)	0,040 $\pm$ 0,016 (0/0,160)	0,019 $\pm$ 0,008 (0/0,110)	0,020 $\pm$ 0,008 (0/0,080)
F	2,003 $\pm$ 0,769 (0/9,940)	1,088 $\pm$ 1,088 (0/17,410)	1,678 $\pm$ 0,653 (0/8,670)	0,991 $\pm$ 0,991 (0/15,860)
Na	0,216 $\pm$ 0,081 (0/1,020)	0,266 $\pm$ 0,111 (0/1,830)	0,145 $\pm$ 0,056 (0/0,740)	0,197 $\pm$ 0,083 (0/1,370)
Всего	100,00	100,00	100,00	100,00

\*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001

Представленный в таблице 14 количественный элементный химический анализ констатирует достоверное увеличение весового процента по алюминию, кремнию, фосфору, кальцию, что указывает на повышение концентрации данных микроэлементов в этой области (спектр 4) после воздействия электромагнитного поля, тогда как весовой процент по углероду выше в необработанном электромагнитным полем образце, что может свидетельствовать об их энергетическом участии при осуществлении микромеханической адгезии (рисунок 10). Так, например, констатировано повышение весового коэффициента алюминия в 1,9 раза; кремния в 1,6 раза; фосфора в 5,3 раза; кальция в 4,9 раза после воздействия электромагнитного поля на пломбировочный материал, тогда как содержание углерода снижается в 1,4 раза ( $p < 0,05$ ). Весовой процент кислорода, бария, хлора, фтора и натрия после воздействия электромагнитного поля на пломбировочный материал изменяется незначительно ( $p > 0,05$ ) (таблица 14). Полученные данные свидетельствуют о лучшей минерализации тканей зуба на границе пломбирования, способствуя усилению его компенсаторных возможностей и активизации обменных процессов на границе пломба-зуб после пломбирования материалом с воздействием электромагнитного поля (таблица 14, рисунок 10).

Учитывая данные литературы, восстановительный период нормализации обменных процессов после пломбирования зубов по поводу кариеса в среднем составляет 28 суток, за это время образуется заместительный дентин на границе пломбирования или участок деминерализации, прогнозирующий развитие вторичного кариеса, поэтому наше исследование, включающее модифицирование полимерной матрицы пломбировочных материалов за счет уплотнения микроструктуры в результате воздействия электромагнитного поля, констатирует более плотную краевую адаптацию материала и, как следствие, способствует профилактике вторичного кариеса.

Актуальной представляется также профилактика, направленная на усиление реминерализующих свойств эмали в результате применения лечебно-профилактических зубных паст с модифицированной электромагнитным полем структурой.

Результаты клинико-лабораторных исследований по данным рентгеноспектрального микроанализа зубов с интактной эмалью после контролируемой чистки зубов

Для оценки микрохимического влияния зубной пасты просканирован поверхностный слой эмали с помощью прицельного рентгеноспектрального микрохимического анализа (РСМА). При исследовании энергетического спектра были определены количественные показатели микроэлементного состава химических элементов на поверхности эмали зубов исследуемых групп с применением электромагнитного поля и без него. Данные представлены на рисунке 11 и в таблице 15.

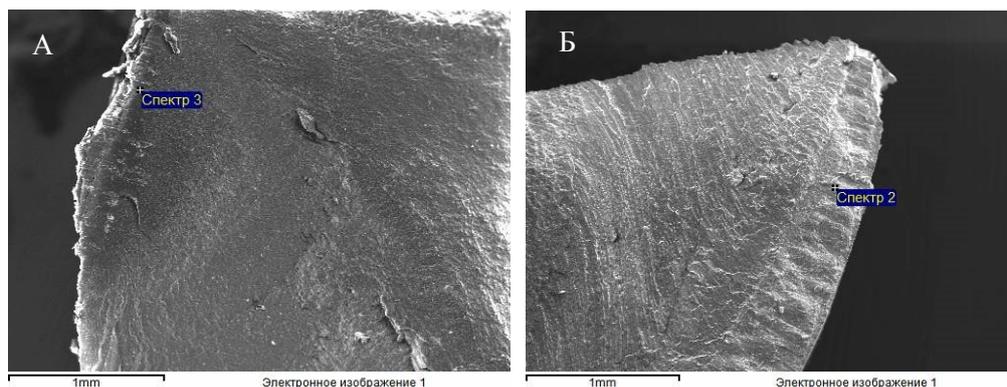


Рисунок 11 – Рентгеновская карта распределения химических элементов поверхностного слоя эмали интактного зуба после контролируемой чистки пастой «R» без (А, спектр 3) и с (Б, спектр 2) воздействием электромагнитного поля. Указана зона сканирования в наружном слое эмали. Увеличение x500

Таблица 15 – Распределение химических элементов в поверхностном слое эмали зубов

Элемент	Весовой, %		Атомный, %	
	Поверхностный слой эмали зуба без ЭМП	Поверхностный слой эмали зуба с ЭМП	Поверхностный слой эмали зуба без ЭМП	Поверхностный слой эмали зуба с ЭМП
	M±m (Q25/Q75)			
C	27,039±1,550* (25,060/29,195)	19,238±2,853 (14,875/24,915)	38,580±1,962 (35,815/41,565)	34,133±4,368 (28,610/43,380)
O	43,974±1,437*** (40,355/47,190)	23,121±3,189 (17,645/31,085)	47,299±1,813* (43,480/50,720)	31,220±4,238 (22,415/42,130)
Na	0,643±0,024*** (0,600/0,695)	0,205±0,061 (0/0,340)	0,481±0,019*** (0,440/0,525)	0,194±0,060 (0/0,310)
P	10,315±0,308*** (9,790/11,185)	15,174±0,536 (14,375/16,255)	6,790±0,593** (5,560/7,670)	10,788±0,677 (9,235/12,310)
Cl	0,183±0,057** (0,090/0,220)	0,649±0,052 (0,550/0,755)	0,101±0,052** (0,020/0,105)	0,408±0,042 (0,315/0,520)
Ca	17,310±0,578*** (15,500/18,640)	41,506±3,294 (34,500/46,045)	9,805±1,495** (7,285/11,720)	23,176±2,819 (17,105/27,155)
Si	0,038±0,038 (0/0)	0,108±0,072 (0/0,170)	0,023±0,023 (0/0)	0,080±0,054 (0/0,125)
Всего	100,00	100,00	100,00	100,00

\*p<0,05 \*\*p<0,01 \*\*\*p<0,001

Из таблицы 15 и рисунка 11 следует, что при сканировании поверхностного слоя эмали после проведения контролируемой чистки зубов зубной пастой при воздействии электромагнитного поля достигнуто повышение весового процента в эмали по содержанию фосфора в 1,5 раза, кальция в 2,4 раза и кремния в 2,8 раза, как основных компонентов зубной пасты (p<0,05), что характеризует проникновение минеральных компонентов лечебно-профилактической зубной пасты в межкристаллические пространства наружного слоя эмали.

Таким образом, поверхностный эмалевый слой оказался более насыщенным минеральными элементами в отличие от эмалевого слоя без воздействия электромагнитного поля.

Для объективизации полученных данных с помощью рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) на рисунке 12 представлены результаты исследования образцов удаленных зубов методом РСМА с картированием без и с воздействием электромагнитного поля на зубную пасту «R» с полимерной основой.

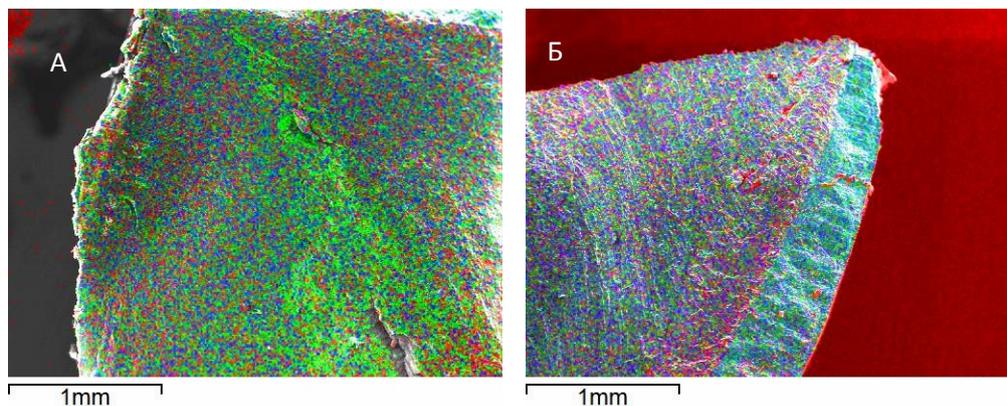


Рисунок 12 – Рентгеновская карта планарного распределения химических элементов на поверхности эмали в результате контролируемой чистки пастой «R» (С – красный, Са – зеленый, Р – синий) без (А) и с (Б) воздействием ЭМП. Увеличение x500

По данным таблицы 15 и энергодисперсионного анализа, представленного на рисунке 12, зарегистрировано повышение концентрации кальция и фосфора в поверхностном слое эмали зуба, что свидетельствует о проникновении и накоплении компонентов зубной пасты с воздействием электромагнитного поля в межпризменные пространства поверхности эмали.

Таким образом, сканирование эмалевого слоя после контролируемой чистки зубов зубной пастой с воздействием электромагнитного поля выявило более высокий процент микроэлементов, характеризующих проникновение минеральных компонентов зубной пасты в межкристаллические пространства наружного слоя эмали: кальция и фосфора. Данные цветного картирования не только подтверждают данные накопления элементов, но и определяют место их расположения в поверхностном слое эмали.

Анализ полученных данных свидетельствует о положительном эффекте влияния электромагнитного поля на активизацию обменных процессов в поверхностном слое эмали и улучшение ее минерализации, что в дальнейшем должно способствовать повышению ее резистентности в отношении кариесогенных факторов. Реминерализирующие ионы кальция и фосфора поступают в эмаль к зубу, обеспечивая профилактическое действие зубной пасты.

Таким образом, микроанализ рентгеновского спектра позволил детально выявить концентрацию микро- и макроэлементов в поверхностном слое эмали, проследить изменения,

происходящие в ходе контролируемой чистки зубов пастой с воздействием электромагнитного поля.

Полученные результаты экспериментальных, клинических и клинико-лабораторных исследований будут способствовать повышению эффективности лечения и профилактики кариеса.

## **Заключение**

### **Итоги выполненного исследования**

Диссертационное исследование содержит решение актуальной проблемы стоматологии по оптимизации качества лечения и профилактики кариеса зубов. Проведены фундаментальные научные исследования по изучению влияния электромагнитного поля на полимерные стоматологические материалы. Большой объем экспериментальных исследований был обоснован необходимостью детализации сведений о микроструктурных изменениях расходных стоматологических материалов на полимерной основе при воздействии электромагнитного поля. Для подтверждения результатов экспериментальных исследований были проведены клинические и клинико-лабораторные исследования, которые заключались в обследовании и лечении пациентов с проведением сравнительного анализа качества пломбирования и профилактики кариеса зубов материалами с воздействием и без воздействия электромагнитного поля. Примененные нами высокотехнологичные лабораторные методы исследования полимерных пломбировочных материалов и зубных паст на полимерной основе, такие как сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) и рентгеноспектральный микроанализ (РСМА), подтвердили положительные результаты проведенных экспериментальных и клинических исследований, показали морфо-химические изменения в твердых тканях зуба при пломбировании и контролируемой чистке зубов пастой с воздействием электромагнитного поля.

Разработанный способ изменения микроструктурных характеристик расходных материалов на полимерной основе путем воздействия электромагнитного поля предназначен для улучшения прочностных и адгезионных свойств с целью повышения эффективности лечения и профилактики кариеса зубов, способствуя существенному увеличению срока службы пломб.

## **Выводы**

1. Применено электромагнитное поле с использованием специализированной установки с установленными параметрами в течение 20 минут при показателях силы тока 12 А и напряженности магнитного поля  $20 \times 10^4 - 24 \times 10^4$  А/м для обработки полимерных материалов с целью изменения микроструктуры восстановительных пломбировочных материалов и зубных паст.

2. Разработана специальная методика подготовки единообразных образцов восстановительных пломбировочных материалов для получения достоверных результатов сравнительных характеристик при изучении образцов методом сканирующей электронной микроскопии.

3. Сравнительный анализ микроструктуры восстановительных пломбировочных материалов и зубных паст на полимерной основе *in vitro* по данным сканирующей электронной микроскопии подтверждает микроструктурные изменения за счет увеличения размера «частиц» полимерной матрицы пломбировочных материалов и зубных паст в среднем в 1,5-2,5 раза и уменьшения расстояния между ними в 1,5-2,5 раза при воздействии электромагнитного поля.

4. Проведенная оценка микроструктуры зубных паст на полимерной основе с помощью просвечивающей электронной микроскопии *in vitro* подтвердила достоверное уплотнение микроструктуры за счет увеличения размера «частиц» полимерной матрицы зубных паст в среднем в 2 раза при воздействии электромагнитного поля. Полученный эффект подтвержден автоматизированным обсчетом по методике Джеффриса.

5. Сравнительный анализ физико-механических и адгезионных свойств восстановительных пломбировочных материалов *in vitro* свидетельствует о статистически достоверном увеличении прочности и максимальной нагрузки, необходимой для разрушения образцов, в 1,3-2,1 раза после воздействия электромагнитного поля, что является значимым повышением прочности.

6. На основании проведенной всесторонней оценки стоматологического статуса пациентов по данным клинических показателей твердых тканей зубов выявлен контингент из 216 человек со средним кариесом зубов и 62 человек с интактной эмалью зубов, которые были разделены на равнозначные группы: I – группа исследования с использованием пломбировочного материала с воздействием электромагнитного поля и II – контрольная группа без воздействия электромагнитного поля.

7. На основании клинических показателей, характеризующих качество пломбирования: витальное окрашивание эмали на границе пломбирования, оценка качества пломбирования по Д.М. Каральнику, электропроводность эмали, подтверждено повышение эффективности лечения и профилактики вторичного кариеса при двухлетнем клиническом наблюдении после пломбирования зубов со средним кариесом материалами с воздействием электромагнитного поля в I – группе исследования, что соответствовало качественному пломбированию в 100% случаев, в отличие от II – контрольной группы без воздействия электромагнитного поля, где наблюдалось: разгерметизация пломб по данным окрашивания в 5,2-8% случаев; изменение анатомической формы пломб в 8-10,3% случаев, начальные признаки нарушения краевого прилегания в 8,6%-10%, несоответствие цвета пломбы по

наружному краю пломбы в 10-10,3%, по результатам оценки качества пломбирования по Д.М. Каральнику; нарушение краевой адаптации пломбы без развития вторичного кариеса по данным электропроводности в соответствии со шкалой Р.Г. Буянкиной.

8. В результате применения зубной пасты на полимерной основе с воздействием электромагнитного поля спустя три месяца наблюдения клинические показатели: кариесрезистентности эмали по данным ТЭР-теста повысились, кариесогенности зубного налета снизились, электропроводности эмали достоверно снизились, что подтверждает повышение эффективности профилактики кариеса и улучшение минерализации поверхностного слоя эмали, в отличие от контрольной группы без воздействия электромагнитного поля.

9. Проведенный рентгеноспектральный микроанализ (РСМА) зуба, запломбированного по поводу среднего кариеса материалом с воздействием электромагнитного поля, констатировал повышение весового коэффициента алюминия в 1,9 раза; кремния в 1,6 раза; фосфора в 5,3 раза; кальция в 4,9 раза, тогда как содержание углерода снижается в 1,4 раза. Полученные результаты свидетельствуют о лучшей минерализации твердых тканей зуба на границе пломбирования, способствуя усилению его компенсаторных возможностей и активизации обменных процессов на границе пломбирования материалом с воздействием электромагнитного поля.

По данным рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) после воздействия электромагнитного поля на зубную пасту в поверхностном эмалевом слое было констатировано достоверное повышение весового процента фосфора в 1,5 раза, кальция в 2,4 раза и кремния в 2,8 раза, как основных компонентов зубной пасты, что характеризует проникновение минеральных компонентов зубной пасты в межкристаллические пространства наружного слоя эмали и свидетельствует об увеличении минерализации поверхностного слоя.

### **Практические рекомендации**

1. Модифицированные электромагнитным полем полимерные пломбировочные материалы рекомендуются к использованию при пломбировании зубов, имеющих высокие показатели С-фактора в полостях I и V классов, за счет улучшенных прочностных показателей, с целью повышения качества лечения и профилактики кариеса зубов.

2. Для модифицирования пломбировочных материалов на полимерной основе следует использовать специализированную установку для воздействия электромагнитным полем с заданными параметрами: 20 минут при показателях напряженности электромагнитного поля в  $20 \times 10^4 - 24 \times 10^4$  А/м.

3. Полученные данные научных исследований дают возможность врачу-стоматологу определить новый подход к профилактике и лечению кариеса зубов на основе модифицирования микроструктуры восстановительных пломбировочных материалов и зубных

паст на полимерной основе с помощью воздействия электромагнитного поля, апробированный при выполнении исследований в стоматологических поликлиниках. Модифицированный электромагнитным полем материал применяется согласно инструкции производителя, не требуя дополнительной подготовки врача-стоматолога.

### **Перспективы дальнейшей разработки темы**

Результаты проведенных исследований способствуют повышению качества лечения и профилактики при применении полимерных стоматологических материалов с воздействием электромагнитного поля. Целесообразно продолжить исследование по изучению влияния электромагнитного поля на полимерные стоматологические материалы в более отдаленные сроки, в том числе эстетических параметров материалов, а также разработка портативной специализированной установки для воздействия электромагнитным полем на полимерные стоматологические материалы и рекомендаций по использованию данной установки в практической стоматологии.

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации**

- 1. Кунин, А. А. Сравнение эффективности лечения гиперестезии зубов после профессионального отбеливания средствами индивидуальной гигиены / А. А. Кунин, Н. С. Моисеева // Институт стоматологии. – 2014. – № 4 (65). – С. 35-37.**
2. Kunin, A. A. Age-related differences of tooth enamel morphochemistry in health and dental caries / A. A. Kunin, A. Evdokimova, N. S. Moiseeva. – DOI 10.1186/s13167-014-0025-8 // The EPMA Journal. – 2015. – Vol. 6, Suppl. 3.
3. Кунин, А. А. Выявление участков краевой разгерметизации пломб / А. А. Кунин, Н. С. Моисеева, И. О. Барабанова // Молодежный инновационный вестник. – 2015. – Т. IV, № 1. – С. 113-114.
4. Диспансеризация больных с некариозными поражениями зубов / Е. А. Аракелян, А. А. Новикова, В. В. Татаркин, А. А. Кунин, Н. С. Моисеева // Молодежный инновационный вестник. – 2015. – Т. IV, № 1. – С. 112-113.
5. Гладков, К. Д. Цитобактериоскопические показатели налета языка в зависимости от величины индекса ИГР-У и КПУ / К. Д. Гладков, А. А. Кунин, Н. С. Моисеева // Молодежный инновационный вестник. – 2015. – Т. IV, № 1. – С. 116-118.
- 6. Моисеева, Н.С. Физические факторы терапии в профилактике начальных форм кариозного процесса / Н. С. Моисеева, А. А. Кунин // Вестник российского государственного медицинского университета имени Н.И. Пирогова. – 2015. – № 2. – С. 784.**

7. Kunin, A. A. The 3P approach as the platform of the European Dentistry Department (DPPPD) / A. A. Kunin, N. S. Moiseeva. – DOI 10.1186/s13167-016-0054-6 // Meeting abstracts of the EPMA World Congress 2015 // EPMA J. – 2016. – Vol. 7, Suppl. 1. – A 43. – P. 21.

8. Moiseeva, N. S. The new direction in caries prevention based on the ultrastructure of dental hard tissues and filling materials / N. S. Moiseeva, A. A. Kunin, D. A. Kunin. – DOI 10.1186/s13167-016-0054-6. – Text: electronic // Meeting abstracts of the EPMA World Congress 2015 // EPMA J. – 2016. – Vol. 7, Suppl. 1. – A 49. – P. 24. – URL: <https://doi.org/10.1186/s13167-016-0054-6>.

9. **Кунин, А. А. Изменение структурных характеристик стоматологических полимерных восстановительных материалов с помощью электромагнитного поля с целью улучшения их физико-механических свойств / А. А. Кунин, Н. С. Моисеева, В. М. Попов. – Текст: электронный // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 2(13). – С. 4. – URL: <http://moit.vivt.ru/>**

10. **Кунин, А. А. Сравнительная оценка физико-механических прочностных параметров композитных пломбирочных материалов до и после воздействия электромагнитного поля / А. А. Кунин, Н. С. Моисеева, Я. А. Туровский // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23, № 3. – С. 164-167.**

11. Кунин, А. А. Возрастные особенности фторпрофилактики кариеса зубов / А. А. Кунин, Н. С. Моисеева // Маэстро стоматологии. – 2016. – № 2 (62). – С. 76–78.

12. Влияние модулированного светового излучения на кариесогенность зубного налета / Н. С. Моисеева, А. А. Кунин, С. Н. Панкова, О. А. Кумирова, С. Г. Шелковникова // 21 век: фундаментальная наука и технологии : сборник трудов IX международной научно-практической конференции. – Москва : научно-исследовательский центр «Академический», 2016. – С. 48-50.

13. Моисеева, Н. С. Повышение эффективности диагностики и профилактики вторичного кариеса зубов / Н. С. Моисеева, Р. А. Шабанов, И. О. Барабанова // Молодежный инновационный вестник. – 2017. – Т. 6, № 2. – С. 131-133.

14. Electromagnetic influence on microstructural changes in dental filling materials: improvement in physical and mechanical properties / N. S. Moiseeva, A. A. Kunin, R. A. Shabanov, N. T. Aliev // The EPMA Journal. – 2017. – Vol. 8, № S1. – P. 49.

15. Kunin, A. A. Improving the effectiveness of dental caries prevention using therapeutic toothpastes / A. A. Kunin, N. S. Moiseeva, I. Mekhantieva // The EPMA Journal. – 2017. – Vol. 8, № S1. – P. 50.

16. The use of fluoride-free toothpastes in prophylaxis of dental caries / A. A. Kunin, T. Kupets, N. S. Moiseeva, D. A. Kunin // The EPMA Journal. – 2017. – Vol. 8, № S1. – P. 53.

17. Dental caries prevention using the modulated red light (MRL) / S. N. Pankova, O. A. Kumirova, N. S. Moiseeva, O. A. Azarova // The EPMA Journal. – 2017. – Vol. 8, № S1. – P. 51.

18. Prevention of the risk of complications in patients with cardiovascular disease using anesthesia during an outpatient visit to the dentist / A. V. Podoprigora, O. A. Kumirova, N. S. Moiseeva, A. S. Scherbinin // The EPMA Journal. – 2017. – Vol. 8, № S1. – P. 53.

**19. Влияние электромагнитного поля на микроструктурные характеристики стоматологических полимерных восстановительных материалов для улучшения их физико-механических свойств / А. А. Кунин, В. М. Попов, Н. С. Моисеева, Р. А. Шабанов // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 1. – С. 46.**

20. Моисеева, Н. С. Влияние физических факторов терапии на структурные характеристики пломбировочных стоматологических материалов (результаты экспериментальных исследований) / Н. С. Моисеева // Здоровье и образование в XXI веке : материалы XIX международного конгресса, 18-20 декабря 2017 года. – Москва, 2017. – Т. 19 (12). – С. 207-209.

**21. Кунин, А. А. Микро- и ультраструктура эмали зуба и ее значение для профилактики кариеса / А. А. Кунин, Н. С. Моисеева, Д. А. Кунин // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2017. – Т. 16, № 2 (61). – С. 4-8.**

22. Моисеева, Н. С. Повышение эффективности профилактики начального кариеса зубов / Н. С. Моисеева, А. А. Кунин, Е. Исраилова // Молодежный инновационный вестник. – 2018. – Т. 7, № S1. – С. 128-129.

**23. Моисеева, Н. С. Клинико-экспериментальное обоснование применения зубной пасты на полимерной основе, обработанной электромагнитным полем, для повышения профилактики кариеса / Н. С. Моисеева // Здоровье и образование в XXI веке. – 2018. – Т. 20, № 12. – С. 124-128.**

**24. Моисеева, Н. С. Влияние электромагнитного поля на микроструктурные свойства стоматологических материалов / Н. С. Моисеева // Здоровье и образование в XXI веке. – 2018. – Т. 20, № 12. – С. 120-123.**

25. Moiseeva, N. S. Clinical and laboratory evaluation of microstructural changes in the physical, mechanical and chemical properties of dental filling materials under the influence of an electromagnetic field / N. S. Moiseeva, A. A. Kunin. – Text: electronic // The EPMA Journal. – 2018. – Vol. 9, № 1. – P. 47-58. – URL: <https://doi.org/10.1007/s13167-018-0126-x>.

26. Moiseeva, N. S. Efficiency of dental caries prevention with the use of polymer-based toothpastes modified by the electromagnetic field / N. S. Moiseeva, A. A. Kunin, C. M. Haytac. – Text: electronic // The EPMA Journal. – 2018. – № 9. – P. 319–329. – URL: <https://doi.org/10.1007/s13167-018-0140-z>.

27. Моисеева, Н. С. Клинико-лабораторная оценка прочностных свойств стоматологических материалов на полимерной основе под влиянием электромагнитного поля / Н. С. Моисеева. – DOI 10.24411/2075-4094-2019-16346 // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 13, № 2. – С. 61-66.

28. Моисеева, Н. С. Роль электромагнитного поля в повышении лечебно-профилактической активности зубных паст на полимерной основе / Н. С. Моисеева, А. А. Кунин, Д. Ю. Харитонов. – Текст: электронный // Здоровье и образование в XXI веке. – 2019. – Т. 21, № 1. – С. 71-74. – URL: <http://dx.doi.org/10.26787/nvdha-2226-7425-2019-21-1-71-74>.

29. Клинико-лабораторная оценка эффективности применения электромагнитного поля для повышения качества лечения и профилактики кариеса / Н. С. Моисеева, А. А. Кунин, Д. Ю. Харитонов, И. В. Степанов. – Текст: электронный // Здоровье и образование в XXI веке. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 25-28. – URL: <http://dx.doi.org/10.26787/nvdha-2226-7425-2019-21-2-25-28>.

30. Клиническое обоснование применения модифицированных электромагнитным полем пломбировочных материалов для повышения качества лечения и профилактики вторичного кариеса зубов / Н. С. Моисеева, А. А. Кунин, Д. Ю. Харитонов, А. В. Подопрigора. – DOI 10.24411/2075-4094-2019-16476. – Текст: электронный // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 13, № 4. – С. 58-62.

31. Моисеева, Н. С. Эффективность профилактики кариеса зубов с использованием полимерной зубной пасты, модифицированной магнитным полем / Н. С. Моисеева. – DOI 10.24411/1609-2163-2019-16415 // Вестник новых медицинских технологий. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 18-22.

32. The impact evaluation of the electromagnetic field (EMF) on polymer based filling materials according to the clinical studies for the personalized prevention of secondary caries / N. S. Moiseeva, A. A. Kunin, D. Yu. Kharitonov, A. N. Morozov, A. V. Podoprigora // EPMA World Congress. Conference book of abstracts. – Plzen, 2019. – P. 109.

33. The morphology alteration of polymer based toothpastes with the electromagnetic field exposure for the predictive caries prevention / N. S. Moiseeva, A. A. Kunin, I. V. Stepanov, A. S. Scherbinin, O. A. Kumirova // EPMA World Congress. Conference book of abstracts. – Plzen, 2019. – P. 110.

#### Патенты

34. Патент №2594255 Российская Федерация, МПК А61К6/08, А61С5/00. Способ улучшения адгезионных и прочностных характеристик полимерных пломбировочных

материалов и бондов : заявл. 22.06.2015 : опубл. 10.08.2016 / Кунин А. А., Моисеева Н. С. ; заявитель ВГМУ. – 4 с. : ил.

35. Патент №194801 Российская Федерация, МПК А61С 7/00, А61С 5/00, А61С 5/00, А61С 7/00. Разъемная форма для изготовления образца полимерного стоматологического материала : заявл. 02.08.2018: опубл. 24.12.2019 / Моисеева Н.С. ; заявитель ВГМУ. – 4 с. : ил.

36. Патент №2712043 Российская Федерация, МПК А61С 19/00. Способ прогнозирования механических свойств стоматологических материалов на полимерной основе по данным сканирующей электронной микроскопии : заявл. 20.12.2018: опубл. 24.01.2020 / Моисеева Н.С. ; заявитель ВГМУ. – 4 с. : ил.