

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО КУБГМУ МИНЗДРАВА РОССИИ)

На правах рукописи

ГУЩИН Александр Александрович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ ПЛОМБИРОВАНИЯ
КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА
(клинико-лабораторное исследование)**

3.1.7. Стоматология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
А.А. Адамчик

Краснодар – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА КОМПОЗИТНЫЕ РЕСТАВРАЦИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА ЗУБОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	12
1.1. Эволюция развития реставрационных композитных материалов	12
1.2. Причины возникновения осложнений при реставрациях из композита	20
1.3. Современные технологии улучшения структуры и краевой адаптации композитных материалов при реставрации	23
 Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	33
2.1. Общая характеристика, дизайн исследования	33
2.2. Материалы и методы лабораторных исследований	38
2.2.1. Материалы и методы исследования прочности на изгиб	38
2.2.2. Материалы и методы исследования твердости поверхности по Виккерсу	44
2.2.3. Материалы и методы термического анализа	48
2.2.4. Материалы и методы исследования элементного состава	52
2.2.5. Материалы и методы рентгеновской дифрактометрии	52
2.2.6. Материалы и методы растровой электронной микроскопии	55
2.2.7. Материалы и методы измерения температуры	59
2.3. Материалы и методы клинических исследований	59
2.4. Методы статистической обработки полученных данных	74
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПЛОМБИРОВАНИЯ ЗУБОВ КОМПОЗИТНЫМ МАТЕРИАЛОМ	77

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	94
4.1. Результаты лабораторных исследований	94
4.1.1. Результаты исследования прочности на изгиб	94
4.1.2. Результаты исследования твердости поверхности по Виккерсу	97
4.1.3. Результаты термического анализа	100
4.1.4. Результаты определения элементного состава	113
4.1.5. Результаты проведения рентгеновской дифрактометрии	115
4.1.6. Результаты проведения растровой электронной микроскопии	119
4.2. Результаты клинических исследований	125
ГЛАВА 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	151
ВЫВОДЫ	159
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	161
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	162
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	164
ПРИЛОЖЕНИЯ	189

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В современной стоматологии наиболее часто для восстановления зубов при лечении кариеса зубов применяются композитные материалы на основе мономеров, производных метилметакрилата (О.О. Янушевич, 2017; И.В. Мастерова, 2019; О.С. Гилева, 2021; A.S. Khan, 2020). Разработка и постоянная реновация технологических решений по улучшению физико-химических и эстетических свойств композитных материалов закономерно приводит к тому, что их доля в реставрационной стоматологии, по данным многочисленных исследований, значительно возрастает (Л.М. Ломиашвили, 2020; А.И. Николаев, 2021). Качество композитных реставраций напрямую зависит от точного соблюдения врачом Протокола лечения пациентов с кариесом дентина, от соблюдения инструкций по применению конкретного пломбировочного материала, используемого для реставраций (А.В. Севбитов, 2018; Л.М. Ломиашвили, 2021; H.N. Al-Nahedh, 2020).

Распространенность кариеса зубов среди взрослого населения РФ по-прежнему может достигать 99 %, при этом доля осложнений и рецидивов кариеса зубов не имеет четкой тенденции к снижению (Э.А. Самотаева, 2017; А.Н. Антонова, 2020). По данным оценки качества лечения пациентов с кариесом зубов уже через 6 месяцев у 30 % установленных композитных реставраций обнаруживается нарушение герметизма в зоне краевого прилегания пломбы к твердым тканям зуба (микросколы или трещины в пломбе), через год подобные нарушения выявляются уже у 50 % реставраций, а через 2 года – у 70 % пломб (А.А. Удод, 2014). Повторное лечение зубов в связи с развитием рецидива кариеса или возникновением дефекта пломб требуется в 70–75 % клинических случаев реставрационного лечения на приеме у стоматолога-терапевта (Е.С. Жукова, 2017; О.С. Гилева, 2021; G. Alex, 2015). Исходя из этого проблема краевого прилегания

композитов и, как следствие, долговечности реставрации особенно актуальна в современной стоматологии (A. Bedran-Russo, 2017; T.V. Melkumyan, 2020).

Актуальность данной темы связана не только с отдельными проблемами техник пломбирования, но и с несовершенством физико-механических свойств самих композитов. Врачу-стоматологу необходимо иметь достаточные знания о физических свойствах материалов с целью обоснованного, адаптированного к специфике конкретной клинической ситуации выбора среди множества композитов, с обязательным учетом баланса необходимых механических свойств и эстетических параметров (D. Geštakovski, 2021; R. Gauthier, 2021).

Степень разработанности темы исследования. В современной терапевтической стоматологии рекомендуются к применению различные методы подготовки и пломбирования зубов композитными материалами (N. Masarwa, 2016; R. Pinna, 2017; U. Josic, 2021). Разработчики и производители стоматологических реставрационных материалов постоянно осуществляют модернизацию уже существующих и создают новые адгезивные системы и ПМ (И.Г. Романенко, 2021; L. Breschi, 2018).

Наряду с широко распространёнными микро- и наногибридными композитами, требующими послойного внесения материала толщиной не более 2 мм, становятся широко востребованными композиты Bulk fill с уменьшенной (менее 2 %) полимеризационной усадкой, сниженным (до 60 %) полимеризационным стрессом и с новой формулой фотоинициатора, что позволяет заполнять сформированные полости одной порцией до 4–5 мм, значительно экономя время стоматологического приема и снижая риски образования микротрещин на границе материал – твердые ткани зуба (Т.Н. Шарова, 2014; Ф.Ю. Даурова, 2018; M. Naumann, 2014; R. Pereira, 2021).

Сегодня существуют методы улучшения физико-механических свойств уже существующих композитных материалов непосредственно во время лечебного приема путем механической активации, предварительного нагрева

и вибрационного воздействия на композит (Н. Algamaiah, 2017; R Hirata, 2018; J. Xue, 2019; C.S. Sampaio, 2019; G. Demirel, 2021; G. Demirel, 2021). Однако способы синхронного термо-вибрационного воздействия на композит с целью улучшения его свойств за счет синергии преимуществ каждого из этих воздействий не предложены, требуют экспериментального исследования для обоснования качественно более эффективных клинических решений.

Приходится констатировать, что, несмотря на возможность широкого выбора современных композитных пломбировочных материалов и методик пломбирования дефектов твердых тканей зубов, проблема существенных рисков развития рецидивирующего кариеса после первичного лечения по-прежнему остается открытой и требует новых подходов.

Цель исследования – клинико-лабораторное обоснование повышения эффективности лечения пациентов с кариесом зубов на основе совершенствования физико-механических свойств композитных реставраций.

Задачи исследования:

1. Разработать новый способ пломбирования зубов композитными материалами при лечении кариеса дентина и обосновать показания к его применению.
2. Дать сравнительную характеристику прочности на изгиб и твердости поверхности по Виккерсу полимеризованного композита, предварительно подвергнутого термо-вибрационному воздействию, и композита, подготовленного перед полимеризацией классическим методом.
3. Провести синхронный термический анализ влияния на силу связи в полимерной цепочке полимеризованного композита, исходно подвергнутого термо-вибрационному воздействию, и композита, подготовленного перед полимеризацией классическим методом.
4. Изучить влияние предварительного термо-вибрационного воздействия на эффективность краевого прилегания полимеризованного

композита к твердым тканям зуба по данным растровой электронной микроскопии в сравнении с классическим методом подготовки композита перед полимеризацией.

5. На основании модифицированного критерия Ryge оценить состояние краевого прилегания композитной реставрации, предварительно подвергнутой термообработке, и композита, подготовленного классическим методом перед полимеризацией, у пациентов с кариесом дентина.

6. На основании полученных данных разработать алгоритм подготовки композитного материала перед полимеризацией при лечении кариеса дентина.

Научная новизна исследования. Впервые:

1) разработан способ предварительного термо-вибрационного воздействия на композитный материал перед полимеризацией при лечении кариеса;

2) в лабораторных условиях получены данные о повышении прочности на изгиб и твердости поверхности полимеризованного композитного материала после предварительного проведенного термо-вибрационного воздействия;

3) проведен синхронный термический анализ изменения силы связи полимерной цепочки композитных материалов различного типа под влиянием предварительного термо-вибрационного воздействия перед полимеризацией композита в условиях лаборатории;

4) получены данные о положительном влиянии предполимеризационного термо-вибрационного воздействия на композит на качество краевого прилегания материала к стенкам зуба на основании данных РЭМ;

5) проведен клинический сравнительный анализ лечения кариеса дентина по модифицированному критерию Ryge качества краевого прилегания композитов различного типа при разных условиях перед полимеризацией;

6) разработан новый алгоритм композитной реставрации при лечении кариеса зубов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Доказано увеличение показателей прочности на изгиб и твердости поверхности по Виккерсу композита после предварительного термо-вибрационного воздействия на композит перед его полимеризацией на основании исследований по ГОСТ Р56924-2016 (ISO 4049:2009) и ГОСТ 2999-75 (ISO 6507).

Получены достоверные данные о статистически значимом увеличении силы связи в полимерной цепочке композитных материалов после предполимеризационного термо-вибрационного воздействия на композит на основании данных синхронного термического анализа.

По результатам растровой электронной микроскопии продемонстрировано улучшение качества краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба при предварительном термо-вибрационном воздействии на композит перед его полимеризацией в сравнении с классическим методом пломбирования зубов композитом «комнатной температуры».

В ходе проспективных двухлетних клинических наблюдений доказано статистически достоверное улучшение качества краевого прилегания композитного пломбировочного материала к стенкам зуба при пломбировании зубов композитами с этапом предварительного нагрева в печи.

Разработан и подготовлен к клинической апробации способ пломбирования зубов композитным материалом с применением синхронного термо-вибрационного воздействия на композит непосредственно в сформированной полости зуба перед его полимеризацией.

Методология и методы исследования. Диссертация выполнена в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины. В исследовании использованы лабораторные, общеклинические, основные и

дополнительные методы стоматологического обследования, а также методы статистической обработки материала. В лабораторных условиях создавались экспериментальные образцы композитных материалов, на которых проводились исследования физико-механических параметров, а также электронно-микроскопическое исследование. На клиническом этапе проводилась оценка качества краевого прилегания композитных реставраций к стенкам зуба с применением клинических и статистических методов оценки. Для статистического анализа применялась описательная статистика, корреляционный, регрессионный, сравнительный и дисперсионный анализ, методы сравнения гипотез.

Основные научные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Результаты экспериментальных физико-механических исследований доказывают преимущества предварительного термо-вибрационного воздействия перед полимеризацией композита в сравнении с классическим методом предполимеризационной подготовки композита по достоверному повышению показателя прочности на изгиб и твердости поверхности, увеличению силы связи в полимерной цепочке композитного материала.

2. Предварительное термо-вибрационное воздействие перед полимеризацией композита, по данным РЭМ, повышает качество краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба.

3. Разработанный алгоритм лечения кариеса дентина позволяет снизить риск возникновения осложнений после пломбирования.

Внедрение результатов исследований. Результаты исследований внесены в методические материалы учебной программы для студентов-стоматологов на кафедре терапевтической стоматологии, кафедре стоматологии общей практики, а также в программу постдипломного образования на кафедре стоматологии ФПК и ППС ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России.

Разработанный алгоритм лечения кариеса дентина апробирован и используется в клинической практике муниципальных и негосударственных учреждений, а именно: ГБУЗ «Краевая клиническая стоматологическая поликлиника» Минздрава Краснодарского края, ГБУЗ «Стоматологическая поликлиника № 3» Минздрава Краснодарского края, ГАУЗ РМ «Мордовская республиканская стоматологическая поликлиника».

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Достоверность полученных в ходе проводимых исследований результатов аргументирована исследуемыми материалами с использованием отвечающих цели и поставленным задачам актуальных методов исследования.

Основные положения научного исследования доложены и обсуждены на конференциях: международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы пародонтологии и реконструктивной хирургии полости рта: проблемы, достижения, инновации» (г. Краснодар 2019), международной научно-практической конференции «Современные аспекты комплексной стоматологической реабилитации пациентов с дефектами челюстно-лицевой области» (г. Краснодар 2020), международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Стоматология: наука и практика, перспективы развития» (г. Волгоград 2021), международной научно-практической конференции «Современные технологии в медицинском образовании», посвященной 100-летию Белорусского государственного медицинского университета (г. Минск 2021), VI международной научно-практической конференции «Resonances science 2021» (г. Москва – г. Карловы Вары).

Апробация диссертации проведена на совместном заседании кафедр стоматологического факультета ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, в том числе 5 – в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий или входящих в международные реферативные базы данных и

системы цитирования, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, и издания, приравненные к ним, в том числе получен патент.

Личный вклад автора в исследование. Автором лично было проведено комплексное стоматологическое обследование, диагностика, профессиональная чистка зубов и лечение 180 пациентов с кариесом дентина. Автором лично изготовлено 436 образцов композитных материалов для проведения лабораторных исследований прочности на изгиб, твердости поверхности материалов, термического анализа, растровой электронной микроскопии и рентгенофазового анализа. Автор лично принимал участие в статистической обработке, интерпретации, текстовом описании полученных данных. Автор лично подготовил иллюстрации, таблицы, графики по теме научной работы. Степень авторского участия равна 90 %.

Объём и структура диссертации.

Диссертационная работа выполнена на 198 страницах текста, включает введение, обзор источников литературы, материалы и методы, 2 главы собственных исследований, заключение, выводы, практические рекомендации, приложения, список использованных сокращений и перечень используемой литературы, включающей 194 источника: 97 отечественных и 97 зарубежных авторов. Работа содержит 104 рисунка и 27 таблиц.

ГЛАВА 1.

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА КОМПОЗИТНЫЕ РЕСТАВРАЦИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА ЗУБОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Эволюция развития реставрационных композитных материалов

В современной стоматологии наиболее популярными пломбировочными материалами (ПМ) для восстановления твердых тканей зубов являются композиты и материалы на их основе [24, 30, 58, 162].

Разработка первых композитных полимеров принадлежит доктору Raphael Bowen (США), который создал их на основе кремниевой муки в конце пятидесятих годов прошлого века. И уже в течение более трех десятков лет их применяют в качестве пломбировочного материала в стоматологии. В современной стоматологии без них невозможно представить и реализовать адгезивные методы лечения, восстановления и протезирования зубов. За небольшой период времени композитные материалы (КМ) практически полностью заменили предшествовавшие им пломбировочные материалы [36, 42, 45, 50, 110, 182].

Эволюцию развития реставрационных КМ можно представить следующими этапами.

В 1941 году на базе мономера метилметакрилата (метиловый эфир метакриловой кислоты) и полимера полиметилметакрилата (акриловая смола) для применения в стоматологической практике были предложены предшественники композитных пломбировочных материалов – ненаполненные полимерные пломбировочные материалы (НППМ) [45, 50, 179]. Они представляли из себя самотвердеющую пластмассу. За счет температуры полости рта (30–37 °C) запускаялась реакция инициации перекиси бензоила и амина (BPO-Amin), в результате чего осуществлялась реакция

полимеризации ПМ. Примерами данной группы материалов отечественного производства являются «Акрилоксид», «Карбодент». Однако данные пластмассы имеют серьезные недостатки. Им свойственна слабая сила адгезии к твердым тканям зуба, следствием чего является низкий уровень герметизма в зоне соединения пломба-зуб. В результате определялось плохое качество краевого прилегания пломбы к зубу. Также для данных материалов характерен высокий уровень водопоглощения, крайне высокий уровень полимеризационной усадки (21 %), низкая механическая прочность, различные коэффициенты теплового расширения (КТР) в сравнении с эмалью и дентином зуба, токсичность материала за счет большого количества непрореагировавшего мономера после полимеризации, плохие эстетические свойства при реакции окисления аминного соединения. Все эти недостатки стали причиной низкой эффективности применения данной группы материалов [2, 14, 46, 77, 80, 156].

В 1958 году доктор R.L. Bowen (США) синтезировал бисфенол А (Bis) с глицидилметакрилатом (GMA) в результате чего получил мономер бисфенол-А-глицидилметакрилат (Bis-GMA) – эпоксидная смола с более высокой молекулярной массой по сравнению с акриловой. В присутствии катализатора мономер полимеризовался в течение трех минут, а уровень полимеризационной усадки составил около 5 % [62].

Главным отличительным признаком КМ от пластмасс является наличие в их составе дополнительного компонента, который выполняет роль связующего вещества, создающего условия химической связи между полимерной матрицей (ПлМ) и наполнителем. В результате чего создается материал с абсолютно новыми свойствами, отличающимися от свойств каждого из компонентов в отдельности [36, 45, 50, 162, 179].

Уже в 1962 году R.L. Bowen представил первый микронаполненный композитный пломбировочный материал с использованием мономера Bis-GMA. В качестве наполнителя был использован обработанный силанами

кварцевый песок. С этого времени НППМ были постепенно вытеснены из стоматологической практики композитными пломбировочными материалами на основе Bis-GMA. Таким образом, этот год можно назвать началом развития композитных пломбировочных материалов в клинической стоматологии [177].

В 1965 году М. Buonocore определил положительное влияние протравливания твердых стенок зубов фосфорной кислотой перед пломбированием на силу адгезии композитного материала к стенкам зуба. В то время размер частиц наполнителя был в пределах от 10 до 100 мкм, то есть по современной классификации они относились к макронаполненным, в связи с чем существовала проблема цветовой нестабильности выполненных реставраций [13, 37, 47, 83, 114, 165, 168]. Тем не менее с этого периода в клинической стоматологии начался этап адгезивной техники подготовки перед композитной реставрацией, которая по сегодняшний день в усовершенствованном виде используется стоматологами всего мира.

В 1970 году М. Buonocore представил КМ для герметизации фиссур, в состав которого входил фотоинициатор. Благодаря чему момент начала полимеризации стал управляемым с помощью ультрафиолетового спектра света [112, 183].

В 1977 году был разработан микронаполненный композит с размерами частиц НН от 7 до 40 мкм для решения проблемы цветостабильности КМ. В этот же период были разработаны и внедрены в состав КМ фотоинициаторы, запускающие процесс полимеризации при воздействии синего спектра света с длиной волны 450 нм. Тем не менее в некоторых исследованиях отмечаются ухудшения физико-механических свойств новых КМ [10, 145].

В 1980 году синтезировали первые в истории гибридные композиты, в которых совмещались НН с микро- и макрочастицами. Это привело к восстановлению прочностных качеств композита и сохранению эстетических свойств [144].

В 90-е годы были созданы высокопрочные лабораторные композиты.

По современным международным и российским стандартам качества ISO 40449:1988 «Стоматология. Полимерные пломбировочные материалы» и ГОСТ 31574-2012 «Материалы стоматологические полимерные восстановительные» в составе стоматологических КМ должны входить следующие основные компоненты: наличие в составе полимерной матрицы; неорганический наполнитель должен занимать более 50 % массы КМ; наличие связующего агента (силана), который взаимодействует с частицами НН и обеспечивает химическую связь с ПлМ [45, 50, 162].

В качестве ПлМ могут использоваться различные мономеры: BIS-GMA; UDMA – уретандиметил-метакрилат; D3MA – декандиолдиметакрилат; TEGDMA – триэтиленгликольдиметакрилат; НЕМА – 2-гидроксиэтиленметакрилат и другие [74, 99, 162, 177, 178].

Главной особенностью данных мономеров является значительная молекулярная масса и способность образовывать длинные цепочки во время полимеризации [178, 185].

Кроме основных компонентов в состав КМ могут входить ряд дополнительных: инициаторы (катализаторы) полимеризации – запускают процесс полимеризации; ингибиторы полимеризации – регулируют скорость полимеризации и не дают возможности преждевременной полимеризации мономера; органические и неорганические пигменты; ультрафиолетовые стабилизаторы – препятствуют изменению цвета КМ с течением времени [33, 74, 95, 99, 151, 171].

ПлМ определяет сам процесс полимеризации КМ, уровень конверсии (степени) полимеризации. От нее зависят такие свойства материала как адгезия, цветовая стабильность, прочностные характеристики, биологическая совместимость и возможные проявления аллергической реакции в случае неполной полимеризации и выделения непрореагировавшего мономера в организм человека [95, 151].

Размер НН, его количество в массе пломбировочного материала, форма частиц, химический состав существенно влияют на множество свойств КМ [106, 158].

НН влияет на прочностные свойства КМ, такие как прочность при сжатии, растяжении и на изгиб, модуль упругости Юнга, твердость, стираемость, диаметрально́ная прочность, предотвращение деформации. От его количества зависит уровень полимеризационной усадки КМ, КТР, уровень адсорбции воды. От размера НН зависят оптические свойства ПМ, уровень полируемости [61, 122, 148, 172].

Неорганический наполнитель для КМ вначале являлся кристаллический и расплавленный кварц, боросиликатные или алюмосиликатные стекла. Однако по причине того, что твердость НН была на порядок выше твердости полимерной матрицы, в которой находился НН, в процессе эксплуатации определялось неравномерное истирание поверхности ПМ, что приводило к неудовлетворительному эстетическому виду из-за образования шероховатой матовой поверхности. В связи с этим с целью получения хороших эстетических показателей КМ в составе НН стали применять диоксид кремния, частицы которого имели размеры 0,04 мкм и по своему пространственному расположению являлись некристаллической формой кремния. Данные частицы позволяли создавать более гладкую поверхность ПМ и добиваться лучшей полируемости. Однако композиты с частицами некристаллического диоксида кварца имеют меньшую прочность, чем кварцевые и стеклонанополненные композиты [33, 39, 106, 158].

В современных композитах основными веществами для НН являются двуокись кремния (SiO_2); кристаллический кварц; кварцевое стекло (плавленный кварц) – однокомпонентное стекло из чистого оксида кремния; боросиликатное стекло, в котором щелочные компоненты в первичном материале заменены на оксид бора (B_2O_3); алюмосиликатное стекло; стекла, в состав которых входят оксид стронция (SrO), цирконий (Zr) и другие компоненты [39, 84, 86].

Для создания химической связи между органической ПЛМ и НН в состав композитных материалов входит связующий агент – силан. Это особое химическое вещество, которое образует связь как с неорганическим, так и с органическим компонентом КМ. Неорганические частицы наполнителя подвергаются воздействию полифункциональных соединений (силанов), в молекулах которых находятся две или более одинаковых функциональных групп (замещенные эфиры кремниевой кислоты с содержащимися винильными группами), в результате чего образуются химические связи для соединения с органической матрицей (силанизация) [55, 91, 92].

Для современных КМ свойственна малая полимеризационная усадка, практически равный показатель КТР с КТР твердых тканей зуба, высокие прочностные и эстетические характеристики, низкие показатели водопоглощения. В дополнении к основным критериям стоит отметить свойства рентгеноконтрастности и высокую технологичность применения [29, 38, 43, 54, 59, 93].

Полимеризационная усадка. Абсолютно всем композитным материалам свойственна полимеризационная усадка в различной степени выраженности. Во время полимеризации происходит сближение молекул мономера друг с другом в пределах 1,54–4 ангстрем (0,000154–0,0004 мкм). В результате этого процесса объем КМ уменьшается на 2–4 %, что может приводить к нарушению адгезии пломбировочного материала со стенками зуба и последующим осложнениям [34, 67, 72, 143].

Задача уменьшения полимеризационной усадки КМ стояла перед производителями еще с 70-х годов и стоит до сих пор. Для этого предлагаются новые модификации самого КМ, мономеров, а также совершенствуются дентиноэмалевые адгезивы. В пример можно привести исследование, доказывающее, что применение жесткого полимерного неорганического матричного материала (PRIMM) позволяет существенно снизить полимеризационное напряжение [15, 175]. По данным другого

исследования добавление в композит необработанных микрофильных частиц позволяет существенно снизить полимеризационную усадку на 30 % [104]. В клинических условиях снижение полимеризационного напряжения можно добиться путем применения метода нанесения КМ тонкими слоями, использования метода направленной полимеризации, предварительного нагрева и вибрационного воздействия на КМ [9, 16, 163].

Прочность при сжатии. Данный параметр имеет прямую зависимость от состава НН и его объемного содержания во всей массе КМ. Именно этот факт доказывается в высоком показателе прочности при сжатии у мелконаполненных КМ [26, 73].

Прочность при растяжении и изгибе. Данные физические свойства материала зависят от деформационных свойств органической ПЛМ, НН и прочностных характеристик адгезивной связи ПЛМ с поверхностью частиц НН. При увеличении массовой доли неорганического наполнителя до 45–50 % прочностные характеристики КМ сначала увеличиваются, затем эти показатели стабилизируются. В связи с тем, что в полости рта любой пломбировочный материал испытывает большие нагрузки на растяжение, то значительные усилия и внимание производителей направлено на увеличение и исследования таких физических свойств композитов как прочность при растяжении и изгибе [1, 90].

Модуль упругости Юнга (МЮ) или коэффициент эластичности. Таким же образом, как и прочностные характеристики, характеристики упругости и эластичности КМ зависят от таковых у ПЛМ, НН, его объемного содержания и размера частиц и характеристиками межфазного слоя. Так, например, при увеличении массовой доли НН в композитном материале МЮ увеличивается, соответственно материал становится более жестким. И наоборот, при уменьшении массовой доли наполнителя как, например, в слабонаполненных композитах коэффициент эластичности снижается [101, 107].

Жесткие композитные материалы имеют меньшие показатели истираемости и усадки, что способствует более длительному сохранению анатомических форм реставраций. Однако данные материалы имеют хуже показатели выживаемости в случаях расположения реставраций в зонах с повышенными показателями концентрации напряжения на изгиб, как например в пришеечной области зуба. Для данного вида реставраций наиболее подходящими являются микрогибридные КМ, имеющие показатели МЮ в пределах 4,5 Мпа или модификации КМ в виде компомеров с МЮ в пределах 7–8 Мпа в сравнении с более жесткими гибридными КМ с показателями МЮ в пределах 10–16 Мпа [64].

Твёрдость и истираемость КМ. Твердость КМ напрямую зависят от твердости частиц НН. Показатели твердости композитов ниже показателей твердости эмали зуба, но при этом равна или превышает показатели твердости дентина зуба [115, 124].

Показатели истираемости имеют прямую зависимость от показателей твердости НН, размеров его частиц, количества прореагировавших мономеров ПлМ в процессе полимеризации и от показателей свойств слоя на границе раздела фаз [61, 115, 122, 148].

Кроме того, на степень износа влияет уровень pH на поверхности материала, связанный с образованием кислот лактобациллами [5, 40]. Наибольшая степень истирания композита определяется в зонах окклюзионных контактов, где пломбировочный материал подвергается большим нагрузкам. Однако по данным научного исследования на реставрациях из современных композитов на жевательной группе зубов при оценке степени истирания через 6 месяцев не было выявлено износа материала как на жевательной, так и на контактной поверхностях [89]. По истечении 5 лет износ не превышал 20 мкм в год [87].

1.2. Причины возникновения осложнений при реставрациях из композита

Современные композитные ПМ дают возможность получить реставрации с высокими функциональными и эстетическими показателями при восстановлении дефектов твердых тканей зубов различного происхождения. Максимального качества пломбирования возможно добиться при полном соблюдении технологии использования фотополимеров [35, 41, 49, 149]. Ошибки или несоблюдение правил изготовления реставраций приводят к ухудшениям физико-механических и химических свойств композитов, что в конечном итоге приводит к нарушению целостности реставрации, ухудшению качества краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба, развитию рецидивирующий кариеса, появлению постоперационной чувствительности зуба, изменению цвета реставрации. Также не маловажную роль в качестве реставрации играет правильный выбор композитного материала в зависимости от условий образовавшегося дефекта зуба [32, 48, 181].

Таким образом можно выделить осложнения, возникающие непосредственно при работе, и те, которые появляются после лечения. И это может произойти по нескольким причинам.

Дефекты зубов, появившиеся по разным причинам, в том числе из-за кариеса, могут располагаться ниже уровня десны. В связи с чем создание подходящих условий длительной сухости рабочего поля от десневой жидкости и слюны для создания качественной адгезивной подготовки поверхности зуба может быть затруднительным или невозможным. В связи с этим сам выбор КМ как основного пломбировочного материала в данных условиях может быть ошибочным и неуместным, что может привести к некачественному краевому прилеганию КМ к стенкам зуба из-за нарушения технологии пломбирования [94].

Всем композитам свойственна полимеризационная усадка. При использовании светоотверждаемого композита степень полимеризационной усадки прямопропорциональна размерам реставрации. А это, в свою очередь, приводит к нарушению качества краевого прилегания пломбы к стенкам зуба непосредственно в момент полимеризации или в отдаленные сроки после. Более того, композиты являются относительно хрупкими пломбировочными материалами. По этой причине их применение ограничено случаями с небольшой степенью разрушения тканей зуба [49, 94, 127].

В отдаленные сроки после пломбирования зубов КМ может появиться повышенная чувствительность зубов к химическим и температурным раздражителям. Это может быть связано с: травматическим повреждением тканей зуба в области пульпы в процессе препарирования зуба; токсическим воздействием остаточных мономеров ПЛМ композита и адгезивной системы на дентин зуба, связанное с неполной их полимеризацией; нарушением краевого герметизма между пломбировочным материалом и стенками зуба по причине усадки КМ в процессе полимеризации с возможной бактериальной инвазией микроорганизмов [35, 94, 127, 173].

В действующей международной классификации болезней 10 выпуска отсутствуют понятия «вторичный» и «рецидивирующий» кариес, однако в практической деятельности врачей стоматологов они использовались и используются по сей день, хотя в российской и зарубежной литературе эти два понятия имеют различную интерпретацию [127, 173].

В своем учебнике Боровский Е.В. проанализировал и предложил достаточно точное и однозначное определение этих двух понятий. Под первичным кариесом понимается появление кариозного процесса на интактном зубе. «Вторичный кариес» автором был обозначен процесс, образовавшийся на уже ранее пролеченном зубе. При этом кариозная полость может находиться на любой поверхности зуба, но вне контакта с имеющейся реставрацией. А «рецидивирующий кариес» объясняется как возобновление

кариозного процесса на границе установленной пломбы, причем не только на поверхности, но и под пломбой [7].

Данные интерпретации дают четкое разграничение в существующих понятиях. Особо стоит отметить однозначное разъяснение между «вторичным» и «рецидивирующим» кариесом в связи с четким определением границ этих процессов. Однако не стоит отрицать возможность одновременного наличия обоих процессов на зубах, ранее леченых по поводу кариеса. Это возможно в том случае, если один кариозный процесс, имеющий контакт со старой пломбой, не имеет общих границ с другим кариозным процессом, находящегося на соседних анатомических образованиях [7].

Основным принципом лечения кариеса зубов является иссечение инфицированных и деминерализованных тканей зуба с последующим восстановлением анатомической структуры зуба. Но зачастую в области реставрации появляется новый кариозный процесс.

Причинами образования рецидивирующего кариеса могут быть следующие причины:

- Некачественная некрэктомия по причине плохого визуального контроля препарирования, удаление инфицированных тканей без применения кариес-маркера. В результате этого в оставшихся деминерализованных тканях бактерии продолжают размножение и проникновение вглубь зуба по дентинным каналам, приводящее к повторному развитию кариозного процесса в пределах реставрации [7, 8, 12].

- Проведение процедуры пломбирования зуба в отсутствии качественной изоляции зуба от слюны и биологической жидкости. Вследствие этого происходит реинфицирование подготовленной полости [18, 81, 161].

- Отсутствие этапа антисептической обработки сформированной полости зуба или его проведение слабыми антисептиками, такими как 3 % раствором перекиси водорода или 0,05 % раствором хлоргексидина биглюконата, в результате чего остается инфицированная поверхность зуба [11, 25].

– Вторичное инфицирование зуба по причине нарушения краевого прилегания реставрационного материала к стенкам зубам вследствие деградации гибридной зоны, микроподтекания, сколов пломбировочного материала, последствий полимеризационного стресса [44, 53].

1.3. Современные технологии улучшения структуры и краевой адаптации композитных материалов при реставрации

Высокая распространенность кариеса в области имеющихся композитных реставраций и по сегодняшний день свидетельствуют об актуальности проблемы и необходимости дальнейшего поиска ее решения. По данным научной литературы 40 % лечения зубов проводится по причине осложнений кариеса [28, 65]. Больше половины рабочего времени стоматолога уходит на их лечение [27, 78].

Образование кариозного процесса в пределах имеющихся пломб является одной из актуальных проблем в стоматологии. На эту тему проведено большое количество научно-исследовательских работ. Со стороны производителей стоматологических материалов происходит усовершенствование уже имеющихся пломбировочных материалов и создание новых. Медицинская инженерия направлена на улучшение свойств пломбировочных материалов и их компонентов с целью увеличения их срока службы [108]. Однако, несмотря на успехи в сфере создания и производства стоматологических материалов, этот вид кариеса является наиболее часто встречающимся среди пациентов, обратившихся за стоматологической помощью [130, 193].

По данным современных научных исследований сохраняется невысокое качество композитных пломб при долгосрочных наблюдениях после пломбирования. Это связано с микросколами пломбировочного материала, с постепенным разрушением гибридного слоя, нарушением

герметизма на границе соединения пломба-зуб по причине полимеризационного стресса, что в свою очередь проявляется микроподтеканием [60].

Для повышения качества композитных реставраций различными авторами были разработаны, описаны и предложены методы, позволяющие улучшить свойства самих композитных ПМ, а также увеличить силу связи адгезивного соединения композит – адгезив – твердые ткани зуба. К таким методам относятся: предварительный нагрев композита; вибрационное воздействие на композит; механическая активация композита; пескоструйная подготовка твердых тканей зуба; рациональный выбор и применение различных полимеризационных ламп [56, 68, 113, 117].

Предполимеризационный нагрев композита позволяет уменьшить вязкость и увеличить его текучесть, тем самым повышая степень конверсии во время полимеризации, и как следствие, увеличивая прочностные свойства и срок службы реставрации. При увеличении температуры композита увеличивается подвижность органических мономеров и радикалов в инициаторе полимеризации, следствием чего создается более прочно сшитая полимерная сетка внутри массы композита [190]. Превращение мономерных двойных углеродистых связей $C=C$ в полимерные одинарные $C-C$ является конверсией полимеризации. А объем полимеризации определяется в степени конверсии полимеризации. С увеличением конверсии улучшаются физико-механические свойства композитов, такие как твердость поверхности, прочность на изгиб и модуль упругости, устойчивость к перелому, повышается предел диаметальной прочности на разрыв, увеличивается глубина отверждения материала и устойчивость к износу. Таким образом возрастают прочностные свойства композита [116, 125, 126, 155]. При этом снижается до минимума уровень непрореагировавших мономеров и, как следствие, снижается вероятность возможных аллергических реакций у пациента [28, 60, 190].

Так же за счет снижения вязкости композита во время нагревания происходит увеличение его текучести в связи с увеличением подвижности молекул материала, что в конечном итоге приводит к увеличению качества адаптации и уменьшению микроподтекания вдоль поверхности реставрации [123, 190].

Нужно отметить, что не при любом предварительном нагреве композита происходят улучшения свойств пломбировочного материала. При различных температурах нагрева композитного материала не всегда происходят изменения свойств композита в лучшую сторону, что влияет на краевое прилегание композит – ткань зуба [128, 133, 180].

Предварительно нагретый композит до 60 °С показал наибольшее количество микропротечек вопреки предполагаемым результатам: чем выше температура, тем лучше краевое прилегание. Это может быть связано с вероятностью падения температуры за период времени между процессом нагрева композита и моментом отверждением материала в сформированной полости зуба. Как описано Даронч и др., около 50 % достигнутой температуры будет потеряно через 2 минуты и близко к 90 % потерям через 5 минут удаления композита из нагревательного устройства [113, 117]. В исследовании, проведенном Вагнером и др., было также обнаружено, что задержка отверждения предварительно нагретого композита является контрпродуктивной, поскольку падение температуры композита позволило вязкоупругой консистенции реставрации быстрее отрываться от стенок поверхности зуба. Из-за более высокой температуры, до которой она была нагрета, упругая деформация была еще быстрее [133]. Другое исследование также показало, что при нагревании композитных смол до температур от 54 до 68 °С наблюдается значительное увеличение объемной усадки [128, 180]. В клинической практике существуют опасения относительно внесения предварительно нагретого композита с более высокой температурой в сформированные полости зуба, поскольку это может вызвать термическое

повреждение пульпы. Тем не менее, Даронч и др. обнаружили, что не было существенной разницы состояния пульпы зуба в ситуациях использования предварительно нагретого композита и композита «комнатной температуры» [118, 129, 140]. Несмотря на температуру нагрева композитного материала до 60 °С максимальное повышение температуры пульпы зуба увеличивается на 1,6 °С. Пульпа зуба, по данным другого исследования, способна выдерживать без образования необратимых структурных изменений повышение температуры до 5,5 °С [142, 146, 191].

Отсюда следуют выводы, что в клинической практике композиты могут быть нагреты для консистенции текучих композитов с целью достижения лучшей адаптации к стенкам зуба за счет снижения вязкости и, тем самым, уменьшения микроподтекания без потери механических свойств относительно жидкотекучего композита, который имеет более низкие прочностные характеристики. С предварительно нагретыми композитами легко манипулировать, так как они могут быть легко адаптированы к стенкам полости зуба с использованием ручных инструментов. Однако рекомендуется использовать более быстрый темп работы при использовании предварительно нагретых композитов, чтобы предотвратить рассеивание тепла [113, 117].

В процессе функционирования композитных реставраций возникают различного размера сколы пломб. Образование пор большого размера внутри композитного материала является одной из причин таких сколов. Причины образования пор могут быть различны. Это может быть связано с количественным соотношением содержания органического мономера и неорганического наполнителя в массе композита, методом адаптации пломбировочного материала к стенкам зуба и другим слоям пломбировочного материала внутри зуба [56, 60, 68].

Композитная реставрация зачастую представляет собой многослойную структуру, состоящую из последовательно полимеризованных слоев

композитного материала, адгезивно соединенных между собой и твердыми тканями зуба посредством адгезива. Соответственно, чем больше слоев композитного материала, тем выше пористость всей реставрации, что связано с неполным выдавливанием пузырьков воздуха между слоями материала в процессе его адаптации непосредственно в сформированной полости зуба [68].

При воздействии незначительных сил внутренние поры безопасны (теория Гриффитса). Они не претерпевают объемных изменений, не увеличиваются и не могут стать причиной нарушения целостности материала. Однако при увеличении нагрузки поры могут увеличиваться в размерах, объединяться с другими порами и преобразовываться с трещины, способные привести к структурному разрушению композитного материала [56]. Согласно принципам механики для разрушения материала недостаточно просто приложения силы нагрузки. Для структурного разрушения необходимо, что данная сила создала внутри материала такое внутреннее напряжение, которое не смог бы выдержать сам материал. Наличие пустот и дефектов является слабой зоной любого материала, которое может привести к разрушению самого материала при незначительной по силе нагрузке [56].

Эффективным методом устранения пор является техника вибрационного воздействия на пломбировочный материал (вибрационное поверхностное пластическое деформирование). Для выполнения данного способа необходимо подвергать вибрационному воздействию каждую порцию композитного материала перед полимеризацией [119, 135].

Вибрационный способ механоактивации композитного материала дает целый ряд преимуществ: возможность контролировать степень вибрационного воздействия на порцию композитного материала с помощью рабочего инструмента и равномерно распределять его на твердых стенках зуба или на других порциях пломбировочного материала; эффективное удаление внутренних пор в массе неполимеризованного композита; значительное уменьшение количества и размеров критических дефектов, что

способствует уменьшению возможности образования сколов композита; создание плотного соединения свежей порции композита с адгезивно подготовленными стенками зуба и другими слоями композитного материала, что способствует созданию плотной монолитной композитной реставрации; создание на границе соединения пломба-зуб герметичного краевого прилегания, способствующее уменьшению вероятности микроподтекания в зоне соединения композита со стенками зуба и образованию рецидивирующего кариеса [120, 150].

Одним из данных способов является изобретение «Способ вибрационной механоактивации композитных материалов по Меликяну М.Л. и устройство для его осуществления». Данный метод основан на использовании вибрирующего инструмента по типу штопфер-гладилки с частотой колебания до 1000 Гц с временем воздействия на внесенную порцию композитного материала 20 секунд [68].

Также фирма «Ket» (США) производит инструмент «Comprothixo™» с функцией вибрационного воздействия на пломбировочный материал. Данный инструмент имеет сменные насадки, которые могут колебаться с частотой 140 Гц. Путем воздействия такой вибрации на композитный материал происходит его адаптации непосредственно в сформированной полости зуба [139].

Для уменьшения количества пор и улучшения механических свойств композитных реставраций применяется техника мануального способа механоактивации композитного материала по Меликяну М.Л.. Суть способа заключается в том, что перед восстановлением разрушенных стенок зуба, композитному материалу придают форму шарика или овала с помощью пальцев рук в текстурированных латексных перчатках без пудры. Далее, используя подготовленные таким образом порции композита, происходит восстановление разрушенных стенок зуба [68].

В результате полученных данных лабораторных исследований на трехточечный изгиб образцов из композитного микрогибридного материала,

подготовленных по способу мануального способа механоактивации композитного материала по Меликяну М.Л., было установлено, что при придании пломбировочному материалу формы шарика предельная нагрузка образца возросла на 5,7 % в сравнении с контрольными образцами. При придании овальной формы предельная нагрузка образца возросла на 7,3 % по сравнению с контрольными образцами.

Данное научное исследование подтвердило, что мануальный способ механоактивации композитного материала уменьшает пористость пломбировочного композитного материала на 30 %, снижает максимальный размер пор на 45 %, а средний размер пор уменьшает на 3 %.

Недостатком данного способа является то, что для его реализации, а именно для скатывания композита в виде овала, необходимо использовать достаточно большую порцию композита, что неприемлемо при восстановлении небольших кариозных дефектов.

Для получения лучшей прочности адгезивной связи была предложена пескоструйная обработка зубов порошком из оксида алюминия [17, 22, 23, 69]. Однако использование пескоструйной обработки оксидом алюминия в сочетании с протравливанием ортофосфорной кислотой или самопротравливающими праймерами для увеличения прочности связи композитного материала со стенками зуба остается спорным. Некоторые исследования показали увеличение прочности сцепления, а другие нет [153, 159, 174]. Кроме того, используемые протоколы существенно отличались по размеру частиц, расстоянию до поверхности зуба, продолжительности обработки и давлению действующей струи [22, 23, 153, 159, 174].

Для правильного выбора композитного материала врачу необходимо знать не только физико-химические свойства того или иного композита, но и его состав, а именно содержащийся в нем фотоинициатор. Применение производителями композитных ПМ различных фотоинициаторов определено необходимостью получения определенного цвета композита. В композитах

теплых оттенков (от желтого до желто-коричневого) в качестве фотоинициатора применяется камфорохинон, имеющий желтый цвет и обладающий способностью поглощать видимый спектр синего излучения с предельной длиной волны около 470 нм. Для производства композитов светло-желтых (A1, B1), нейтральных, прозрачных и отбеленных (Bleach) оттенков применяются фотоинициаторы фенилпропандион с диапазоном поглощения более коротких длин волн не более 400 нм и фотоинициатор люцерин с предельной поглощаемой длиной волны 380–430 нм. Общее количественное содержание фотоинициатора в составе композита определяет оттенок этого материала [1].

Сегодня существуют различные виды полимеризационных ламп, используемых в стоматологической практике для фотополимеризуемых композитов. Чаще всего применяются светодиодные лампы с технологией LED, имеющие спектр излучения света в пределах 430–490 нм. Тем самым они полностью перекрывают диапазон поглощения фотоинициатора камфорохинона с максимальной длиной волны 470 нм. Галогеновые лампы имеют спектр излучения волны с длиной 390–510 нм, что также полностью перекрывает катализ камфорохинона. Однако если в состав композита кроме камфорохинона будут входить другие фотоинициаторы, такие как люцерин или фенилпропандион, то в случае использования классических диодных LED-ламп будет происходить неполная полимеризация композитного материала, в результате чего останется большое количество непрореагировавших мономеров. Остаточные мономеры могут выделяться в слюну, тем самым провоцируя аллергическую реакцию у пациента. А наличие их большого количества на поверхности пломбы усиливает рост бактерий возле реставрации, что причиной образования рецидивирующего кариеса на границе пломба-зуб. Нахождение непрореагировавших мономеров внутри композита может снижать механическую прочность реставрации и увеличивать ее набухание. Процесс окисления ненасыщенных

метакрилатных групп может приводит к изменению цвета композитной реставрации, а также к образованию формальдегида, имеющего аллергенный потенциал [1].

В связи с этим производители полимеризационных ламп создали поливолновые LED-лампы (polywave[®] LED). На сегодняшний день нам известны три производителя: «Ivoclar Vivadent» – «bluephase», «bluephase 20i», «bluephase C8», «bluephase style»; «CAO Group, Inc» – «Ascent PX LED Curing Light»; «Ultradent Products, Inc» – «Ultra-Lume[®] LED 5», «VALO Cordless Led Curing Light», «VALO LED Curing Light», включающие в своем излучение спектры как стандартных светодиодных ламп, так и галогеновых от 385 до 515 нм [101, 104].

Еще одним способом качественной полимеризации композитов, в составе которых имеются фотоинициаторы с разными диапазонами поглощения световых волн, является одновременное или последовательное использование в процессе полимеризации композитного материала диодных и галогеновых ламп. Таким образом будет инициация большого диапазона волн, что даст максимальный уровень конверсии полимеризации композита вне зависимости от состава его фотоинициаторов [129].

Также известен тот факт, что глубина полимеризации любого композитного пломбировочного материала находится в прямой зависимости от мощности фотополимеризационной лампы [1].

Несмотря на имеющиеся недостатки у каждого метода работы с композитным пломбировочным материалом, их применение приводит к улучшению физико-механических свойств композитов, а значит к улучшению качества пломбирования зубов в течение длительного срока наблюдения, что приводит к снижению рисков возникновения рецидивирующего кариеса и его осложнений.

В идеале, прямые композитные реставрации зубов при лечении кариеса должны обладать следующими свойствами: 1) выдерживать окклюзионную

нагрузку; 2) быть стабильными в агрессивных условиях ротовой полости; 3) сводить к минимуму или предотвращать развитие напряжения и избегать образования микроподтекания на границы композит – ткани зуба; 4) предотвращать прикрепление роста бактерий (био пленки) на поверхности композита; 5) иметь реминерализующие способности; 6) уметь самостоятельно восстанавливаться; 7) быть простыми в использовании. По техническим возможностям это очень сложный список желаемых свойств композита. На сегодняшний день ни один коммерчески доступный материал не может удовлетворить все эти свойства. Устойчивость к износу и прочность композитов в целом значительно выросли с годами и были разработаны и внедрены в производство материалы с низким уровнем образования напряжений. Однако ни один из доступных в настоящее время материалов не обладает существенными антибактериальными, реминерализующими или общими биоактивными биомиметическими свойствами.

Таким образом, исследование и создание новых технологий реставрационных композитных материалов диктует необходимость изучения, разработки и внедрения комплекса мер, которые будут способствовать повышению эффективности лечения кариеса зубов.

ГЛАВА 2.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Общая характеристика, дизайн исследования

Для решения поставленных задач в соответствии с разработанным дизайном исследования проводились лабораторные и клинические этапы работы.

Данная научная работа является завершённым научным исследованием по разработке и подготовке к апробации в клиническую практику применения разработанного способа пломбирования зубов композитным материалом с применением термо-вибрационного воздействия на композитный пломбировочный материал непосредственно в полости рта перед его фотополимеризацией при лечении кариеса дентина зубов (патент на изобретение РФ № 2731821 «Способ пломбирования зубов композитным материалом»).

Проведение исследования одобрено Независимым Этическим Комитетом ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России (протокол № 69 от 26.10.2018 г.). Принято к сведению изменение названия темы диссертационного исследования без изменения дизайна исследования Независимым Этическим Комитетом ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России (протокол № 107 от 28.01.2022 г.).

Работа выполнена на кафедре терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России в рамках комплексной научно-исследовательской работы «Клинико-экспериментальное обоснование применения лечебно-профилактических мероприятий при болезнях полости рта», в АО «Краснодарский приборный завод «Каскад», на кафедре аналитической химии и на базе центра новых технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Кубанский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Оценка эффективности разработанного способа осуществлялась при помощи лабораторных методов исследования. В рамках лабораторных исследований проводилось изучение влияния термо-вибрационного воздействия на композитный пломбировочный материал на прочность на изгиб, твердость поверхности композита по Виккерсу, силу связи полимерной цепочки после полимеризации, качество краевого прилегания, элементный анализ, рентгенофазовый анализ. Данные параметры определялись *in vitro*, материалами которых служили образцы полимеризованного композита различной формы и размеров в зависимости от проводимого исследования в количестве 436 шт.

В качестве композитных пломбировочных материалов применялись супра-нано-наполненный композит «Estelite Sigma Quick» фирмы «Tokuyama Dental» (Япония); низкоусадочный композит «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3M Espe» (США) и микрогибридный нанокластерный композит «ДентЛайт» фирмы «ВладМиВа» (Россия) (рисунки 2.1, 2.2, 2.3).



Рисунок 2.1 – Композит «Estelite Sigma Quick» фирмы «Tokuyama Dental» (Япония)



Рисунок 2.2 – Композит «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3M Espe» (США)



Рисунок 2.3 – Композит «ДентЛайт» фирмы «ВладМиВа» (Россия)

Композит «Estelite Sigma Quick» фирмы «Tokuyama Dental» по данным производителя в своем составе содержит 82 % по весу (71 % по объему) кремний-циркониевого и композиционного наполнителя. Неорганический наполнитель, содержащийся в «Estelite Sigma Quick», является сферическим субмикронным наполнителем (средний размер частиц 0,2 мкм; фракционный состав частиц от 0,1 до 0,3 мкм). Мономерная основа содержит Bis-GMA и TEGDMA [136].

Наполнитель в составе композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3M Espe» по данным производителя представляет собой сочетание неагломерированного/неагрегированного частиц оксида кремния размером 20 нм, неагломерированного/неагрегированного оксида циркония размером 4–10 нм, агрегированного кластерного наполнителя на основе оксида циркония/оксида кремния (с размером частиц оксида кремния 20 нм и оксида циркония 4–11 нм), а также наполнителя на основе трифторида иттербия, состоящего из агломерированных частиц размером 100 нм. Доля неорганического наполнителя составляет около 76,5 % по массе (58,4 % по объему). В качестве мономеров «Filtek Bulk Fill Posterior» содержит AUDMA (ароматический диметакрилат с высокой молекулярной массой), AFM (аддитивный фрагментационный мономер из группы метакрилатов), DDDMA (1,12 – додеканодиол диметакрилат), UDMA [138].

По официальным данным фирмы-производителя органическая полимерная матрица композита «ДентЛайт» фирмы «ВладМиВа» состоит из UDMA, TEGDMA, Bis-GMA и других олигомеров, наполненных модифицированным рентгеноконтрастным мелкодисперсным неорганическим наполнителем (примерно 80 % по массе). Неорганический наполнитель представляет собой комбинацию нанокластеров размером 0,1–5 мкм, в состав которых входят частицы барийалюмоборосиликатного и стронциевого стекла, модифицированного мелкодисперсным оксидом кремния, с неагломерированными частицами оксида кремния размером 3–20 нм. Данные

частицы наполнителя имеют многоуровневое пространственное распределение в массе композита по размеру от 0,02 до 0,7 мкм [137].

Проведенное исследование с клинической стороны являлось сравнительной характеристикой клинической эффективности классического метода пломбирования зубов композитными материалами светового отверждения «комнатной температуры» и способа пломбирования зубов термически нагретыми композитными материалами перед их фотополимеризацией при лечении кариеса дентина зубов. В клинических условиях оценку эффективности краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба проводилась по модифицированной оценке Ryge непосредственно после пломбирования и через каждые 6, 12, 18, 24 месяца после лечения (рисунок 2.4).

В процессе клинических исследований обработка и интерпретация данных, полученных в результате оценки композитных реставраций зубов, которым было проведено лечение кариеса дентина, проводилось In vivo с учетом принадлежности пациента к определенной группе исследования. Каждому пациенту проводились следующие диагностические манипуляции:

- инструментальная и неинструментальная диагностика нозологической формы заболевания;
- определение индекса КПУ;
- определение гигиенического индекса;
- холодовой тест на витальность зуба;
- оценка качества некрэктомии при помощи кариес-маркера;
- оценка объема и глубины сформированной полости;
- клиническая оценка композитной реставрации с применением модифицированного критерия Ryge непосредственно после лечения и спустя 6, 12, 18, 24 месяца после лечения.

Материалом для клинического исследования служили 180 пациентов с диагнозом K02.1 кариес дентина в возрасте от 18 до 45 лет.

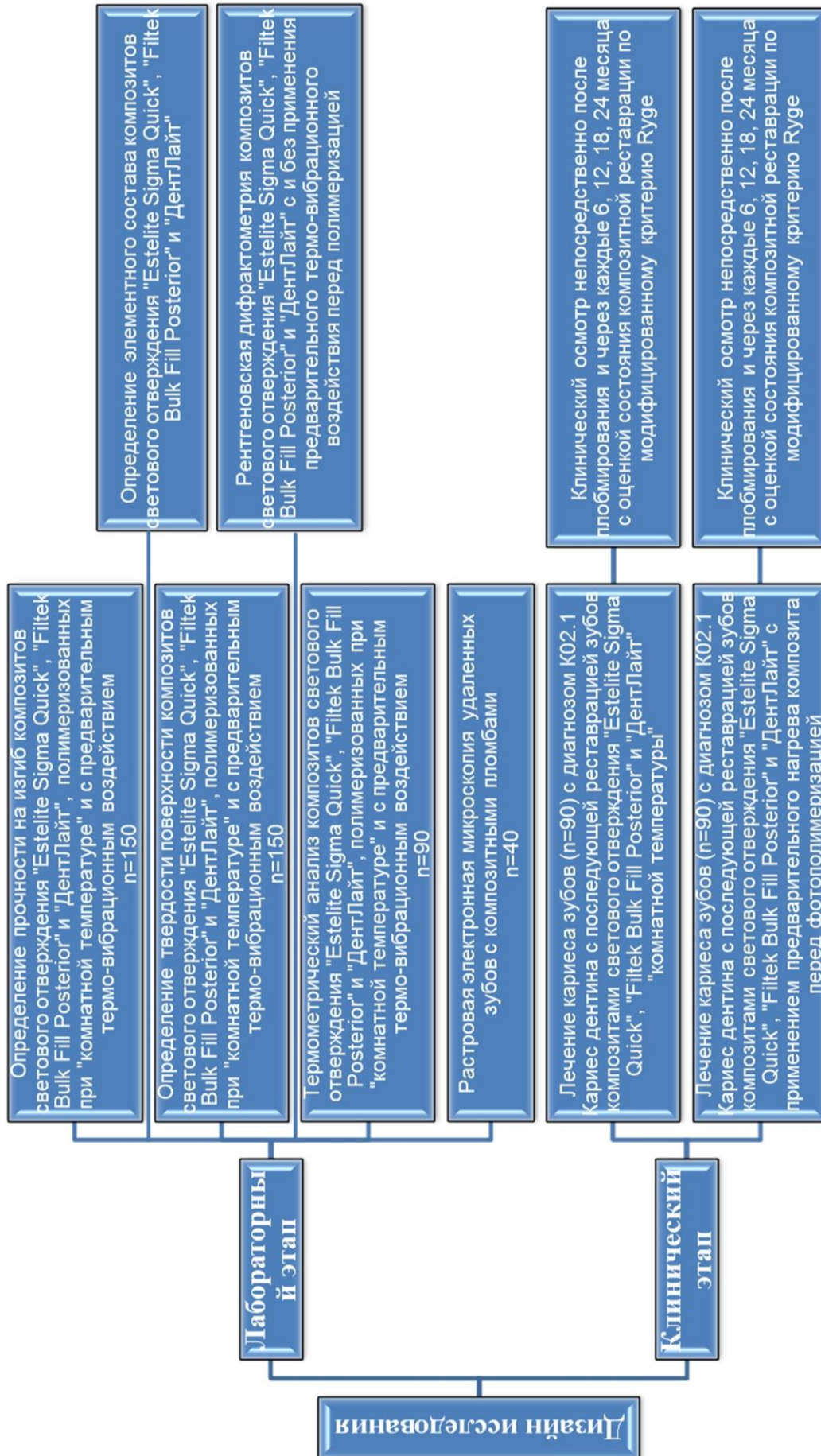


Рисунок 2.4 – Дизайн исследования

В рамках статистической обработки данная научно-исследовательская работа представляет собой экспериментальное рандомизированное и нерандомизированное исследование. Первая стадия исследования проводилась в период 2018–2019 гг., вторая стадия – 2019–2020 гг., третья стадия – 2020–2021 гг.

2.2. Материалы и методы лабораторных исследований

Лабораторный этап исследований выполнен в АО «Краснодарский приборный завод «Каскад», на кафедре аналитической химии и на базе центра новых технологий ФГБОУ ВО КубГУ Минобрнауки России.

2.2.1. Материалы и методы исследования прочности на изгиб

Определение прочности на изгиб проводилось в соответствии с ГОСТ Р56924-2016 (ISO 4049:2009) «Стоматология. Материалы полимерные восстановительные».

Для данного исследования были изготовлены балки из композитных материалов размером длина/ширина/высота (Д/Ш/В) 25/2/2 мм. Материалы были разделены на 2 группы: контрольную и основную. В контрольной группе использовались образцы из трех композитов: «Estelite Sigma Quick» фирмы «Tokuyama Dental» (Япония), «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3M Espe» (США) и «ДентЛайт» фирмы «ВладМиВа» (Россия), полимеризация которых проводилась по классическому методу с использованием композита «комнатной температуры». В основной группе также использовались образцы из трех композитов: «Estelite Sigma Quick» фирмы «Tokuyama Dental» (Япония), «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3M Espe» (США) и «ДентЛайт» фирмы «ВладМиВа» (Россия), полимеризация которых проводилась с применением предварительного термо-вибрационного воздействия перед полимеризацией композита

(согласно разработанному патенту РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г.) (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Распределение образцов композитов в группах для исследования прочности на изгиб

Группы	Метод подготовки композита перед полимеризацией	Композиты (n = 25)
Контрольная группа	Классический метод (композит «комнатной температуры»)	«Estelite Sigma Quick»
		«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»
		«ДентЛайт»
Основная группа	С применением термо-вибрационного воздействия	«Estelite Sigma Quick»
		«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»
		«ДентЛайт»

Для этой цели в программе для трехмерного моделирования «3Ds MAX» был разработан разборной шаблон для создания образцов композитов в виде балок Д/Ш/В 25/2/2 мм (рисунки 2.5; 2.6).



Рисунок 2.5 – Шаблон для изготовления образцов композитов в разобранном состоянии

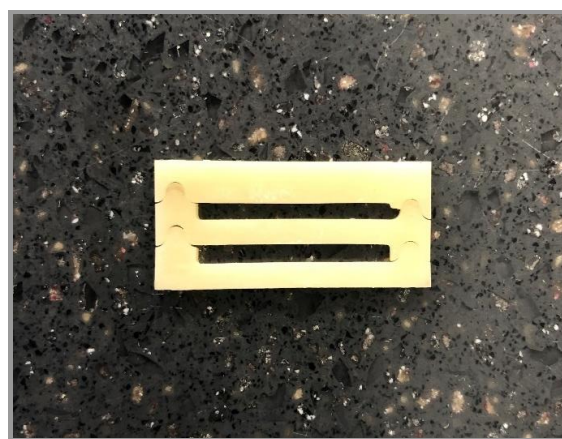


Рисунок 2.6 – Шаблон для изготовления образцов композитов в собранном состоянии

Данный шаблон был фрезерован из материала полиметилметакрилата (ПММА) фирмы «Chongqing Zotion Dentistry Technology Co., Ltd» (Китай) (рисунок 2.7) на стоматологическом фрезерном станке «DWX-52D» фирмы «Roland» (Япония) (рисунок 2.8).



Рисунок 2.7 – Блок ПММА фирмы «Chongqing Zotion Dentistry Technology Co., Ltd» (Китай)



Рисунок 2.8 – Фрезерный станок «DWX-52D» фирмы «Roland» (Япония)

Полученный шаблон позволял изготавливать балки из композита размером Д/Ш/В 25/2/2 мм (рисунок 2.9).

Благодаря тому, что шаблон был изготовлен из ПММА, композитный материал не прилипал к его поверхности. А возможность его разбора на несколько частей позволяла извлекать композитные балки после полимеризации без лишнего механического давления (рисунки 2.5; 2.6).



Рисунок 2.9 – Готовые образцы композитов для проведения исследования прочности на изгиб

Шаблон помещался на гладкую стеклянную прозрачную поверхность (стекло для замешивания стоматологических материалов). В его форму помещался композитный пломбировочный материал в виде одной порции для предотвращения образования пустот между порциями композита внутри образца, плотно распределялся внутри шаблона с помощью штопфера, а излишки удалялись. В контрольной группе ($n = 25$) после этого композитные балки полимеризовались диодной полимеризационной лампой «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн) в течение 60 секунд с обеих сторон по всей длине образца на максимально близком расстоянии. В основной группе ($n = 25$) композит подвергался термо-вибрационному воздействию (согласно разработанному патенту РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г.) ультразвуковой насадкой с гладкой рабочей поверхностью фирмы «Acteon» (Франция) из серии «Perfect Margin» PM3 с помощью ультразвукового аппарата «Newtron Booster» фирмы «Acteon» (Франция) мощностью 25 Вт в течении 10 секунд, после чего композит полимеризовался диодной полимеризационной лампой «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн) в течение 60 секунд с обеих

сторон по всей длине образца на максимально близком расстоянии. По окончании полимеризации шаблон разбирался, а композитные балки извлекались и шлифовались дисками «Sof-Lex» фирмы «3М Espe» (США) светло-красного и оранжевого цвета. После полной подготовки балки нумеровались соответствующим шифром и выдерживались минимум 24 часа перед исследованием в связи с тем, что после активации полимеризационной лампы конверсия полимеризации внутри композита происходит на 50–60 %, а в последующие сутки еще на 30–40 % [63].

В исследовании было изготовлено 25 образцов для каждого вида композита в зависимости от групповой принадлежности образца (всего 150 образцов) (таблица 2.1).

В АО «Краснодарский приборный завод «Каскад» изготовленные образцы по очереди были установлены в испытательную машину «МИП-10» фирмы «НПК «ТЕХМАШ» (Россия) (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Испытательная машина «МИП-10» фирмы «НПК «ТЕХМАШ» (Россия)

Устройство для изгиба состоит из трех стержней диаметром 2 мм. Два стержня установлены параллельно друг другу на расстоянии $20 \pm 0,1$ мм между центрами. Третий стержень находится в центре между первыми двумя и параллельно им таким образом, что данное расположение дает возможность нагружать образцы по типу трехточечного изгиба (рисунок 2.11).

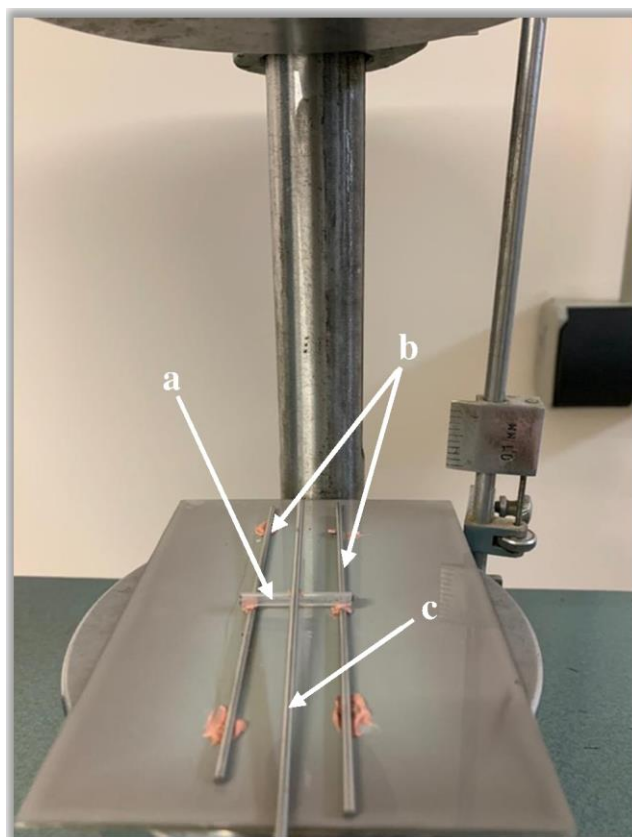


Рисунок 2.11 – Расположение образца на трех балках для испытания прочности на изгиб на испытательной машине «МИП-10»:

a – испытываемые образец; b – опорные стержни; c – нагружающий стержень

Каждая композитная балка перед проведением исследования замерялась в центре при помощи микрометра точностью 0,01 мм. После точного определения размеров балку фиксировали в устройстве для испытания на изгиб и приступали к нагрузке на образец. Нагружение на образец проводилось до его разрушения, после чего записывали максимальную нагрузку, действующую на образец в момент разрушения.

Подобным образом испытание повторяли на всех образцах.

Данные измерений заносили в формулу для вычисления предельной прочности на изгиб σ , МПа:

$$\sigma = \frac{3Fl}{2bh^2},$$

где F – максимальная нагрузка, действующая на образец, Н; l – расстояние между опорами с точностью до 0,01 мм; b – ширина в центре образца, измеренная непосредственно перед испытанием, мм; h – высота в центре образца, измеренная непосредственно перед испытанием, мм.

Полученные данные вносились в сводную таблицу для статистической обработки.

2.2.2. Материалы и методы исследования твердости поверхности по Виккерсу

Твёрдость по Виккерсу (HV) определяли путём вдавливания алмазной пирамиды, которая имеет угол при вершине в 136°. Твердость по Виккерсу – это твердость материала, вычисленная из размера отпечатка, произведенного нагружением алмазной пирамиды индентора. Индентор, применяемый в тестах по Виккерсу – пирамида с квадратным основанием, противоположные стороны которой сходятся на вершине под углом 136°. Регламентируется ГОСТ 2999-75 «Метод измерения твердости по Виккерсу» и ISO 6507 «Измерение твердости по Виккерсу».

Твёрдость по Виккерсу рассчитывали по формуле делением силы нагрузки P на площадь поверхности отпечатка, полученного путем погружения пирамиды (рисунок 2.12). В процессе погружения пирамиды на поверхность исследуемого образца остаются насечки в виде ромба (иногда – неправильной формы). По размерам диагонали этого ромба (или среднего арифметического значения обеих диагоналей) рассчитывали число твёрдости Виккерса, которое имеет размерность механического давления.

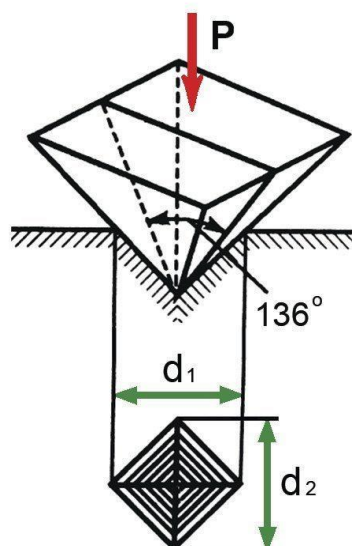


Рисунок 2.12 – Индентор и отпечаток для определения твердости методом Виккерса.

P – нагрузка (кгс); d_1 и d_2 – диагонали отпечатка (мм)

Измерение на твердость поверхности проводили на аппарате «ПМТ-3» фирмы «Ломо» (Россия) в АО «Краснодарский приборный завод «Каскад» (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Микротвердомер «ПМТ-3» фирмы «Ломо» (Россия)

Измерение проводили при силе давления равной 100 гр в течении 6 секунд.

При измерении твердости по Виккерсу соблюдали следующие условия: плавное возрастание нагрузки до необходимого значения; обеспечение перпендикулярности приложения действующего усилия к испытуемой поверхности; поддержание постоянства приложенной нагрузки в течение установленного времени; расстояние между центром отпечатка и краем образца или соседнего отпечатка должно быть не менее 2,5 длины диагонали отпечатка.

Для определения твердости поверхности композита изготавливались композитные диски диаметром не менее 6 мм и толщиной не менее 1,5 мм (рисунок 2.14).

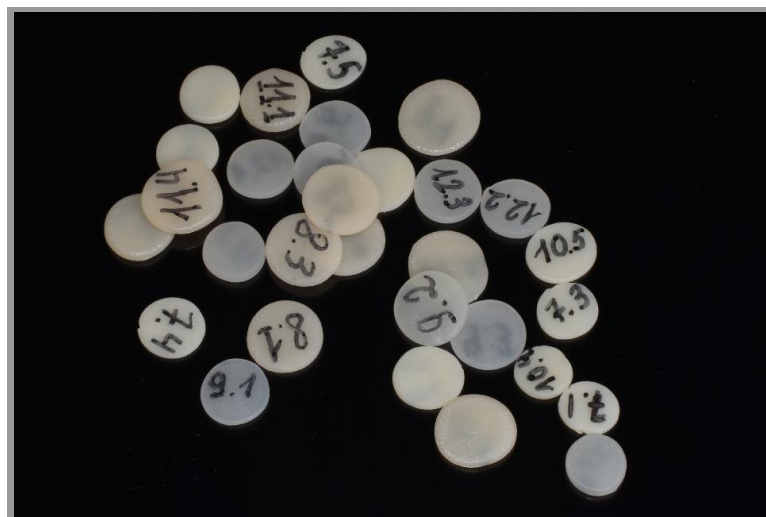


Рисунок 2.14 – Готовые образцы композитов для проведения исследования на твердость поверхности по Виккерсу

Для этого композитный материал распределялся в виде плотного шарика на гладкой ровной поверхности стекла для замешивания стоматологических материалов. В случае подготовки образцов для контрольной группы использовали композит «комнатной температуры», для основной группы композит подвергали термо-вибрационному воздействию (согласно разработанному патенту РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г.) ультразвуковой насадкой с гладкой рабочей

поверхностью фирмы «Acteon» (Франция) из серии «Perfect Margin» PM3 с помощью ультразвукового аппарата «Newtron Booster» фирмы «Acteon» (Франция) мощностью 25 Вт в течение 10 секунд, после чего композитный шарик сверху накрывался другим стеклом для замешивания стоматологических материалов гладкой ровной поверхностью и раздавливался до необходимых размеров, после чего через стекло проводилась полимеризация с помощью диодной полимеризационной лампы «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн) в течение 20 секунд. Все образцы выдерживались не менее 24 часов перед проведением измерений твердости поверхности по Виккерсу для получения максимального уровня процента полимеризации материала [47].

В исследовании было изготовлено 25 образцов для каждого вида композита в зависимости от групповой принадлежности образца (всего 150 образцов) (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Распределение образцов композитов в группах для исследования твердости поверхности композита по Виккерсу

Группы	Метод подготовки композита перед полимеризацией	Композиты (n = 25)
Контрольная группа	Классический метод (композит «комнатной температуры»)	«Estelite Sigma Quick»
		«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»
		«ДентЛайт»
Основная группа	С применением термо-вибрационного воздействия	«Estelite Sigma Quick»
		«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»
		«ДентЛайт»

В лаборатории образец устанавливали на стол прибора «ПМТ-3» фирмы «Ломо» (Россия) измеряемой поверхностью вверх. Затем, вращая рукоятку маховика, столик поднимался вверх до момента легкого контакта с индентором. После этого отпускали рычаг с нагружающим механизмом с усилием 100 гр (0,01 Н) и выдерживали в течении 6 секунд. После завершения нагрузки рабочая часть, с закреплённым в ней индентором, поднималась и возвращалась в исходное положение.

После процесса нагружения приборный стол с образцом разворачивался к отсчётному микроскопу, имеющемуся на станине твердомера, и измеряли диагонали отпечатка.

Полученные данные вносились в формулу для определения твердости по Виккерсу HV, кгс/мм²:

$$HV = 2P \sin\left(\frac{0,5\alpha}{d^2}\right) = 1,8544P/d^2,$$

где P – прилагаемая нагрузка (кгс); d – среднее арифметическое значение длин обеих диагоналей отпечатка после снятия нагрузки, (мм); α – лицевой угол индентора (136°).

2.2.3. Материалы и методы термического анализа

В нашей научно-исследовательской работе был применен синхронный термический анализ (СТА), который включает в себя дифференциально-сканирующую калориметрию (ДСК) и термогравиметрию (ТГ).

Для проведения СТА исследования был использован синхронный ТГ-ДТА/ДСК анализатор «STA 409 PC/PG Luxx®» фирмы «Netzsch» (Германия) (рисунок 2.15).



Рисунок 2.15 – Синхронный ТГ-ДТА/ДСК анализатор «STA 409 PC/PG Luxx®» фирмы «Netzsch» (Германия)

Условия проведения регистрации термического анализа: диапазон температур 30–1000 °С при скорости нагрева 10 °С/мин. Испытания проводились в атмосфере воздуха в платиновых тиглях.

Данный прибор сочетает в себе термовесы с разрешением 2 мкг и максимальным допустимым весом образца 18 гр с малым дрейфом и высокотемпературную дифференциальную сканирующую калориметрию в вакуумной конструкции. Температурный диапазон: -150 °С ... 1550 °С.

Дрейф прибора – максимально возможная точность определения массы образца или изменения массы в зависимости от времени или температуры.

Схема анализатора представлена на рисунке 2.16.

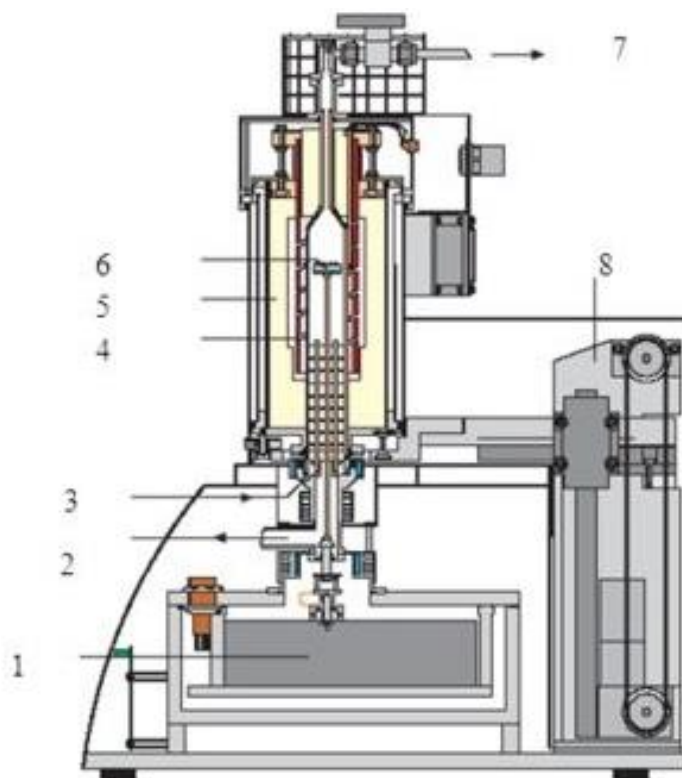


Рисунок 2.16 – Схема синхронного ТГ-ДТА/ДСК анализатора «STA 409 PC/PG Luxx®» фирмы «Netzsch»: 1 – весовой блок; 2 – вакуумный фланец; 3 – ввод газа; 4 – вакуумплотная алундовая защитная труба; 5 – печь; 6 – тигель с образцом; 7 – выход газа; 8 – механизм подъема печи

Схема работы синхронного ТГ-ДТА/ДСК анализатора «STA 409 PC/PG Luxx®» фирмы «Netzsch» представлена на рисунке 2.17.

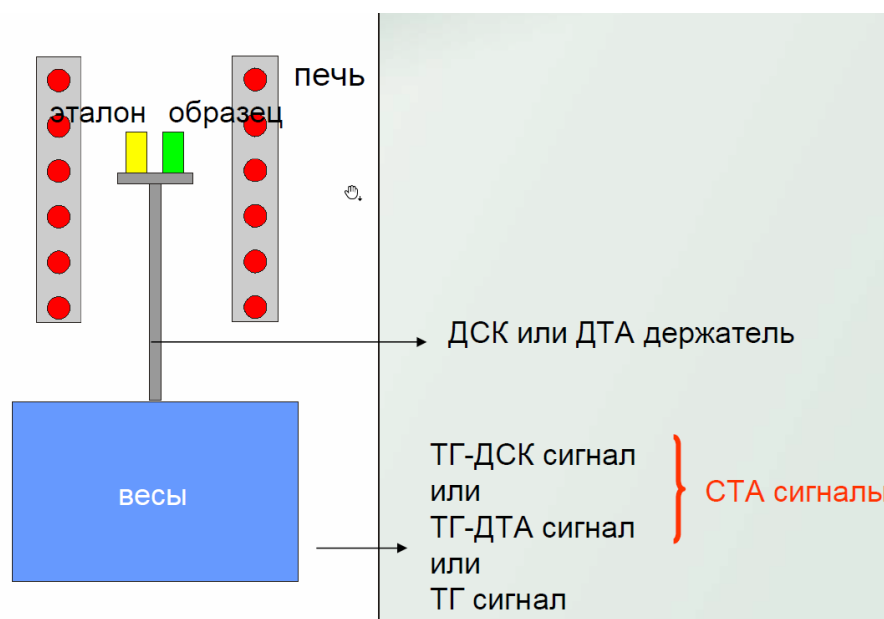


Рисунок 2.17 – Схема работы синхронного ТГ-ДТА/ДСК анализатора «STA 409 PC/PG Luxx®» фирмы «Netzsch»

В данном исследовании были использованы термопары с высокой чувствительностью для высокотемпературного интервала ($T_{\text{комн}} \dots 1650$ °C) типа S (Pt/PtRh 10 %).

В этом исследовании были изготовлены образцы в виде небольших дисков из композитных материалов весом 30 мг каждый в количестве 15 штук для каждого вида композита в зависимости от групповой принадлежности образца (всего 90 штук) (таблица 2.3). Калибровка веса образцов проводилась на лабораторных весах «DL-63» фирмы «DEMCOM» (Россия). Из каждого вида композитов для контрольной группы ($n = 15$) были изготовлены образцы, полимеризованные по классическому методу при «комнатной температуре» композита. Образцы, подготовленные таким методом, получили условное обозначение «К». Для основной группы каждый образец композита подвергался предварительному термо-вибрационному воздействию ультразвуковой насадкой с гладкой рабочей поверхностью фирмы «Acteon» (Франция) из серии «Perfect Margin» PM3 с помощью ультразвукового аппарата «Newtron Booster» фирмы «Acteon» (Франция)

мощностью 25 Вт в течение 10 секунд ($n = 15$). Такие образцы получили условное обозначение «Т». Для удобного чтения графиков все образцы, изготовленные из композита «Estelite Sigma Quick», обозначались цифрой «1», «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» – цифрой «2», «ДентЛайт» – цифрой «3». Разделение в подгруппах производилось по двум признакам: состоянию композита перед полимеризацией и фирме-производителю композита. В результате, у нас имелись контрольная группа, основная группа и подгруппы образцов «1К», «1Т», «2К», «2Т», «3К» и «3Т» (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Условное обозначение и распределение образцов композитов по группам исследования для СТА

Группы	Метод подготовки композита перед полимеризацией	Композиты $n = 15$	Условное обозначение
Контрольная группа	Классический метод (композит «комнатной температуры»)	«Estelite Sigma Quick»	1К
		«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»	2К
		«ДентЛайт»	3К
Основная группа	С применением термо-вибрационного воздействия	«Estelite Sigma Quick»	1Т
		«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»	2Т
		«ДентЛайт»	3Т

Полимеризация всех образцов проводилась с помощью диодной полимеризационной лампы «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн) в течение 20 секунд на максимально близком расстоянии. Удаление излишнего веса образца проводилось путем препарирования алмазным бором 8855 314 012 фирмы «Komet Dental» с красной меткой на повышающем наконечнике с водо-воздушным охлаждением со скоростью 120000 об/мин.

Образцы передавались в лабораторию для проведения синхронного термического анализа, после чего были получены итоговые результаты.

2.2.4. Материалы и методы исследования элементного состава

Элементный состав образцов из композитных пломбировочных материалов «Estelite Sigma Quick», «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» и «ДентЛайт» определяли рентгенофлуоресцентным способом с энергетической дисперсией. Условия проведения исследования: прибор «Shimadzu EDX-800HS» (Япония) (рисунок 2.18), материал анода рентгеновской трубки – родий, время экспозиции – 500 с, диаметр облучаемой зоны – 10 мм, атмосфера – вакуум. Системная обработка полученных данных производилась методом фундаментальных параметров с помощью программного обеспечения «DXP-700E» версии 1.0 компании «Shimadzu» (Япония).



Рисунок 2.18 – Энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр серии «EDX-800HS» фирмы «Shimadzu» (Япония)

Материалом для исследования служили образцы композитов, изготовленные для рентгенодифрактометрического метода исследования.

2.2.5. Материалы и методы рентгеновской дифрактометрии

Рентгеновская дифрактометрия является одним из методов рентгеноструктурного анализа. В данном исследовании задействован рентгеновский дифрактометр – прибор для одновременного определения

интенсивности и направления дифрагированных лучей. Рентгеновский дифрактометр включает в себя источник ионизирующего излучения, рентгеновский гониометр, в котором находится исследуемое вещество, детектор излучения и электронное измерительно-регистрирующее устройство. Детектором излучения является счётчик квантов. На счётчик выводится поочередно каждый дифракционный луч за счет смещения счётчика во время исследования. Рентгеновский дифрактометр дает возможность получать значения интенсивности дифрагированного в заданном направлении рентгеновского излучения и углы дифракции.

Условия проведения рентгеновской дифрактометрии: дифрактометр рентгеновский «XRD-7000» фирмы «Shimadzu» (Япония) (рисунок 2.19), Cu K α – 1,54 Å, V – 40 кВ, I – 30 мА, диапазон углов 5–65 град., скорость съемки 1 град/мин. Расшифровка полученных пиков производилась с помощью программного комплекса «PDWin 2.0» и пакета «Crystallographic Search–Match», интегрированного в программно–аппаратный комплекс.



Рисунок 2.19 – Дифрактометр рентгеновский «XRD-7000» фирмы «Shimadzu» (Япония)

Для данного исследования изготавливались образцы композитов в соответствии с групповой принадлежностью высотой 2 мм, шириной не менее 5 мм в кювете для дифрактометра «XRD-7000» фирмы «Shimadzu» (рисунок 2.20).

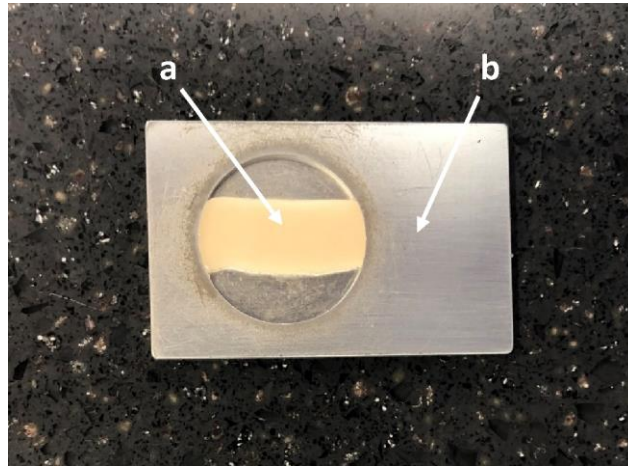


Рисунок 2.20 – Образец композита в кювете: а – порция композита; b – кювета

Из каждого вида композитов для контрольной группы были изготовлены образцы, полимеризованные по классическому методу при «комнатной температуре» композита. Образцы, подготовленные таким методом, получили условное обозначение «К». Для основной группы каждый образец композита подвергался предварительному термо-вибрационному воздействию ультразвуковой насадкой с гладкой рабочей поверхностью фирмы «Acteon» (Франция) из серии «Perfect Margin» PM3 с помощью ультразвукового аппарата «Newtron Booster» фирмы «Acteon» (Франция) мощностью 25 Вт в течение 10 секунд. Такие образцы получили условное обозначение «Т». Для удобного чтения графиков все образцы, изготовленные из композита «Estelite Sigma Quick» обозначались цифрой «1», «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» – цифрой «2», «ДентЛайт» – цифрой «3». Разделение в подгруппах производилось по двум признакам: состоянию композита перед полимеризацией и фирме-производителю композита. В результате, у нас имелись подгруппы образцов «1К», «1Т», «2К», «2Т», «3К» и «3Т» (таблица 2.4)

Таблица 2.4 – Условное обозначение подгрупп образцов композитов для дифрактометрии

Метод подготовки композита перед полимеризацией	Композиты	Условное обозначение
Стандартный метод (композит «комнатной температуры»)	«Estelite Sigma Quick»	1K
	«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»	2K
	«ДентЛайт»	3K
С применением термо-вибрационного воздействия	«Estelite Sigma Quick»	1T
	«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»	2T
	«ДентЛайт»	3T

2.2.6. Материалы и методы растровой электронной микроскопии

Для оценки эффективности краевого прилегания между композитным материалом и стенками зуба было проведено исследование при помощи растрового электронного микроскопа. С этой целью на удаленных по ортодонтическим показаниям молярах с интактной коронкой (без кариозных и иных поражений) (40 штук) провели препарирование жевательной поверхности с формированием полости по I классу Блэка глубиной 4 мм шириной 3–4 мм в мезио-дистальном направлении с помощью алмазного бора 6849 314 016 фирмы «Komet Dental» с использованием повышающего наконечника на 200000 оборотах в минуту с воздушно-водяным охлаждением и финишной обработкой поверхности зуба бором 8855 314 012 фирмы «Komet Dental» на 120000 оборотах в минуту с воздушно-водяным охлаждением с целью создания модели процесса пломбирования зуба с кариесом дентина по I классу Блэка (рисунки 2.21; 2.22).

Далее зубы случайным образом были разделены на две равные группы: контрольную ($n = 20$) и основную ($n = 20$).

Зубам из обеих групп была проведена одинаковая адгезивная подготовка стенок полости. Она включала в себя селективное протравливание эмали 15 секунд и дентина 10 секунд 37 % ортофосфорной

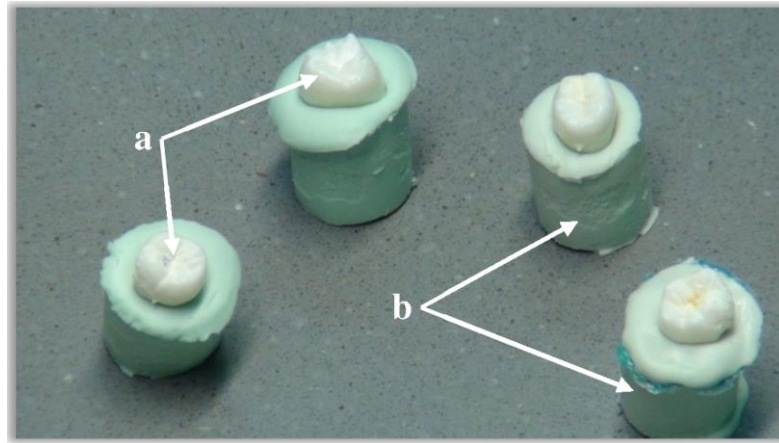


Рисунок 2.21 – Удаленные моляры в силиконовой массе: а – зубы; б – С-силикон

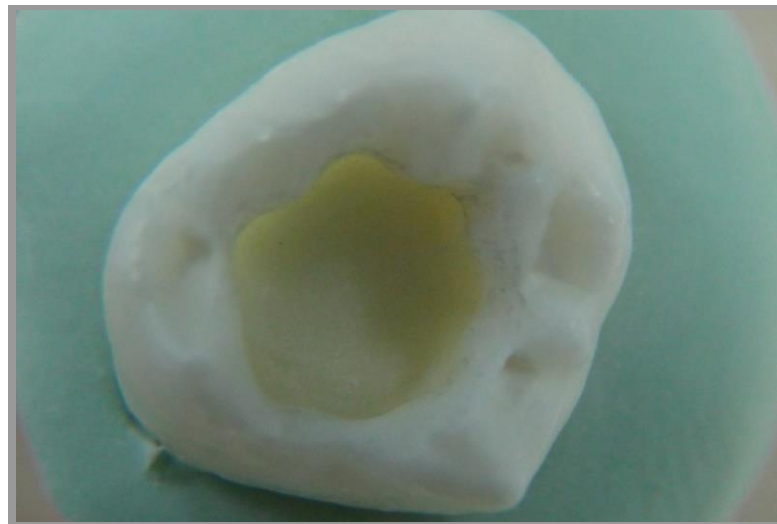


Рисунок 2.22 – Сформированная полость по I классу Блэка

кислотой «Травекс-37» фирмы «Омега Дент» (Россия), антисептическая обработка сформированной полости 2 % раствором хлоргексидина биглюконата, внесение адгезива «Opti Bond FL» фирмы «Kerr» (США) с последующей полимеризацией светодиодной лампой «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн) в течение 20 секунд.

После этого проводилось послойное внесение композитного пломбировочного материала «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3М Espe» (США) цвет А3 толщиной слоя не более 4 мм с последующей полимеризацией каждой порции композита полимеризационной лампой «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн) в течение

20 секунд. На зубах из контрольной группы ($n = 20$) использовался классический метод пломбирования с применением композита «комнатной температуры». В основной группе ($n = 20$) при пломбировании использовался разработанный нами способ термо-вибрационного воздействия (согласно патенту РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г.) ультразвуковой насадкой с гладкой рабочей поверхностью фирмы «Asteon» (Франция) из серии «Perfect Margin» PM3 с помощью ультразвукового аппарата «Newtron Booster» фирмы «Asteon» (Франция) мощностью 25 Вт в течение 10 секунд на композитный пломбировочный материал непосредственно в сформированной полости зуба перед полимеризацией. После финальной порции композита проводилась шлифовка и полировка поверхности реставрации полировочными головками разной зернистости розового и белого цвета «DiaGloss» фирмы «NTI-Kahla GmbH» на скорости 10000 и 5000 оборотов в минуту соответственно на угловом наконечнике с воздушным охлаждением (рисунок 2.23).

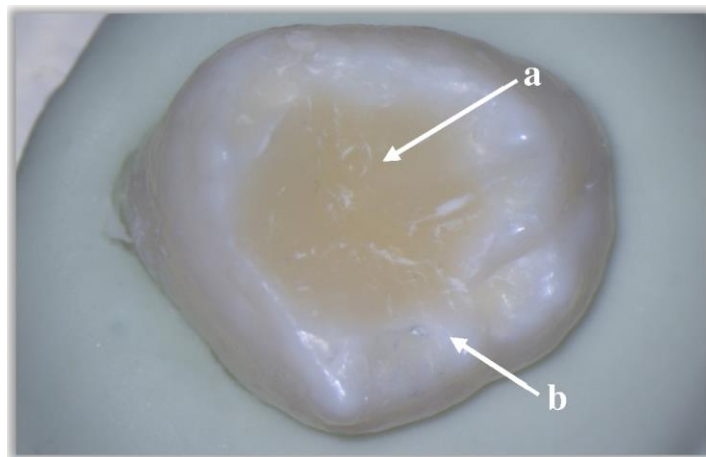


Рисунок 2.23 – Вид готовой композитной реставрации:

a – композитная пломба; b – стенка зуба

После окончания реставрации зубы находились в физиологическом растворе в течение 14 дней, после чего каждый из них был препарирован алмазным сепарационным двусторонним диском диаметром 19 мм фирмы «ВладМиВА» (Россия) в мезио-дистальном направлении через центр

композитной пломбы на скорости 20000 оборотов в минуту на прямом наконечнике с воздушно-водяным охлаждением (рисунок 2.24).

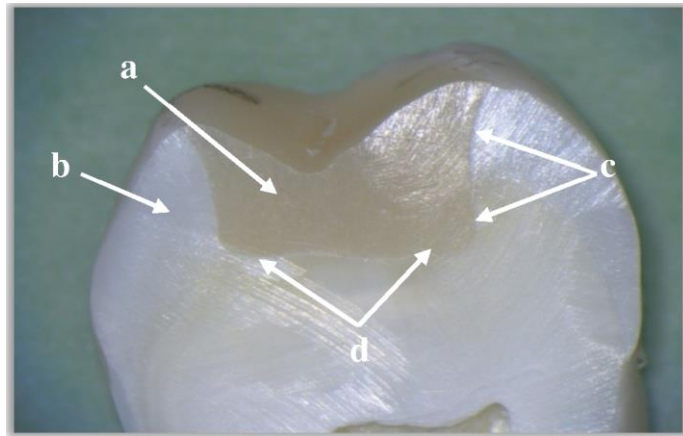


Рисунок 2.24 – Зона распила зуба: а – композит; b – стенка зуба; c – боковая стенка реставрации; d – дно реставрации

Сравнение результатов краевого прилегания было проведено с использованием автоэмиссионного растрового электронно-сканирующего микроскопа сверхвысокого разрешения «JSM-7500F» фирмы «Jeol» (Япония) (рисунок 2.25).



Рисунок 2.25 – Автоэмиссионный растровый электронно-сканирующий микроскоп сверхвысокого разрешения «JSM-7500F» фирмы «Jeol» (Япония)

Выбор растрового электронного микроскопа для оценки качества краевого прилегания обоснован возможностью объективного визуального контроля зон сцепления композитного материала со стенками зуба и возможностью получения точного измерения размера щелей.

2.2.7. Материалы и методы измерения температуры

В процессе научно-исследовательской работы проводились измерения температуры композитного пломбировочного материала, нагревательного элемента печи для разогрева композита, а также шприцев с композитами при помощи тепловизора «PTi120» фирмы «Fluke» (США) (рисунок 2.26).



Рисунок 2.26 – Тепловизор «PTi120» фирмы «Fluke» (США)

2.3. Материалы и методы клинических исследований

Материал клинических исследований составили 180 пациентов с диагнозом K02.1 кариес дентина I класс по Блэку в возрасте от 18 до 45 лет.

Для постановки диагноза использовался классификатор МКБ-10, утвержденный ВОЗ и введенный в России как единый нормативный документ для формирования системы учёта и отчётности в системе здравоохранения в 1995 году. Всего у 180 пациентов было пролечено

180 моляров верхней и нижней челюсти с наличием кариозных полостей I класса по Блэку с применением классического метода пломбирования с использованием композитов «комнатной температуры» и с применением предварительного нагрева композита в специализированной печи для нагрева композита перед фотополимеризацией в соответствии с групповой принадлежностью пациента.

Все взаимодействия с пациентами, включая внесение пациентов в определенные группы исследования и последующие клинические наблюдения с интерпретацией полученных данных проводились при условии подписания пациентом добровольного информированного согласия.

Критерия включения пациента в группы исследований:

- подписанное добровольное информированное письменное согласие пациента на включение в исследование и обработку полученных персональных данных;
- лица мужского и женского пола в возрасте 18–45 лет;
- постоянный фиксированный прикус;
- деминерализация эмали и дентина зуба с образованием дефекта в виде полости наддесневого расположения (кариес дентина K02.1) жевательной группы зубов I класса по Блэку;
- компенсированная форма кариеса;
- витальный зуб;
- отсутствие заболеваний слизистой оболочки полости рта;
- отсутствие заболеваний пародонта или их наличие в стадии ремиссии;

- отсутствие общесоматических заболеваний

Критерии исключения из исследования:

- отсутствие подписанного добровольного информированного письменного согласия пациента на включение в исследование и обработку полученных персональных данных;

- дети, женщины в период беременности, родов, женщины в период грудного вскармливания;
- лица, страдающих психическими расстройствами;
- лица задержанные, заключенные под стражу, отбывающие наказание в виде ограничения свободы, ареста, лишения свободы либо административного ареста;
- возраст младше 18 и старше 45 лет;
- декомпенсированная форма кариеса, острое течение;
- заболевания пародонта и слизистой оболочки полости рта или их обострение;
- аллергические реакции на используемые средства;
- поддесневые разрушения зуба;
- общесоматическая патология: атеросклероз, нарушение ритма сердца, аневризма аорты, сердечно-сосудистая недостаточность, заболевания крови, гипертиреоз, эмфизема легких, сахарный диабет, заболевания почек, опухоли и др.;
- наличие неотложных состояний.

Критерии исключения в ходе исследования:

- пациент больше не соответствует критериям включения;
- пациент не следует указаниям исследователя;
- возникли отдаленные аллергические реакции;
- возникли ситуации, которые по мнению исследователя, могут нарушить целостность исследования;
- получена оценка «D» по модифицированному критерию Ryge.

Стандартизация пациентов-участников научного исследования проводилась на каждой стадии исследования в строгом соответствии с утвержденными критериями включения и исключения, а также с учетом распределения пациентов по группам с учетом возраста, пола, области разрушения зубов.

В процессе обследования диагноз «K02.1 Кариес дентина» ставился по результатам основных методов обследования: жалоб пациента, данных анамнеза, осмотра, зондирования, перкуссии; а также по данным дополнительных методов обследования: термопробы, витального окрашивания зубов, рентгенологического обследования.

В соответствии поставленной цели и задачам исследования были сформированы 2 группы пациентов, в каждой из которых проводилось пломбирование тремя видами композитов.

В контрольной группе находилось 90 человек, где пломбирование твердых тканей зубов проводилось по классическому методу пломбирования композитными материалами светового отверждения «комнатной температуры». В качестве композитных пломбировочных материалов применялись супра-нано-наполненный композит «Estelite Sigma Quick» фирмы «Tokuyama Dental» (Япония); низкоусадочный композит «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3M Espe» (США) и микрогибридный нанокластерный композит «ДентЛайт» фирмы «ВладМиВа» (Россия) (рисунки 2.1; 2.2; 2.3).

В основной группе участвовали 90 человек, где пломбирование твердых тканей зубов проводилось с использованием техники предварительного нагрева композита в печи для разогрева композита с выставленным режимом печи 55 °С и быстрым внесением и адаптации материала к стенкам зуба (не более 7 секунд) перед фотополимеризацией. В качестве пломбировочных материалов также были использованы вышеуказанные композитные материалы.

На этапе постановки диагноза и оценки состояния пациента согласно критериям исследования пациент определялся в группу исследования методом случайного отбора. Таким образом, исследование можно считать рандомизированным.

Диагноз «K02.1 Кариес дентина» ставился на основании следующих данных: жалобы на болевые ощущения отсутствовали или имелись

кратковременные болевые ощущения локального характера при контакте с термическим (холодным, горячим) и/или химическим раздражителем (кислым, сладким), исчезающие сразу после удаления раздражителя. При осмотре определялась деминерализация эмали и дентина зуба с изменением цвета твердых тканей зуба и дефектом в виде полости в пределах плащевого и/или околопульпарного дентина. Зондирование могло быть безболезненным или могли иметься болевые ощущения на дентино-эмалевой границе либо на дне кариозной полости. Вертикальная и горизонтальная перкуссия зуба безболезненная. Реакция на холодовой тест – болезненная умеренная быстропроходящая.

Клиническое обследование пациентов обеих групп включало сбор и анализ жалоб пациентов, анамнез жизни пациента (*anamnes vitae*), анамнез заболевания (*anamnes morbi*), определение сопутствующих общесоматических заболеваний и оценка аллергического статуса. Затем приступали к внешнему осмотру, осмотру слизистой оболочки полости рта и зубов (*status localis*), зондированию, перкуссии.

Зондирование кариозных полостей проводилось с использованием стоматологического зонда с целью определения наличия деминерализации и дефекта твердых тканей зуба, болезненность при зондировании и примерную глубину кариозной полости.

С целью дифференциальной диагностики с верхушечным периодонтитом проводилось вертикальное постукивание (перкуссия) по рабочему и рядом стоящим зубам обратной стороной ручки зонда. Болевые ощущения при перкуссии обозначали наличие воспалительного процесса на верхушки корня зуба.

Для дифференциальной диагностики наличия воспалительного процесса в краевом периодонте проводилась горизонтальная перкуссия (постукивание) по рабочему и рядом стоящим зубам обратной стороной ручки зонда. Болевые ощущения при перкуссии обозначали наличие воспалительного процесса краевого периодонта.

Термопроба. Наиболее достоверным тестом на витальность зуба является термопроба, а именно холодовой тест. Проводился он с использованием ватного шарика из хлопка, смоченного дистиллированной водой, после выдерживания в морозильной камере с температурой -16°C не менее 20 минут. Прежде чем проводить холодовой тест на рабочем зубе, его проводили на заведомо здоровом зубе такой же групповой принадлежности на этой же челюсти либо на противоположной, если на одной челюсти такие зубы отсутствовали, для определения болевого порога пациента. Щечная поверхность зуба очищалась от зубного налета с помощью нейлоной щетки и пасты «CleanPolish» фирмы «Kerr» (США) и высушивалась. Далее ватным шариком прикасались к пришеечной области с щечной стороны контрольного зуба, а затем рабочего зуба. После появления болевых ощущений ватный шарик удалялся с поверхности зуба. Оценка полученных результатов проводилась по следующему принципу: боль умеренная быстропроходящая – зуб витальный; боль сильная длительно непроходящая – наличие воспалительного процесса в пульпе зуба; отсутствие каких-либо ощущений на исследуемом зубе при их наличии на контрольном – некроз пульпы рабочего зуба с последующим подтверждением состояния пульпы с помощью электроодонтодиагностики.

Рентгенологический метод. Для определения скрытых кариозных полостей и дифференциальной диагностики кариеса дентина и хронического периодонтита использовалась дентальная радиовизиография и ортопантомография. Для этого применялась рентгеновская трубка как источник ионизирующего излучения «2100» фирмы «Kodak» (США), внутриротовой датчик-визиограф «5100» фирмы «Kodak» (США) для внутриротовой визиографии и универсальный цифровой ортопантомограф «ProOne» фирмы «Planmeca» (Финляндия).

Определение гигиенического индекса. Для исключения влияния уровня гигиены на результаты лечения пациентов с диагнозом кариес дентина, а именно реставрации зуба из КМ, проводилось определение качества

индивидуальной гигиены с использованием индекса Федорова-Володкиной за счет окрашивания раствором фуксина вестибулярной поверхности шести нижних фронтальных зубов. Оценка полученного результата оценивалась в балльной системе по каждому зубу:

- 1 балл – отсутствие окрашивания;
- 2 балла – окрашивание $\frac{1}{4}$ поверхности зуба;
- 3 балла – окрашивание $\frac{1}{2}$ поверхности зуба;
- 4 балла – окрашивание $\frac{3}{4}$ поверхности зуба;
- 5 баллов – окрашивание всей поверхности зуба.

Индекс гигиены рассчитывался по формуле:

$$K_{cp} = (\text{сумма всех баллов}) / 6.$$

Интерпретация полученных результатов оценивалась согласно таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Оценка состояния гигиены полости рта по Федорову-Володкиной

Код	Состояние гигиены полости рта	Цифровое значение индекса
1	Хорошее	1,0–1,5
2	Удовлетворительное	1,6–2,0
3	Неудовлетворительное	2,1–2,5
4	Плохое	2,6–3,4
5	Очень плохое	3,5–5,0

Определение уровня интенсивности кариеса зубов. Для оценки формы кариеса проводилось определение интенсивности распространения кариеса у каждого пациента с помощью индекса КПУ_з как сумма кариозных, пломбированных и удаленных зубов по причине кариеса и его осложнений. При этом не учитывались пломбы, сделанные по эстетическим и ортодонтическим показаниям, а также удаленные зубы по ортодонтическим показаниям. По значению КПУ_з давалась оценка интенсивности распространения кариеса. Для интерпретации полученных данных

использовались утвержденные средние значения ВОЗ для возрастной группы 35 лет (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Уровень интенсивности кариеса зубов для возрастной группы 35 лет по данным ВОЗ

Величина индекса КПУ ₃	Уровень интенсивности
0,2–1,5	очень низкий
1,6–6,2	низкий
6,3–12,7	средний
12,8–16,2	высокий
16,3 и выше	очень высокий

При получении показателей КПУ₃ у пациентов в пределах среднего уровня и ниже значений интенсивности кариеса по данным ВОЗ кариес зубов у данного пациента оценивался как кариес в компенсированной форме, при этом кариозные полости локализовались в естественных фиссурах и углублениях боковой группы зубов, при препарировании определялся заместительный пигментированный плотный умеренно влажный дентин.

Декомпенсированной формой кариеса считалось состояние, когда индекс КПУ₃ превышал средний уровень интенсивности кариеса по данным ВОЗ, либо кариозные полости локализовались в иммунных зонах, либо в процессе препарирования отсутствовал заместительный дентин, а поверхность дентина была светлая, влажная и отсутствовала четкая граница между инфицированным и неинфицированным дентином.

Перед началом лечения каждому пациенту проводилась профессиональная чистка зубов с помощью ультразвуковой насадки и пескоструйным аппаратом для чистки зубов «Prophyflex» фирмы «Kavo» (Германия) с использованием порошка карбоната кальция «Prophypearls» фирмы «Kavo» (Германия). Критерием качественной профессиональной гигиены полости рта являлось отсутствие над- и поддесневого зубного камня и блестящая поверхность зуба с отсутствием минерализованного и мягкого налета на поверхности зубов. После этого проводилось фотографирование

рабочего зуба, определение окклюзионных контактов, соответствующее обезболивание карпульным анестетиком р-ра артикаина гидрохлорида «Убистезин» 4 % 1 : 200000 фирмы «3M Espe» (США), препарирование кариозной полости с последующей некрэктомией деминерализованной эмали и дентина зуба под контролем кариес-маркера «Caries Marker» фирмы «Voco» (Германия).

Лечение пациентов проводилось на универсальной стоматологической установке «A-dec 500» фирмы «A-dec, Inc.» (США) с безмаслянным компрессором фирмы «Cattani» (Италия). В качестве боров использовались алмазные боры различной абразивности в сочетании с керамическими борами фирмы «Kommet» (Германия), а также силиконовые резинки фирмы «NTI GmbH» (Германия), полировочные губки «Enhance polishing Cups» фирмы «Dentsply» (США) для шлифовки и полировки композитной реставрации. Во время препарирования твердых тканей зубов соблюдались необходимые требования водо-воздушного охлаждения рабочей зоны (70 % воздух, 30 % вода), что обеспечивало подачу водяного аэрозоля со скоростью 60–70 мл-мин.

Для придания вращения борам использовались стоматологические наконечники фирмы «Kavo» (Германия).

«EXPERTmatic LUX E25L» – угловой повышающий наконечник с передаточным числом 1 : 5 с четырехточечным внутренним спреем для охлаждения и LED подсветкой для качественной визуализации рабочего поля. Передаваемая скорость вращения бора от 5000 до 200000 об/мин. Данный наконечник применялся при следующих манипуляциях:

- удаление старых пломб (цементные, композитные) и раскрытие кариозной полости с предварительным препарированием нависающих краев эмали грубыми борами с зеленой меткой;

- окончательное препарирование твердых тканей зуба и финирирование краев сформированной полости шлифовочными алмазными борами с красной меткой;

– финирирование композитной реставрации во время окклюзионной коррекции шлифовочными борами с красной меткой.

«EXPERTmatic LUX E20L» – угловой наконечник 1:1 с внутренним одноточечным спреем для охлаждения и LED подсветкой для качественной визуализации рабочего поля. Передаваемая скорость вращения бора от 1000 до 40000 об/мин. Данный тип наконечника применялся на следующих этапах:

- некрэктомия в сочетании с керамическими борами различного диаметра в соответствии с размером кариозной полости;
- шлифовка и полировка поверхности композитной реставрации с помощью силиконовых резинок фирмы «NTI GmbH» (Германия) и полировочных губок «Enhance polishing Cups» фирмы «Dentsply» (США).

В процессе препарирования кариозной полости проводили удаление нависающих краев эмали толщиной менее 1,5 мм и деминерализованной эмали и дентина зуба. Оценка полного удаления деминерализованных тканей контролировалось тактильно с помощью зонда и химическим путем с использованием кариес маркера «Caries Marker» фирмы «Voco» (Германия). Формирование полости зуба проводилось финишным алмазным бором с красной меткой без создания скоса на крае зоны препарирования.

По завершении препарирования проводилась изоляции рабочего поля с помощью системы коффердам фирмы «Blossom» (Малайзия). Затем проводилось селективное тотальное протравливание твердых тканей зуба 37 % ортофосфорной кислотой в виде геля «Травекс-37» фирмы «OmegaDent» (Россия). Вначале гель наносился на эмаль с механической активацией с помощью одноразового микробраша в течение 15 секунд, далее гель наносился на дентин с такой же механической активацией в течение 10 секунд, после чего гель смывался дистиллированной водой в течение 30 секунд. Далее следовала антисептическая обработка всей сформированной полости зуба спиртовым раствором хлогексидина биглюконата 2 % фирмы «TehnoDent» (Россия). После антисептической обработки полость высушивалась до состояния влажной поверхности с помощью слюноотсоса и сухих микробрашей.

Адгезивная подготовка поверхности зуба проводилась в соответствии с инструкцией производителя адгезивом четвертого поколения «OptiBond FL» фирмы «Kerr» (США) с последующей полимеризацией диодной полимеризационной лампой «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн) в течение 15 секунд.

После адгезивной подготовки проводилось непосредственно пломбирование сформированной полости с помощью композитов светового отверждения техникой послойного внесения композита «ёлочкой» с толщиной каждого слоя не более 2 мм и отсвечиванием каждого слоя полимеризационной лампой в течение 20 секунд в случае использования композитов «Estelite Sigma Quick» фирмы «Tokuyama Dental» (Япония) и «ДентЛайт» фирмы «ВладМиВа» (Россия) и внесение одной порции, но толщиной не более 4 мм, в случае использования низкоусадочного композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3М Espe» (США) с последующей полимеризацией в течение 30 секунд. В контрольной группе реставрации проводились по классическому методу пломбирования с использованием композитов «комнатной температуры». В основной группе применялась техника предварительного нагрева композита в печи для разогрева композитов «Ena Heat» фирмы «Micerium» (Италия) с выставленным температурным режимом печи 55 °С с временем адаптации каждой порции композита перед полимеризацией не более 7 секунд для минимальных температурных потерь в процессе работы с неполимеризованным композитом и сохранением положительного эффекта нагрева композита [71].

После завершения реставрации проводилась очистка поверхности композита от ингибированного кислородом слоя с помощью нейлоновой щетки и пасты «CleanPolish» фирмы «Kerr» (США). Коррекция окклюзионных и артикуляционных контактов осуществлялась при помощи артикуляционной бумаги фирмы «Bausch» (Германия) толщиной 40 мкм и

8 мкм. Далее проводилась шлифовка и полировка границы перехода пломба-зуб с помощью силиконовых резинок фирмы «NTI GmbH» (Германия) и окончательная полировка поверхности реставрации для придания сухого блеска с помощью губок «Enhance polishing Cups» фирмы «Dentsply» (США) и полировочной пасты «Prisma Gloss Extrafine» фирмы «Dentsply» (США).

Критерием качества реставрации являлся плавный переход на границе пломба-зуб без зацепов при его зондировании, глянцевая сухая поверхность композита без пор и белой линии на границе реставрации, а также полностью восстановленная анатомия зуба.

В действующей МКБ 10 отсутствуют понятия «вторичный» и «рецидивирующий» кариес, однако в практической деятельности врачей стоматологов они использовались и используются по сей день, хотя в российской и зарубежной литературе эти два понятия имеют различную интерпретацию.

Боровский Е.В. в своем учебнике предложил достаточно точное и однозначное определение понятий «вторичный» и «рецидивирующий» кариес. «Вторичный кариес» автором был обозначен процесс, образовавшийся на уже ранее пролеченном зубе. При этом кариозная полость может находиться на любой поверхности зуба, но вне контакта с имеющейся реставрацией. А «рецидивирующий кариес» объясняется как возобновление кариозного процесса на границе установленной пломбы, причем не только на поверхности, но и под пломбой [7].

Данные интерпретации дают четкое разграничение в существующих понятиях. Особо стоит отметить однозначное разъяснение между «вторичным» и «рецидивирующим» кариесом в связи с четким определением границ этих процессов.

При обследовании в момент лечения и в отдаленные сроки после лечения пациентов обеих групп исследования было проведено 2160 клинических исследований, что являются абсолютно репрезентативными для

статистической обработки. Собранный объем данных позволяет получить достоверные результаты для решения поставленных задач и цели исследования.

Клиническая оценка качества краевого прилегания. Клиническую оценку состояния композитных реставраций непосредственно после лечения и в отдаленные сроки после лечения проводили с использованием критериев Ryge. Данная оценка рекомендована Международной Организацией по Стандартизации Качества (протокол PN-EN № 4049\2003).

В 1980 G. Ryge выработал клинические критерии для оценки внешнего вида реставраций. Шкала оценок представлена буквенными обозначениями: А (Alfa), В (Bravo), С (Charlie), D (Delta), Н (Hotel), О (Oscar). В данном исследовании проводилась оценка краевой адаптации композитного материала к стенкам зуба и наличия рецидивирующего кариеса на границе пломба-зуб с использованием четырех оценок (А, В, С, D) (таблица 2.7).

Модификация оценки качества краевого прилегания по критериям Ryge была проведена с применением баллов как параметрических показателей, что позволило качественно провести статистическую обработку полученных результатов (таблица 2.7).

Исходя из данных критериев, наилучшими результаты будут считаться в той группе эксперимента, в которой будет максимальное среднее количество баллов (таблица 2.7). При этом оценка реставрации при каждом наблюдении будет выставляться в соответствии с более серьезными нарушениями краевого прилегания по минимальному баллу.

Витальное окрашивание границы реставрации зуба непосредственно после лечения и во время контрольных осмотров через 6, 12, 18, 24 месяца после лечения проводилось с помощью кариес-маркера «Caries Marker» фирмы «Voco» (Германия). Поверхность зуба очищалась нейлоновой щеткой и пастой «CleanPolish» фирмы «Kerr» (США). На границу пломба-зуб наносился кариес-маркер на 30 секунд, после чего кариес-маркер смывался струей воды. После этого проводилась оценка наличия окрашивания границы пломба-зуб.

Таблица 2.7 – Модифицированный критерий Ryge для оценки краевой адаптации композитного материала к стенкам зуба.

Тестирование	Критерии оценки	Оценка	Код оценки	Количество баллов
Продвижение острого зонда по краю реставрации; Витальное окрашивание границы пломба-зуб; Проверка наличия скола пломбы/зуба на границе реставрации; Контроль подвижности пломбы и/или наличие рецидивирующего* кариеса на границе пломба-зуб	Отсутствие задержки зонда и/или окрашивания границы пломба-зуб	Alfa	A	4
	Задержка зонда на границе реставрации и/или окрашивание границы пломба-зуб	Bravo	B	3
	Наличие скола стенки зуба на границе пломба-зуб в пределах эмали или верхних слоев композита с оголением эмали зуба	Charlie	C	2
	Наличие подвижности пломбы, крупного скола композита с оголением дентино-эмалевой границы и/или рецидивирующего кариеса на границе пломба-зуб	Delta	D	1

* – Наличие рецидивирующего кариеса на границе пломба-зуб оценивалось, если при зондировании зонд «цепляет» или имеется сопротивление его извлечению после введения под умеренным давлением на границе пломба-зуб и при наличии одного из следующих состояний: а) Размягчение стенок зуба; б) Пигментация края реставрации как проявление скола или деминерализации; в) Белое пятно на эмали зуба.

Реставрации, получившие оценку А (Alfa), оценивались как реставрации в отличном состоянии и не требующие никакого вмешательства. Реставрации с оценкой В (Bravo), имеющие пигментации границы пломба-зуб и/или задержку зонда на границе пломба-зуб, требовали дальнейшего наблюдения и оценивались как реставрации в хорошем состоянии (рисунки 2.27; 2.28).



Рисунок 2.27 – Зуб 4.7. Оценка качества краевого прилегания (1) «А»

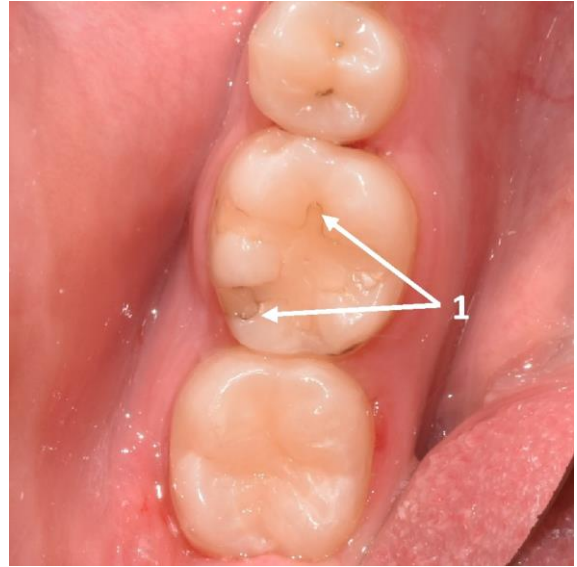


Рисунок 2.28 – Зуб 4.6. Оценка качества краевого прилегания (1) «В». Визуализируется пигментация границы пломба-зуб

Реставрации с оценкой С (Charlie), имевшие небольшие сколы с оголением эмали или внутренних слоев пломбы, оценивались как удовлетворительные. Реставрации с оценкой D (Delta), имевшие большие сколы, рецидивирующий кариес или подвижность пломбы, требовали незамедлительного повторного лечения с заменой пломбы и выбывали из исследования (рисунки 2.29; 2.30). Пациентам, получившим оценку D, дополнительно проводилась ремотерапия зубов препаратом «FluoroLux» фирмы «ТехноДент» (Россия) для профилактики развития рецидивирующего кариеса [79].

Так же из групп выбывали реставрации с объективными данными, соответствующие рецидивирующему кариесу в зоне реставрации: задерживание зонда на границе реставрации вместе с любым из критериев, такими как размягчение эмали; пигментация у края реставрации как проявление скола или деминерализации; белое пятно на границе реставрации либо при отсутствии застревания зонда, но при одновременном наличии пигментации края реставрации как проявление скола или деминерализации и белого пятна на эмали зуба.

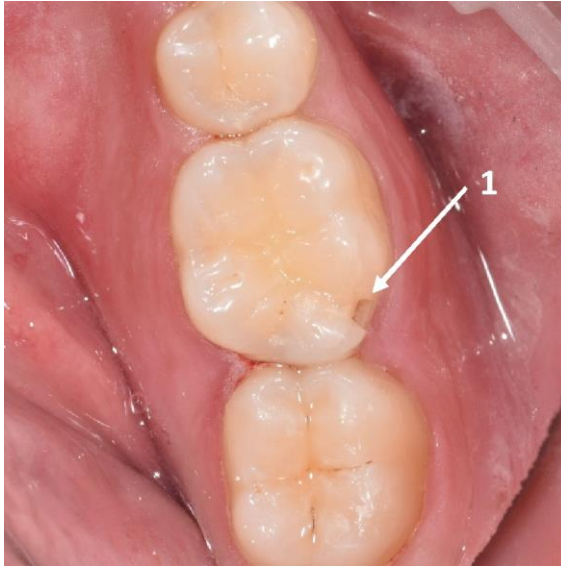


Рисунок 2.29 – Зуб 3.6. Оценка качества краевого прилегания «С». Наличие скола композита (1) на границе пломба-зуб

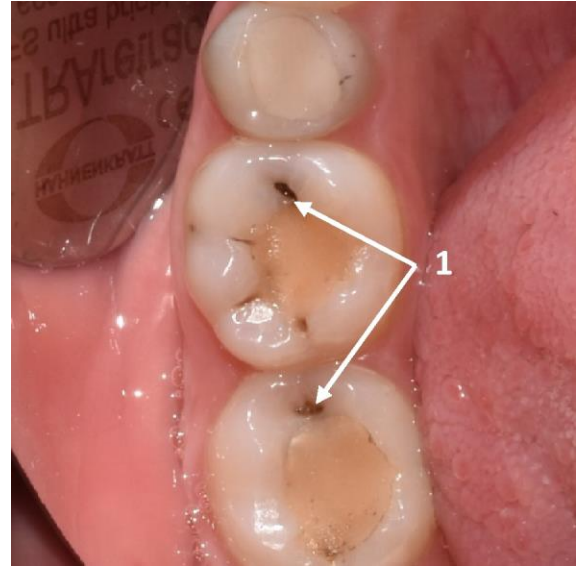


Рисунок 2.30 – Зубы 4.6, 4.7. Оценка качества краевого прилегания «D». Наличие рецидивирующего кариеса (1) на границе пломба-зуб

2.4. Методы статистической обработки полученных данных

В данной работе было проведено экспериментальные рандомизированные и нерандомизированные исследования, применена описательная статистика, использованы критерии Стьюдента, Шапиро-Уилка, Фишера, Манна-Уитни. Статистическая обработка полученных результатов исследования проведена с использованием программного обеспечения «MS Excel 2016» («Microsoft», США) с надстройками «Пакет анализа», «Statistica 12.5.192.5 64 bit version» («StatSoft Inc», США), «GraphPadPrism 7» («GraphPad Company», США) и «AtteStat».

Проверка распределения исследуемых признаков на соответствие нормальному закону распределения проводилась с использованием критериев Шапиро-Уилка, Лиллиефорса, а также дополнительно с помощью гистограмм распределения. Дискретные данные, распределение которых соответствовало нормальному закону, описаны с использованием среднего арифметического, доверительных интервалов для среднего арифметического

($\pm 95\%$ ДИ), стандартного отклонения и стандартной ошибки среднего. Бинарные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Динамику изучаемых показателей по контрольным точкам выражали в виде процентного изменения (ПИ) по формуле:

$$\text{ПИ} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} * 100\%,$$

где V_1 – исходное значение; V_2 – конечное значение показателя.

Различия в процентах между показателями исследуемых групп выражали в виде процентной разницы (ПР) по формуле:

$$\text{ПР} = \frac{A - B}{(A + B)/2} * 100\%,$$

где A – значение показателя контрольной группы; B – значение показателя основной группы.

Оценку статистической значимости межгрупповых различий при попарном сравнении независимых групп, распределение данных которых соответствовало нормальному закону, проводили с помощью двустороннего критерия Стьюдента. Определение статистической значимости межгрупповых различий по бинарному признаку выполняли в ходе анализа четырехпольных и многопольных таблиц сопряженности с использованием критерия согласия Пирсона, при необходимости вводили поправку на правдоподобие. В случае малого размера выборки использовали точный тест Фишера.

Для выявления взаимосвязи между выбранным методом лечения (без предварительного нагрева и с предварительным нагревом композитного материала) с индексом КПУ, индексом гигиены и модифицированным критерием Ryge использовали линейный регрессионный анализ. Полученные

результаты оценивали с помощью следующих показателей: β – угловой коэффициент линейной регрессии, SE – стандартная ошибка оценки, r^2 – коэффициент детерминации. При $p < 0,05$ отклоняли нулевую гипотезу о равенстве углового коэффициента линейной регрессии нулю.

С целью оценки статистической значимости межгрупповых различий при сравнении трех и более групп по исследуемому показателю применяли однофакторный дисперсионный анализ (one-way ANOVA). Предварительно для оценки равенства дисперсий в исследуемых группах использовали критерий Бартлетта. При $F > F_{\text{крит.}}$ с $p < 0,05$ отклоняли нулевую гипотезу о равенстве средних. Последующее определение межгрупповых различий при попарном сравнении групп проводили с помощью апостериорных (post-hoc) тестов: Тьюки (при проведении множественных попарных сравнений исследуемых групп по типу «все со всеми»), Даннета (при проведении попарных множественных сравнений с контрольной группой) и Сидак (при проведении множественных попарных сравнений по заданным парам групп). Во всех случаях $p < 0,05$ принимали в качестве критического уровня значимости, при котором отклоняли нулевую гипотезу об отсутствии межгрупповых различий.

ГЛАВА 3.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПЛОМБИРОВАНИЯ ЗУБОВ КОМПОЗИТНЫМ МАТЕРИАЛОМ

В процессе проведения научно-исследовательской работы нами был разработан и запатентован способ пломбирования зубов композитным материалом (патент РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г.).

В современной стоматологии используются несколько способов улучшения физико-механических свойств светоотверждаемых композитов. Среди них к самым эффективным относится способ с применением предполимеризационного нагрева и способ вибрационного воздействия на пломбировочный материал.

В настоящее время описаны и применяются в практике несколько вариантов нагрева композитного материала перед его использованием. Данные способы могут быть осуществлены без или с применением специализированных приборов для нагрева композитов: нагрев упакованного в герметичный пакет шприца с композитным пломбировочным материалом в стакане теплой воды или в приборе для нагрева емкостей детского питания, нагрев с применением специализированных печей для разогрева композитов, таких как «Calset Tri Tray» фирмы «AdDent» (США); «Ena Heat» фирмы «Micerium» (Италия). Печи имеют нагревательный элемент с термостатом, настроенным на определенные температуры, и пазами для установки канюль с унидозами и шприцев с композитным пломбировочным материалом.

У данных способов нагрева композита кроме преимуществ имеется один общий недостаток: время, в течение которого происходит извлечение композита из шприца, процесс адаптации порции композита в сформированной полости зуба и до момента фотополимеризации, занимает 10–60 секунд. Из-за этого временного интервала с момента извлечения композита из печи до его полимеризации, за счет контактного теплообмена со стенками зуба, которые

имеют температуру 33–36 °С, температура неполимеризованной порции композита может снижаться до температуры полости рта в открытом состоянии (33 ± 1 °С) до момента его полимеризации. По этой причине происходит полная либо частичная потеря преимуществ, полученных в процессе предполимеризационного нагревания композита.

В рамках научного исследования экспериментально путем измерения снижения температуры предварительно нагретого композита в полости рта при помощи тепловизора «РТi120» фирмы «Fluke» (США) был подобран оптимальный тайминг работы с предварительно нагретым композитом равный не более 7 секунд. В течении этого времени происходит потеря температуры композита с момента извлечения композитного шприца из печи для разогрева композита в полости рта с 50 °С до 39 ± 1 °С, что может частично сохранить полученные улучшения физико-механических свойств композита от термического нагрева (рисунок 3.1).

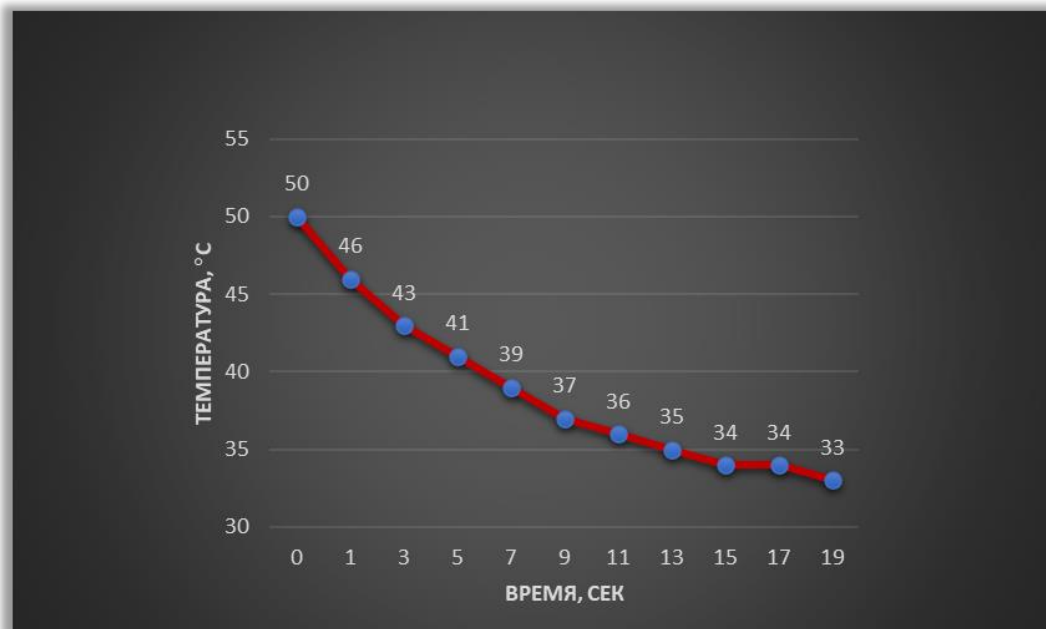


Рисунок 3.1 – График изменения температуры композита с момента извлечения из печи для разогрева композита и внесения в полость рта в зависимости от времени

Одним из представителей техники вибрационного воздействия и принятый за аналог заявленного способа является изобретение «Способ

вибрационной механоактивации композитных материалов по Меликяну М.Л. и устройство для его осуществления». Способ осуществляется за счет воздействия вибрирующего инструмента по типу штопфер-гладилки с частотой вибрирующих колебательных движений до 1000 Гц в течение 20 секунд непосредственно в полости рта на внесенную порцию композита [68].

Преимущество метода: увеличение предельной нагрузки композита, снижение пористости и среднего размера пор в композитном материале.

Недостатки: отсутствие эргономичности в приборе из-за наличия внешнего расположения элементов питания и двигателя, отсутствие эффекта нагревания композита, сложность технического изготовления, длительное время воздействия на каждую порцию композита.

Ближайшим аналогом для разработки нового способа явилась печь для разогрева композитного пломбировочного материала «Ena Heat» фирмы «Micerium» (Италия). Для наглядности прибор представлен на рисунках 3.2 и 3.3.



Рисунок 3.2 – Печи для разогрева композита «Ena Heat» фирмы «Micerium» (Италия):
1 – нагревательный элемент с возможностью выбора двух режимов нагрева прибора до 39 °С и до 55 °С; 2 – специальные углубления для установки шприцев с пломбировочным материалом; 3 – шприц с композитным пломбировочным материалом, установленный в печь для разогрева композита

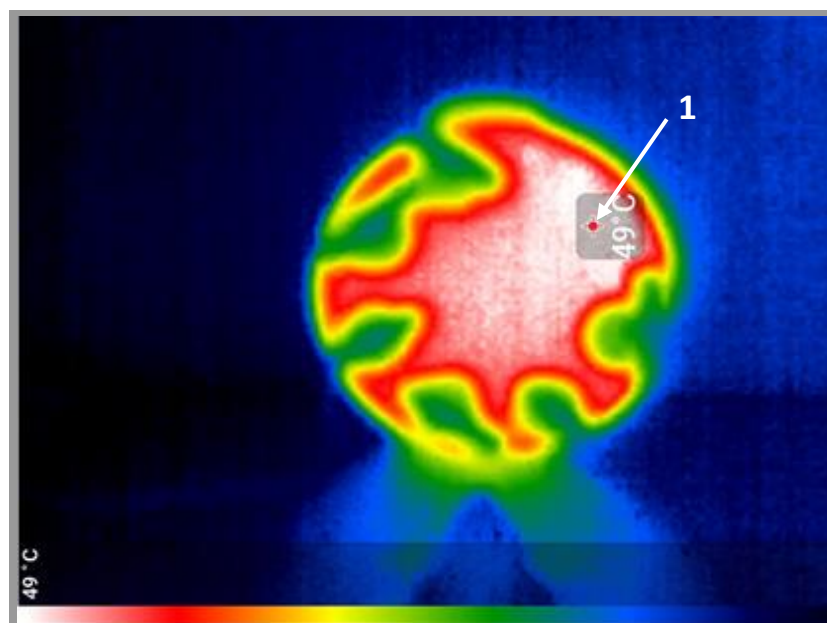


Рисунок 3.3 – Вид печи для разогрева композита «Ena Heat» фирмы «Micerium» (Италия) через тепловизор «PTi120» фирмы «Fluke» (США):

1 – зона максимальной температуры нагревательного элемента с $t = 49\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Преимущество метода: нагрев композитного пломбировочного материала до необходимой температуры, возможность нагрева нескольких шприцев пломбировочного материала одновременно.

Недостаток: нагрев пломбировочного материала происходит в полном объеме шприца и вне полости рта до максимальной температуры $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ с временем нагрева 55 минут (рисунок 3.4, 3.5).

За время внесения порции композита из шприца в сформированную полость зуба и ее моделирования его температура снижается до температуры зуба ($32\text{--}34\text{ }^{\circ}\text{C}$) (рисунок 3.1), что приводит к неэффективности использования печи как способа улучшения физико-механических свойств композита за счет его нагрева. На рисунке 3.4 представлен шприц с композитным пломбировочным материалом после извлечения из печи для разогрева композита «Ena Heat» фирмы «Micerium» (Италия) с выставленным температурным режимом $55\text{ }^{\circ}\text{C}$. На рисунке 3.5 представлен шприц с композитным пломбировочным материалом после извлечения из печи для разогрева композита с выставленным температурным режимом $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ через экран тепловизора «Pti120» фирмы «Fluke» (США).

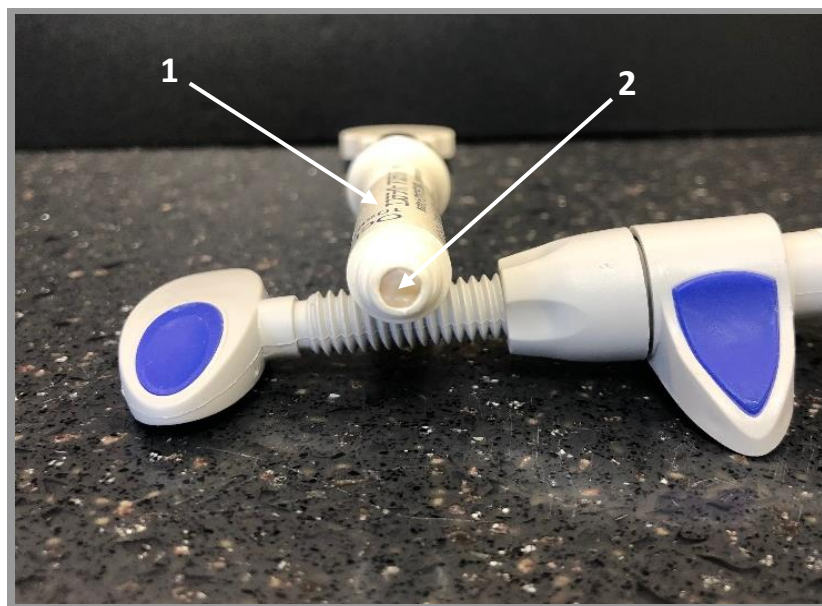


Рисунок 3.4 – Шприц с композитным пломбировочным материалом:
1 – шприц с композитным пломбировочным материалом; 2 – композитный
пломбировочный материал

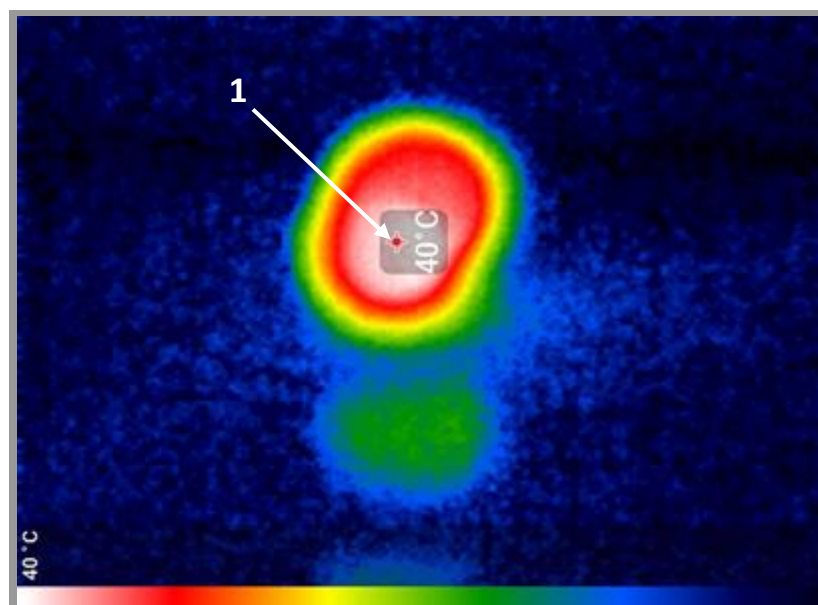


Рисунок 3.5 – Вид шприца с композитным пломбировочным материалом после извлечения из печи для разогрева композита через экран тепловизора «РТi120» фирмы «Fluke» (США): 1 – зона максимального нагрева композита до $t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ в доступной для извлечения зоне

Во время лабораторно-экспериментальных исследований на удаленных зубах температура разогретого в печи композита опустилась до $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 11 секунд (рисунок 3.6).

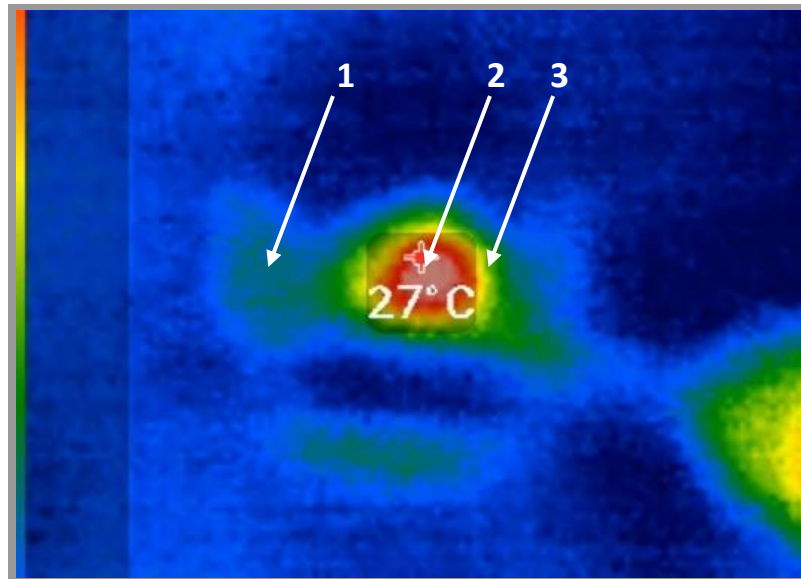


Рисунок 3.6 – Вид порции разогретого композита в удаленном зубе через 11 секунд после извлечения из печи для разогрева композита через экран тепловизора «PTi120» фирмы «Fluke» (США): 1 – кламмер; 2 – температура порции композита $t = 27^{\circ}\text{C}$; 3 – стенки зуба

Указанные недостатки явились основанием к разработке и созданию авторами способа «Способ пломбирования зубов композитным материалом» при структурном восстановлении дефектов твердых тканей зубов.

Задача: повышение качества реставрации зубов композитными материалами, исключение сколов и пористости, увеличение прочности пломб, увеличение сроков службы пломб.

Сущностью способа пломбирования зубов композитным пломбировочным материалом является одновременное вибрационное воздействие вместе с нагревом композитного пломбировочного материала непосредственно в сформированной полости зуба с помощью ультразвуковой гигиенической или ортопедической насадки с гладкой рабочей поверхностью, например фирмы «Acteon» (Франция), а также ультразвукового аппарата, например «Newtron Booster» фирмы «Acteon» (Франция) мощностью 25 Вт.

Суть способа заключается в том, что в каждую порцию неполимеризованного композитного пломбировочного материала, находящегося в полости зуба, погружают ультразвуковую гигиеническую

или ортопедическую насадку с гладкой рабочей поверхностью и с мощностью 25 Вт материал подвергают термо-вибрационному воздействию в течение 10 секунд, после чего пломбу фотополимеризуют.

Определение необходимого времени нагревания композита путем термо-вибрационного воздействия проводили лабораторным опытным путем с применением тепловизора «Pti120» фирмы «Fluke» (США) для измерения температуры композита непосредственно в сформированной полости зуба перед полимеризацией.

Новизной способа пломбирования зубов композитным материалом является одновременное термическое и вибрационное воздействие ультразвуковой гигиенической или ортопедической насадкой с гладкой рабочей поверхностью на порцию композитного материала непосредственно в сформированной полости зуба в течение 10 секунд на максимальном уровне мощности 25 Вт ультразвуковым аппаратом для достижения температуры порции композита 48–50 °С. На рисунке 3.7 представлено термо-вибрационное воздействие ультразвуковой насадкой на порцию композита.

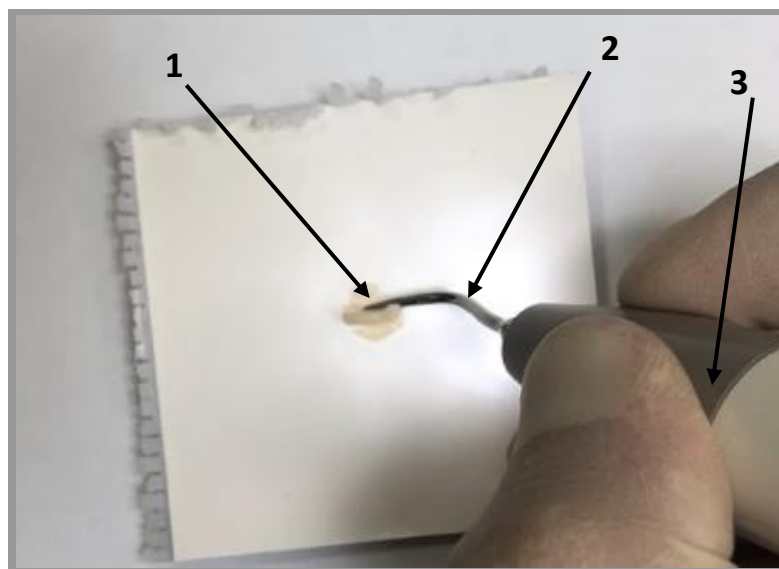


Рисунок 3.7 – Процесс термо-вибрационного воздействия на порцию композитного материала: 1 – порция композитного пломбировочного материала; 2 – ультразвуковая насадка фирмы «Asteon» (Франция) из серии «Perfect Margin» РМ3; 3 – ультразвуковой наконечник «Newtron Booster» фирмы «Asteon» (Франция)

На рисунке 3.8 представлено термо-вибрационное воздействие ультразвуковой насадкой на порцию композита через экран тепловизора «Pti120» фирмы «Fluke» (США).

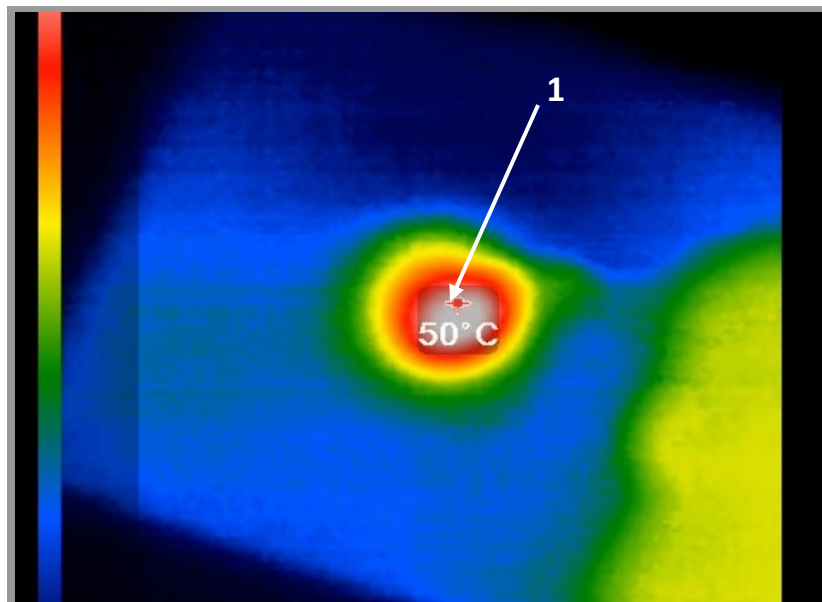


Рисунок 3.8 – Процесс термо-вибрационного воздействия на порцию композитного материала через экран тепловизора «PTi120» фирмы «Fluke» (США): 1 – максимальная температура порции композитного пломбировочного материала $t = 50^{\circ}\text{C}$ через 10 секунд термо-вибрационного воздействия ультразвуковой насадкой

Предложенный способ пломбирования зубов композитным материалом отличается от ближайшего аналога тем, что нагревание композита происходит непосредственно в сформированной полости зуба перед полимеризацией.

Способ осуществляют следующим образом. Для наглядности приводим пример использования предложенного способа на удаленном зубе. На первом этапе лечения проводится обработка кариозной полости удаленного зуба: некрэктомия под контролем кариес-маркера «Caries Marker» фирмы «Voco» (Германия), сглаживание краев сформированной полости, изоляция рабочего поля коффердамом как представлено на рисунке 3.9.

Далее – селективное протравливание эмали 15 секунд и дентина 10 секунд 37 % ортофосфорной кислотой как представлено на рисунках 3.10 и 3.11.

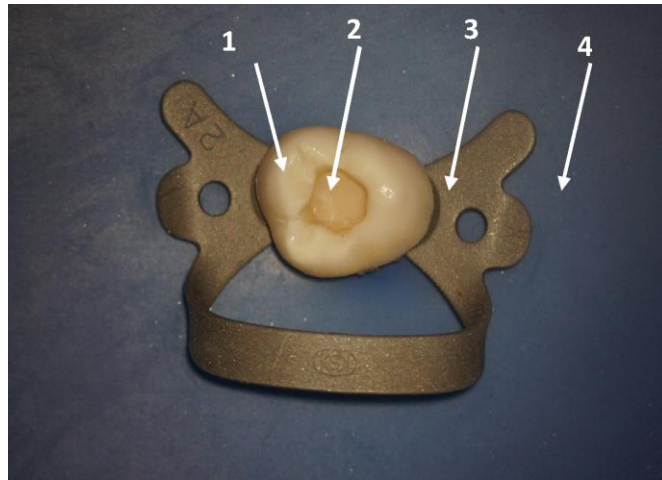


Рисунок 3.9 – Зуб со сформированной полостью: 1 – зуб; 2 – сформированная полость зуба; 3 – кламмер; 4 – латексный изолирующий платок

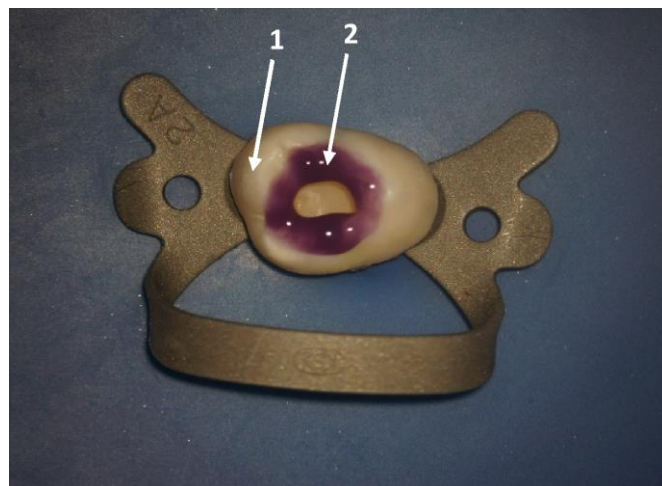


Рисунок 3.10 – Селективное протравливание эмали:
1 – зуб; 2 – 37 % ортофосфорная кислота

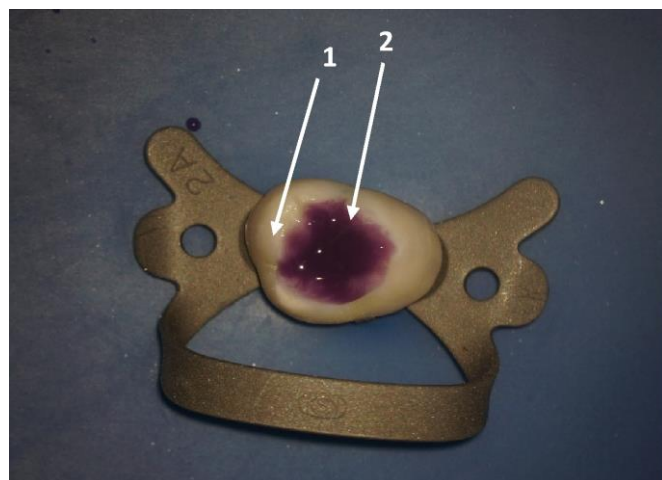


Рисунок 3.11 – Протравливание эмали и дентина зуба:
1 – зуб; 2 – 37 % ортофосфорная кислота

Следующим этапом идет антисептическая обработка сформированной полости 2 % р-ром хлоргексидина биглконата, внесение адгезива, например «Opti Bond FL» фирмы «Kerr» (США) с последующей полимеризацией диодной полимеризационной лампой, например «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн), в течении 20 секунд (рисунки 3.12; 3.13).

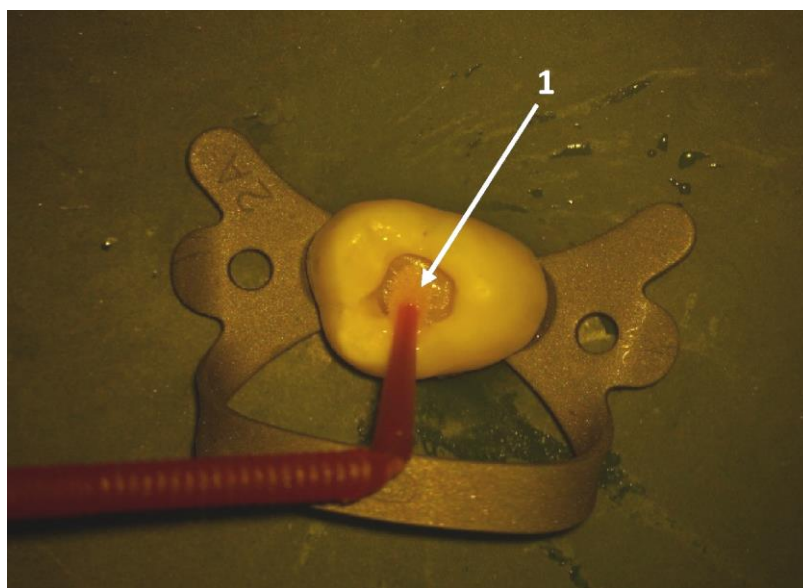


Рисунок 3.12 – Внесение адгезива в сформированную полость зуба:

1 – микробраш с адгезивом

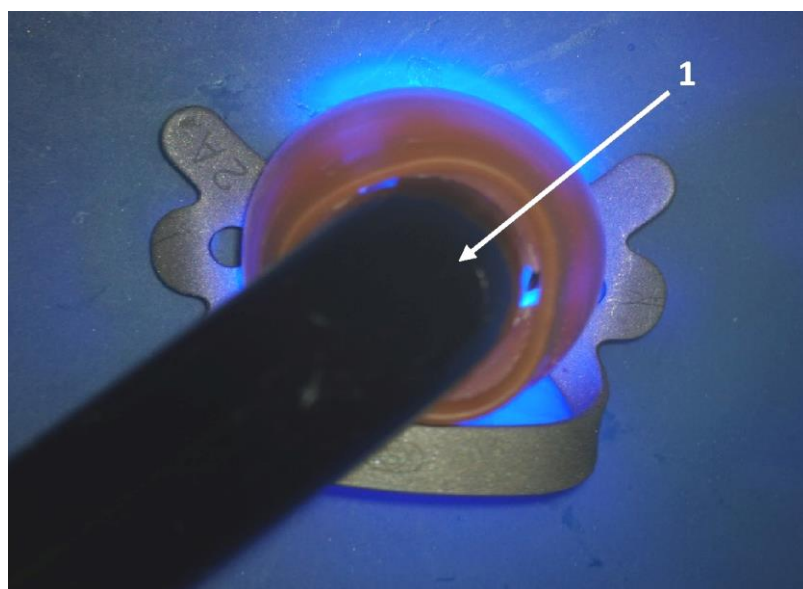


Рисунок 3.13 – Процесс полимеризации внесенного адгезива полимеризационной лампой:

1 – диодная полимеризационная лампа «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent»
(Лихтенштейн)

На этапе формирования композитной реставрации после внесения каждой порции толщиной не более 2 мм композитного пломбировочного материала и ее адаптации в сформированной полости зуба ультразвуковую насадку с гладкой рабочей поверхностью, например фирмы «Acteon» (Франция) из серии «Perfect Margin» PM3, на максимальном уровне мощности 25 Вт ультразвукового аппарата, например «Newtron Booster» фирмы «Acteon» (Франция), погружают в порцию композита и активируют ультразвук на 10 секунд с последующей фотополимеризацией порции композита диодной полимеризационной лампой, например «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн), в течении 20 секунд. Этап внесения первой порции композита наглядно продемонстрирован на рисунок 3.14. На рисунке 3.15 представлен процесс термо-вибрационного воздействия на первую порцию композита ультразвуковой насадкой. На рисунке 3.16 мы видим порцию композита в сформированной полости зуба после термо-вибрационного воздействия ультразвуковой насадкой через тепловизор, имеющую температуру 49 °С. На рисунке 3.17 изображен процесс фотополимеризации первой порции композита диодной полимеризационной лампой после термо-вибрационного воздействия.

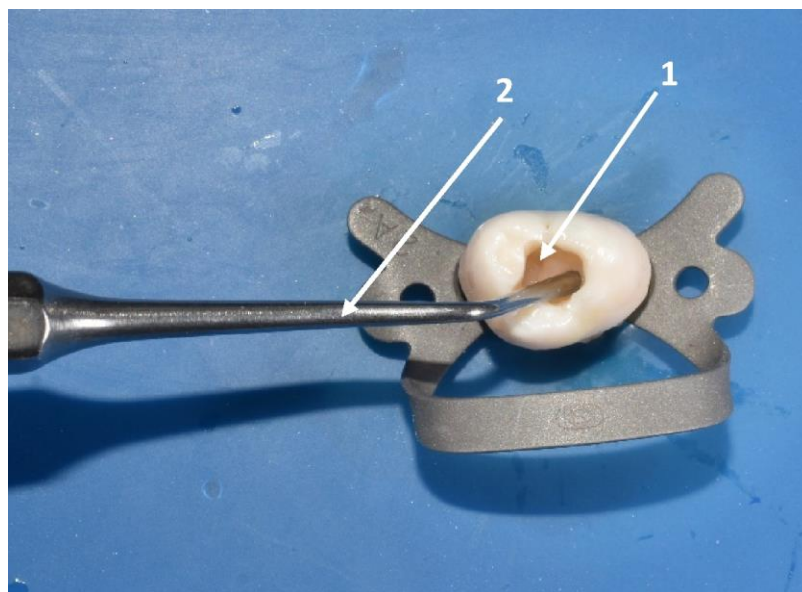


Рисунок 3.14 – Процесс внесения первой порции композита в сформированную полость зуба: 1 – фотоотверждаемый композит; 2 – металлический штопфер

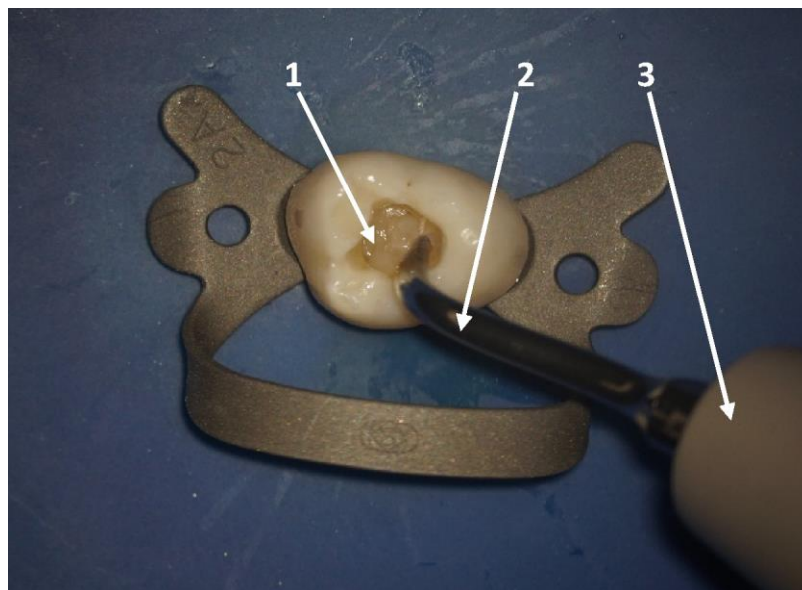


Рисунок 3.15 – Процесс термо-вибрационного воздействия на первую порцию композита:
 1 – фотоотверждаемый композит; 2 – ультразвуковая насадка фирмы Acteon (Франция) из серии «Perfect Margin» PM3; 3 – ультразвуковой наконечник например «Newtron Booster» фирмы «Acteon» (Франция)

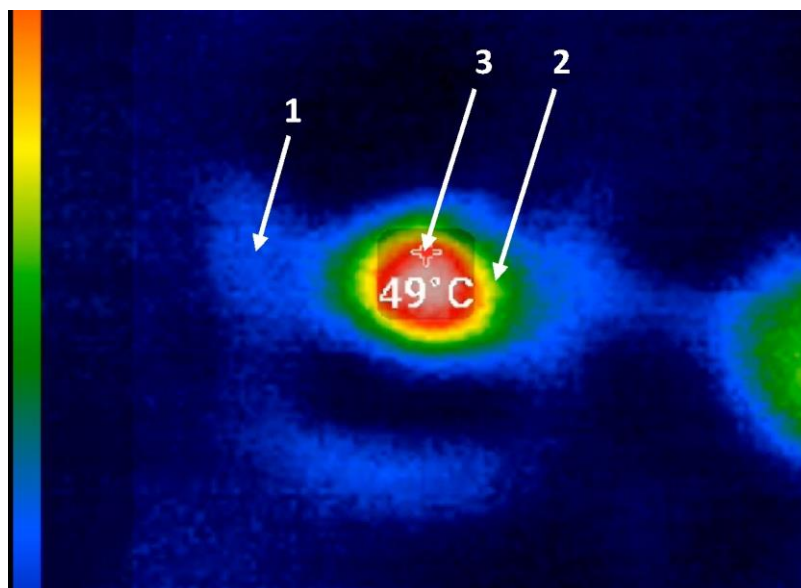


Рисунок 3.16 – Вид процесса термо-вибрационного воздействия на первую порцию композита через экран тепловизора «PTi120» фирмы «Fluke» (США):
 1 – кламмер; 2 – стенки зуба; 3 – температура порции композита $t = 49\text{ }^{\circ}\text{C}$ после термо-вибрационного воздействия ультразвуковой насадкой фирмы Acteon (Франция) из серии «Perfect Margin» PM3 в течение 10 секунд

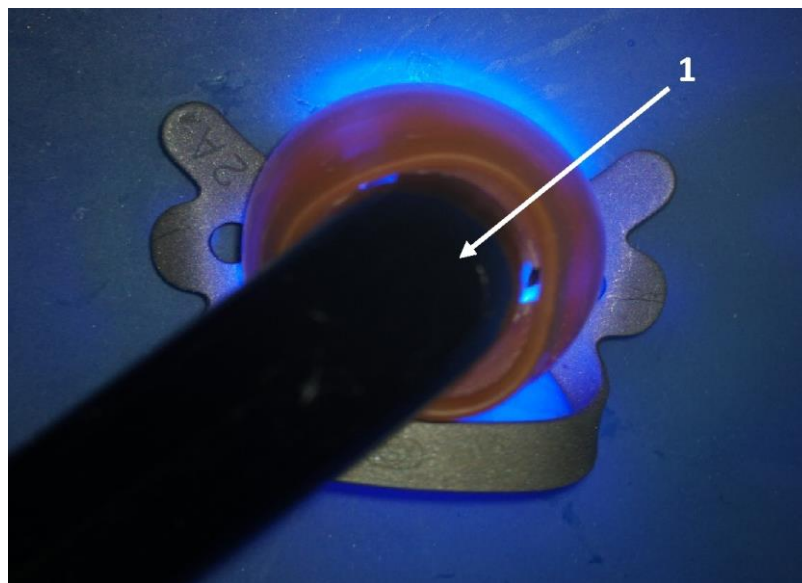


Рисунок 3.17 – Полимеризация первой порции композита:

1 – диодная полимеризационная лампа «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent»
(Лихтенштейн)

Далее по такому алгоритму происходит внесение, термо-вибрационное воздействие и полимеризация последующих порций композита как это изображено на рисунках 3.18; 3.19; 3.20; 3.21.

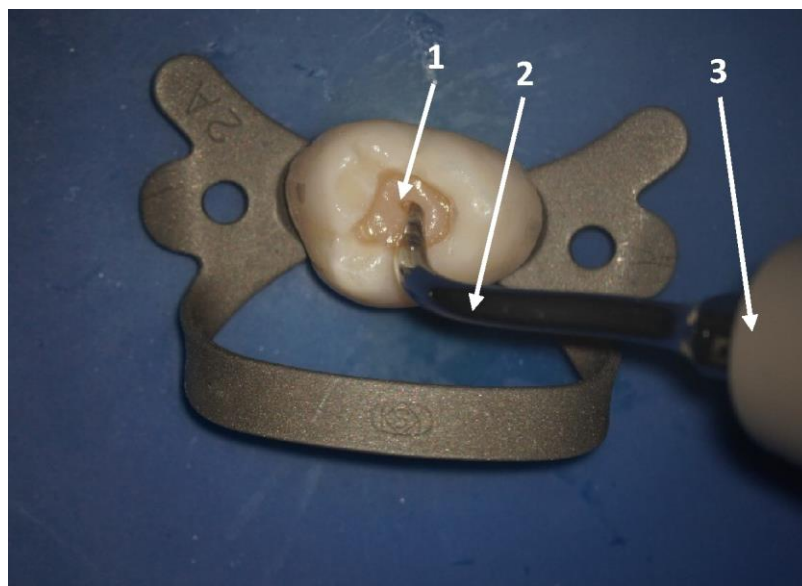


Рисунок 3.18 – Внесение и термо-вибрационное воздействие на вторую порцию композита: 1 – фотоотверждаемый композит; 2 – ультразвуковая насадка фирмы «Acteon» (Франция) из серии «Perfect Margin» PM3; 3 – ультразвуковой наконечник «Newtron Booster» фирмы «Acteon» (Франция)

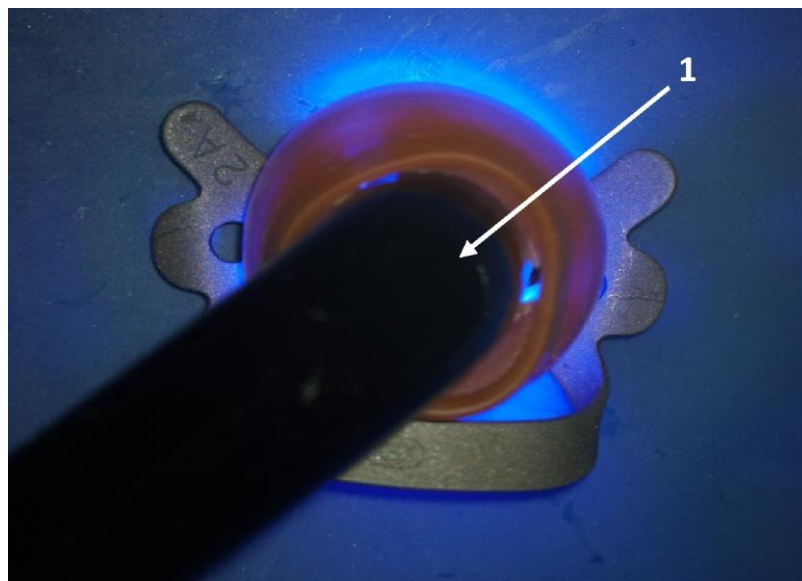


Рисунок 3.19 – Полимеризация второй порции композита: 1 – диодная полимеризационная лампа «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн)

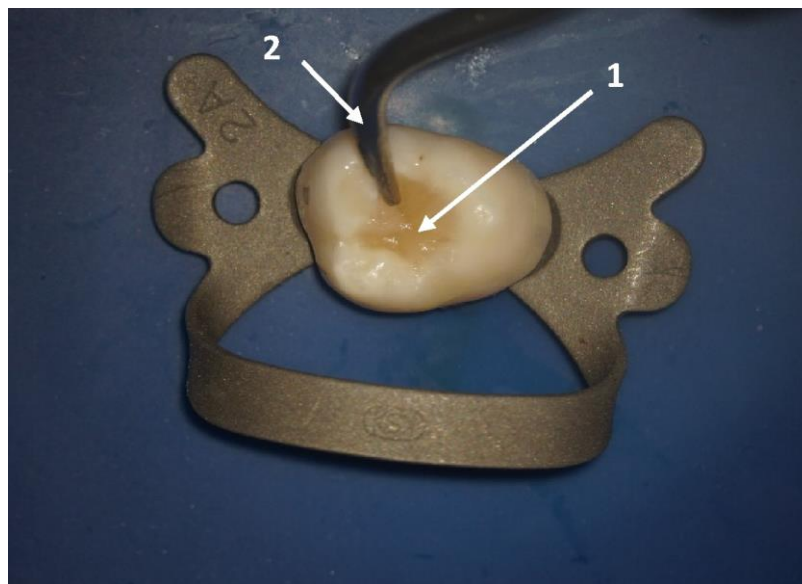


Рисунок 3.20 – Внесение и термо-вибрационное воздействие на последнюю порцию композита: 1 – фотоотверждаемый композит; 2 – ультразвуковая насадка фирмы «Asteon» (Франция) из серии «Perfect Margin» PM3

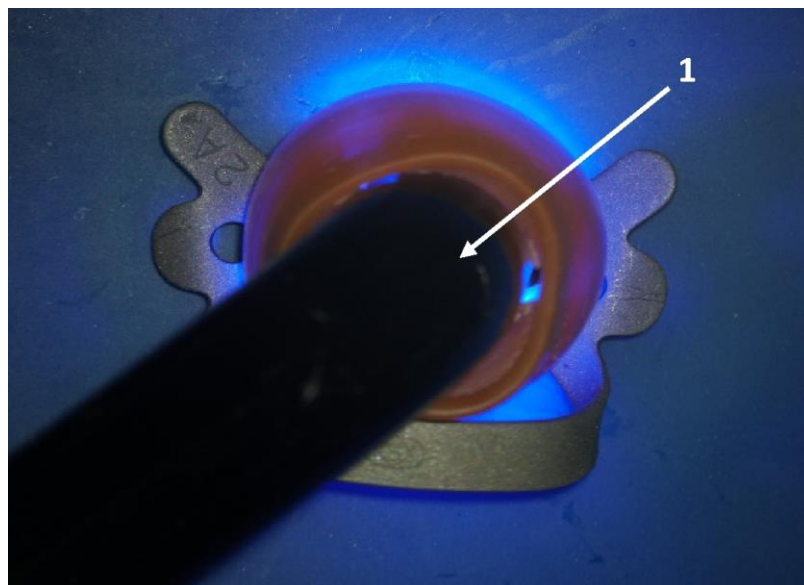


Рисунок 3.21 – Полимеризация последней порции композита: 1 – диодная полимеризационная лампа «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн)

На рисунке 3.22 мы видим финальный вид получившейся реставрации.

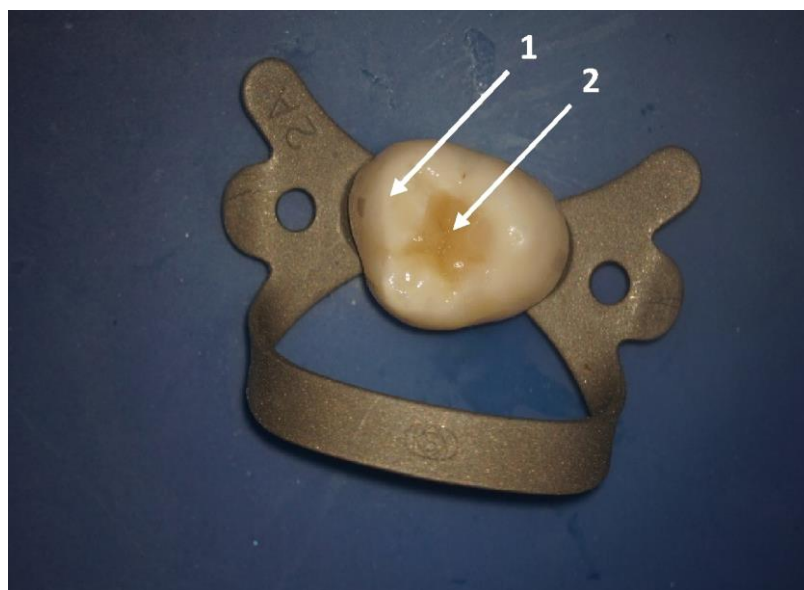


Рисунок 3.22 – Вид готовой реставрации: 1 – зуб, 2 – композитная реставрация

Алгоритм пломбирования зубов композитным материалом при лечении кариеса дентина на основании патента РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г. «Способ пломбирования зубов композитным материалом» представлен на рисунке 3.23.

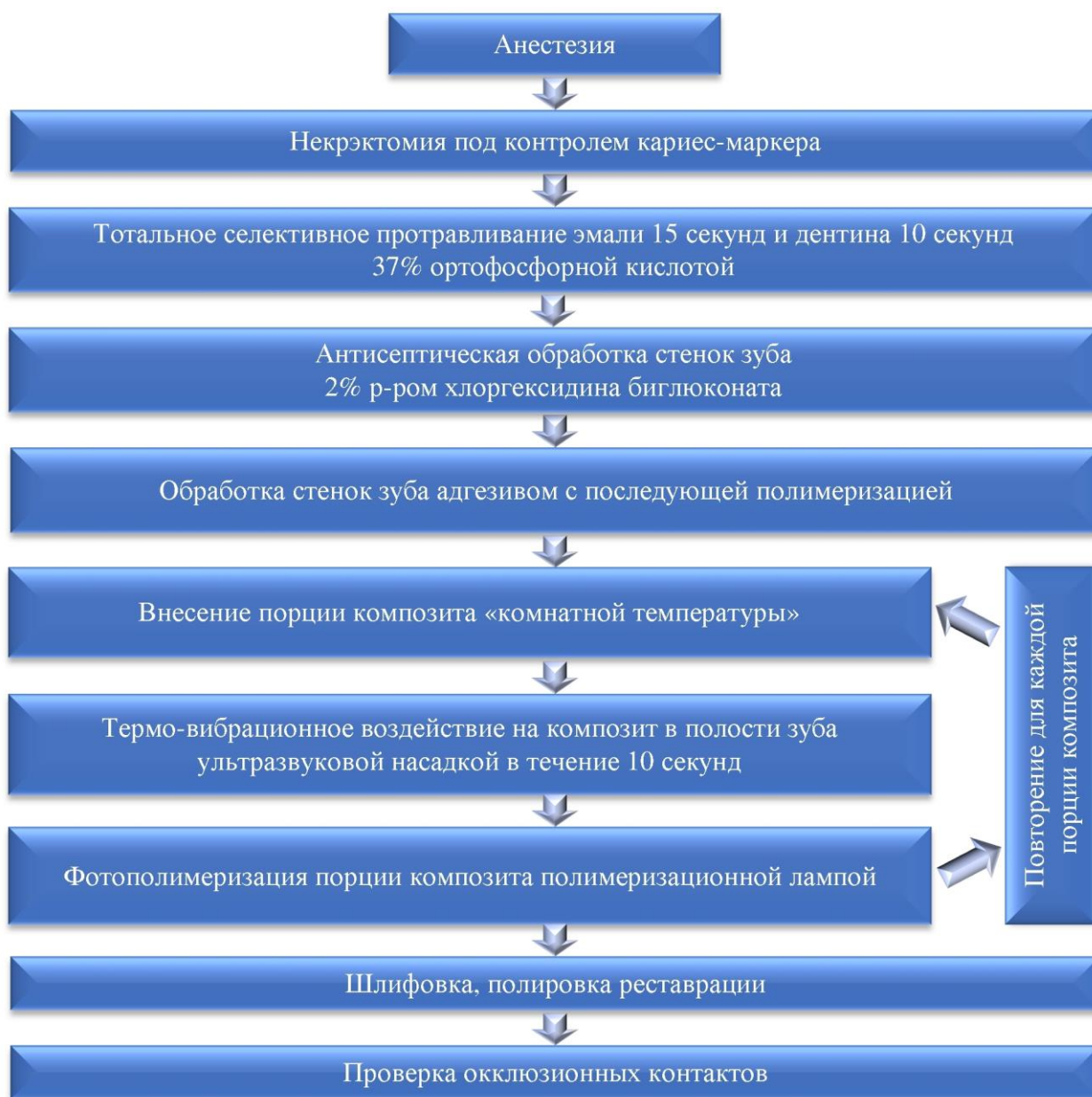


Рисунок 3.23 – Алгоритм пломбирования зубов композитным материалом при лечении кариеса дентина на основании патента РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г. «Способ пломбирования зубов композитным материалом» с применением термо-вибрационного воздействия на композит перед полимеризацией

Техническим результатом изобретения является то, что термо-вибрационное воздействие на композитный пломбировочный материал приводит к изменению физико-механических свойств композита. Термическое воздействие способствует: увеличению пластичности материала, возрастанию прочностных свойства композита (увеличивается твердость поверхности, прочность на изгиб, модуль упругости, предел

диаметральной прочности на разрыв) и снижению до минимума уровня непрореагировавших мономеров во время полимеризации. Вибрационное воздействие способствует: эффективному выдавливанию воздуха из пор и заполнение их композитным материалом; существенному уменьшению размеров критических дефектов; плотному и прочному соединению композитного материала с адгезивным слоем и с каждой последующей порцией нанесенного композитного материала; формированию прочной уплотненной монолитной композитной конструкции; эффективному краевому прилеганию композитного материала к твердым тканям зуба.

Формула изобретения: способ пломбирования зубов композитным материалом, включающий препарирование зуба с формированием полости, отличающийся тем, что в каждую порцию неполимеризованного композитного пломбировочного материала, находящегося в полости зуба, погружают ультразвуковую гигиеническую или ортопедическую насадку с гладкой рабочей поверхностью и с мощностью 25 Вт материал подвергают термо-вибрационному воздействию в течение 10 секунд, после чего пломбу фотополимеризуют.

Медико-социальная эффективность данного способа основана на повышении качества лечения кариеса и сроков службы реставрации из композитных светоотверждаемых материалов.

Такой способ воздействия на композитный пломбировочный материал является простым в использовании и не несет в себе риски получения каких-либо осложнений.

ГЛАВА 4.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Результаты лабораторных исследований

Лабораторный этап работы был выполнен на кафедре терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, в АО «Краснодарский приборный завод «Каскад», на кафедре аналитической химии и на базе центра новых технологий ФГБОУ ВО КубГУ Минобрнауки России.

4.1.1. Результаты исследования прочности на изгиб

По результатам испытаний определения прочности на изгиб образцов композитов на аппарате «МИП10» фирмы «НПК «ТЕХМАШ» (Россия) зафиксированные данные были внесены в формулу для вычисления предельной прочности на изгиб (σ , МПа):

$$\sigma = \frac{3Fl}{2bh^2},$$

где F – максимальная нагрузка, действующая на образец, Н; l – расстояние между опорами с точностью до 0,01 мм; b – ширина в центре образца, измеренная непосредственно перед испытанием, мм; h – высота в центре образца, измеренная непосредственно перед испытанием, мм.

Полученные результаты были статистически обработаны и внесены в сводную таблицу (таблица 4.1).

Показатели прочности на изгиб среди образцов, изготовленных без предварительного термо-вибрационного воздействия, были со средними значениями у композитов «Estelite Sigma Quick», «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» и «ДентЛайт» равными $80,97 \pm 5,52$ МПа, $80,15 \pm 16,73$ МПа и $82,92 \pm 18,10$ МПа соответственно (таблица 4.1). Эти значения попарно не отличались значимо друг от друга ($p_{FD} = 0,538$, $p_{ED} = 0,539$, $p_{EF} = 0,818$).

Распределения чисел в группах образцов разных композитов соответствовали нормальному распределению (критерий Шапиро-Уилка), поэтому применяли при попарном сравнении критерий Стьюдента.

Таблица 4.1 – Средние значения ($M \pm SD$) показателей прочности на изгиб образцов из различных композитов без применения термо-вибрационного воздействия (контрольная группа) и с применением термо-вибрационного воздействия (основная группа)

Композит	Показатель прочности на изгиб, МПа		Отношение средних значений	Критерий Стьюдента, t
	Контрольная группа (n = 25)	Основная группа (n = 25)		
«Estelite Sigma Quick»	80,97 ± 5,52	99,85 ± 6,92*	1,23	P < 0,001
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»	80,15 ± 16,73	118,20 ± 10,81	1,47	P < 0,001
«ДентЛайт»	82,92 ± 18,10	118,10 ± 15,85	1,42	P < 0,001
Критерий Фишера F	P = 0,751	P < 0,001		
Коэффициент детерминации R ²	0,8 %	35,8 %		

где * – статистически значимые отличия между средними значениями показателей образцов из различных композитов для контрольной групп и группы исследования

При использовании однофакторного дисперсионного анализа не выявили статистически значимого различия средних, связанное с видом композита (по критерию Фишера $p = 0,751$). Доля влияния вида композита в контрольной группе составила 0,8 %.

Показатели прочности на изгиб среди образцов, изготовленных из различных композитов с применением предварительного термо-вибрационного воздействия, были с наибольшими средними значениями у композитов «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» и «ДентЛайт» $118,20 \pm 10,81$ МПа и $118,10 \pm 15,85$ МПа соответственно. Эти значения не отличались значимо друг от друга ($p = 0,976$). А вот среднее для «Estelite Sigma Quick» статистически значимо отличалось от образцов из остальных композитов и было равно $99,85 \pm 6,92$ МПа ($p < 0,001$). Распределения чисел в группах образцов разных композитов соответствовали нормальному распределению (критерий Шапиро-Уилка), поэтому применяли при попарном сравнении критерий Стьюдента.

При использовании однофакторного дисперсионного анализа выявили статистически значимое различие средних, связанное с видом композита как фактор (по критерию Фишера $p < 0,001$). Доля влияния вида композита в группе исследования составила 35,8 %.

Одновременно проводили попарное сравнение для одного вида композита группы с и без применения предварительного термо-вибрационного воздействия. Во всех группах статистически значимое увеличение ($p < 0,001$). Для «Estelite Sigma Quick» увеличение было в 1,23 раза, для «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» увеличение было в 1,47 раза, для «ДентЛайта» увеличение было в 1,42 раза.

В результате проведенного исследования прочности на изгиб всех образцов различных композитов контрольной и основной группы был получен наглядный результат того, что композиты, подвергшиеся предварительному термо-вибрационному воздействию перед фотополимеризацией, имели более высокие показатели прочности на изгиб, чем образцы, полимеризованные классическим методом при «комнатной температуре» без применения термо-вибрационного воздействия. Образцы композитов основной группы «Estelite Sigma Quick», «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» и «ДентЛайт» имели более высокие показатели прочности на изгиб в сравнении с образцами из контрольной группы на 23,32 %; 47,47 % и 42,43 % соответственно (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Средние значения ($M \pm SD$) и относительные показатели (%) прочности на изгиб образцов из различных композитов контрольной и основной группы

Композит	Контрольная группа, МПа	Основная группа, МПа	Относительное увеличение прочности на изгиб образцов основной группы, %
«Estelite Sigma Quick»	$80,97 \pm 5,52$	$99,85 \pm 6,92^*$	23,32
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»	$80,15 \pm 16,73$	$118,20 \pm 10,81$	47,47
«ДентЛайт»	$82,92 \pm 18,10$	$118,10 \pm 15,85$	42,43

где * – статистически значимые отличия между средними значениями показателей образцов из различных композитов для контрольной и основной группы

4.1.2. Результаты исследования твердости поверхности по Виккерсу

После проведения испытаний всех образцов композитов на твердость поверхности по Виккерсу на аппарате «ПМТ-3» фирмы «Ломо» (Россия) зафиксированные данные были внесены в формулу для вычисления твердости поверхности по Виккерсу (HV, кгс/мм²):

$$HV = 2P \sin\left(\frac{0,5\alpha}{d^2}\right) = 1, \frac{8544P}{d^2},$$

где P – прилагаемая нагрузка (кгс); d – среднее арифметическое значение длин обеих диагоналей отпечатка после снятия нагрузки (мм); α – лицевой угол индентора (136°).

Полученные результаты были статистически обработаны и внесены в сводную таблицу (таблице 4.3).

Таблица 4.3 – Средние значения ($M \pm SD$) показателей твердости поверхности по Виккерсу образцов из различных композитов без применения термо-вибрационного воздействия (контрольная группа) и с применением термо-вибрационного воздействия (основная группа)

Композит	Показатель твердости поверхности, кгс/мм ²		Отношение средних значений	Критерий Стьюдента, t
	Контрольная группа (n = 25)	Основная группа (n = 25)		
«Estelite Sigma Quick»	74,97 ± 9,66	91,22 ± 8,49	1,22	P < 0,001
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»	90,72 ± 5,27*	109,61 ± 6,32*	1,21	P < 0,001
«ДентЛайт»	71,74 ± 9,12	88,50 ± 4,90	1,23	P < 0,001
Критерий Фишера F	P < 0,001	P < 0,001		
Коэффициент детерминации R ²	51,3 %	66,9 %		

где * – статистически значимые отличия между средними значениями показателей образцов из различных композитов для контрольной и основной группы

Показатели твердости поверхности по Виккерсу среди образцов, изготовленных из различных композитов без применения предварительного термо-вибрационного воздействия, были с наибольшими средними значениями у композитов «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» и «Estelite Sigma Quick» $90,72 \pm 5,27$ кгс/мм² и $74,97 \pm 9,6$ кгс/мм² соответственно (таблица 4.3). Эти значения статистически значимо отличались друг от друга ($p < 0,001$). Среднее для «ДентЛайта» статистически значимо отличалось от образцов из композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» ($p < 0,001$) и было равно $71,74 \pm 9,12$ кгс/мм², не отличалось от среднего для образцов из композита «Estelite Sigma Quick» ($p = 0,231$). Распределения чисел в группах образцов разных композитов соответствовали нормальному распределению (критерий Шапиро-Уилка), поэтому применяли при попарном сравнении критерий Стьюдента.

При использовании однофакторного дисперсионного анализа для показателей твердости поверхности по Виккерсу выявили статистически значимое различие средних, связанное с видом композита (по критерию Фишера $p < 0,001$). Доля влияния вида композита в контрольной группе составила 51,3 %.

Показатели твердости поверхности по Виккерсу среди образцов, изготовленных из различных композитов с применением предварительного термо-вибрационного воздействия, были с наименьшими средними значениями у композитов «ДентЛайт» и «Estelite Sigma Quick» $88,50 \pm 4,90$ кгс/мм² и $91,22 \pm 8,49$ кгс/мм² соответственно. Эти значения не отличались значимо друг от друга ($p = 0,172$). А вот среднее для «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» статистически значимо отличалось от образцов из остальных композитов и было наибольшим, равное $109,61 \pm 6,32$ кгс/мм² ($p < 0,001$). Распределения чисел в группах образцов разных композитов соответствовали нормальному распределению (критерий Шапиро-Уилка), поэтому применяли при попарном сравнении критерий Стьюдента.

При использовании однофакторного дисперсионного анализа для показателей твердости поверхности по Виккерсу выявили статистически

значимое различие средних, связанное с видом композита как фактора (по критерию Фишера $p < 0,001$). Доля влияния вида композита в группе исследования составила 66,9 %.

Одновременно проводили попарное сравнение показателей твердости поверхности по Виккерсу для одного вида композита группы с и без применения предварительного термо-вибрационного воздействия. Во всех группах статистически значимое увеличение ($p < 0,001$). Для «ДентЛайта» увеличение произошло в 1,23 раза, для «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» – увеличение в 1,21 раза, для «Estelite Sigma Quick» – увеличение в 1,22 раза.

В результате проведенного исследования твердости поверхности по Виккерсу всех образцов различных композитов контрольной и основной группы был получен наглядный результат того, что композиты, подвергшиеся предварительному термо-вибрационному воздействию перед фотополимеризацией имели более высокие показатели твердости поверхности по Виккерсу, нежели образцы, полимеризованные классическим методом при «комнатной температуре» без применения термо-вибрационного воздействия. Образцы композитов основной группы «Estelite Sigma Quick», «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» и «ДентЛайт» имели более высокие показатели твердости поверхности по Виккерсу в сравнении с образцами из контрольной группы на 21,68 %; 20,82 % и 23,36 % соответственно (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Средние значения ($M \pm SD$) и относительные показатели (%) твердости поверхности по Виккерсу образцов из различных композитов контрольной и основной группы

Композит	Контрольная группа, кгс/мм ²	Основная группа, кгс/мм ²	Относительное увеличение твердости поверхности образцов основной группы, %
«Estelite Sigma Quick»	74,97 ± 9,66	91,22 ± 8,49	21,68
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»	90,72 ± 5,27*	109,61 ± 6,32*	20,82
«ДентЛайт»	71,74 ± 9,12	88,50 ± 4,90	23,36

где * – статистически значимые отличия между средними значениями показателей образцов из различных композитов для контрольной и основной группы

4.1.3. Результаты термического анализа

В результате проведенного синхронного термического анализа (СТА) образцов композитов были получены термограммы каждого из исследований с указанием энтальпии процесса разложения, относительной потери массы образца и регистрацией температурных параметров.

Далее будут представлены графики термического разложения выборочных образцов из каждой группы с соответствующей маркировкой. Образцы из композита «Estelite Sigma Quick» контрольной группы маркированы «1К» ($n = 15$), основной группы «1Т» ($n = 15$). Образцы из композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» контрольной группы маркированы «2К» ($n = 15$), основной группы «2Т» ($n = 15$). Образцы из композита «ДентЛайт» контрольной группы маркированы «3К» ($n = 15$), основной группы «3Т» ($n = 15$).

По результатам исследования образцы 1К и 1Т, 2К и 2Т, 3К и 3Т разлагаются под действием температуры идентичным образом. На рисунках 4.1–4.6 представлены выборочные термограммы образцов из каждой группы 1К, 1Т, 2К, 2Т, 3К, 3Т.

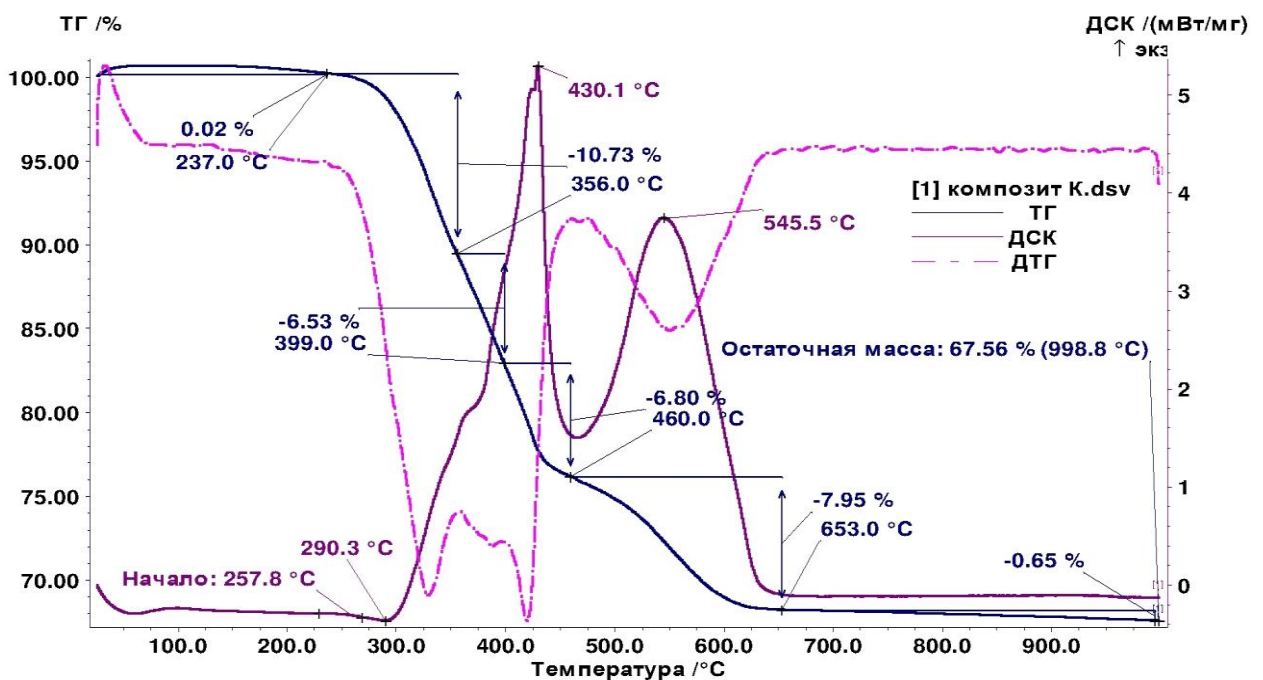


Рисунок 4.1 – Термограмма образца композитного материала «Estelite Sigma Quick» из контрольной группы (1К)

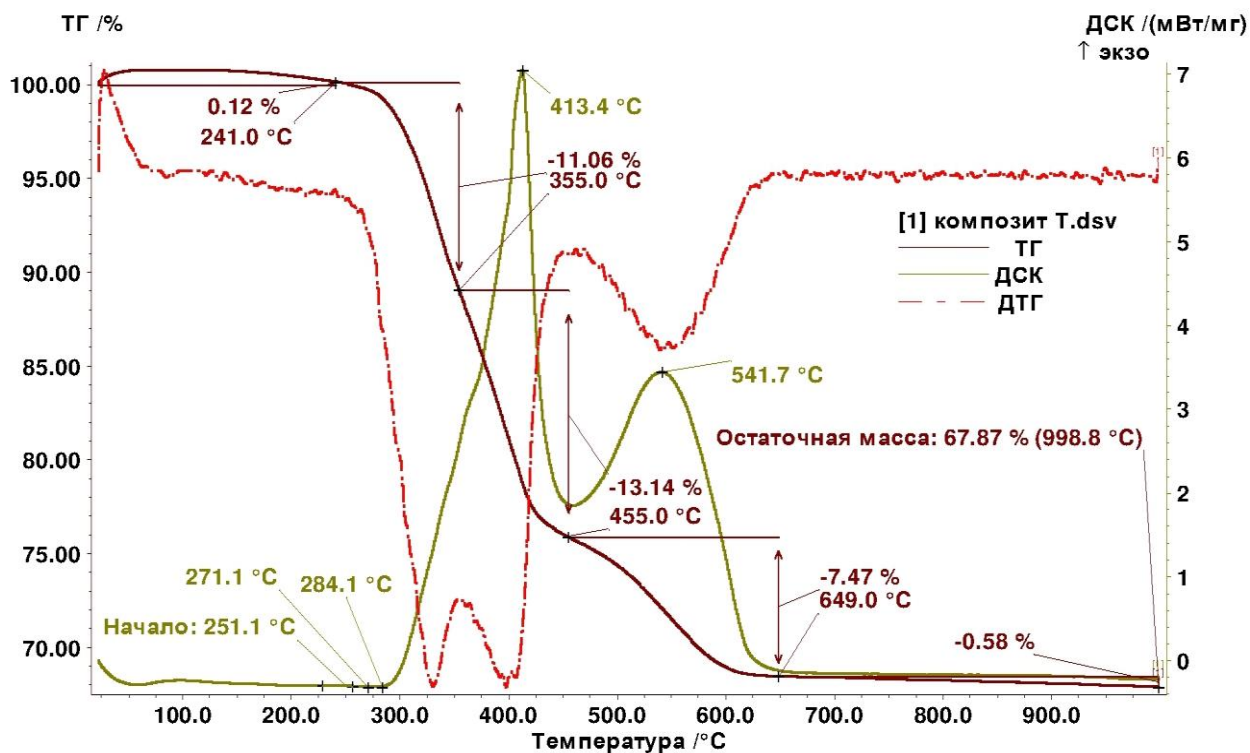


Рисунок 4.2 – Термограмма образца композитного материала
«Estelite Sigma Quick» из основной группы (1Т)

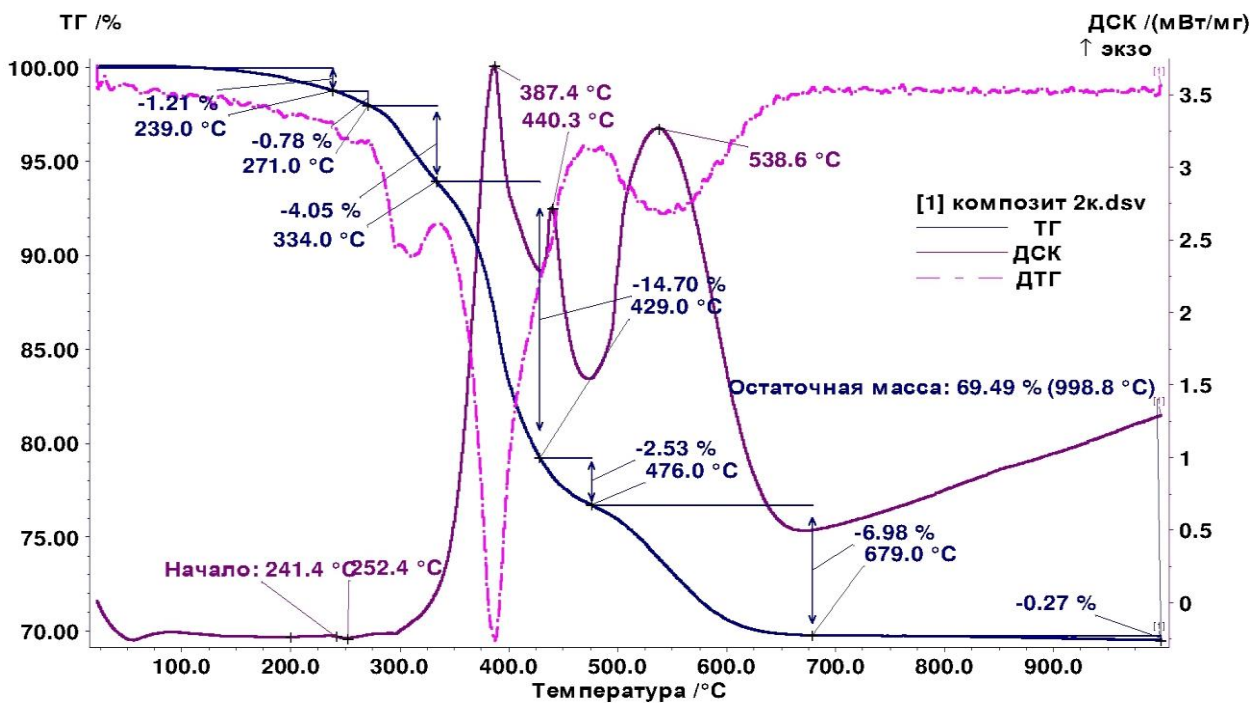


Рисунок 4.3 – Термограмма образца композитного материала
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» из контрольной группы (2К)

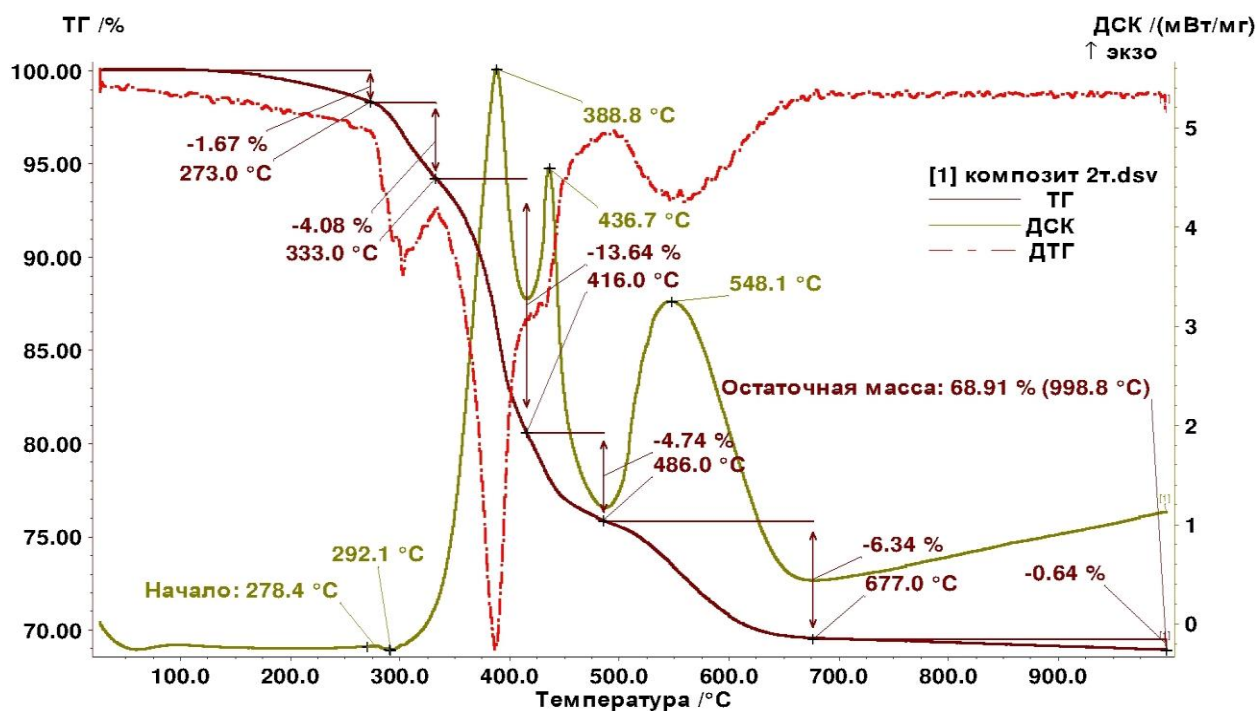


Рисунок 4.4 – Термограмма образца композитного материала «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» из основной группы (2Т)

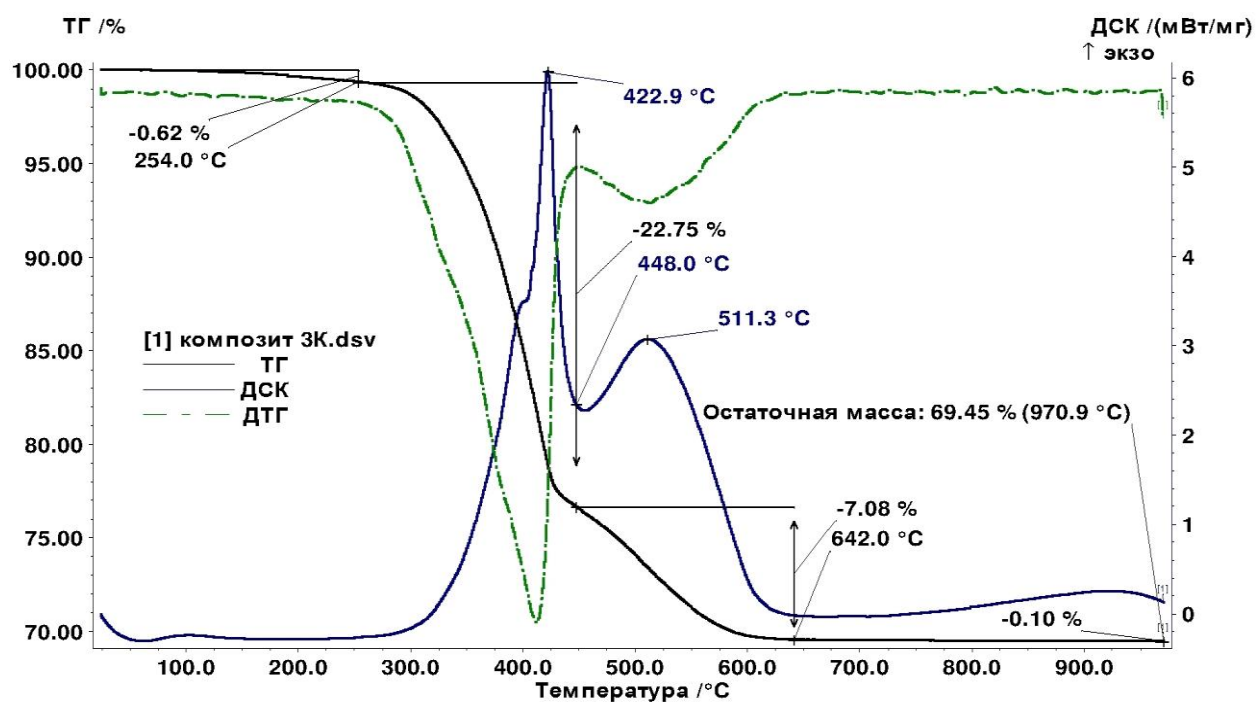


Рисунок 4.5 – Термограмма образца композитного материала «ДентЛайт» из контрольной группы (3К)

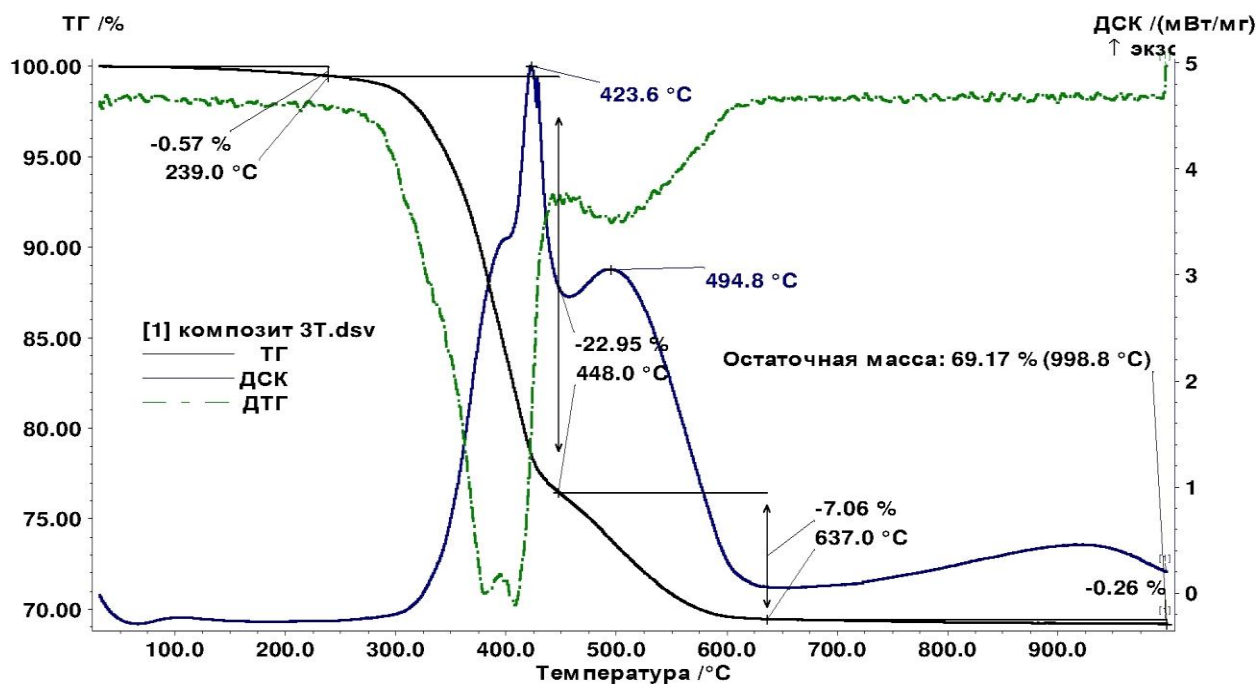


Рисунок 4.6 – Термограмма образца композитного материала «ДентЛайт» из основной группы (3Т)

Результаты термических испытаний образцов композитов представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Средние значения параметров ($M \pm SD$) термических испытаний образцов композитов

Название композита и групп образцов	Температура окончания интервала 1-й фазы разложения, °C (n = 15)	Температура окончания интервала 2-й фазы разложения, °C (n = 15)	Температура окончания интервала 3-й фазы разложения, °C (n = 15)	Температура начала эндо- и экзо- процессов, °C (n = 15)	Доля остаточной массы, % (n = 15)
1	2	3	4	5	6
«Estelite Sigma Quick» 1K	233,3 ± 12,3	463,5 ± 16,4	649,1 ± 18,6#	(256,2 ± 9,4) эндо (431,0 ± 2,8) экзо (544,3 ± 3,9) экзо	71,5 ± 3,1
«Estelite Sigma Quick» 1T	237,2 ± 7,6	456,0 ± 13,0	646,3 ± 12,6*	(249,2 ± 10,5) эндо (412,7 ± 3,5) экзо (540,5 ± 4,1) экзо	67,4 ± 7,6
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» 2K	247,7 ± 19,3	481,2 ± 20,7	679,7 ± 22,8	(236,6 ± 21,5) эндо (385,7 ± 1,4) экзо; (439,0 ± 1,9) экзо (538,5 ± 2,0) экзо	67,7 ± 6,8

Окончание таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» 2Т	$266 \pm 13,2^{\text{St}}$	$477,8 \pm 27,8$	$674,1 \pm 33,6$	$(272,4 \pm 18,2)^{\text{St}}$ эндо $(390,2 \pm 2,4)$ экзо $(437,2 \pm 1,6)$ экзо $(548,3 \pm 2,5)$ экзо	$69,1 \pm 4,2$
«ДентЛайт» 3К	$247,9 \pm 18,7$	$453,1 \pm 14,8$	$642,6 \pm 11,6$	— $(423,1 \pm 1,4)$ экзо $(511,2 \pm 1,4)$ экзо	$68,4 \pm 4,2$
«ДентЛайт» 3Т	$240,4 \pm 12,6$	$442,5 \pm 14,4$	$638,6 \pm 20,4$	— $(423,8 \pm 1,3)$ экзо $(494,7 \pm 2,2)$ экзо	$71,0 \pm 6,7$

Примечание: # – гипотеза нормальности группы отклонена, * – применяли критерий Манна-Уитни, St – статистически значимое отличие по критерию Стьюдента.

Из рисунков 4.1–4.6 видно, что все образцы разлагаются идентично, при этом надо отметить следующие особенности.

Температуры окончания различных фаз разложения отмечаются как точки перегиба графиков термограмм, представленных на рисунках 4.1–4.6. Для первой фазы разложения такие температуры соответствуют для каждого образца из всех групп композитов: 1К – 237 °С, 1Т – 241 °С, 2К – 239 °С, 2Т – 273 °С, 3К – 254 °С, 3Т – 239 °С.

Для второй фазы разложения температуры окончания интервалов соответствовали значениям: 1К – 460 °С, 1Т – 455 °С, 2К – 476 °С, 2Т – 486 °С, 3К – 448 °С, 3Т – 448 °С.

И для третьей фазы температуры окончания интервалов соответствовали значениям 1К – 653 °С, 1Т – 649 °С, 2К – 679 °С, 2Т – 677 °С, 3К – 642 °С, 3Т – 637 °С.

Средние значения температур интервалов для различных фаз разложения приведены в таблице 4.5. Во всех выборках, согласно критерию Шапиро-Уилка, выполнялось требование нормальности распределения значений, кроме группы для третьей фазы разложения композита 1К. Сравнение значений между группой контроля (1К) и основной группой (1Т)

для третьей фазы проводили с помощью критерия Манна-Уитни. Различия статистически значимого не установлено ($p = 0,983$).

Сравнение средних значений интервалов для остальных групп проводили по критерию Стьюдента для тех выборок, распределение которых соответствовало нормальному закону. В результате не было выявлено статистически значимых различий между контрольными и основными группами ($p > 0,05$), кроме средних значений для первой фазы между группами 2К и 2Т ($p = 0,004$).

Так в соответствии с рисунками 4.1–4.4 деструкция образцов происходит в три стадии. Первая стадия образцов композитов «Estelite Sigma Quick» и «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» – эндотермическая (начало 258 °С и 251 °С для образцов композита «Estelite Sigma Quick», а также 241 °С и 278 °С для образцов композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»). Эта стадия идет с поглощением энергии, что соответствует начальной фазе деструкции полимеров. На графиках дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК) температурные точки эндо-процесса соответствуют началу резкого возрастания графиков.

Для групп образцов композитов «Estelite Sigma Quick» и «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» средние значения температур начала эндо- и экзо-процессов отражены в таблице 4.5.

Для группы 1К – средняя температура начала эндо-процесса была равна $256,2 \pm 9,4$ °С, а для группы 1Т – средняя температура начала эндо-процесса была равна $249,2 \pm 10,5$ °С. Гипотеза нормальности распределения числовых значений температур в группах не отклонена. Статистически значимых различий не выявлено по критерию Стьюдента ($p > 0,05$).

Для группы 2К – средняя температура начала эндо-процесса была равна $236,6 \pm 21,5$ °С, а для группы 2Т – средняя температура начала эндо-процесса была равна $272,4 \pm 18,2$ °С. Гипотеза нормальности распределения числовых значений температур в группах не отклонена. Статистически значимое различие выявлено по критерию Стьюдента ($p < 0,001$).

По данным литературы, деполимеризация с высвобождением мономера характерна для полиметакриловых эфиров [187]. Среди всех изученных эфиров полиметакриловой кислоты для полиметилметакрилата этот процесс является единственным направлением разложения. При подробном изучении рисунков 4.7 и 4.8 хорошо виден эндо-эффект на всех термограммах, соответствующий деструкции полимера с образованием мономера. Для разрушения полимеров 1К, 1Т, 2К и 2Т потребовалась удельная энергия 12,69 Дж/г; 2,784 Дж/г; 2,868 Дж/г и 3,36 Дж/г соответственно.

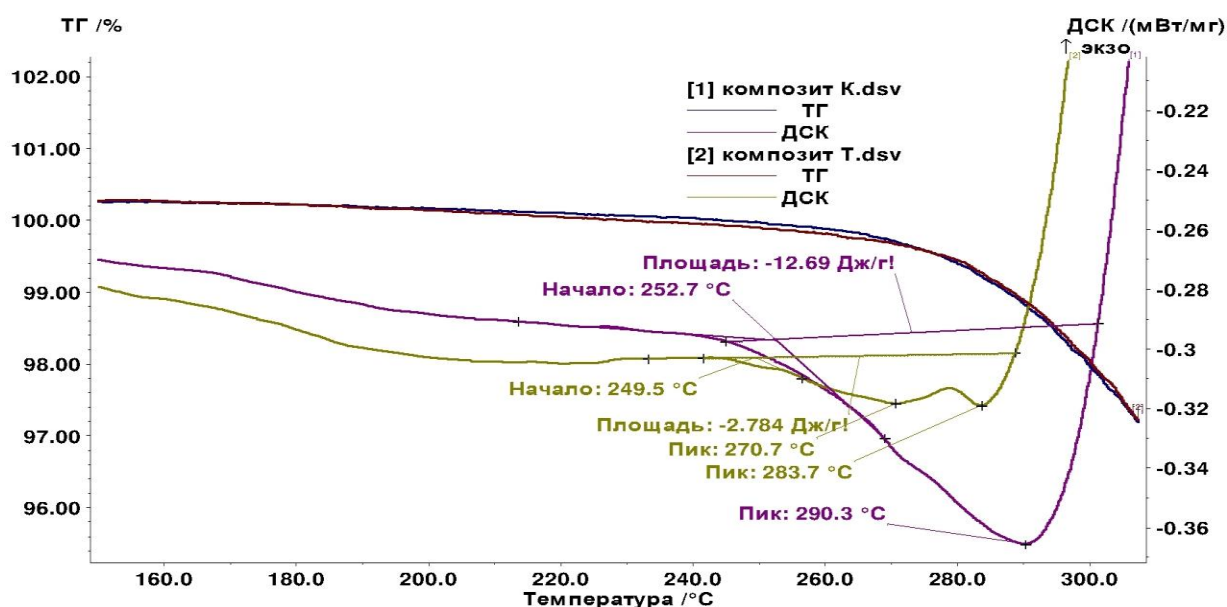


Рисунок 4.7 – Фрагмент термограммы термического разложения образцов 1К и 1Т

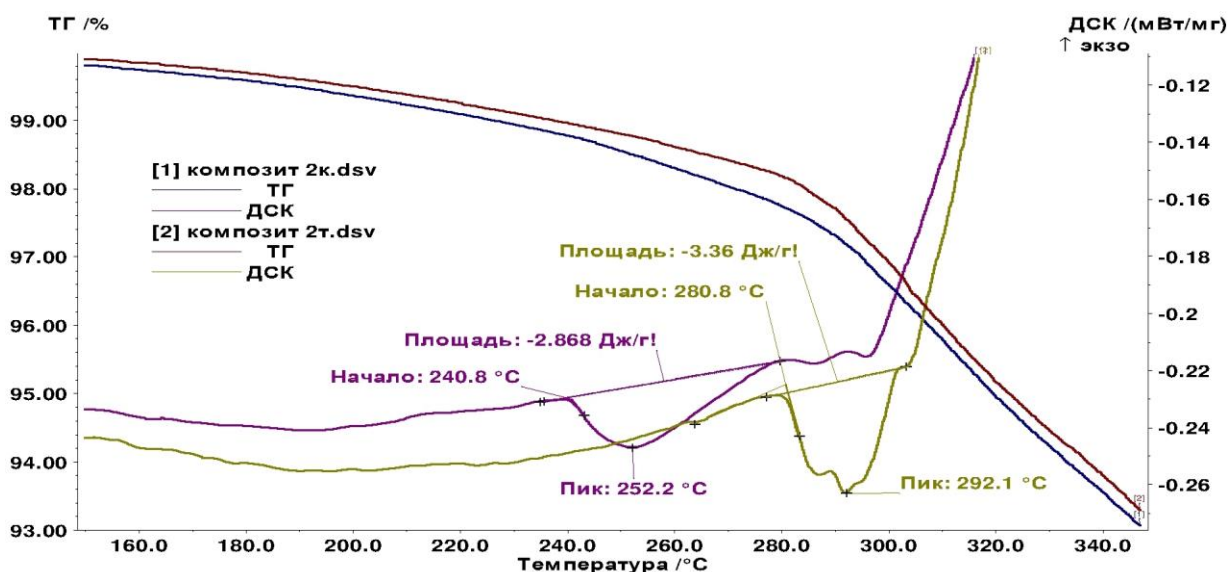


Рисунок 4.8 – Фрагмент термограммы термического разложения образцов 2К и 2Т

Средние значения удельной энергии экзо-процесса для групп образцов 1К – $12,1 \pm 1,6$ Дж/г, 1Т – $2,6 \pm 0,4$ Дж/г, у которых статистически значимо по критерию Манна-Уитни есть различия ($p < 0,0001$). Средние значения удельной энергии экзо-процесса для групп образцов 2К – $3,3 \pm 0,8$ Дж/г, 2Т – $3,5 \pm 0,6$ Дж/г, у которых статистически значимого различия между собой по критерию Стьюдента не выявлено ($p = 0,685$).

Вслед за эндотермической реакцией разложения происходит экзотермическая окислительная деструкция полимеров, которая идет в две стадии и соответствует температурной точке, при которой функция начинает убывать (рисунки 4.1–4.4). Во время первой стадии в интервале средних значений от $233,3 \pm 12,3$ °С и до $463,5 \pm 16,4$ °С в группе 1К, а также в интервале средних значений от $237,2 \pm 7,6$ °С и до $456,0 \pm 13,0$ °С в группе 1Т идет процесс разложения и «осмоления» полимера. Аналогично для первой стадии в интервале средних значений от $247,7 \pm 19,3$ °С и до $481,2 \pm 20,7$ °С в группе 2К, а также в интервале средних значений от $266 \pm 13,2$ °С и до $477,8 \pm 27,8$ °С в группе 2Т идет процесс разложения и «осмоления» полимера.

Затем в следующей заключительной стадии идет разрушение полимера в интервале средних значений температур от $463,5 \pm 16,4$ °С и до $649,1 \pm 18,6$ °С в группе 1К, а также в интервале средних значений от $456,0 \pm 13,0$ °С и до $646,3 \pm 12,6$ °С в группе 1Т. Аналогично для второй стадии в интервале средних значений от $481,2 \pm 20,7$ °С и до $679,7 \pm 22,8$ °С в группе 2К, а также в интервале средних значений от $477,8 \pm 27,8$ °С и до $674,1 \pm 33,6$ °С в группе 2Т.

При термическом разложении образцов композитов 3К и 3Т на первой стадии отсутствует эндо-эффект, что может быть объяснено его отличительным химическим составом (рисунок 4.9). При этом последующее разложение данных образцов по свободно-радикальному механизму окисления происходит аналогичным способом [121, 164, 184, 189, 192].

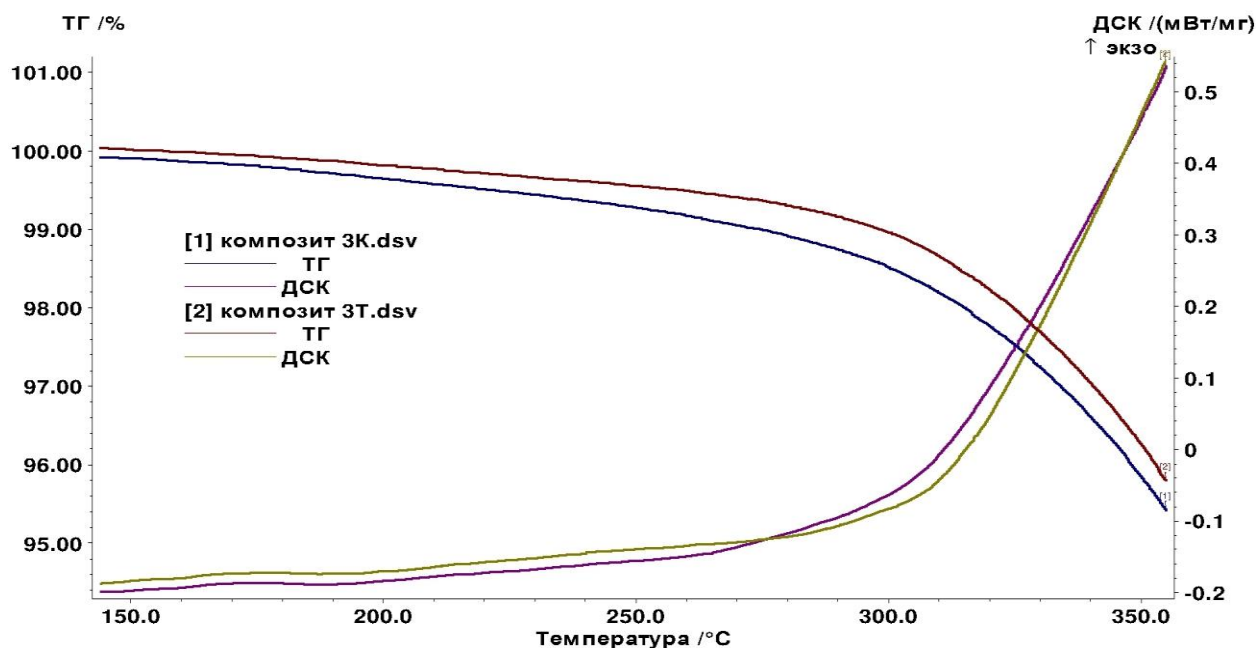


Рисунок 4.9 – Фрагмент термограммы термического разложения образцов 3К и 3Т

По результатам СТА были получены данные об энтальпии процессов разложения полимеров, то есть о термодинамическом свойстве вещества, которое указывает уровень энергии, сохраненной в его молекулярной структуре.

На рисунках 4.10–4.12 приведены термограммы, отражающие сравнительные показатели энтальпии разложения полимеров на различных стадиях термодеструкции. На них отражено, что энтальпия экзотермического разложения образцов 1К и 2К находятся в интервале 237–679 °С с пиками 430 °С; 546 °С и 387 °С; 440 °С; 539 °С соответственно. Суммарная энтальпия разложения образцов равняется 4874 Дж/г и 3772 Дж/г соответственно.

При этом энтальпия разложения композитных образцов тех же самых композитов, но подвергшиеся предварительному термо-вибрационному воздействию перед их полимеризацией 1Т и 2Т, находится в интервале 241–677 °С с пиками 413 °С; 542 °С и 389 °С; 437 °С; 548 °С соответственно. При этом энтальпия разложения этих образцов равняется 5691 и 4638 Дж/г соответственно. Это на 14,35 % и 18,67 % больше энтальпии разложения образцов 1К и 2К, подготовленных без предварительного термо-вибрационного воздействия (рисунки 4.10; 4.11).

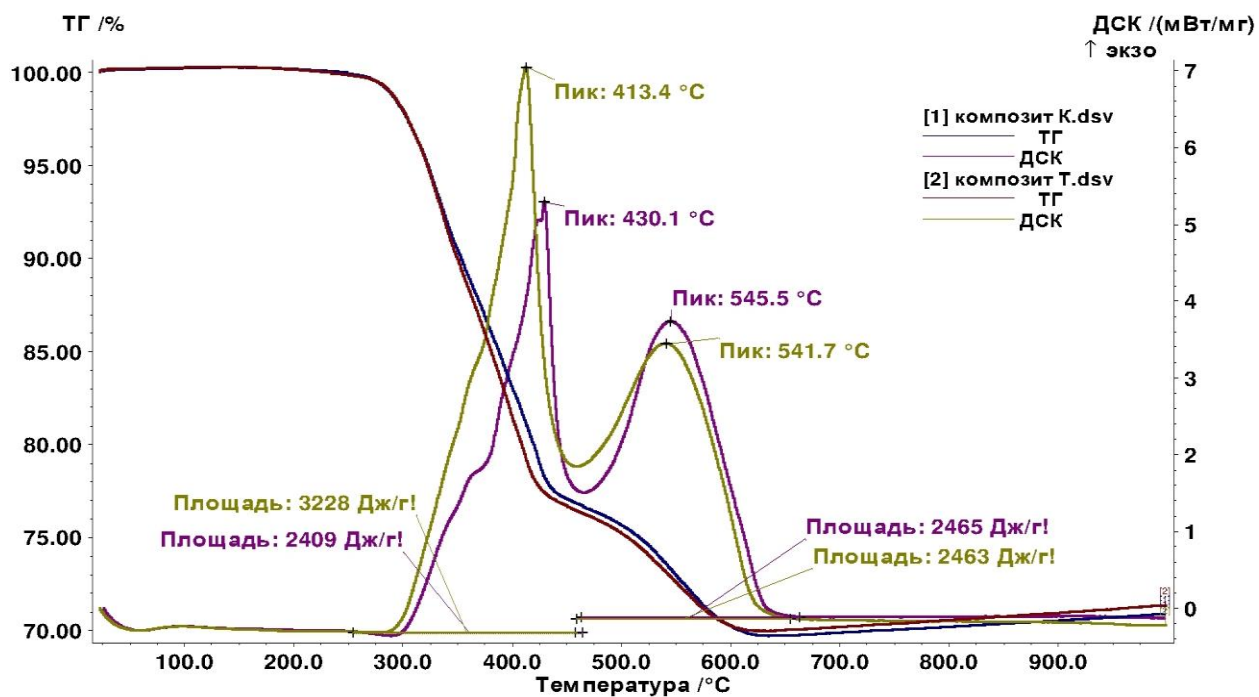


Рисунок 4.10 – Показатели энтальпии процесса термодеструкции образцов 1К и 1Т

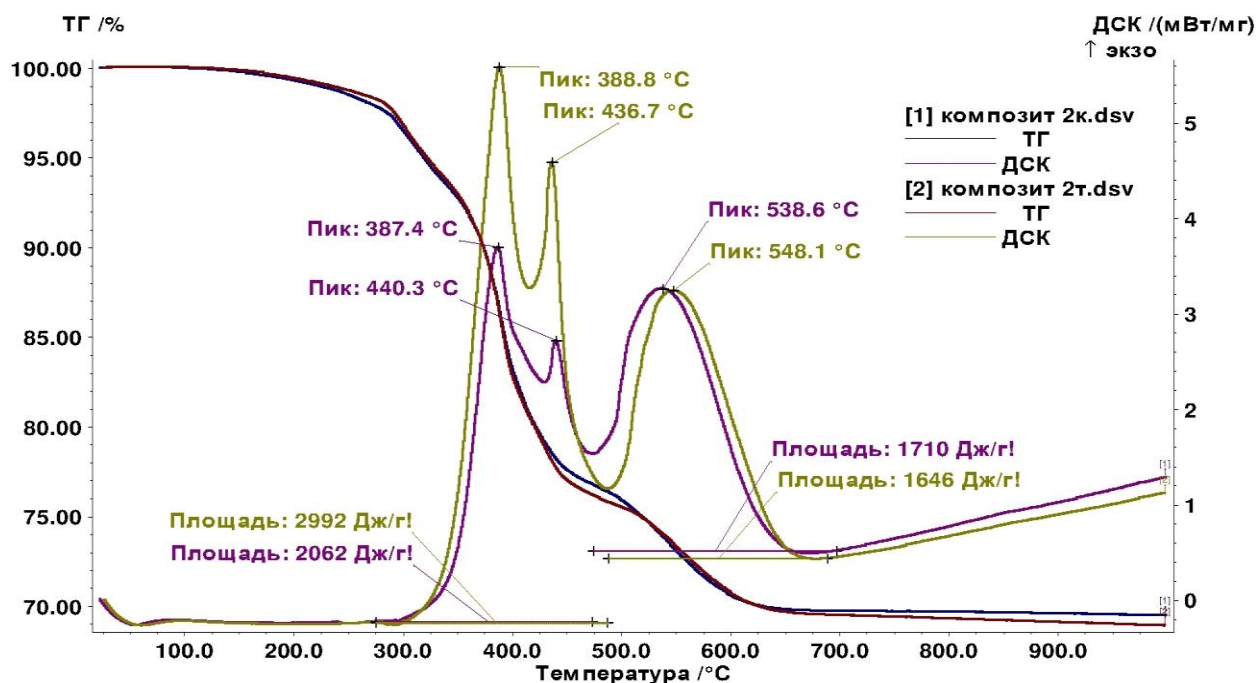


Рисунок 4.11 – Показатели энтальпии процесса термодеструкции образцов 2К и 2Т

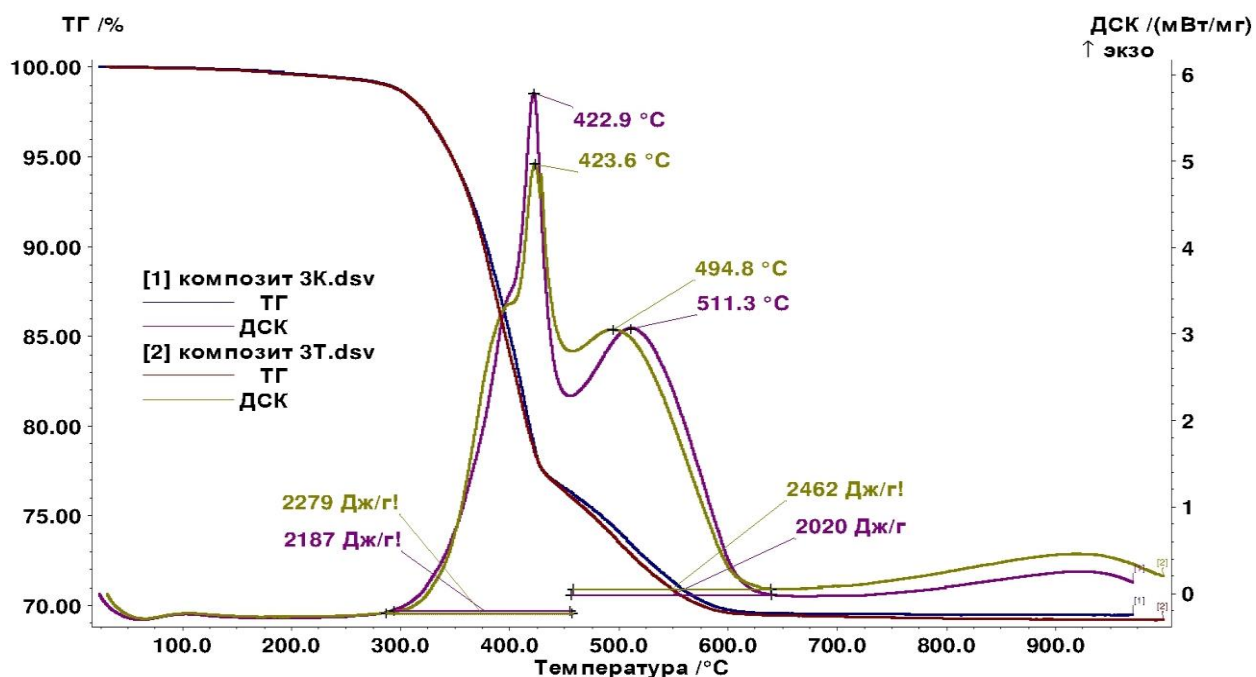


Рисунок 4.12 – Показатели энтальпии процесса термодеструкции образцов 3К и 3Т

Средние значения энтальпии по исследуемым группам представлены в таблице 4.6. Распределение числовых значений в группах соответствовало нормальному распределению (по критерию Шапиро-Уилка, $p > 0,05$). Сравнение между значениями энтальпии контрольной и основной группы проводили с помощью критерия Стьюдента для каждого композитного материала. Различия статистически значимы для всех композитных материалов ($p < 0,0001$).

Так среднее значение по группе с композитом «Estelite Sigma Quick» было значимо больше в основной группе $5709,9 \pm 62,0$ Дж/г, чем в группе контроля $4880,2 \pm 26,3$ Дж/г по сравнению с контролем. Это на 17,00 % превышает показатель контрольной группы.

Среднее значение по группе с композитом «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» было значимо больше в основной группе $4630,1 \pm 44,7$ Дж/г, чем в группе контроля $3779,5 \pm 39,7$ Дж/г по сравнению с контролем. Это на 22,51 % превышает показатель контрольной группы.

Таблица 4.6 – Средние значения ($M \pm SD$) термодинамических параметров исследуемых групп образцов композитов

Название композита и групп образцов	Температура 1-го пика ДТА, °C (n = 15)	Температура 2-го пика ДТА, °C (n = 15)	Температура 3-го пика ДТА, °C (n = 15)	Энтальпия общая, Дж/г (n = 15)	Относительная разница значений энтальпии, %
«Estelite Sigma Quick» 1К	431,0 ± 2,8	544,3 ± 3,9	–	4880,2 ± 26,3	17,00 %
«Estelite Sigma Quick» 1Т	412,7 ± 3,5	541,8 ± 4,1	–	5709,9 ± 62,0 St	
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» 2К	385,7 ± 1,4	439,0 ± 1,8	538,5 ± 2,0	3779,5 ± 39,7	22,51 %
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» 2Т	390,2 ± 2,4	437,2 ± 1,6	548,3 ± 2,5	4630,1 ± 44,7 St	
«ДентЛайт» 3К	423,1 ± 1,4	511,2 ± 1,4	–	4268,7 ± 42,9	11,31 %
«ДентЛайт» 3Т	423,8 ± 1,3	494,7 ± 2,3	–	4751,4 ± 44,5 St	

Примечание: St – статистически значимое отличие по критерию Стьюдента.

Процесс термодеструкции образцов 3К и 3Т проходил в несколько иной форме. На рисунке 4.12 отражено, как минуя эндотермическую стадию разложения процесс терморазрушения начинался сразу с экзотермической стадии в интервале 30–642 °C с пиками 423 °C; 551 °C и 424 °C; 495 °C соответственно. При это энтальпия разложения композитных образцов 3К и 3Т равняется 4251 Дж/г и 4736 Дж/г соответственно.

И среднее значение по группе с композитом «ДентЛайт» было значимо больше в основной группе 4751,4 ± 44,5 Дж/г, чем в группе контроля 4268,5 ± 42,9 Дж/г по сравнению с контролем. Это на 11,31 % превышает показатель контрольной группы.

Средние значения долей остаточной массы образцов 1К, 1Т, 2К, 2Т, представленная НН, находятся в пределах $71,5 \pm 3,1$ % для 1К, в интервале $67,4 \pm 7,6$ % для 1Т, в среднем $67,7 \pm 6,8$ % для 2К, в интервале $69,1 \pm 4,2$ % для 2Т, в пределах $68,4 \pm 4,2$ % для 3К, в интервале $71,0 \pm 6,7$ % для 3Т, что создает 3-х сигмовые интервалы от среднего значения доли в любой группе, в которые попадает значение доли остаточной массы по официальным данным производителя о составе композитов.

Энтальпия разрушения образцов композитов 1Т, 2Т и 3Т, подвергшихся предварительному термо-вибрационному воздействию перед полимеризацией, выше энтальпии разрушения образцов 1К, 2К и 3К, полимеризованных при стандартных условиях без термо-вибрационного воздействия, на 17,00 %; 22,51 % и 11,31 % соответственно (таблица 4.6).

Отличия энтальпии терморазрушения говорит о более плотной структуре полимерной матрицы исследуемых образцов основной группы 1Т, 2Т и 3Т, а соответственно, более сильную внутреннюю полимерную связь. Это указывает на то, что для разрушения полимера, подвергшегося термо-вибрационному воздействию перед полимеризацией, потребовалось больше энергии, чем для разрушения композита, полимеризованного при классических условиях без термо-вибрационного воздействия. Однако, уже разрушенные «осмоленные» полимеры, имеющие одинаковый химический состав, на 2 стадии экзотермического разрушения разлагаются идентично. Данным образом это указывает на особенные свойства композитов в их полимеризованном состоянии [100, 167, 194]. Так образом полученные изменения увеличивают сроки службы композитных пломб, повышают износостойкость и снижают риски возникновения осложнений после лечения в виде нарушения краевого прилегания, появления постпломбировочных болей и образования рецидивирующего кариеса на границе пломба-зуб.

Положительные свойства композитов, достигаемые за счет предварительного нагрева композита, описанные авторами статей, а также

положительные свойства композитов, достигнутые за счет вибрационного воздействия на композит, описанные авторами в статьях [98, 150, 152, 154, 186], получилось достигнуть в совокупности за счет одного термо-вибрационного воздействия.

По результатам термического анализа была определена процентная доля НН в массе образцов каждого композита. По итогам вычислений и сравнений было зафиксировано удовлетворительное соответствие с официальными данными производителей данных композитных материалов (таблица 4.7) [136, 137, 138].

Таблица 4.7 – Сравнительный анализ количества неорганического наполнителя в % от массы композита

Название композита	Количество неорганического наполнителя по данным производителя, % от массы	Количество неорганического наполнителя по данным термического анализа, % от массы	Разница, %
«Estelite Sigma Quick»	82 %	$67,71 \pm 0,2$	17,4 %
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»	76,5 %	$69,2 \pm 0,3$	9,5 %
«ДентЛайт»	~80 %	$69,31 \pm 0,2$	13,3 %

4.1.4. Результаты определения элементного состава

Для правильной интерпретации рентгеновской дифрактометрии был проведен элементный состав образцов рентгенофлуоресцентным способом с энергетической дисперсией. В результате нами был получен оксидный состав образцов каждого материала из каждой группы (таблица 4.8).

По результатам элементного состава по материалу «Estelite Sigma Quick» фирмы «Tokuyama Dental» стоит отметить превалирующее содержание оксида кремния (SiO_2) (39 ± 1 % по массе) и в меньшем

Таблица 4.8 – Оксидный состав образцов, % по массе

Элемент	Проба					
	«Estelite Sigma Quick» контр. гр. 1К	«Estelite Sigma Quick» основ. гр. 1Т	«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» контр. гр. 2К	«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» основ. гр. 2Т	«ДентЛайт» контр. гр. 3К	«ДентЛайт» основ. гр. 3Т
SiO ₂	39 ± 1	39 ± 1	29 ± 1	29 ± 1	36 ± 1	36 ± 1
ZrO ₂	17,0 ± 0,5	16,4 ± 0,5	19,0 ± 0,5	18,3 ± 0,5	–	
BaO			–	–	24,7 ± 0,7	24,9 ± 0,7
SrO			–	–	4,5 ± 0,4	4,6 ± 0,4
P ₂ O ₅	11,1 ± 0,6	11,5 ± 0,6	10,2 ± 0,6	10,4 ± 0,6		
YbF ₃			5,7 ± 0,5	5,7 ± 0,5		
Al ₂ O ₃	0,05 ± 0,005	0,04 ± 0,004	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1	3,3 ± 0,3	3,3 ± 0,3
HfO ₂	0,61 ± 0,06	0,60 ± 0,06	0,47 ± 0,05	0,45 ± 0,05		
Y ₂ O ₃			0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01		
In ₂ O ₃			0,10 ± 0,1	0,09 ± 0,01		
CaO		0,06 ± 0,006	0,04 ± 0,004	0,03 ± 0,003	0,10 ± 0,01	0,07 ± 0,01
TiO ₂	0,22 ± 0,02	0,22 ± 0,02	0,03 ± 0,003	0,03 ± 0,003		
CeO ₂					0,57 ± 0,06	0,55 ± 0,06
MgO					0,17 ± 0,03	0,06 ± 0,008
ZnO	0,03 ± 0,006				0,09 ± 0,01	0,04 ± 0,05
SO ₃					0,04 ± 0,05	0,03 ± 0,04
Fe ₂ O ₃					0,03 ± 0,003	0,03 ± 0,003
CuO					0,01 ± 0,005	0,01 ± 0,005
V ₂ O ₅	0,01 ± 0,002	0,01 ± 0,002				

количестве оксида циркония (ZrO₂) (17,0 ± 0,5 % по массе). В образце композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3M Espe» также преобладающее значение по массе имеет оксид кремния (SiO₂) (29 ± 1 % по массе), в чуть меньшем количестве оксид циркония (ZrO₂) (19,0 ± 0,5 % по массе) и отличительным признаком от других образцов является содержание фторида иттербия (YbF₃) (5,7 ± 0,5 % по массе), имеющего особое значение в построении кристалличности материала. Элементный состав композита «ДентЛайт» фирмы «ВладМиВа» имеет также основное содержание оксида

кремния (SiO_2) (36 ± 1 % по массе), отсутствие оксида циркония (ZrO_2) и достаточно большое количество оксида бария (BaO) ($24,7 \pm 0,7$ % по массе), который не содержится в образцах других материалов. Данные показатели качественного и количественного состава неорганического наполнителя композитов объясняют высокие показатели прочности поверхности материалов «Estelite Sigma Quick» и «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» за счет большого количества оксидов кремния (SiO_2) и циркония (ZrO_2). Так же стоит отметить наличие фторида иттербия (YbF_3) в составе композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative», который обладает выраженными бактериостатическими действиями по отношению к *Streptococcus mutans* [138].

Данные элементного состава каждого из образцов соответствуют официальным данным по качественному составу НН, представленным производителем материалов [136, 137, 138], что говорит об оригинальности представленных композитных материалов.

4.1.5. Результаты проведения рентгеновской дифрактометрии

По результатам проведения дифрактометрии на отдельных образцах каждого исследуемого композита из каждой группы исследования были получены следующие результаты (рисунки 4.13–4.18).

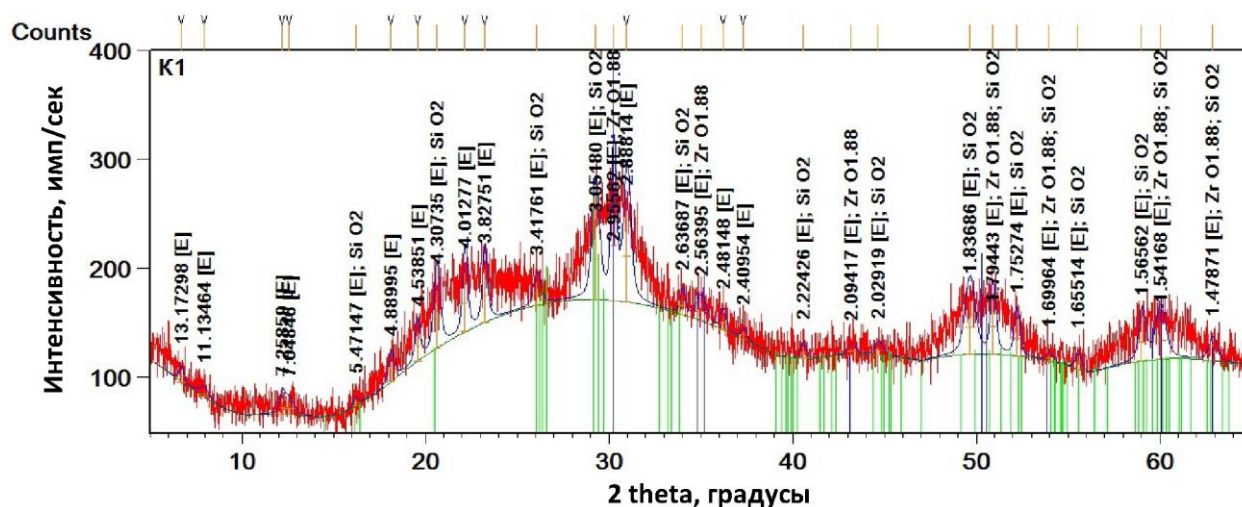


Рисунок 4.13 – Дифрактограмма образца композита «Estelite Sigma Quick» из контрольной группы (1К)

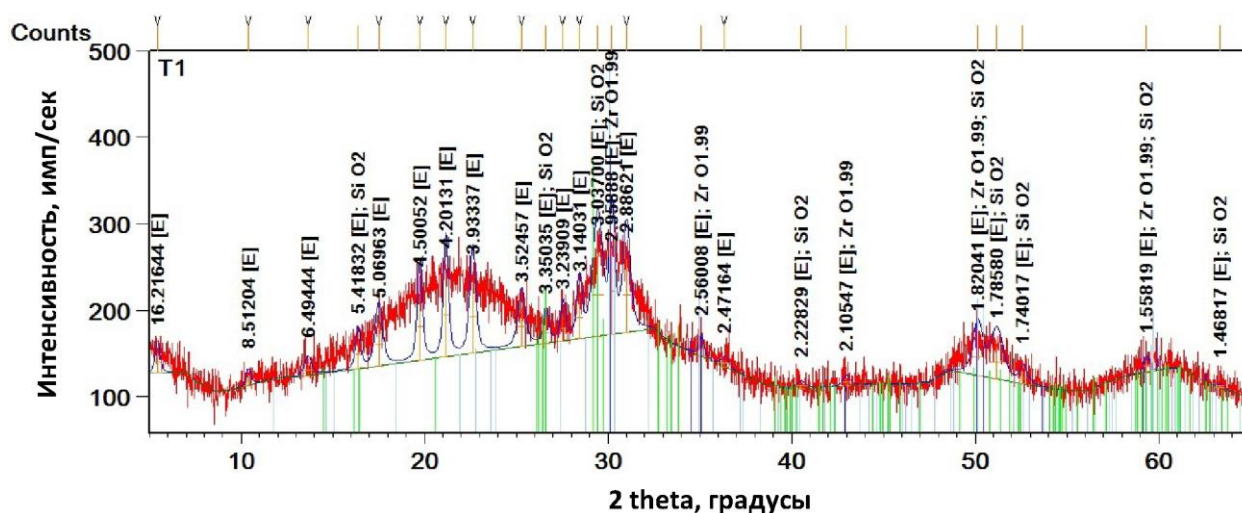


Рисунок 4.14 – Дифрактограмма образца композита «Estelite Sigma Quick» из основной группы (1Т)

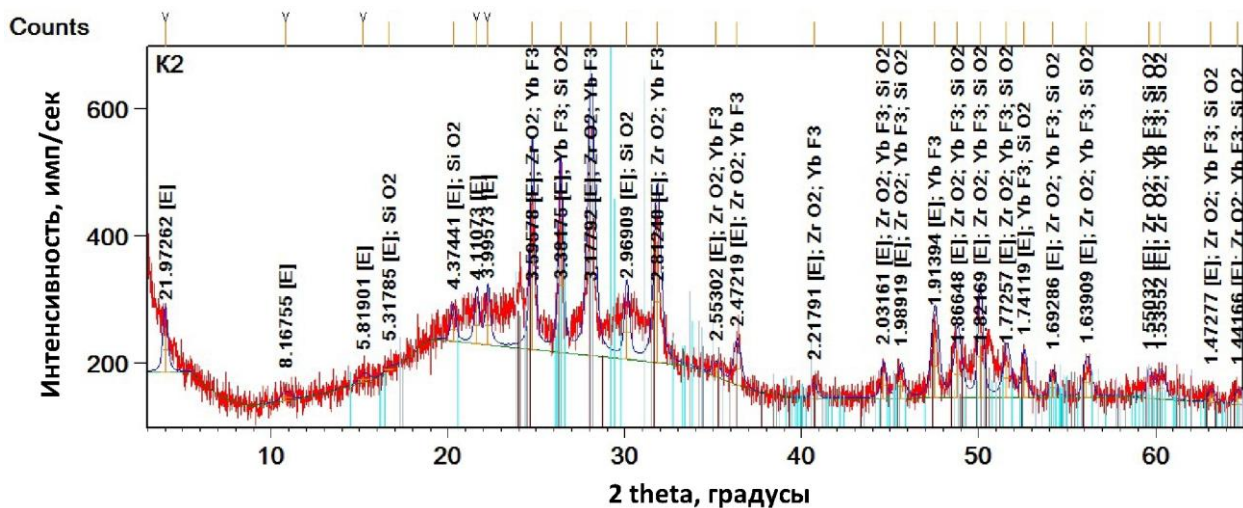


Рисунок 4.15 – Дифрактограмма образца композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» из контрольной группы (2К)

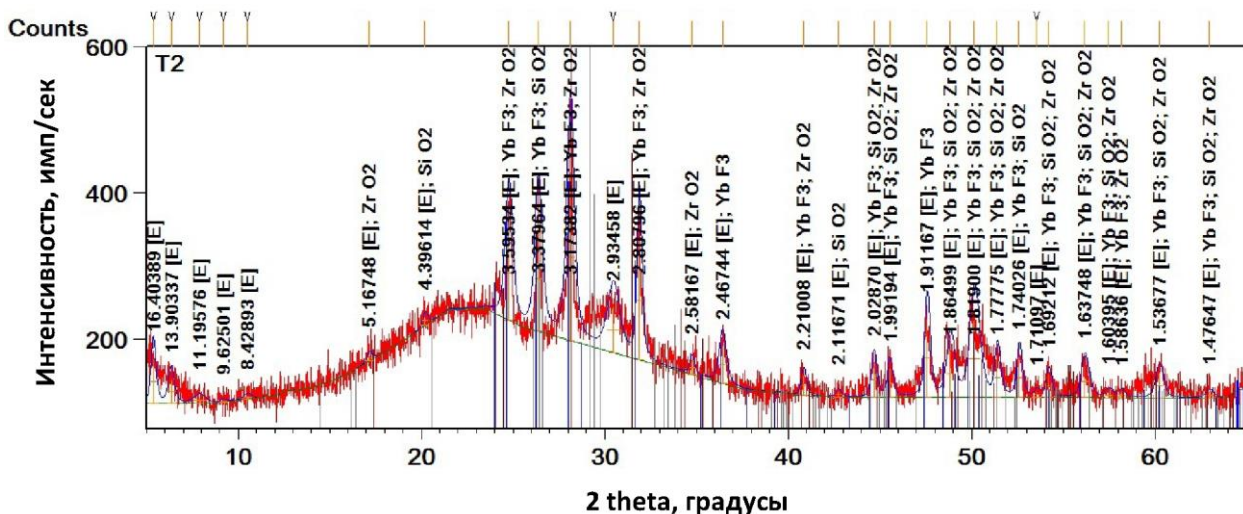


Рисунок 4.16 – Дифрактограмма образца композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» из основной группы (2Т)

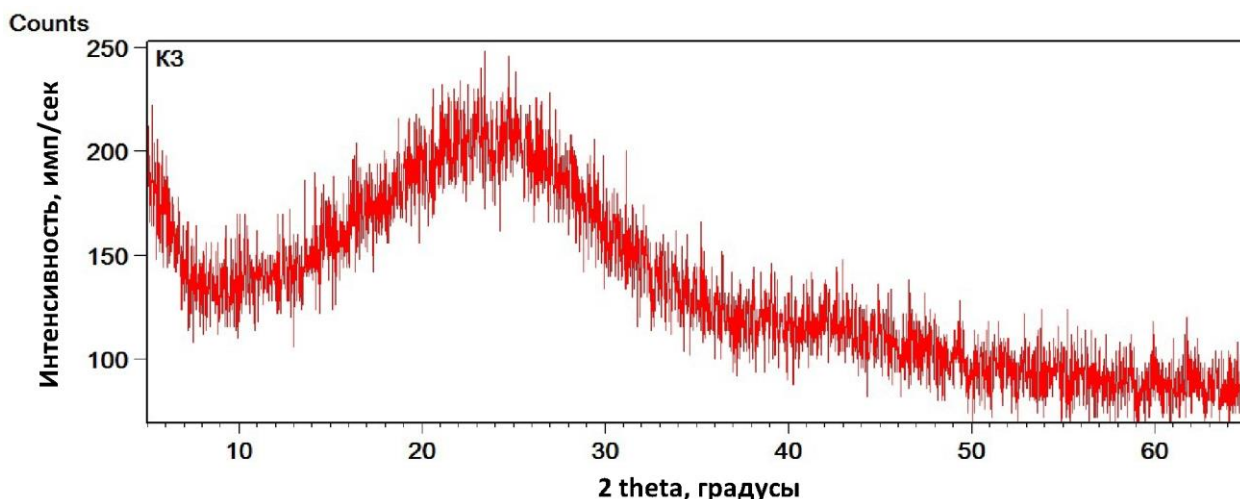


Рисунок 4.17 – Дифрактограмма образца композита «ДентЛайт»
из контрольной группы (3К)

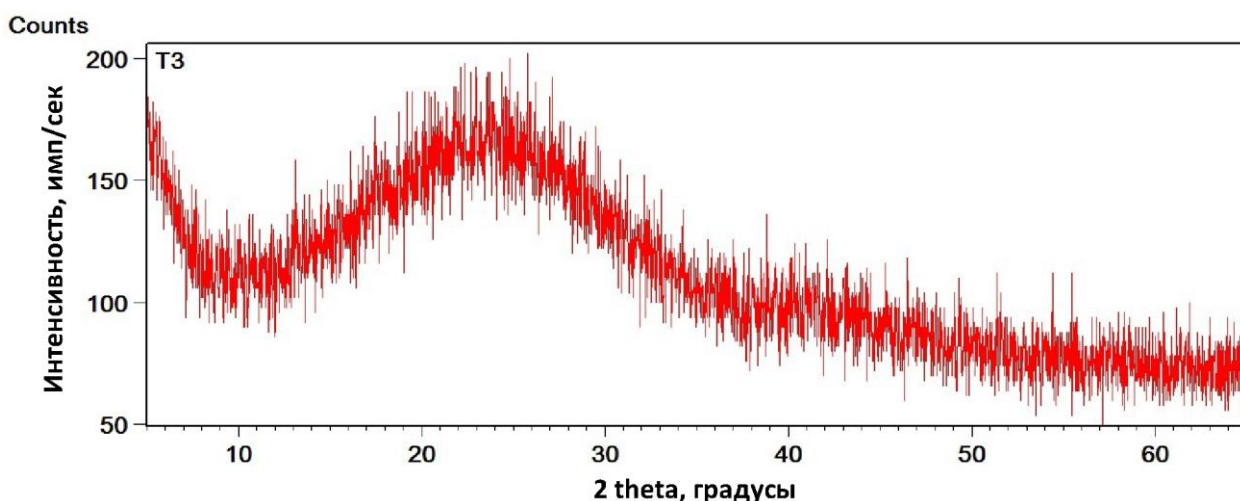


Рисунок 4.18 – Дифрактограмма образца композита «ДентЛайт»
из основной группы (3Т)

На дифрактограммах образцов 1К и 1Т (рисунки 4.13–4.14) видно, что основу этих образцов составляет аморфная фаза, о чем свидетельствует гало в интервале углов по 2Theta 10–30 град. При этом на фоне аморфной фазы удовлетворительно идентифицируются кристаллические фазы SiO_2 и ZrO_2 .

На дифрактограммах образцов 2К и 2Т (рисунки 4.15–4.16) помимо гало в интервале углов 10–30 град визуализируется хороший набор рефлексов характерный для кристаллической фазы YbF_3 , при этом также удовлетворительно идентифицируются кристаллические фазы SiO_2 и ZrO_2 .

На дифрактограммах образцов 3К и 3Т (рисунки 4.17–4.18) отчетливо видна аморфность вещества без проявления рефлексии от входящих в материал веществ. При этом на дифрактограммах видно, что гало у образца Т менее выражено по сравнению с аналогичным образцом К, что говорит о более плотном расположении молекул в массе образца.

Данные элементного и фазового состава удовлетворительно согласуются с литературными данными [136, 137, 138].

С помощью программы «HighScore Plus» по формуле в интервале 2theta 10–65 град. была рассчитана степень кристалличности исследуемых образцов (Crystallinity, %).

$$\text{Crystallinity} = 100 \times \Sigma I_{\text{net.}} / (\Sigma I_{\text{tot.}} - \Sigma I_{\text{const.bgr.}}).$$

где $\Sigma I_{\text{net.}}$ – площадь пиков кристаллических фаз; $\Sigma I_{\text{tot.}}$ – площадь под дифрактограммой; $\Sigma I_{\text{const.bgr.}}$ – площадь фона.

Данные расчета приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Степень кристалличности исследуемых образцов в %

Образцы	Степень кристалличности, %	Относительное изменение К/Т, %
«Estelite Sigma Quick» контр. гр. 1К	0,9	50
«Estelite Sigma Quick» основ. гр. 1Т	1,8	
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» контр. гр. 2К	10,7	22
«Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» основ. гр. 2Т	12,2	
«ДентЛайт» контр. гр. 3К	1,1	42
«ДентЛайт» основ. гр. 3Т	1,9	

Из таблицы 4.9 видно, что степень кристалличности у образцов 1Т и 2Т выше, чем у образцов 1К и 2К соответственно на 50 % и 22 %. У образца 3Т этот показатель выше, чем у образца 3К на 42 %. Увеличение степени кристалличности у образцов с применением термо-вибрационного воздействия с условным обозначением «Т» связано с уплотнением структуры образцов в процессе их обработки термо-вибрационным воздействием. Надо отметить, что высокая степень кристалличности образцов 2К и 2Т по сравнению с другими образцами обусловлена наличием в них кристаллической фазы YbF_3 , что обуславливает высокие прочностные показатели материала «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» вне зависимости от способа подготовки перед полимеризацией.

4.1.6. Результаты проведения растровой электронной микроскопии

Для максимальной объективизации полученных данных исследования краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба нами была использована растровая электронная микроскопия сверхвысокого разрешения. С этой целью на удаленных по ортодонтическим показаниям молярах с интактной коронкой (без кариозных и иных поражений) (40 штук) провели препарирование жевательной поверхности с формированием полости по I классу Блэка глубиной 4 мм и шириной 3–4 мм в мезио-дистальном направлении.

Далее зубы случайным образом были разделены на 2 равные группы: контрольную ($n = 20$), где пломбирование зубов проводилось классическим методом с применением композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» «комнатной температуры», и основную ($n = 20$), где пломбирование зубов проводилось с помощью разработанного способа пломбирования зубов композитным материалом с применением термо-вибрационного воздействия (патент РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г.) с использованием композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative».

Полученные образцы зубов были исследованы с помощью растрового электронного микроскопа в области соединения композитного материала с боковыми стенками и дном сформированной полости зуба под 100 кратным увеличением (рисунки 4.19, 4.20, 4.23, 4.24). Так же эти зоны были исследованы под 1500 кратном увеличением (рисунки 4.21, 4.22, 4.25, 4.26)

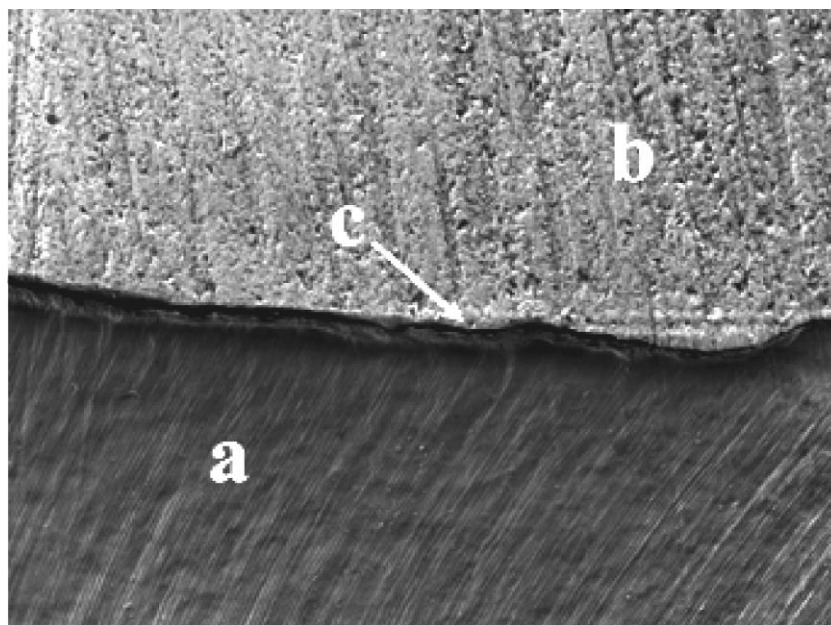


Рисунок 4.19 – Микрофотография дна реставрации образца из контрольной группы: а – композит; b – стенка зуба; c – щель (РЭМ, режим LEI, ув. 100х)

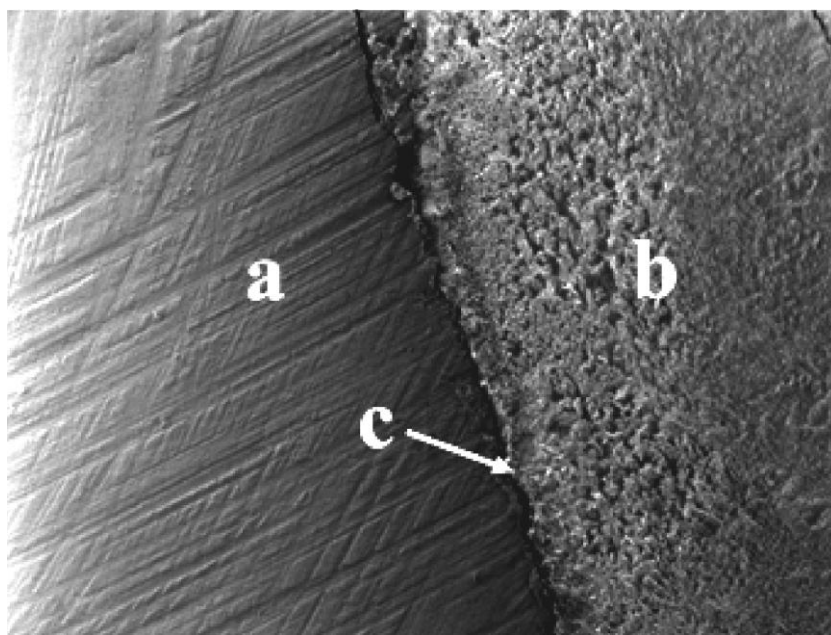


Рисунок 4.20 – Микрофотография боковой стенки реставрации образца из контрольной группы: а – композит; b – стенка зуба; c – щель (РЭМ, режим LEI, ув. 100х)

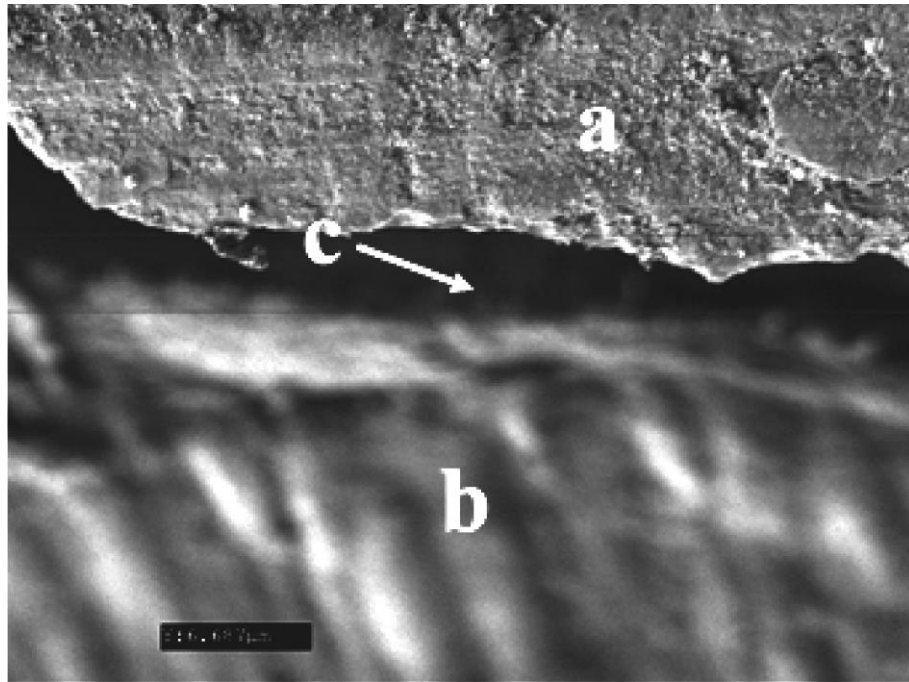


Рисунок 4.21 – Микрофотография дна реставрации образца из контрольной группы:
 а – композит; б – стенка зуба; с – пространственный промежуток 6,687 мкм
 (РЭМ, режим LEI, ув. 1500х)

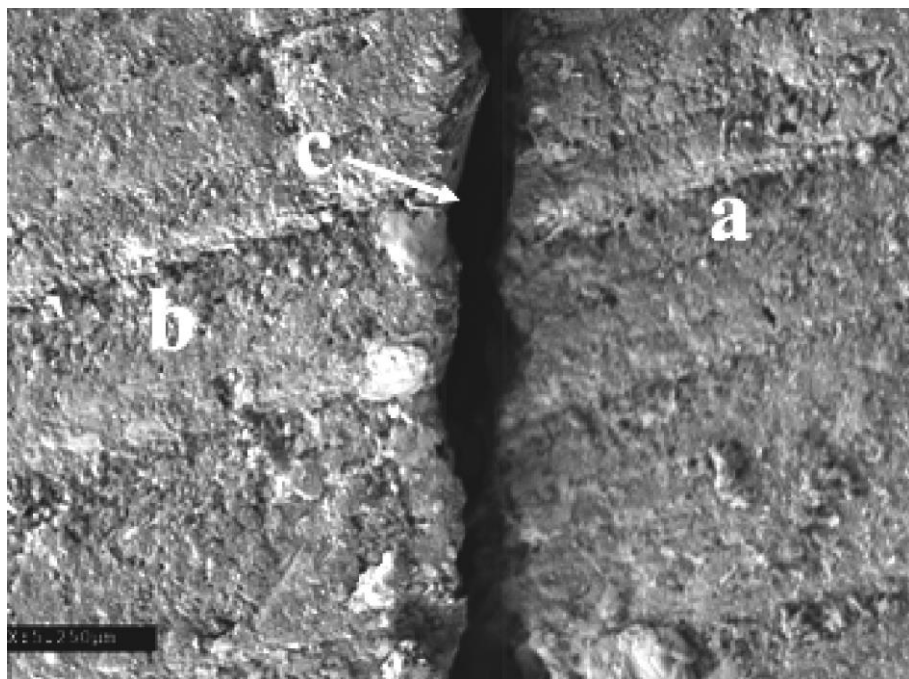


Рисунок 4.22 – Микрофотография боковой стенки реставрации образца из контрольной группы: а – композит; б – стенка зуба; с – пространственный промежуток 5,250 мкм
 (РЭМ, режим LEI, ув. 1500х)

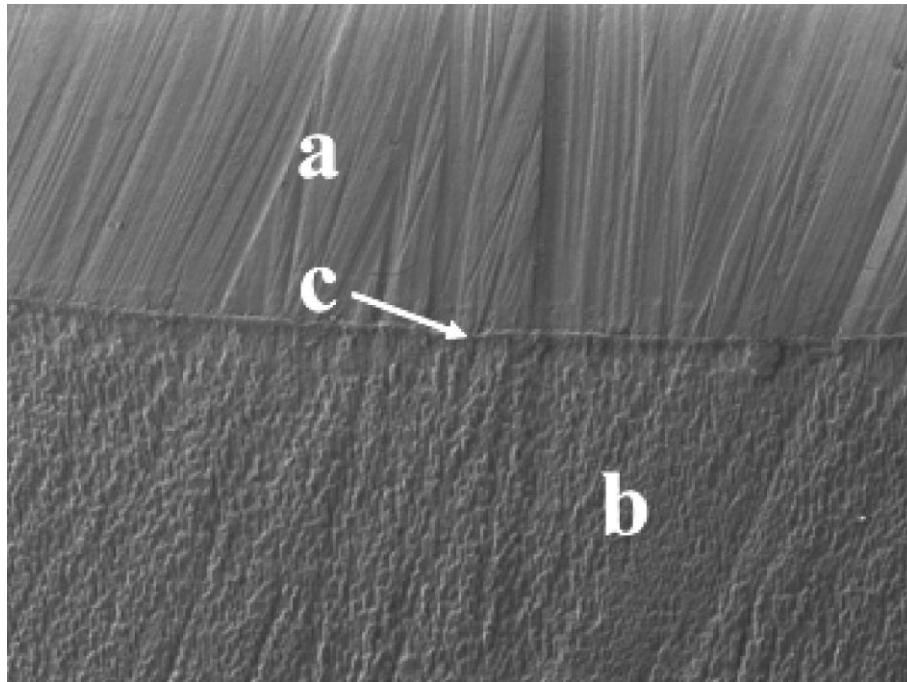


Рисунок 4.23 – Микрофотография дна реставрации образца из основной группы: а – композит; b – стенка зуба; c – плотное краевое прилегание (РЭМ, режим LEI, ув. 100х)

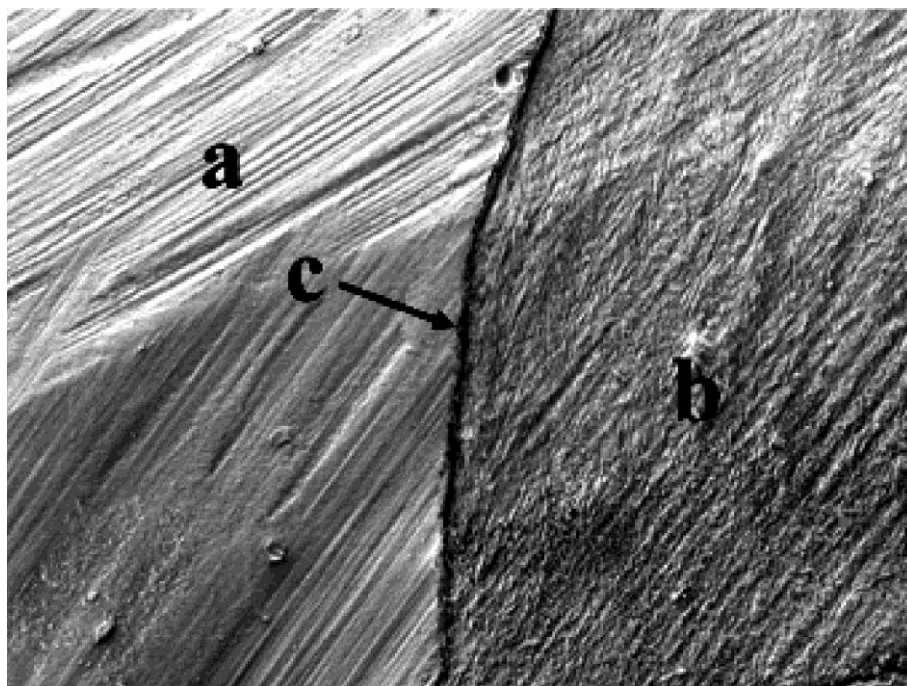


Рисунок 4.24 – Микрофотография боковой стенки реставрации образца из основной группы: а – композит; b – стенка зуба; c – плотное краевое прилегание (РЭМ, режим LEI, ув. 100х)

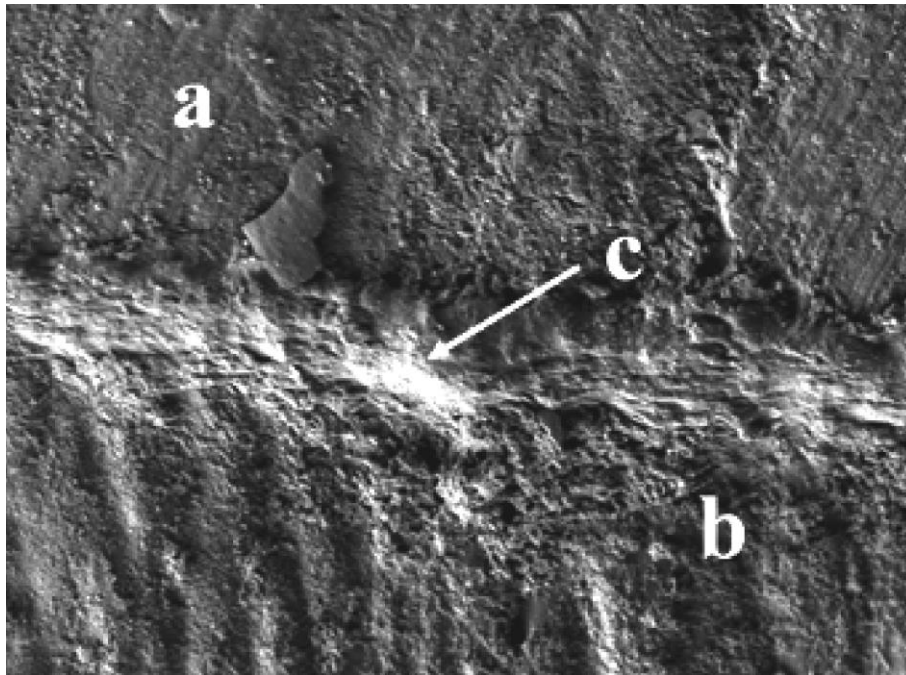


Рисунок 4.25 – Микрофотография дна реставрации образца из основной группы:
а – композит; b – стенка зуба; с – зона соединения (отсутствие щели)
(РЭМ, режим LEI, ув. 1500х)

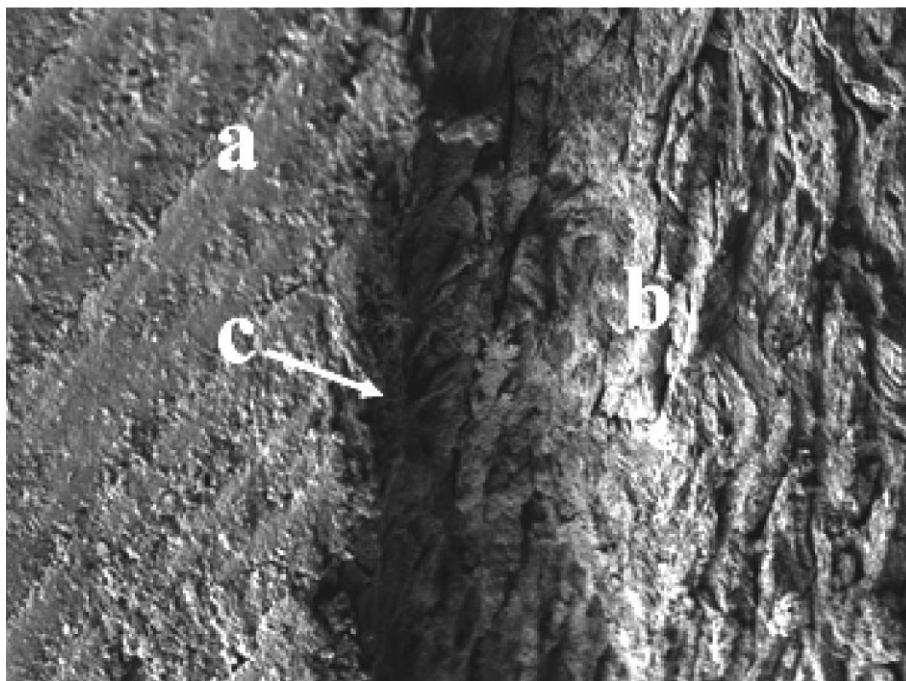


Рисунок 4.26 – Микрофотография боковой стенки реставрации образца из основной группы: а – композит; b – стенка зуба; с – зона соединения (отсутствие щели)
(РЭМ, режим LEI, ув. 1500х)

Микрофотографии растрового электронного микроскопа наглядно иллюстрируют возможность получения реставраций с отсутствием зазора в зоне соединения композита со стенками зуба в случае применения термо-вибрационного воздействия.

Оценка каждого образца проводилась с применением баллов как параметрических показателей (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Оценочные баллы эффективности пломбирования сформированной полости зуба I класса по Блэку

Оценка в баллах	Критерии оценки краевого прилегания (наличие/размер щели), мкм
0	отсутствие щели пространственный промежуток от 0 до 2 мкм
1	пространственный промежуток от 2 до 4 мкм
2	пространственный промежуток от 4 до 6 мкм
3	пространственный промежуток от 6 до 8 мкм
4	пространственный промежуток ≥ 8 мкм

Исходя из данных критериев (таблица 4.10), наилучшими результаты будут считаться в той группе эксперимента, в которой будет минимальное среднее количество баллов. При этом оценка образцу при каждом наблюдении будет выставляться по максимальному баллу.

По результатам лабораторно-экспериментального исследования в основной группе среднее значение баллов на один зуб составило 0,5 баллов/зуб. В контрольной группе среднее значение баллов на один зуб составило 2,05 баллов/зуб, что статистически достоверно значительно превышает (в четыре раза) аналогичный показатель в основной группе ($p < 0,001$) (таблица 4.11).

Сравнение долей зубов с определенным количеством баллов, фиксируемых в сравниваемых группах, показало, что в основной группе преобладали зубы с количеством баллов «0» (80 %), а в контрольной группе доля таких зубов была равна 15 %; различия статистически значимы ($p < 0,001$) (таблица 4.11).

Таблица 4.11 – Распределение оценок в группах с различными методами пломбирования зубов

Баллы	Количество зубов и их доля				Уровень достоверности различий (критерий χ^2)
	Контрольная группа (n = 20)		Основная группа (n = 20)		
	Абс.	Отн. (%)	Абс.	Отн. (%)	
0	3	15	16	80	< 0,001*
1	4	20	2	10	0,376
2	6	30	0	0	0,008*
3	3	15	0	0	0,07
4	4	20	2	10	0,376
Среднее	2,05	100	0,50	100	< 0,001*

где * – статистически значимое различие.

В контрольной группе преобладала доля зубов с количеством баллов «2» ($p = 0,008$). Сравнение долей зубов с другими количествами баллов «1», «3», «4» не выявило статистической значимости различий ($p > 0,05$) (таблица 4.11).

Полученные данные доказывают эффективность метода пломбирования зубов с применением термо-вибрационного воздействия на композит перед его полимеризацией за счет более плотного прилегания композитного пломбировочного материала к стенкам зуба, а следовательно, снижения рисков осложнений после лечения, таких как постпломбировочные боли, пигментация границы реставрации, образование рецидивирующего кариеса.

4.2. Результаты клинических исследований

В соответствии с поставленной целью и задачами было проведено клиническое исследование в процессе лечения пациентов с диагнозом K02.1 кариеса дентина. При этом первичное обнаружение кариеса было в 113 случаях (38,96 %), рецидивирующий кариес в области уже имеющихся пломб был в 177 случаях (61,03 %).

В таблице 4.12 представлены условные обозначения подгрупп контрольной и основной групп в зависимости от вида используемого композитного материала и контрольной точки исследования.

Таблица 4.12 – Условные обозначения групп и подгрупп пациентов

Контрольная точка	Контрольная группа				Основная группа			
Композит	группа	F	E	D	группа	F	E	D
Начало лечения	1.1	F 1.1	E 1.1	D 1.1	2.1	F 2.1	E 2.1	D 2.1
6 месяцев	1.2	F 1.2	E 1.2	D 1.2	2.2	F 2.2	E 2.2	D 2.2
12 месяцев	1.3	F 1.3	E 1.3	D 1.3	2.3	F 2.3	E 2.3	D 2.3
18 месяцев	1.4	F 1.4	E 1.4	D 1.4	2.4	F 2.4	E 2.4	D 2.4
24 месяца	1.5	F 1.5	E 1.5	D 1.5	2.5	F 2.5	E 2.5	D 2.5

Примечание: F – «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»; E – «Estelite Sigma Quick»; D – «ДентЛайт».

Гендерно-возрастная характеристика пациентов

В ходе анкетирования участников исследования были отобраны пациенты, чьи параметры и клиническое состояние соответствовало критериям научно-исследовательской работы. В отбор вошли 180 пациентов, в том числе 77 мужчин (42,78 %) и 103 женщины (57,22 %) в возрасте от 18 до 45 лет (таблица 4.13) с отсутствием общесоматических заболеваний в декомпенсированной форме или в стадии обострения с поставленным диагнозом кариес дентина K02.1 на жевательной группе зубов I класс по Блэку. Всем пациентам было показано лечение кариеса зубов путем прямой реставрации кариеса дентина.

Далее эти пациенты случайным образом были разделены на 2 группы: контрольную и основную группу.

В контрольной группе лечение проходило по классическому методу, в ходе которой реставрация проводилась с использованием композитов «комнатной температуры» методом послойного нанесения композита «ёлочкой» с последующей полимеризацией каждого слоя.

Таблица 4.13 – Гендерно-возрастная характеристика пациентов

Группа	Контрольная группа				Основная группа			
N	90				90			
Возраст, лет	31,9 ± 5,4				32,6 ± 5,9			
T-test	t-value = -0,706; p = 0,480							
Пол	Муж.		Жен.		Муж.		Жен.	
	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
	38	42,2	52	57,8	39	43,3	51	56,7
χ^2	$\chi^2 = 3,769$, p = 0,053							
Возраст, лет	32,9 ± 5,5		31,3 ± 5,2		32,7 ± 5,7		32,5 ± 6,3	
one-way ANOVA	F = 0,758; p = 0,519							

В основной группе лечение проходило с использованием техники предварительного нагрева композита в печи для разогрева композитов «Ена Heat» фирмы «Micerium», (Италия) с выставленным режимом 55 °С с временем адаптации каждой порции композита перед полимеризацией не более 7 секунд для минимальных температурных потерь в процессе работы с непотерянным композитом.

При анализе многопольных таблиц сопряженности, статистически значимых межгрупповых различий по признаку пола среди пациентов контрольной и основной групп не выявлено (таблица 4.13). Статистически значимых межгрупповых различий по возрасту пациентов, включенных в исследование, в том числе с учетом признака пола, также не выявлено (таблица 4.13).

За период исследования суммарно выбыло 15 пациентов, что составило 8,3 % от общего количества (180 пациентов). При этом 7 человек (7,8 %) выбыло из контрольной группы (90 пациентов) и 8 (8,9 %) из основной группы (90 пациентов). Согласно результатам точного теста Фишера, статистически значимых межгрупповых различий по числу выбывших пациентов не выявлено (p = 0,999).

При анализе многопольных таблиц сопряженности, составленных с учетом вида используемого композитного материала, статистически значимых внутри- и межгрупповых различий по признаку пола среди пациентов исследуемых групп не выявлено (таблица 4.14).

Таблица 4.14 – Гендерно-возрастная характеристика пациентов в зависимости от вида применяемого композитного материала

Группа	Контрольная группа						Основная группа					
Подгруппа	Filtek Bulk Fill Posterior Restorative		Estelite Sigma Quick		ДентЛайт		Filtek Bulk Fill Posterior Restorative		Estelite Sigma Quick		ДентЛайт	
Пол	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж
	13	17	13	17	12	18	14	16	12	18	13	17
χ^2	$\chi^2 = 0,091, p = 0,956$						$\chi^2 = 0,271, p = 0,874$					
χ^2	$\chi^2 = 0,386, p > 0,05$											
Возраст, лет	34,0 ± 6,3	31,4 ± 5,5	32,3 ± 5,0	31,8 ± 5,1	32,3 ± 5,3	30,9 ± 5,3	31,7 ± 6,1	33,1 ± 7,1	34,0 ± 4,6	32,9 ± 6,3	32,6 ± 6,2	31,6 ± 5,7
ANOVA	F = 0,428; p = 0,942											

Статистически значимых внутри- и межгрупповых различий по возрасту пациентов, включенных в исследование по выделенным в зависимости от вида используемого композитного материала подгруппам, в том числе с учетом признака пола, также выявлено не было (таблица 4.14).

Таким образом, можно сделать обоснованное заключение о сопоставимости исследуемых групп и подгрупп по признакам возраста и пола.

Характеристика пациентов по индексу КПУ

Перед проведением лечения пациентам проводили оценку индекса интенсивности кариеса (индекс КПУ). В исследование включали пациентов с индексом КПУ не выше 12,7, что соответствует очень низким, низким и средним значениям КПУ, средние значения показателя по подгруппам находились в диапазоне от 5,38 ± 3,00 до 6,24 ± 3,14 баллов (таблица 4.15).

Таблица 4.15 – Индекс КПУ пациентов контрольной и основной групп перед началом лечения в зависимости от вида применяемого композита, балл

Группа	Контрольная группа			Основная группа		
N	90			90		
КПУ	5,68 ± 2,78			5,99 ± 2,79		
T-test	t-value = −0,738; p = 0,461					
Подгруппа	Filtek Bulk Fill Posterior Restorative	Estelite Sigma Quick	ДентЛайт	Filtek Bulk Fill Posterior Restorative	Estelite Sigma Quick	ДентЛайт
N	30	30	30	30	30	30
КПУ	6,14 ± 2,09	5,38 ± 3,00	5,52 ± 3,17	6,01 ± 2,46	6,24 ± 3,14	5,72 ± 2,81
ANOVA	F = 0,3855; p = 0,8583					

При анализе распределения пациентов в зависимости от индекса КПУ по группам (контрольная и основная) и выделенным с учетом применяемого композитного материала подгруппам статистически значимых различий не выявлено (таблицы 4.12; 4.15; рисунок 4.27).

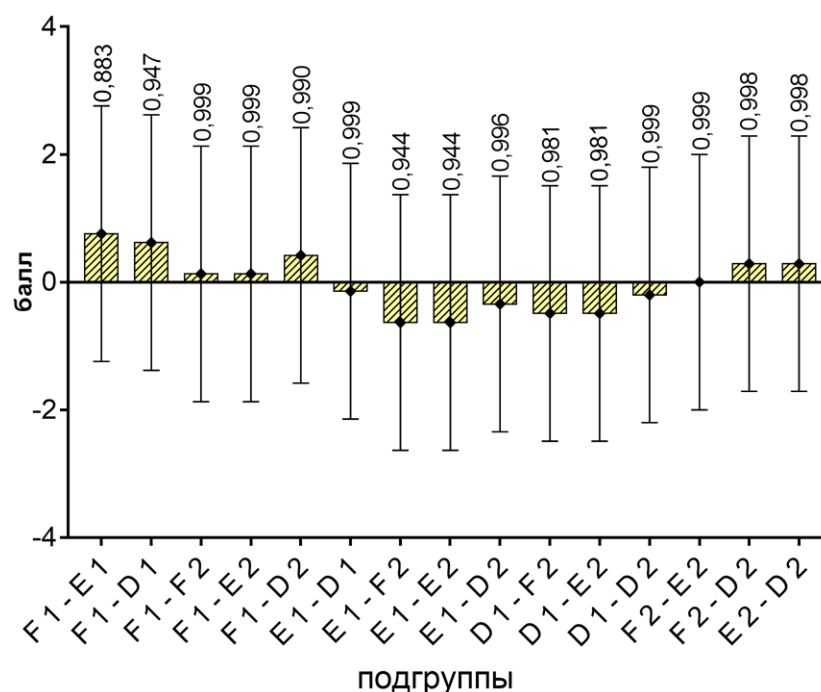


Рисунок 4.27 – Отсутствие статистически значимых различий по индексу КПУ между подгруппами пациентов перед началом лечения (разница средних, ±95 % ДИ, one-way ANOVA, post-hoc тест Тьюки)

При проведении линейного регрессионного анализа для оценки зависимости индекса КПУ от распределения пациентов по группам (контрольная и основная) статистически значимых различий не выявлено. В пользу чего свидетельствуют крайне низкие значения углового коэффициента линейной регрессии ($\beta = 0,055$), коэффициента детерминации ($r^2 = 0,0030$), а также величина критического уровня значимости ($p = 0,461$), указывающая в пользу нулевой гипотезы о равенстве углового коэффициента линейной регрессии нулю.

Таким образом, можно сделать обоснованное заключение о сопоставимости пациентов исследуемых групп и подгрупп по индексу КПУ, а также об отсутствии взаимосвязи данного показателя с выбранным методом лечения и применяемым композитным материалом.

Характеристика пациентов по индексу гигиены

По каждой из контрольных точек исследования (начало лечения, 6, 12, 18 и 24 месяца после лечения) у пациентов контрольной и основной групп проводили мониторинг индекса гигиены (ИГ). За период исследования средние значения ИГ варьировали в диапазоне по группам от $1,82 \pm 0,41$ до $2,21 \pm 0,65$ баллов и по подгруппам от $1,72 \pm 0,34$ до $2,22 \pm 0,54$ баллов (таблица 4.16).

При сравнении контрольной и основной групп с использованием двустороннего Т-теста статистически значимых межгрупповых различий в значении ИГ по контрольным точкам не выявлено ($p > 0,05$). При сравнении подгрупп пациентов, выделенных с учетом используемых композитных материалов («Filtek Bulk Fill Posterior Restorative», «Estelite Sigma Quick», «ДентЛайт») статистически значимых различий в значении ИГ по контрольным точкам также не показано (one-way ANOVA, $p > 0,05$) (таблица 4.16).

При анализе динамики ИГ по контрольным точкам по отношению к его значению на момент начала лечения в контрольной группе выявлено статистически значимое снижение показателя на 16,3 % (one-way ANOVA, $p = 0,0001$, post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0001$) и по основной группе на 14,9 % (one-way ANOVA, $p = 0,0003$, post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0004$) (таблицы 4.12; 4.16; рисунок 4.28).

Таблица 4.16 – Индекс гигиены пациентов в динамике по контрольным точкам исследования (начало лечения, 6, 12, 18 и 24 месяца после лечения), балл

Контрольная точка	Статистические показатели	Контрольная группа			Основная группа		
		Filtek Bulk Fill Posterior Restorative	Estelite Sigma Quick	ДентЛайт	Filtek Bulk Fill Posterior Restorative	Estelite Sigma Quick	ДентЛайт
Исходная	M ± SD	2,21 ± 0,65			2,14 ± 0,61		
	T-test	t-value = 0,721; p = 0,472					
	N	30	30	30	30	30	30
	M ± SD	2,22 ± 0,75	2,19 ± 0,51	2,21 ± 0,68	2,22 ± 0,54	2,18 ± 0,67	2,01 ± 0,61
	ANOVA	F = 0,491; p = 0,783					
6 месяцев	M ± SD	1,86 ± 0,43			1,91 ± 0,51		
	T-test	t-value = -0,776; p = 0,438					
	N	30	30	29	30	29	30
	M ± SD	1,79 ± 0,43	1,82 ± 0,44	1,97 ± 0,41	1,81 ± 0,47	2,05 ± 0,50	1,87 ± 0,53
	ANOVA	F = 1,607; p = 0,161					
12 месяцев	M ± SD	1,91 ± 0,41			1,85 ± 0,45		
	T-test	t-value = 1,052; p = 0,294					
	N	29	29	29	29	29	29
	M ± SD	1,88 ± 0,38	1,94 ± 0,42	1,91 ± 0,45	1,89 ± 0,41	1,90 ± 0,46	1,74 ± 0,48
	ANOVA	F = 0,753; p = 0,585					
18 месяцев	M ± SD	2,17 ± 0,59			2,02 ± 0,63		
	T-test	t-value = 1,711; p = 0,089					
	N	28	28	28	28	28	28
	M ± SD	2,14 ± 0,65	2,18 ± 0,62	2,21 ± 0,52	2,13 ± 0,84	1,94 ± 0,47	1,99 ± 0,51
	ANOVA	F = 0,871; p = 0,502					
24 месяца	M ± SD	1,85 ± 0,40			1,82 ± 0,41		
	T-test	t-value = -0,391; p = 0,696					
	N	27	28	28	27	28	27
	M ± SD	1,87 ± 0,44	1,80 ± 0,43	1,88 ± 0,33	1,84 ± 0,42	1,91 ± 0,45	1,72 ± 0,34
	ANOVA	F = 0,780; p = 0,565					
За весь период		ANOVA по контрольной группе			ANOVA по основной группе		
		F = 10,39; p = 0,0001			F = 5,391; p = 0,0003		
За весь период		Filtek Bulk Fill Posterior Restorative	Estelite Sigma Quick	ДентЛайт	Filtek Bulk Fill Posterior Restorative	Estelite Sigma Quick	ДентЛайт
		F = 3,904; p = 0,0049	F = 4,349; p = 0,0024	F = 3,088; p = 0,0180	F = 3,208; p = 0,0149	F = 1,545; p = 0,1926	F = 2,293; p = 0,0625

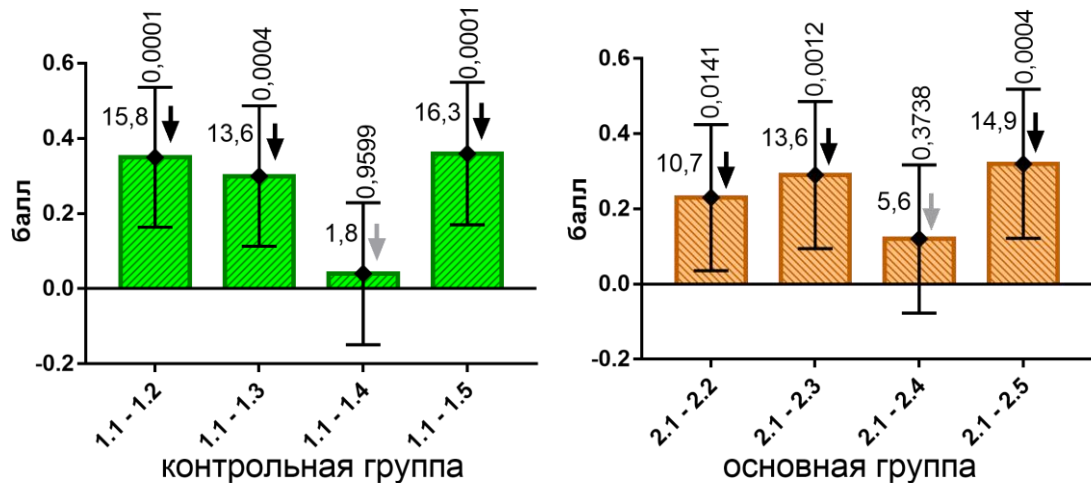


Рисунок 4.28 – Внутригрупповые различия оценки индекса гигиены пациентов контрольной и основной групп в контрольные точки по отношению к началу лечения (разница средних, $\pm 95\%$ ДИ, one-way ANOVA, post-hoc тест Даннета)

При анализе внутригрупповой динамики ИГ по контрольным точкам по отношению к значению показателя на момент начала лечения, по подгруппам композитов контрольной группы выявлено статистически значимое снижение показателя: «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 15,8 % (one-way ANOVA, $p = 0,0049$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0150$), «Estelite Sigma Quick» на 17,8 % (one-way ANOVA, $p = 0,0024$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0104$) и «ДентЛайт» на 14,9 % (one-way ANOVA, $p = 0,0180$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0420$) (таблица 4.16).

При анализе внутригрупповой динамики ИГ по контрольным точкам в отношении к значению показателя на момент начала лечения, по подгруппам композитов основной группы также выявлено статистически значимое снижение показателя по «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 17,1 % (one-way ANOVA, $p = 0,0149$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0388$). По остальным подгруппам выявлена лишь тенденция к снижению ИГ, которая не имела статистической значимости: «Estelite Sigma Quick» на 12,4 % (one-way ANOVA, $p = 0,1926$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,1536$) и «ДентЛайт» на 14,4 % (one-way ANOVA, $p = 0,0625$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,1032$) (таблица 4.16).

В ходе линейного регрессионного анализа для оценки зависимости ИГ от применяемого в группах метода лечения по контрольным точкам исследования статистически значимых различий не выявлено. В пользу чего свидетельствуют крайне низкие значения углового коэффициента линейной регрессии (β) и коэффициента детерминации (r^2), а также дополнительно значение критического уровня значимости ($p \geq 0,05$), указывающее в пользу нулевой гипотезы о равенстве углового коэффициента нулю (таблица 4.17).

Таблица 4.17 – Линейный регрессионный анализ зависимости индекса гигиены пациентов от применяемого метода лечения в динамике по контрольным точкам исследования (начало лечения, 6, 12, 18 и 24 месяца после лечения)

Контрольная точка	β	r^2	SE	p
Начало лечения	–0,05	0,0029	0,635	#0,472
6 месяцев	0,058	0,0034	0,473	#0,438
12 месяцев	–0,08	0,0062	0,103	#0,294
18 месяцев	–0,16	0,0250	0,625	*0,034
24 месяца	–0,03	0,0008	0,409	#0,696

Примечание: * – при $p < 0,05$ отклоняли нулевую гипотезу о равенстве углового коэффициента линейной регрессии нулю; # – при $p > 0,05$ – ее принимали.

Таким образом, можно сделать обоснованное заключение о сопоставимости пациентов исследуемых групп по ИГ и об отсутствии взаимосвязи данного показателя с выбранным методом лечения и видом используемого композитного материала по контрольным точкам исследования. При этом следует отметить статистически значимую тенденцию к умеренному снижению индекса гигиены в ходе наблюдения как по контрольной группе на 16,3 % (one-way ANOVA, $p = 0,0001$), так и по основной группе на 14,9 % (one-way ANOVA, $p = 0,0003$).

Исходя из этих данных, мы можем сделать заключение о том, что исследование проводилось среди пациентов с абсолютно разным уровнем гигиены, что говорит о широком спектре возможного применения разработанного алгоритма пломбирования зубов предварительно нагретым

композитом в специализированной печи для разогрева композита с ограничением по времени работы с композитом с момента извлечения его из печи до этапа полимеризации не более 7 секунд.

Характеристика результатов лечения по модифицированному критерию Ryge в зависимости от применяемого метода и композитного материала

По контрольным точкам исследования (начало лечения, 6, 12, 18 и 24 месяца после лечения) у пациентов контрольной и основной групп проводили мониторинг качества лечения с использованием модифицированных критериев Ryge (таблица 4.18).

Таблица 4.18 – Качество лечения пациентов по модифицированному критерию Ryge в динамике по контрольным точкам исследования, балл

Контрольная точка		Контрольная группа			Основная группа		
Композит		Filtek Bulk Fill Posterior Restorative	Estelite Sigma Quick	ДентЛайт	Filtek Bulk Fill Posterior Restorative	Estelite Sigma Quick	ДентЛайт
1		2	3	4	5	6	7
исходная	M ± SD	3,63 ± 0,35			3,70 ± 0,31		
	Сидак	p = 0,906					
	N	30	30	30	30	30	30
	M ± SD	3,69 ± 0,33	3,67 ± 0,33	3,54 ± 0,37	3,76 ± 0,32	3,67 ± 0,31	3,67 ± 0,31
	ANOVA	F = 1,297; p = 0,267					
6 месяцев	M ± SD	3,26 ± 0,46			3,65 ± 0,39		
	Сидак	p = 0,0001					
	N	30	30	29	30	29	30
	M ± SD	3,32 ± 0,37	3,24 ± 0,58	3,21 ± 0,41	3,72 ± 0,30	3,57 ± 0,55	3,63 ± 0,27
	ANOVA	F = 7,7; p = 0,0001					
12 месяцев	M ± SD	3,16 ± 0,62			3,64 ± 0,59		
	Сидак	p = 0,0001					
	N	29	29	29	29	29	29
	M ± SD	3,21 ± 0,57	3,17 ± 0,54	3,11 ± 0,74	3,71 ± 0,58	3,61 ± 0,59	3,64 ± 0,61
	ANOVA	F = 5,881; p = 0,0001					

Окончание таблицы 4.18

1		2	3	4	5	6	7
18 месяцев	M ± SD	2,94 ± 0,73			3,62 ± 0,48		
	Сидак	p = 0,0001					
	N	28	28	28	28	28	28
	M ± SD	3,08 ± 0,75	2,94 ± 0,68	2,79 ± 0,76	3,73 ± 0,46	3,54 ± 0,50	3,58 ± 0,48
	ANOVA	F = 11,69; p = 0,0001					
24месяца	M ± SD	2,90 ± 0,64			3,49 ± 0,46		
	Сидак	p = 0,0001					
	N	27	28	28	27	28	27
	M ± SD	3,16 ± 0,59	2,91 ± 0,69	2,62 ± 0,53	3,67 ± 0,40	3,37 ± 0,37	3,42 ± 0,55
	ANOVA	F = 14,89; p = 0,0001					
За весь период наблюдения		ANOVA по контрольной группе			ANOVA по основной группе		
		F = 23,07; p = 0,0001			F = 2,650; p = 0,0328		
За весь период наблюдения		Filtek Bulk Fill Posterior Restorative	Estelite Sigma Quick	ДентЛайт	Filtek Bulk Fill Posterior Restorative	Estelite Sigma Quick	ДентЛайт
		F = 5,554; p = 0,0003	F = 8,071; p = 0,0001	F = 11,17; p = 0,0001	F = 0,181; p = 0,9480	F = 1,576; p = 0,1837	F = 1,354; p = 0,2529

За период исследования средние значения показателя Ryge варьировали в диапазоне по группам от $2,90 \pm 0,64$ до $3,70 \pm 0,31$ баллов и по подгруппам от $2,62 \pm 0,53$ до $3,76 \pm 0,32$ баллов (таблица 4.18).

При сравнении контрольной и основной групп выявлены статистически значимые различия в значении показателя Ryge по контрольным точкам исследования (one-way ANOVA, $F = 31,37$, $p = 0,0001$). По результатам попарных апостериорных сравнений по контрольным точкам с использованием post-hoc теста Сидак в основной группе модифицированная балльная оценка Ryge была статистически значимо выше по сравнению с контрольной: на 11,3 % ($p_{2к-о} = 0,0001$), 14,1 % ($p_{3к-о} = 0,0001$), 20,7 % ($p_{4к-о} = 0,0001$) и 18,5 % ($p_{5к-о} = 0,0001$). При этом по 1-ой контрольной точке (начало лечения) статистически значимых различий не выявлено ($p_{1к-о} = 0,9006$) (таблицы 4.12; 4.18; рисунок 4.29).

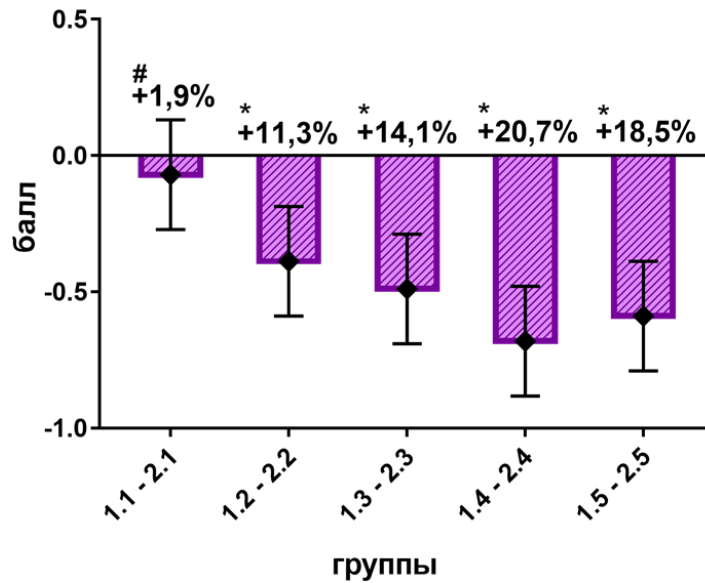


Рисунок 4.29 – Межгрупповые различия оценки Ryge у пациентов контрольной и основной групп по контрольным точкам исследования (разница средних, $\pm 95\%$ ДИ, one-way ANOVA, post-hoc тест Сидак); * – при $p < 0,05$ отклоняли нулевую гипотезу об отсутствии статистически значимых различий; # – при $p > 0,05$ – ее принимали

При сравнении между группами по подгруппам («Filtek Bulk Fill Posterior Restorative», «Estelite Sigma Quick», «ДентЛайт»), выявлены статистически значимые различия в значении показателя Ryge по контрольным точкам (one-way ANOVA, $p < 0,05$) (рисунки 4.44–4.47) за исключением 1-ой (начало лечения) (one-way ANOVA, $p = 0,267$) (таблицы 4.12; 4.18; рисунок 4.30).

При сравнении между подгруппами по 2-ой контрольной точке показано, что в основной группе оценка по модифицированному критерию Ryge статистически значимо выше (one-way ANOVA, $p = 0,0001$) в сравнении с контрольной группой: «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 11,4 % (post-hoc тест Сидак, $p = 0,0013$), «Estelite Sigma Quick» на 9,7 % (post-hoc тест Сидак, $p = 0,0103$), «ДентЛайт» на 12,3 % (post-hoc тест Сидак, $p = 0,0006$) (таблицы 4.12; 4.18; рисунок 4.31).

При сравнении между подгруппами по 3-ей контрольной точке показано, что в основной группе оценка по модифицированному критерию Ryge статистически значимо выше (one-way ANOVA, $p = 0,0001$) в сравнении с контрольной группой: «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 14,5 % (post-

нос тест Сидак, $p = 0,0058$), «Estelite Sigma Quick» на 13,0 % (post-hoc тест Сидак, $p = 0,0190$) и «ДентЛайт» на 12,3 % (post-hoc тест Сидак, $p = 0,0029$) (таблицы 4.12; 4.18; рисунок 4.32).

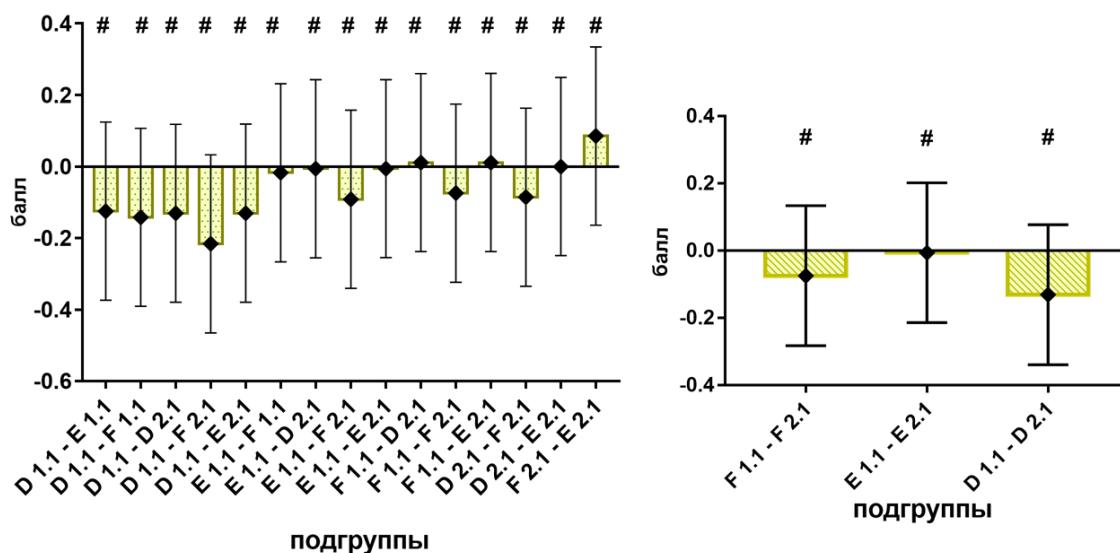


Рисунок 4.30 – Межгрупповые различия оценки Ryge у пациентов контрольной и основной групп по 1-ой контрольной точке исследования с учетом используемого композитного материала (разница средних, $\pm 95\%$ ДИ, one-way ANOVA, слева – post-hoc тест Тьюки, справа – post-hoc тест Сидак); # – при $p > 0,05$ принимали нулевую гипотезу об отсутствии статистически значимых различий

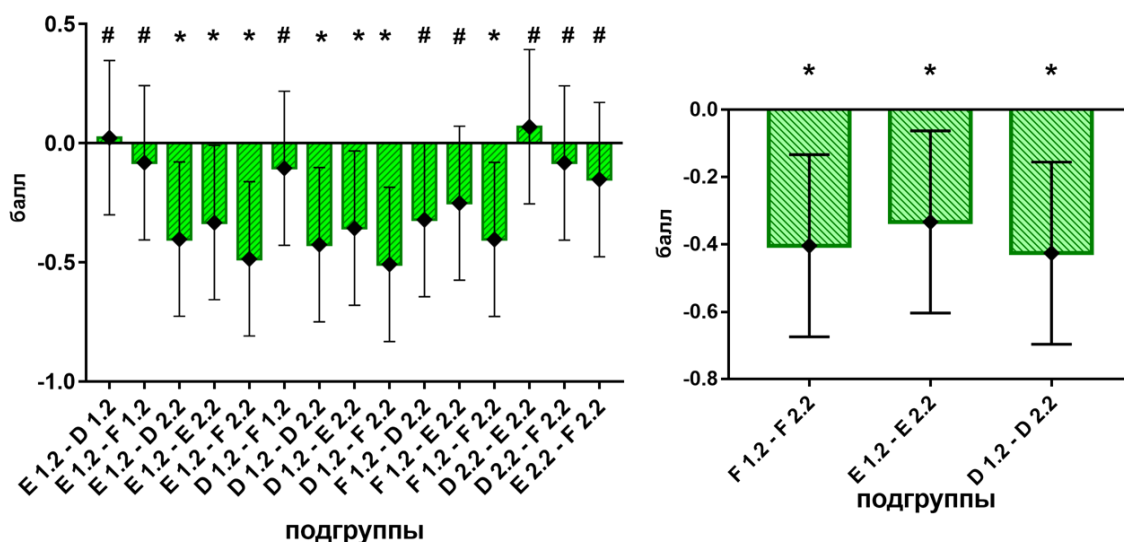


Рисунок 4.31 – Межгрупповые различия оценки Ryge у пациентов контрольной и основной групп по 2-ой контрольной точке исследования с учетом используемого композитного материала (разница средних, $\pm 95\%$ ДИ, one-way ANOVA, слева – post-hoc тест Тьюки, справа – post-hoc тест Сидак); # – при $p > 0,05$ принимали нулевую гипотезу об отсутствии статистически значимых различий; * – при $p < 0,05$ ее отклоняли

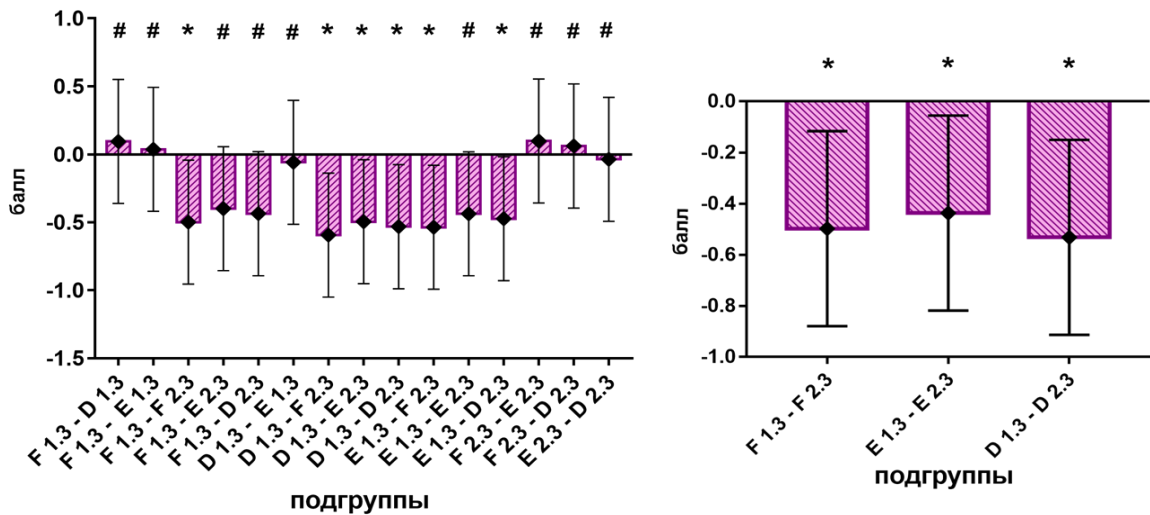


Рисунок 4.32 – Межгрупповые различия оценки Ryge у пациентов контрольной и основной групп по 3-ей контрольной точке исследования с учетом используемого композитного материала (разница средних, $\pm 95\%$ ДИ, one-way ANOVA, слева – post-hoc тест Тьюки, справа – post-hoc тест Сидак); # – при $p > 0,05$ принимали нулевую гипотезу об отсутствии статистически значимых различий; * – при $p < 0,05$ ее отклоняли

При сравнении между подгруппами по 4-ой контрольной точке показано, что в основной группе оценка по модифицированным критериям Ryge статистически значимо выше (one-way ANOVA, $p = 0,0001$) в сравнении с контрольной группой: «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 19,1 % (post-hoc тест Сидак, $p = 0,0002$), «Estelite Sigma Quick» на 18,5 % (post-hoc тест Сидак, $p = 0,0007$) и «ДентЛайт» на 24,8 % (post-hoc тест Сидак, $p = 0,0001$) (таблицы 4.12; 4.18; рисунок 4.33).

При сравнении между подгруппами по 5-ой контрольной точке показано, что в основной группе оценка по модифицированному критерию Ryge статистически значимо выше (one-way ANOVA, $p = 0,0001$) в сравнении с контрольной группой: «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 14,9 % (post-hoc тест Сидак, $p = 0,0011$), «Estelite Sigma Quick» на 14,6 % (post-hoc тест Сидак, $p = 0,0031$) и «ДентЛайт» на 26,5 % (post-hoc тест Сидак, $p = 0,0001$) (таблицы 4.12; 4.18; рисунок 4.34).

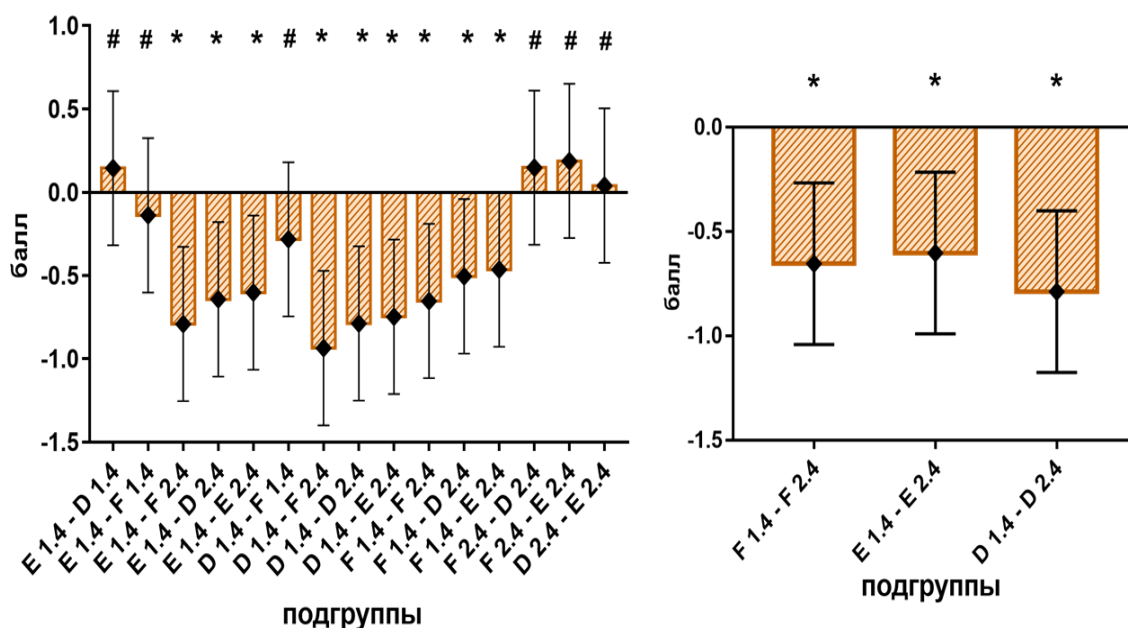


Рисунок 4.33 – Межгрупповые различия оценки Ryge у пациентов контрольной и основной групп по 4-ой контрольной точке исследования с учетом используемого композитного материала (разница средних, $\pm 95\%$ ДИ, one-way ANOVA, слева – post-hoc тест Тьюки, справа – post-hoc тест Сидак); # – при $p > 0.05$ принимали нулевую гипотезу об отсутствии статистически значимых различий; * – при $p < 0.05$ ее отклоняли

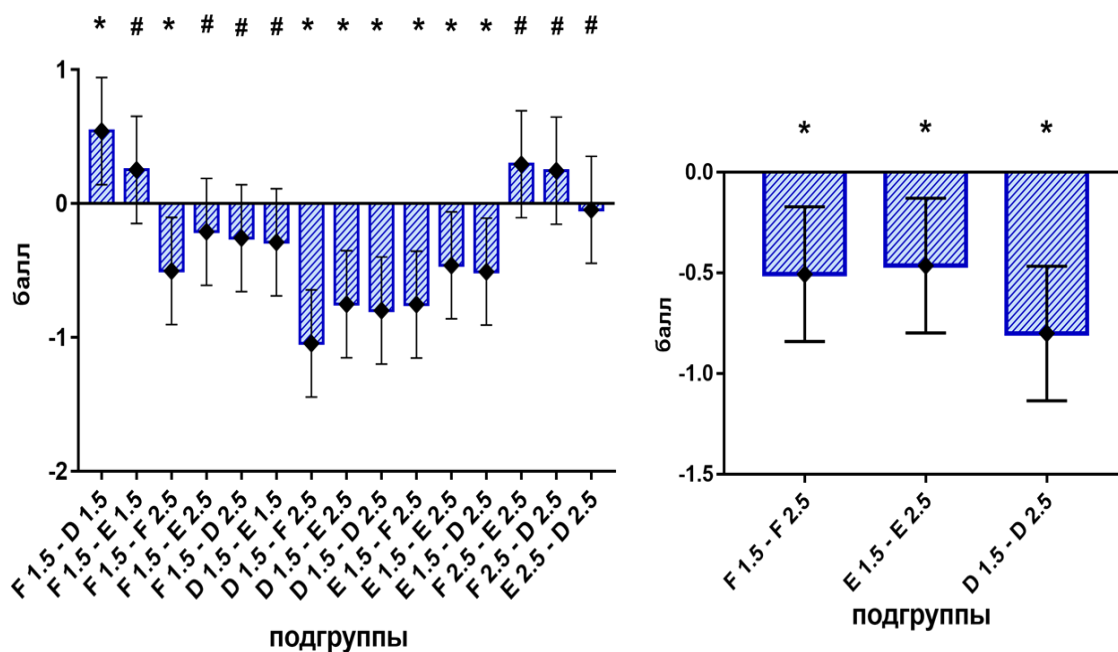


Рисунок 4.34 – Межгрупповые различия оценки Ryge у пациентов контрольной и основной групп по 5-ой контрольной точке исследования с учетом используемого композитного материала (разница средних, $\pm 95\%$ ДИ, one-way ANOVA, слева – post-hoc тест Тьюки, справа – post-hoc тест Сидак); # – при $p > 0.05$ принимали нулевую гипотезу об отсутствии статистически значимых различий; * – при $p < 0.05$ ее отклоняли

При анализе внутригрупповой динамики показателя Ryge по контрольным точкам по отношению к началу лечения по контрольной группе выявлено его статистически значимое снижение на 20,1 % (one-way ANOVA, $p = 0,0001$, post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0001$) и по основной группе на 5,7 % (one-way ANOVA, $p = 0,0328$, post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0081$) (таблицы 4.12; 4.18; рисунок 4.35).

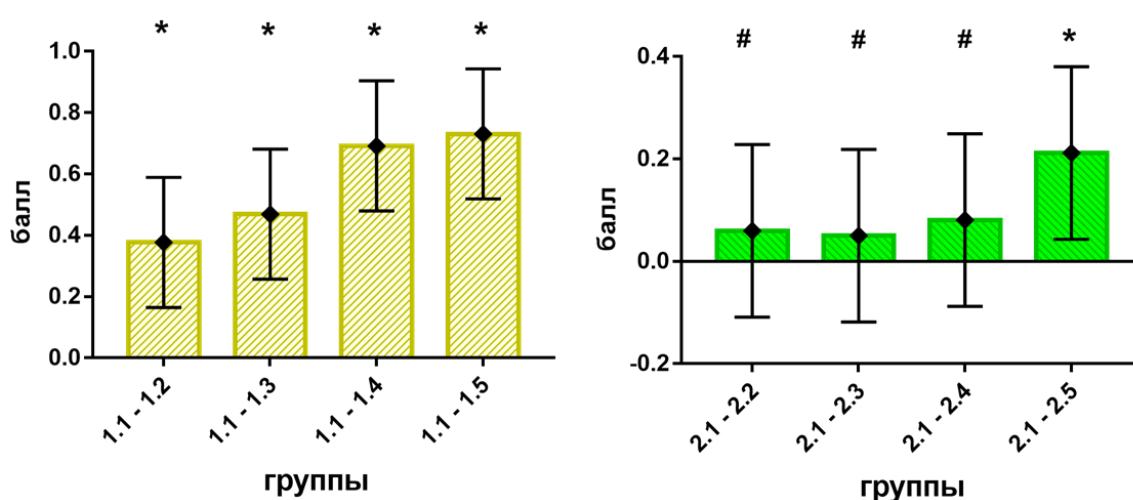


Рисунок 4.35 – Внутригрупповые различия в оценке Ryge контрольной и основной групп в динамике по контрольным точкам по отношению к началу лечения (разница средних, $\pm 95\%$ ДИ, one-way ANOVA, post-hoc тест Даннета)

При анализе внутригрупповой динамики показателя Ryge по контрольным точкам в отношении к началу лечения по подгруппам контрольной группы также выявлено статистически значимое снижение показателя: «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 14,4 % (one-way ANOVA, $p = 0,0003$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0013$), «Estelite Sigma Quick» на 20,7 % (one-way ANOVA, $p = 0,0001$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0001$) и «ДентЛайт» на 25,9 % (one-way ANOVA, $p = 0,0001$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0001$) (таблицы 4.12; 4.18; рисунок 4.36).

При анализе внутригрупповой динамики показателя Ryge по контрольным точкам в отношении к началу лечения по подгруппам основной группы выявлена тенденция к снижению показателя, однако без

статистической значимости: «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 2,4 % (one-way ANOVA, $p = 0,9480$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,8356$), «Estelite Sigma Quick» на 8,2 % (one-way ANOVA, $p = 0,1837$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,0616$) и «ДентЛайт» на 6,8 % (one-way ANOVA, $p = 0,2529$; post-hoc тест Даннета, $p_{1-5} = 0,1295$) (таблицы 4.12; 4.18; рисунок 4.37).

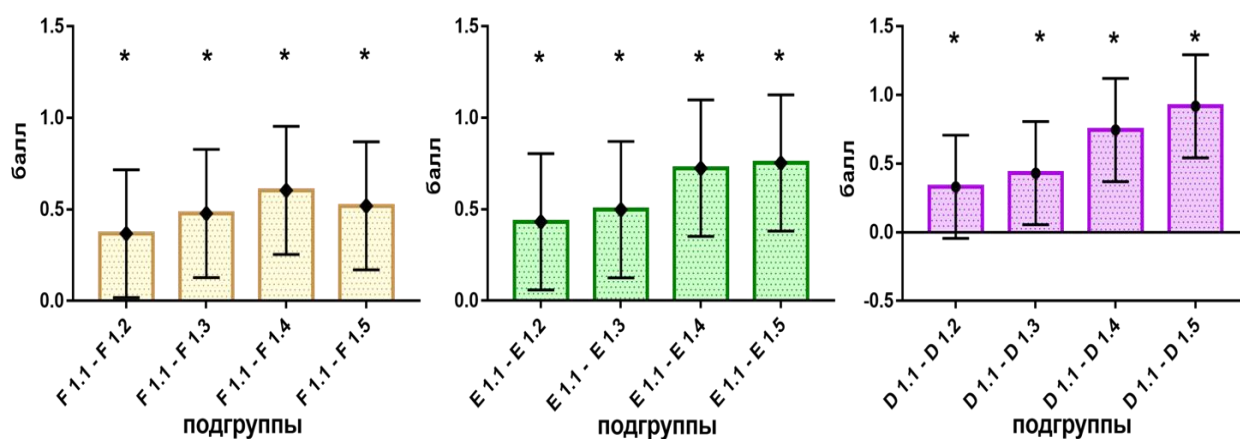


Рисунок 4.36 – Внутригрупповые различия в оценке Ryge контрольной группы в динамике по контрольным точкам по отношению к началу лечения, с учетом композитных материалов (разница средних, $\pm 95\%$ ДИ, one-way ANOVA, post-hoc тест Даннета)

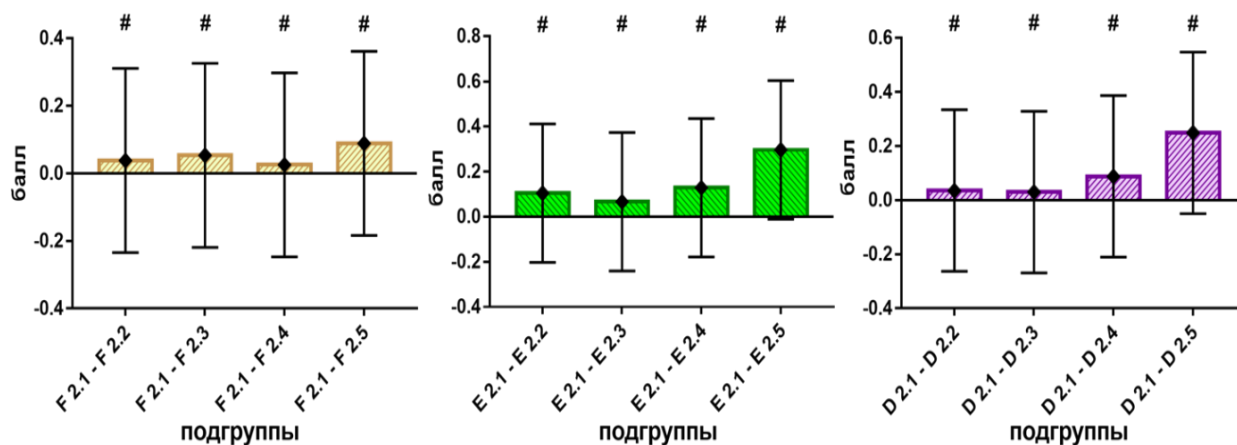


Рисунок 4.37 – Внутригрупповые различия в оценке Ryge основной группы в динамике по контрольным точкам по отношению к началу лечения, с учетом композитных материалов (разница средних, $\pm 95\%$ ДИ, one-way ANOVA, post-hoc тест Даннета)

В ходе линейного регрессионного анализа для оценки зависимости показателя Ryge от применяемого метода лечения по контрольным точкам

исследования выявлены статистически значимые различия, за исключением 1-ой (начало лечения), в пользу чего свидетельствует приближение значений углового коэффициента линейной регрессии (β) и коэффициента детерминации (r^2) к 1,0 (максимально возможный уровень), а также дополнительно значение критического уровня значимости ($p < 0,05$), указывающее против нулевой гипотезы о равенстве углового коэффициента линейной регрессии нулю (таблица 4.19).

Таблица 4.19 – Линейный регрессионный анализ зависимости качества лечения пациентов по модифицированному критерию Ryge от применяемого способа лечения в динамике по контрольным точкам исследования

Контрольная точка	β	r^2	SE	p
Начало лечения	0,105	0,0109	0,335	[#] 0,162
6 месяцев	0,410	0,1680	0,433	* $\leq 0,0001$
12 месяцев	0,375	0,1408	0,607	* $\leq 0,0001$
18 месяцев	0,481	0,2315	0,623	* $\leq 0,0001$
24 месяца	0,467	0,2177	0,561	* $\leq 0,0001$

Примечание: * – при $p < 0,05$ отклоняли нулевую гипотезу о равенстве углового коэффициента линейной регрессии нулю; # – при $p > 0,05$ – ее принимали.

Таким образом, можно сделать обоснованное заключение о наличии взаимосвязи оценки по модифицированному критерию Ryge с выбранным методом лечения и видом используемого композитного материала по всем контрольным точкам исследования, за исключением начала лечения. Следует отметить статистически значимую тенденцию к умеренному снижению оценки по критериям Ryge в ходе исследования по контрольной группе на 20,1 %. При этом по подгруппам композитов в основной группе отсутствовало статистически значимое снижение оценки по критериям Ryge. При ранжировании эффективности лечения в зависимости от вида применяемого композита и метода его применения через 24 месяца от начала исследования: первое ранговое место в обеих группах занял «Filtek Bulk Fill

Posterior Restorative» – 79,0 % и 91,8 % соответственно; второе – в контрольной группе «Estelite Sigma Quick» – 72,8 % и в основной группе «ДентЛайт» – 85,5 %, а третье – в контрольной группе «ДентЛайт» – 65,5 % и в основной группе «Estelite Sigma Quick» – 84,3 % (таблица 4.20).

Таблица 4.20 – Эффективность лечения в зависимости от применяемого способа и композитного материала, %

Контрольная точка	Контрольная группа				Основная группа			
Композит	среднее значение по группе	F	E	D	среднее значение по группе	F	E	D
Исходная эффективность, %	90,8	92,3	91,8	88,5	92,5	94	91,8	91,8
One-way ANOVA, post-hoc тест Сидак	–	–	–	–	0,906	> 0,05	> 0,05	> 0,05
One-way ANOVA	F = 1,297; p = 0,267							
Процентная разница исходная, 2.1 vs 1.1, %	–	–	–	–	↑1,9	↑1,9	≈ 0,0	↑3,6
Эффективность через 24 месяца, %	72,5	79	72,8	65,5	87,3	91,8	84,3	85,5
Процентное изменение по отношению к исходному, %	↓20,1	↓14,4	↓20,7	↓25,9	↓5,7	↓2,4	↓8,2	↓6,8
post-hoc тест Даннета (24-мес. по отношению к исходной оценке)	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0328	0,9480	0,1837	0,2529
Процентная разница через 24 месяца 2.5 vs 1.5, %	–	–	–	–	↑18,5	↑15,0	↑14,7	↑26,5
One-way ANOVA	F = 14,89; p = 0,0001							
One-way ANOVA, post-hoc тест Сидак	–	–	–	–	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Примечание: F – «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»; E – «Estelite Sigma Quick»; D – «ДентЛайт»; ↓ – показатель имеет статистическую значимость; ↓ – показатель не имеет статистическую значимость.

Клинический случай № 1. Пациент Н., 36 лет, обратился в стоматологическую поликлинику для санации полости рта. Каких-либо жалоб не предъявлял. В процессе сбора анамнеза установили, что пациента периодически беспокоят кратковременные боли от химических и температурных раздражителей в области верхней челюсти справа. Гигиенический уход выполняет регулярно, 2 раза в день. Общесоматических заболеваний не имеет.

Данные осмотра полости рта: индекс КПУз равен 5 (низкий), индекс гигиены по Федорову-Володкиной – 1,9 (удовлетворительный уровень гигиены полости рта). На жевательной поверхности зуба 1.6 визуализируется дефект в виде полости с пигментированными твердыми тканями зуба, края дефекта гладкие (рисунок 4.38).



Рисунок 4.38 – Пациент Н., 36 лет. Зуб 1.6 – исходная клиническая ситуация.

Виден дефект (1) в виде полости на жевательной поверхности

При зондировании определяется дефект в виде полости. Зондирование безболезненное. Реакция на холодовой тест – кратковременная, быстропроходящая.

Клинический диагноз: K02.1 Кариес дентина зуба 1.6, хроническое течение, I класс по Блэку.

Лечение: под инфильтрационной анестезией раствора «УБИСТЕЗИНА» 4 % 1,7 мл проведена механическая очистка зуба от налета

пескоструйным аппаратом для чистки зубов «Prophyflex» фирмы «Kavo» (Германия) с использованием порошка карбоната кальция «Prophypearls» фирмы «Kavo» (Германия). Подбор цвета А3. Определение окклюзионных контактов. Препарирование кариозной полости. Некрэктомия под контролем кариес-маркера «Caries Marker» фирмы «Voco» (Германия). Проведена антисептическая обработка раствором хлоргексидина биглюконата 2 % фирмы «TehnoDent» (Россия). Полость высушена. Протравливание полости ортофосфорной кислотой 37 % в виде геля «Травекс-37» фирмы «OmegaDent» (Россия). Внесение адгезива «Opti Bond FL» фирмы «Kerr» (США) с последующей полимеризацией диодной полимеризационной лампой «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн) в течении 20 секунд. Пломбирование сформированной полости в зубе предварительно разогретым композитом «Estelite Sigma Quick» фирмы «Tokuyama Dental» (Япония) в специализированной печи для разогрева композитов «Eна Heat» фирмы «Micerium» (Италия) с выставленным температурным режимом 55 °С (рисунки 4.39; 4.40).

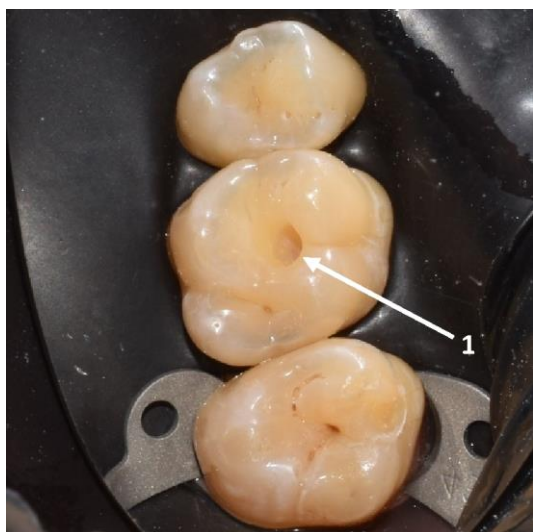


Рисунок 4.39 – Пациент Н., 36 лет.

Зуб 1.6 – этап некрэктомии. Вид сформированной полости (1) в зубе



Рисунок 4.40 – Пациент Н., 36 лет.

Зуб 1.6 после пломбирования. Вид готовой композитной реставрации (1).
Оценка «А» по критерию Ryge

Сразу после лечения зондирование границы пломба-зуб плавное, без зон задержки зонда. После витального окрашивания кариес-маркером «Caries Marker» фирмы «Voco» (Германия) зона границы пломба-зуб не визуализируется. Реставрации выставлена оценка «А» по модифицированному критерию Ryge (рисунок 4.40).

При повторном осмотре через 12 месяцев пациент жалобы не предъявляет. Зондирование границы пломба-зуб плавное, без зон задержки зонда. Реакция на холодовой тест – умеренная, кратковременная, быстропроходящая. После витального окрашивания кариес-маркером «Caries Marker» фирмы «Voco» (Германия) зона границы пломба-зуб не визуализируется (рисунки 4.41; 4.42).



Рисунок 4.41 – Пациент Н., 36 лет.
Зуб 1.6 – через 12 месяцев после лечения.
Витальное окрашивание зуба
кариес-маркером (1)



Рисунок 4.42 – Пациент Н., 36 лет.
Зуб 1.6 – через 12 месяцев после лечения.
Композитная реставрация (1) после
витального окрашивания. Оценка «А»
по модифицированному критерию Ryge

При повторном осмотре через 24 месяца пациент жалобы не предъявляет. Зондирование границы пломба-зуб плавное, без зон задержки зонда. Реакция на холодовой тест – умеренная, кратковременная, быстропроходящая. После витального окрашивания зона границы пломба-зуб не визуализируется (рисунок 4.43).



Рисунок 4.43 – Пациент Н., 36 лет. Зуб 1.6 – через 24 месяца после лечения. Композитная реставрация (1) после витального окрашивания. Оценка «А» по критерию Ryge

Клинический случай № 2. Пациентка Ю., 32 года, обратилась в стоматологическую поликлинику для лечения кариеса зуба. Пациентка предъявляла жалобы на кратковременные боли от температурных и химических раздражителей зуба 4.7. Гигиенический уход выполняет регулярно, 2 раза в день. Общесоматических заболеваний не имеет.

Данные осмотра полости рта: индекс КПУз равен 6 (низкий), индекс гигиены по Федорову-Володкиной – 2,3 (неудовлетворительный уровень гигиены полости рта). На жевательной поверхности зуба 4.7 визуализируется дефект в виде полости с пигментированными твердыми тканями зуба, края дефекта гладкие (рисунок 4.44).

При зондировании определяется дефект в виде полости. Зондирование безболезненное. Реакция на холодовой тест – кратковременная, быстропроходящая.

Клинический диагноз: K02.1 Кариес дентина зуба 4.7, хроническое течение, I класс по Блэку.

Лечение: под проводниковой анестезией раствора «УБИСТЕЗИНА» 4 % 1,7 мл проведена механическая очистка зуба от налета пескоструйным аппаратом для чистки зубов «Prophyflex» фирмы «Kavo» (Германия)

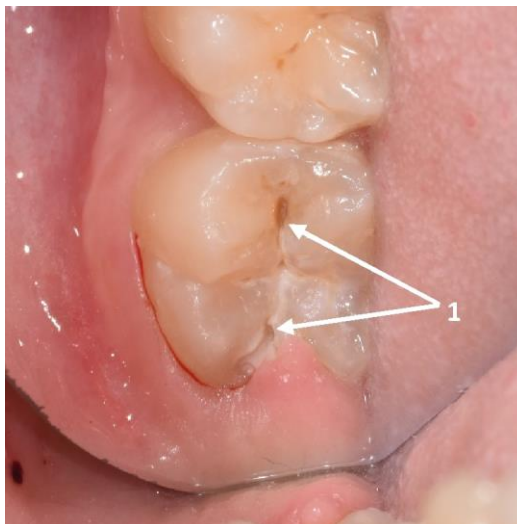


Рисунок 4.44 – Пациентка Ю., 32 года. Зуб .4.7 – исходная клиническая ситуация.

Виден дефект (1) в виде полости на жевательной поверхности

с использованием порошка карбоната кальция «Prophypearls» фирмы «Kavo» (Германия). Подбор цвета А3. Определение окклюзионных контактов. Препарирование кариозной полости. Некрэктомия под контролем кариес-маркера «Caries Marker» фирмы «Voco» (Германия). Проведена антисептическая обработка раствором хлоргексидина биглюконата 2 % фирмы «TehnoDent» (Россия). Полость высушена. Протравливание полости ортофосфорной кислотой 37 % в виде геля «Травекс-37» фирмы «OmegaDent» (Россия). Внесение адгезива «Opti Bond FL» фирмы «Kerr» (США) с последующей полимеризацией диодной полимеризационной лампой «Bluephase Style» фирмы «Ivoclar Vivadent» (Лихтенштейн) в течении 20 секунд. Пломбирование сформированной полости в зубе композитом «комнатной температуры» «ДентЛайт» фирмы «ВладМиВа» (Россия) (рисунки 4.45; 4.46). Сразу после лечения зондирование границы пломба-зуб плавное, без зон задержки зонда. После витального окрашивания кариес-маркером «Caries Marker» фирмы «Voco» (Германия) зона границы пломба-зуб не визуализируется (рисунок 4.46).

При повторном осмотре через 12 месяцев пациентка жалобы не предъявляет. Зондирование границы пломба-зуб плавное, без зон задержки зонда. Реакция на холодовой тест – умеренная, кратковременная,

быстропроходящая. Граница композитной реставрации визуализируется после витального окрашивания кариес-маркером «Caries Marker» фирмы «Voco» (Германия). Реставрации выставлена оценка «В» по модифицированному критерию Ryge (рисунки 4.47; 4.48).



Рисунок 4.45 – Пациентка Ю., 32 года.

Зуб 4.7 – этап некрэктомии. Вид сформированной полости (1) в зубе



Рисунок 4.46 – Пациентка Ю., 32 года.

Зуб 4.7 после пломбирования. Вид готовой композитной реставрации (1). Оценка «А» по модифицированному критерию Ryge



Рисунок 4.47 – Пациентка Ю., 32 года.

Зуб 4.7 – через 12 месяцев после лечения. Витальное окрашивание зуба кариес-маркером (1)

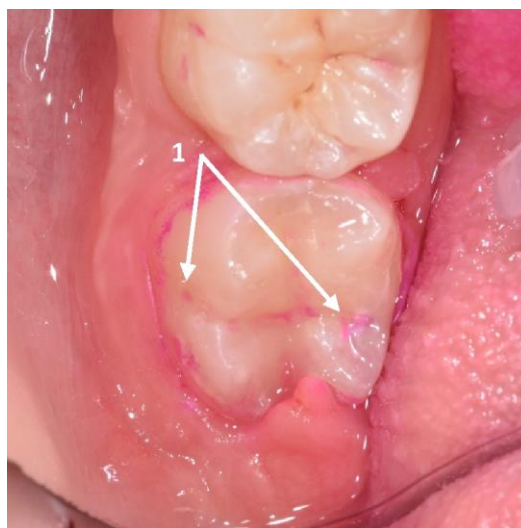


Рисунок 4.48 – Пациентка Ю., 32 года.

Зуб 4.7 – через 12 месяцев после лечения. Визуализация границы композитной реставрации (1) после витального окрашивания. Оценка «В» по модифицированному критерию Ryge

При повторном осмотре через 24 месяца пациентка жалобы не предъявляет. Зондирование границы пломба-зуб плавное, без зон задержки зонда. Реакция на холодовой тест – умеренная, кратковременная, быстропроходящая. Граница композитной реставрации визуализируется после витального окрашивания кариес-маркером «Caries Marker» фирмы «Voco» (Германия). Реставрации выставлена оценка «В» по модифицированному критерию Ryge (рисунки 4.49; 4.50).



Рисунок 4.49 – Пациентка Ю., 32 года.
Зуб 4.7 – через 24 месяца после лечения.
Витальное окрашивание зуба
кариес-маркером (1)



Рисунок 4.50 – Пациентка Ю., 32 года.
Зуб 4.7 – через 24 месяца после лечения.
Визуализация границы композитной
реставрации (1) после витального
окрашивания. Оценка «В» по
модифицированному критерию Ryge

ГЛАВА 5.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прямые композитные реставрации в современной стоматологии заняли преобладающую долю среди других видов восстановления зубов. Нередки случаи превышения показаний к такому виду восстановления, когда в случаях сильного разрушения зубов более 50 % вместо непрямого вида восстановления проводится прямое восстановление зуба композитом. Это можно объяснить несколькими фактами. Первый, экономический. Непрямые методы подразумевают вовлечение зуботехнической лаборатории, что, непременно, приводит к увеличению стоимости работы. Второй, правовой. Для изготовления не прямых реставраций требуется врачебная специализация по ортопедической стоматологии. А в виду того, что пациенты в подобных ситуациях часто обращаются в стоматологам-терапевтам, то в таком случае единственное, что может выполнить врач стоматолог-терапевт в рамках терапевтического приема, – это прямая реставрация. Третий, временной. Прямая реставрация, зачастую, занимает 1 визит, что очень удобно как пациенту, так и врачу. Чего нельзя сказать о не прямых реставрациях, которые занимают минимум 2 визита, а в некоторых случаях еще больше. Четвертый, высокие эстетические показатели композита. Современные композиты достигли такого высокого уровня развития в своих эстетических характеристиках, что вполне могут конкурировать с керамическими реставрациями. Пятый, высокие прочностные характеристики композитов. Современные гибридные нанокомпозиты сочетают в себе не только хорошие эстетические свойства, но и высокие прочностные, сравнимые с таковыми у тканей зуба. Использование композитов дает врачам надежду на хорошие отдаленные прогнозы композитных реставраций. Так же к таким факторам можно отнести отрицательный стереотип пациентов по поводу протезирования, доверие к конкретному врачу, собственный неудачный опыт

предыдущего протезирования у пациента. Каждый из представленных факторов может быть определяющим в выборе тактики лечения как самим врачом, так и пациентом. За счет этого доля прямых реставраций резко возросла.

Анализируя научную литературу, были получены данные, что наиболее частые жалобы среди пациентов после проведения лечения кариеса и пломбирования зуба композитным материалом являются микро- и макросколы композита, появление чувствительности зуба и эстетическая неудовлетворенность формой и цветом пломбы [32, 94]. Среди врачей наиболее частая проблема, возникающая во время работы с композитными материалами, является сложность адаптации композита к стенкам зуба. Это связано с тем, что композит обычной консистенции, с помощью которых чаще всего проводят реставрации, не очень хорошо адаптируется даже к адгезивно подготовленным стенкам зуба при «комнатной температуре».

Таким образом, понятие качественной реставрации приобретает собирательный характер. Пациенты чаще всего оценивают установленную пломбу по эстетике, отсутствию боли при жевании или смыкании зубов, а также по долговечности срока службы данной реставрации. Врачи же имеют несколько иные критерии качества композита и установленной пломбы. Для стоматологов важны не только оптические свойства композитов, имитирующих натуральную структуру зуба, но также прочностные характеристики, сила адгезии, свойства адаптации к стенкам зуба и другим порциям пломбировочного материала и удобство работы с композитом.

Врачи-стоматологи также сталкиваются с другими сложностями. Сегодня на рынке существует огромное количество различных композитных пломбировочных материалов. И не смотря на их большое количество нет универсального композитного материала, который смог бы отвечать всем необходимым требованиям как со стороны пациентов, так и со стороны врачей. Высокая эстетика может быть в ущерб прочности материала и

наоборот, материалы с хорошей адаптацией к стенкам зуба зачастую неудобны в работе. Не стоит забывать и про большую ценовую разницу композитов. Кроме этого, на сегодняшний день не существует единого принятого метода пломбирования. Существует классический метод пломбирования композитным материалом и огромное количество его вариаций со всевозможными вспомогательными аппаратами, средствами и техниками работы.

В связи с этим усовершенствование композитных материалов, дополнительных вспомогательных устройств и новых способов пломбирования является актуальной задачей терапевтической стоматологии.

В процессе научной работы были проведены лабораторные и клинические исследования. В ходе лабораторных исследований было доказано, что разработанный способ пломбирования зубов композитным материалом (согласно разработанному патенту РФ на изобретение № 2731821 от 08 сентября 2020 г.) с применением предварительного термо-вибрационного воздействия на композитный пломбировочный материал перед его полимеризацией приводит к повышению твердости поверхности полимеризованного композита, а также приводит к увеличению прочности композита на изгиб.

Исследования лабораторных показателей проводилось *in vitro* на 436 образцах композитов, изготовленных по ГОСТу P56924-2016 (ISO 4049:2009).

При помощи СТА было доказано, что композит с предварительным термо-вибрационным воздействием перед полимеризацией имеет более плотную структуру полимерной матрицы исследуемых образцов, а соответственно, более сильную внутреннюю полимерную связь композита «Estelite Sigma Quick» на 17,00 %; «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 22,51 %; «ДентЛайт» на 11,31 % ($p < 0,0001$), что увеличивает сроки службы композитных пломб и снижает риски возникновения осложнений после

лечения в виде нарушения краевого прилегания, появления постпломбировочных болей и образования рецидивирующего кариеса на границе пломба-зуб.

В дополнении по результатам термического анализа была определена процентная доля неорганического наполнителя в массе образцов каждого композита. По итогам вычислений и сравнений было зафиксировано удовлетворительное соответствие с официальными данными производителей данных композитных материалов и дана оценка композитов в зависимости от их состава с учетом клинико-лабораторных исследований. Показатели качественного и количественного состава неорганического наполнителя композитов объясняют высокие прочностные показатели материалов «Estelite Sigma Quick» и «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» за счет большого количества оксидов кремния (SiO_2) и циркония (ZrO_2), а наличие фторида иттербия (YbF_3) в составе композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» обеспечивает его бактериостатическое действие, что снижает риски образования рецидивирующего кариеса.

При кариозных полостях I класса по Блэку в процессе полимеризации композитного материала возникает максимальное внутреннее полимеризационное напряжение в пломбировочном материале в связи с высоким фактором конфигурации полости или С-фактором. Это связано с тем, что при таких полостях композитная пломба соприкасается одновременно с 5 стенками зуба и при этом имеет 1 свободную поверхность. Полимеризационное напряжение в процессе усадки может приводить к отрыву пломбировочного материала от стенок зуба, что клинически проявляется постпломбировочными болями, нарушением краевого прилегания пломбы к зубу и образованием рецидивирующего кариеса. В нашем исследовании по данным растровой электронной микроскопии доказана эффективность термо-вибрационного воздействия на композит в снижении С-фактора при кариозных полостях по I классу Блэка в виде

улучшения краевого прилегания. Композитные пломбы, установленные с применением разработанного способа, имели более высокие показатели качества краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба на 18,5 %, что снижает вероятность образования рецидивирующего кариеса на границе пломба-зуб.

Дифрактометрический анализ показал увеличение степени кристалличности у образцов, которым было применено термо-вибрационное воздействие перед полимеризацией, что связано с уплотнением структуры композита в процессе его обработки. Этим фактором обусловлено увеличение прочностных показателей пломбировочного материала и его износостойкость.

На основании результатов лабораторных исследований нами был разработан алгоритм лечения кариеса дентина I класса по Блэку с применением предварительного нагрева композита в специализированной печи для разогрева композитов с ограничением по времени работы с композитом с момента извлечения его из печи до этапа полимеризации не более 7 секунд (рисунок 5.1).

В ходе научного исследования были отобраны пациенты, чьи параметры и клиническое состояние соответствовало критериям научно-исследовательской работы. В отбор вошли 180 пациентов, в том числе 77 мужчин (42,78 %) и 103 женщины (57,22 %) в возрасте от 18 до 45 лет (табл. 4.12) с отсутствием общесоматических заболеваний с поставленным диагнозом кариес дентина K02.1 (компенсированная форма, I класс по Блэку). При постановке диагноза использовалась классификация МКБ 10 (1994 г.). Всем пациентам было показано лечение кариеса зубов путем прямой реставрации разрушенной части зуба.

Далее эти пациенты случайным образом были разделены на 2 группы: контрольную и основную группу.

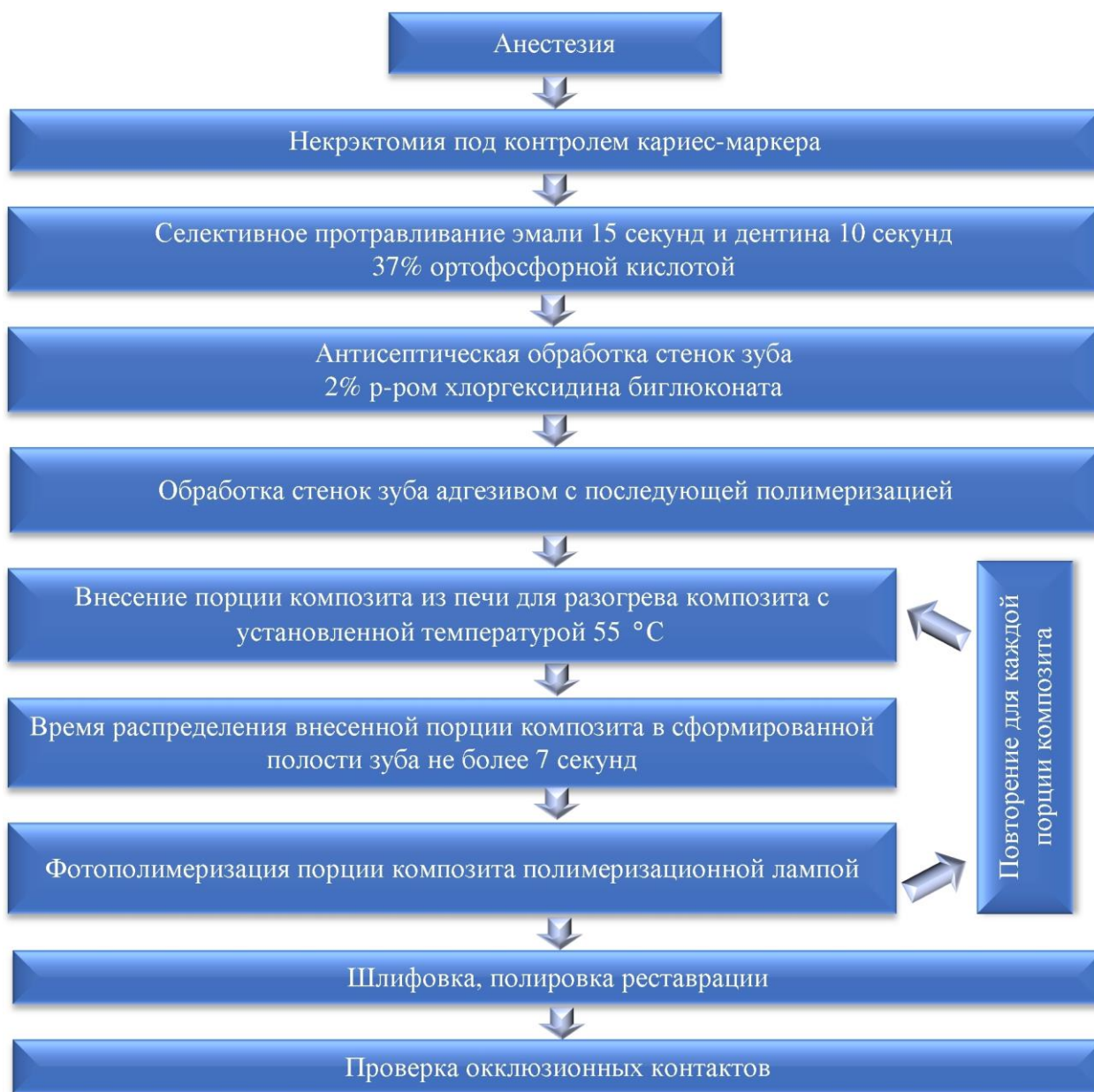


Рисунок 5.1 – Алгоритм лечения кариеса дентина с применением предварительного нагрева композита в печи с ограничением по времени работы с композитом не более 7 секунд

В контрольной группе лечение проходило по классическому методу, в ходе которого реставрация проводилась с использованием композитов «комнатной температуры» методом послойного нанесения композита «ёлочкой» с последующей полимеризацией каждого слоя.

В основной группе лечение проходило с применением техники предварительного нагрева композита в печи для разогрева композитов с

выставленным режимом 55 °С с ограничением по времени работы с композитом с момента извлечения его из печи до этапа полимеризации не более 7 секунд для минимальных температурных потерь в процессе работы с неполимеризованным композитом.

В каждой группе было пролечено по 90 зубов (50 %).

Эффективность исследуемого способа оценивалась объективным методом с помощью клинической оценки качества краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба по модифицированной в балльную систему критериям Ryge. Данная оценка рекомендована Международной Организацией по Стандартизации Качества (протокол PN-EN № 4049\2003).

По результатам клинических исследований можно сделать обоснованное заключение о наличии взаимосвязи оценки по модифицированному критерию Ryge с выбранным методом лечения и видом используемого композитного материала по всем контрольным точкам исследования, за исключением начала лечения. При ранжировании на пятой контрольной точке через 24 месяца после начала лечения по качеству краевого прилегания композитных реставраций из контрольной группы в сравнении с реставрациями из основной группы исследования первое ранговое место в обеих группах занял «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» – 79,0 % и 91,8 % соответственно; второе – в контрольной группе «Estelite Sigma Quick» – 72,8 % и в основной группе «ДентЛайт» – 85,5 %, а третье – в контрольной группе «ДентЛайт» – 65,5 % и в основной группе «Estelite Sigma Quick» – 84,3 %. За период исследования выявлена статистически значимая тенденция к снижению качества краевого прилегания композитных реставраций в контрольной группе на 20,1 % ($p = 0,0001$), в основной группе на 5,7 % ($p = 0,0328$), при этом статистически значимого снижения качества краевого прилегания реставраций по подгруппам композитов из основной группы относительно данных на этапе начала лечения не выявлено ($pF = 0,9480$, $pE = 0,1837$, $pD = 0,2529$).

По итогам проведенных исследований мы пришли к результату, что применение предварительного термо-вибрационного воздействия на композит перед полимеризацией в значительной степени улучшает физико-механические свойства композитных материалов, такие как прочность на изгиб, твердость поверхности, сила внутримолекулярной связи. В совокупности эти изменения увеличивают прочность и износостойкость композитных реставраций, что крайне важно при их функционировании в условиях жевательной нагрузки.

Применение предварительного термического нагрева композитных материалов в печи для разогрева композитов согласно разработанному алгоритму (рисунок 5.1) повышает эффективность лечения кариеса зубов за счет улучшения качества краевого прилегания композитных реставраций к стенкам зуба.

ВЫВОДЫ

1. Разработан, лабораторно-экспериментально обоснован, интеллектуально защищен способ пломбирования зубов композитным материалом при лечении кариеса дентина. Доказано, что данный способ улучшает физико-механические свойства композита, что способствует снижению количества осложнений после пломбирования при лечении кариеса дентина;

2. Термо-вибрационное воздействие на композит перед его полимеризацией приводит к статистически достоверному ($p < 0,0001$) увеличению прочности на изгиб полимеризованного композита «Estelite Sigma Quick» на 23,32 %; «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 47,47 %; «ДентЛайт» на 42,43 %, а также к статистически достоверному ($p < 0,0001$) повышению твердости поверхности по Виккерсу полимеризованного композита «Estelite Sigma Quick» на 21,68 %; «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 20,82 %; «ДентЛайт» на 23,36 % по сравнению с классическим методом подготовки композита перед полимеризацией;

3. Термо-вибрационное воздействие на композит перед его полимеризацией приводит к статистически достоверному увеличению силы связи внутри полимерной цепочки полимеризованного композита «Estelite Sigma Quick» на 17,00 %; «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» на 22,51 %; «ДентЛайт» на 11,31 % ($p < 0,0001$) по сравнению с классическим методом подготовки композита перед полимеризацией;

4. Результаты растровой электронной микроскопии установили, что термо-вибрационное воздействие на композит перед его полимеризацией приводит к статистически достоверному ($p < 0,001$) улучшению качества краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба более чем в 4 раза по данным растровой электронной микроскопии по сравнению с классическим методом подготовки композита перед полимеризацией;

5. При ранжировании эффективности лечения в зависимости от вида применяемого композита и метода его применения через 24 месяца от начала исследования: первое ранговое место в обеих группах занял «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» – 79,0 % и 91,8 % соответственно; второе – в контрольной группе «Estelite Sigma Quick» – 72,8 % и в основной группе «ДентЛайт» – 85,5 %, а третье – в контрольной группе «ДентЛайт» – 65,5 % и в основной группе «Estelite Sigma Quick» – 84,3 %;

6. На основании результатов проведенных исследований разработан алгоритм лечения кариеса дентина с применением предварительного нагрева композита в печи для разогрева с ограничением по времени работы с композитом с момента его извлечения из печи до этапа полимеризации не более 7 секунд.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Применение специализированных печей для разогрева композитного пломбировочного материала в процессе пломбирования повышает эффективность лечения кариеса зубов;

2. При работе со специализированными печами для предварительного нагрева композита рекомендовано время работы с неполимеризованным композитом не более 7 секунд с момента извлечения из печи до его полимеризации для снижения тепловых потерь и сохранения преимуществ нагретого композита;

3. Для клинической оценки краевого прилегания пломб к стенкам зуба и возможности статистической обработки данных рекомендовано использовать модификацию критерия Ruge в виде балльной системы оценок;

4. При лечении кариеса дентина I класса по Блэку рекомендовано использовать в качестве пломбировочного материала композит «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative» фирмы «3M ESPE» (США) как материал, получивший наилучшие показатели прочности на изгиб, твердости поверхности по Виккерсу, силы связи полимерной цепочки и качества краевого прилегания в клинических исследованиях.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ПМ – пломбировочный материал

КМ – композитный материал

НППМ – ненаполненные полимерные пломбировочные материалы

КТР – коэффициент теплового расширения

Bis-GMA – бисфенол-А-глицидилметакрилат

UDMA – уретан диметакрилат

TEGDMA – триэтиленгликоль диметакрилат

ПлМ – полимерная матрица

НН – неорганический наполнитель

МЮ – Модуль Юнга

ISO – Международная организация по стандартизации

ПММА – полиметилметакрилат

Д/Ш/В – длина/ширина/высота

СТА – синхронный термический анализ

ТГ – термогравиметрия

ДСК – дифференциально-сканирующая калориметрия

ДТА – дифференциальный термический анализ

YbF₃ – фторид иттербия

1К – образец композита «Estelite Sigma Quick», полимеризованный при «комнатной температуре» композита

1Т – образец композита «Estelite Sigma Quick», полимеризованный после термо-вибрационного воздействия на композит

2К – образец композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative», полимеризованный при «комнатной температуре» композита

2Т – образец композита «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative», полимеризованный после термо-вибрационного воздействия на композит

- ЗК** – образец композита «ДентЛайт», полимеризованный при «комнатной температуре» композита
- ЗТ** – образец композита «ДентЛайт», полимеризованный после термо-вибрационного воздействия на композит
- ДИ** – доверительный интервал
- ПИ** – процентное изменение
- ПР** – процентная разница
- КПУ₃** – индекс интенсивности кариеса: кариес, пломба, удаленный зуб
- F** – «Filtek Bulk Fill Posterior Restorative»
- E** – «Estelite Sigma Quick»
- D** – «ДентЛайт»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адамчик, А.А. Оценка полимеризации композита / А.А. Адамчик // Кубанский научный медицинский вестник – 2015. – № 1. – С. 7–11.
2. Александров, М.Т. Применение лазерных технологий в клинике терапевтической стоматологии (обоснование, возможности, перспективы) / М.Т. Александров, Э.Г. Маргарян // Российская стоматология. – 2017. – Т. 10. – № 3. – С. 31-36.
3. Анисимова, Е.Н. Алгоритм оказания стоматологической помощи беременным женщинам / Е. Н. Анисимова [и др.]. – М., 2018. – С. 71.
4. Анисимова, Е.Н. Стоматологическая помощь пациентам с сопутствующей патологией / Под ред. Е.Н. Анисимовой. – М., 2016. – С. 316.
5. Анохина, А.В. Исследование силы сцепления различных адгезивных систем с тканями зуба / А.В. Анохина, О.В. Остолоповская // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 3–3(45). – С. 45–47.
6. Антонова, А.Н. Сравнительная характеристика адгезивных протоколов / А.Н. Антонова, А.И. Николаев // Прикладные информационные аспекты медицины. – 2020. – Т. 23. – № 2. – С. 97–102.
7. Боровский, Е.В. Кариес зубов: препарирование и пломбирование / Боровский Е.В. – М. : АО «Стоматология», 2001. – С. 144.
8. Боровский, Е.В. Терапевтическая стоматология / Боровский Е.В. – М. : МИА, 2003. – С. 839.
9. Боровский, Е.В. Терапевтическая стоматология / Е.В. Боровский. – М. : Медицинское информационное агентство, 2007. – С. 797.
10. Боровский, Е.В. Биология полости рта / Е.В. Боровский, В.К. Леонтьев. – М. : Медицинская книга; Нижний Новгород : НГМА, 2001. – С. 304.
11. Букина, О.С. Факторы, влияющие на срок службы светоотверждаемых композиционных реставрационных материалов /

О.С. Букина, Е.А. Плешакова // Актуальные вопросы биомедицинской инженерии: Сборник материалов VIII Всероссийской молодежной научной конференции, Саратов, 26–28 ноября 2018 года. – Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., 2018. – С. 364–369.

12. Булкина, Н.В. Современный подход к реминерализации и фторированию твердых тканей зубов / Н.В. Булкина, О.В. Гусева, Е.В. Токмакова, Е.А. Евсеева // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2015. – Т. 5. – № 10. – С. 1208–1209.

13. Гарипов, Р.Р. Анализ марок светоотверждаемого стоматологического адгезива медицинского назначения / Р.Р. Гарипов, А.Р. Гарифуллина, Е.М. Репина, В.А. Бамбуркина // European Scientific Conference : сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 07 декабря 2020 года. – Пенза : «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 77–79.

14. Гилева, О.С. Экспериментальный анализ показателей трещиностойкости деминерализованной эмали зуба после проведения комбинированного инфильтрационного лечения / О.С. Гилева, А.Д. Левицкая // Пермский медицинский журнал. – 2021. – Т. 38. – № 3. – С. 110–121.

15. Гуцин, А.А. Методы улучшения физико-химических свойств композитных пломбировочных материалов / А.А. Гуцин, А.А. Адамчик // Современные аспекты комплексной стоматологической реабилитации пациентов с дефектами челюстно-лицевой области : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Краснодар, 21–22 мая 2020 года. – Краснодар : Кубанский государственный медицинский университет, 2020. – С. 61–64.

16. Гуцин, А.А. Способы улучшения физико-механических и химических свойств композитных пломбировочных материалов / А.А. Гуцин, А.А. Адамчик // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2020. – Т. 22. – № 2. – С. 36–41.

17. Dzhahalova, M.V. Research of dental cements properties in experiment on remote teeth reinforced by individual transdental implants / M.V. Dzhahalova, S.D. Arutyunov, A.G. Stepanov // Russian Journal of Biomechanics. – 2019. – Vol. 23. – No 2. – P. 231–241.

18. Данилова, Д.А. Адгезивные системы: что необходимо знать практикующему стоматологу? Стабилизация гибридного слоя [электронный ресурс] / Д.А. Данилова, Д.А. Николаев // Dentalmagazine: сетевой журнал. – 2014. – URL : <https://dentalmagazine.ru/science/adgezivnye-sistemy-chto-neobxodimo-znat-praktikuyushhemu-stomatologu-stabilizaciya-gibridnogo-sloya.html>

19. Даурова, Ф.Ю. Методологические подходы к моделированию зубов / Ф.Ю. Даурова, С.В. Вайц, Т.В. Вайц, З.С. Кодзаева ; Российский университет дружбы народов. – М. : Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2019. – С. 144.

20. Даурова, Ф.Ю. Методология моделирования зубов / Ф.Ю. Даурова, С.В. Вайц, Т.В. Вайц, З.С. Кодзаева. – М. : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2018. – С. 204.

21. Даурова, Ф.Ю. Средства индивидуальной гигиены полости рта / Ф.Ю. Даурова, Ю.А. Таптун, Д.И. Томаева [и др.]. – М. : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2020. – С. 72.

22. Джалалова, М.В. Численно-экспериментальное исследование влияния толщины цементного соединения трансдентального имплантата с тканями зуба на его адгезионные свойства / М.В. Джалалова, А.Г. Степанов // Российский журнал биомеханики. – 2020. – Т. 24. – № 2. – С. 203–215.

23. Джалалова, М.В. Исследование прочностных и адгезионных свойств цементного соединения трансдентального имплантата с твердыми тканями зуба / М.В. Джалалова, С.Д. Арутюнов, А.Г. Степанов. – М. : Изд-во МГУ. Ломоносовские чтения, 2016. – С. 73–74.

24. Джураева, Ш.Ф. Современная методика obturation и реставрации фронтальной группы зубов / Ш.Ф. Джураева, М.В. Воробьев, В.В. Гуцин,

А.А. Тропина // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2018. – № 2. – С. 5–8.

25. Дмитриева, Л.А. Современные пломбировочные материалы и лекарственные препараты в терапевтической стоматологии: Практическое руководство / Л.А. Дмитриева. – М. : Мед. информ. агентство, 2016. – С. 456.

26. Дмитриева, Л.А. Терапевтическая стоматология: национальное руководство / Под ред. Л.А. Дмитриевой, Ю.М. Максимовского. – 2-е изд. – М. : ГЕОТАР-Медиа, 2015. – С. 888.

27. Enina, Yu.I. Assessment of the quality of the marginal fit of direct and indirect restorations in the cervical region of teeth / Yu.I. Enina, A.V. Sevbitov, A.E. Dorofeev, I.G. Pustokhina // Zhurnal nauchnykh statei Zdorov'ye I obrazovanie v XXI veke. – 2019. – № 21(6). – P. 27–30 (In Russ).

28. Енина, Ю.И. Сравнение прочностных характеристик прямых и непрямых реставраций зубов при одноосном сжатии / Ю.И. Енина, А.В. Севбитов, А.Е. Дорофеев [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2020. – Т. 24. – № 5. – С. 293–296.

29. Ермак, Е.Ю. Клиническое исследование качества функционирования композитных реставраций на жевательной группе зубов / Е.Ю. Ермак, Т.В. Матерс, С.И. Зиновьева [и др.] // Сибирский стоматологический форум. Инновационные подходы к образованию, науке и практике в стоматологии : труды XII Всероссийской научно-практической конференции, XXII Краевой научно-практической конференции, посвященных 40-летию специальности «Стоматология» Красноярского государственного медицинского университета имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск, 28 февраля 2018 года. – Красноярск : Знак, 2018. – С. 106–112.

30. Жуков, С.А. Применение пломбировочных материалов компании Megadenta в стоматологической практике / С.А. Жуков // Dental Market. – 2010. – № 2. – С. 61–63.

31. Жукова, Е.С. Сравнительная оценка краевого прилегания композиционных пломбировочных материалов при различной адгезивной подготовке твердых тканей зуба / Е.С. Жукова, С.И. Токмакова, О.В. Бондаренко // Здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – Т. 19. – № 10. – С. 181–183.

32. Николаев, А.И. Спорные и нерешенные вопросы современной терапевтической стоматологии с точки зрения практических врачей-стоматологов (по данным опроса-анкетирования) / А.Н. Гинали, Д.А. Глебова, А.Н. Монахова, А.В. Пермякова, А.Б. Шашмурина, Е.И. Гладаревская // Эндодонтия Today. – 2021. – Т. 19 – № 3. – С. 142–147.

33. Исмоилов, А.А. Оценка результатов использования композитных пломб при лечении кариеса зубов / А.А. Исмоилов, С.М. Каримов, У.Т. Таиров // Вестник таджикского национального университета серия естественных наук. – 2015. – Т. 21 – № 5(188). – С. 151–154.

34. Ияшвили, Л.В. Результаты электрометрической оценки качества краевого прилегания композитного материала к твердым тканям зубов в различных клинических условиях / Л.В. Ияшвили, Ю.А. Винниченко, О.Г. Авраамова // Медицинский алфавит. – 2020. – № 3. – С. 25–28.

35. Казанцева, Н.Н. Эффективность пакуемых композитов при пломбировании кариозных полостей II класса по Блэку (результаты через 2 и 3 года) / Н.Н. Казанцева, И.А. Казанцева, Л.И. Рукавишникова, Ю.А. Морозько, А.А. Лукьяненко // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2015. – № 3(55). – С. 58–60.

36. Кафелов, Б. Универсальное решение для реставрации зубов жевательной группы? / Б. Кафелов // Проблемы стоматологии. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 95–98.

37. Коджаев, М.Ф. Эффективность использования вкладок при дефектах твердых тканей зубов / М.Ф. Коджаев, М.В. Воробьева, А.Ю. Невзоров // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – № 6(6). – С. 1091.

38. Кодзаева, З.С. Отдаленные результаты реставрации зубов композитными материалами светового отверждения: обзор литературы / З.С. Кодзаева, А.Ю. Туркина, В.Ю. Дорошина // Стоматология. – 2019. – Т. 98. – № 3. – С. 117–122.

39. Колодкина, В.И. Микробиологическая оценка бактериальной адгезии на поверхности композитных реставраций до и после бактериальной колонизации «in vitro» / В.И. Колодкина, А.В. Арутюнов, Э.Т. Доева // Стоматология для всех. – 2018. – № 4. – С. 36–40.

40. Колодкина, В.И. Результаты анализа клинической эффективности восстановительных пломбировочных материалов / В.И. Колодкина // Кубанский научный медицинский вестник. – 2019. – Т. 26. – № 2. – С. 64–70.

41. Колодкина, В.И. Микроструктура стоматологического материала «Реставрин» до и после бактериальной колонизации в эксперименте / В.И. Колодкина, А.В. Арутюнов, А.А. Овсянникова, С.А. Бабичев // Кубанский научный медицинский вестник. – 2018. – № 25(5). – С. 53–57.

42. Кондратьева, В.С. Реставрация жевательных зубов. Оптимальное решение для умных стоматологов / В.С. Кондратьева // Dental Magazine. – 2016. – № 10(154). – С. 42–47.

43. Копылов, Д.Ю. Прямая реставрация передних верхних зубов нанокompозитным материалом CapoNatural (Schutz) / Д.Ю. Копылов // Новое в стоматологии. – 2016. – № 2. – С. 17–19.

44. Костин, К. Использование цифровых инструментов при изготовлении одиночной реставрации в эстетически значимой зоне / К. Костин // Эстетическая стоматология. – 2016. – № 1–2. – С. 108–111.

45. Кубаренко, В.В. Краевая проницаемость по границе реставрации у боковых зубов с различным показателем разрушения коронки зуба /

В.В. Кубаренко // Український стоматологічний альманах. – 2014. – № 4. – С. 14–18.

46. Кукушкин, В.Л. Способ реставрации жевательных зубов / В.Л. Кукушкин, В.Ю. Никулина, Е.А. Кукушкина // Актуальные проблемы клинической и экспериментальной медицины : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию образования Читинской государственной медицинской академии, Чита, 26 октября 2018 года / Под ред. Н.В. Ларёвой, Читинская государственная медицинская академия. – Чита : Редакционно-издательский центр Читинской государственной медицинской академии. – 2018. – С. 171–173.

47. Lobach, O.I. Aspects of selecting the method of restoration of the vital frontal group teeth in modern conditions (literature review) / O.I. Lobach, N.V. Lapina // Sechenov Medical Journal. – 2018. – No 1(31). – P. 48–53.

48. Лапина, Н.В. Исторические аспекты развития медицинской специальности «стоматология» / Н.В. Лапина, Е.В. Ижнина, С.Д. Гришечкин и др. // Кубанский науч. мед. вестн. – 2017. – № 1. – С. 165–170.

49. Левицкая, А.Д. Экспериментальная оценка проникающей способности жидкотекучего композита в деминерализованную эмаль / О.С. Гилева, Р.И. Изюмов, Е.С. Сюткина // Dental Forum. – 2019. – № 4(75). – С. 56–57.

50. Лобовкина, Л.А. Реставрация жевательных зубов с помощью техники объемного восстановления / Л.А. Лобовкина, Л.В. Райнаули, П.Л. Лобовкин // Dental Magazine. – 2016. – № 2(146). – С. 10–15.

51. Ломиашвили, Л.М. Клинико-лабораторная оценка качества композитных реставраций с использованием метода лазерной дифракции (SALD) / Л.М. Ломиашвили, С.Г. Михайловский, Д.В. Погадаев [и др.] // Институт стоматологии. – 2021. – № 1(90). – С. 50–53.

52. Ломиашвили, Л.М. Оценка врачами-стоматологами необходимости фундаментального изучения дентальной анатомии и моделирования зубов

(опыт социологической экспертизы) / Л.М. Ломиашвили, И.В. Мастерова, А.И. Николаев, Д.В. Погадаев, С.Г. Михайловский, Ю.Г. Худорошков, Е.В. Хорольский // Институт Стоматологии. – 2020. – № 4. – С. 14–16.

53. Луцкая, И.К. Эстетическая стоматология / И.К. Луцкая. – Минск : Бел. наука, 2017. – С. 246.

54. Максимова, Д.В. Особенности мотивации пациента к реставрациям, изготовленным по методу силиконового ключа / Д.В. Максимова, А.А. Епишова, А.Н. Козьменко // Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения : Материалы V Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, 90-летию УГМУ и 100-летию медицинского образования на Урале, Екатеринбург, 09–10 апреля 2020 года. – Екатеринбург : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2020. – С. 238–242.

55. Максимовская, Л.Н. Оценка эффективности воздушно-абразивного метода препарирования путем определения прочности соединения композитной реставрации с твердыми тканями зуба после его применения / Л.Н. Максимовская, И.В. Ситдикова // Стоматология славянских государств : Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию Заслуженного врача Российской Федерации, доктора медицинских наук, профессора А.В. Цимбалистова, Белгород, 01 сентября 2018 года / Под редакцией А.В. Цимбалистова, А.А. Копытова. – Белгород : Издательский дом «Белгород», 2018. – С. 186–187.

56. Маркочев, В.М. О теории хрупкого разрушения Я. Френкеля и А. Гриффитса / В.М. Маркочев, М.И. Алымов // Чебышевский сборник. – 2017. – Том 18. – № 3(63). – С. 377–389.

57. Мастерова, И.В. Этнический фактор в стоматологии как звено персонализированной медицины / И.В. Мастерова, И.К. Габриелян, В.И. Хван // Стоматология. – 2019. – Т. 98. – № 5. – С. 108–112.

58. Мельникова, Е.М. Эстетическая реставрация зубов 1.1, 1.2 с использованием силиконового ключа / Е.М. Мельникова, З.А. Бичикаева, Е.В. Дорджиева // Российская стоматология. – 2016. – Т. 9. – № 1. – С. 104.

59. Михальченко, В.Ф. Сравнительный анализ эффективности композитной реставрации «estelite flowquick» и «filtek flow» при закрытии клиновидных дефектов / В.Ф. Михальченко, Ю.М. Федотова, А.В. Михальченко, А.А. Ковалева // Крымский терапевтический журнал. – 2018. – № 4. – С. 46–50.

60. Музылева, Т.А. Современные адгезивные системы в клинической стоматологии / Т.А. Музылева // Студенческий вестник. – 2019. – № 38-2(88). – С. 21–22.

61. Нарыкова, С.А. Характеристики показателей микротвердости светоотверждаемого композита при различных протоколах полимеризации / С.А. Нарыкова, В.В. Алямовский, А.Н. Дуж // Сибирское медицинское обозрение. – 2015. – № 4(94). – С. 39–41.

62. Николаев, А.И. Практическая терапевтическая стоматология: Учебное пособие / А.И. Николаев, Л. М. Цепов. – 9-е изд. – М. : МЕДпресс-информ, 2010. – С. 928.

63. Николаев, А.И. Практическая терапевтическая стоматология: учеб. пособие / А.И. Николаев, Л.М. Цепов. – 9-е изд. – М. : МЕДпресс-информ, 2014. – 928 с.

64. Николаев, А.И. Практическая терапевтическая стоматология: В 3 томах / А.И. Николаев, Л.М. Цепов, В.В. Алямовский [и др.]. – 10-е издание, переработанное и дополненное. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «МЕДпресс-информ», 2021. – С. 1008.

65. Николаев, А.И. Практическая терапевтическая стоматология: учеб. пособие: в 3 т. / под ред. А.И. Николаев, Л.М. Цепов. – 10-е изд., перераб. – М. : МЕДпресс-информ, 2018. – С. 624.

66. Николаенко, С.А. Сравнительная оценка методов обработки поверхности дентина при непрямым реставрациях / С.А. Николаенко [и др.] // Клиническая стоматология. – 2012. – № 4 (64). – С. 22–25.

67. Нурмуханбетова, Ж.А. Клиническое сравнение вкладок и накладок для жевательных зубов из композита и кобальт-хромового сплава / Ж.А. Нурмуханбетова, А.К. Гарушев, А.М. Филиппова [и др.] // Диагностика и лечение болезней в медицинской и ветеринарной практике : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Николая Тимофеевича Винникова, Саратов, 11–12 декабря 2019 года / Под редакцией В.В. Строгова, Л.В. Анниковой, Т.Ю. Калюты. – Саратов : Саратовский государственный аграрный университет, 2019. – С. 153–160.

68. Патент № 2545410 Российская Федерация, МПК А 61 С 5/00. Способ вибрационной механоактивации композитных материалов по Меликян М.Л. И устройство для его осуществления / М.Л. Меликян; Г.М. Меликян; К.М. Меликян; К.И. Давыдова; заявитель и патентообладатель Меликян М.Л.; заявл. № 2013147270/14 от 23.10.2013; опубл. 27.03.2015 Бюл. № 9. – 11 с.

69. Патент № 2749694 С1 Российская Федерация, МПК А 61 С 13/30. Способ изготовления культевой штифтовой вкладки для восстановления однокорневых зубов и устройство для его реализации / Р.Г. Хафизов, М.М. Романов, И.Р. Хафизов, Р.М. Миргазизов, А.М. Сулейманов; патентообладатель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (ФГАОУ ВО КФУ); заявл. № 2020143180 от 25.12.2020; опубл. 16.06.2021 Бюл. № 17. – 21 с.

70. Патент № 2751013 С1 Российская Федерация, МПК А 61 С 5/00. Способ эстетической реставрации зубов / Ю.Б. Воробьева, Д.Д. Малышева, В.В. Никитенко; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации; заявл. № 2020136774 от 06.11.2020; опубл. 07.07.2021 Бюл. № 19. – 7 с.

71. Патент № 2731821 С1 Российская Федерация, МПК А 61 С 5/00. Способ пломбирования зубов композитным материалом / заявитель и патентообладатель А.А. Гущин, А.А. Адамчик, С.С. Гущина, В.А. Иващенко; заявл. № 2019119059 от 18.06.2019; опубл. 08.09.2020 Бюл. № 25. – 17 с.

72. Полянская, Л.Н. Абразивный потенциал порошков для воздушной полировки зубов / Л.Н. Полянская, Т.Н. Манак, О.И. Соколовская // Современная стоматология. – 2019. – № 4(77). – С. 68–70.

73. Пометелина, Ю. Современные адгезивные системы в стоматологии Ю. Пометелина, М.В. Студенников, О.Е. Завьялова // Тверской медицинский журнал. – 2016. – № 5. – С. 41.

74. Попова, Т.А. Современный подход к проблеме качественного пломбирования зубов при лечении кариеса / Т.А. Попова, А.Н. Морозов, Н.В. Чиркова, И.А. Пшеничников и др. // Здоровье семьи – 21 век. – 2015. – № 1. – С. 301–304.

75. Протокол ведения больных «Кариес зубов» утв. Министерством здравоохранения и социального развития РФ 17.10.2006 г.

76. Романенко, И.Г. Выбор адгезивных систем при лечении кариеса корня зуба (обзор литературы) / И.Г. Романенко, Н.И. Чепурова, А.С. Зуева // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. – 2021. – № 2(50). – С. 50–61.

77. Руфенахт, К.Р. Эстетика в стоматологии. Интегративный подход / К.Р. Руфенахт. – М. : МЕДпресс-информ, 2012. – С. 176.

78. Sevbitov, A.V. Experience of using hybrid ceramics for dental restoration in the cervical region / A.V. Sevbitov, A.S. Brago, Yu.I. Enina, A.E. Dorofeev, S.N. Mironov // Asian Journal of Pharmaceutics. – 2018. – № 12(3). – P. 1106–1109.

79. Solovyeva, Zh.V. Comparative evaluation of the clinical efficacy of modern remineralizing drugs in the treatment of enamel caries (focal demineralization) / Zh.V. Solovyeva, E.S. Zaporozhskaya-Abramova, A.A. Adamchik [et al.] // Georgian Medical News. – 2021. – No 1(310). – P. 39–44.

80. Сазонов А.О. В поисках совершенной адгезии / А.О. Сазонов // Институт стоматологии. – 2013. – № 3(60). – С. 94–96.

81. Сайпеев, К.А. Социометрические показатели стоматологического здоровья при реабилитации пациентов с повышенной стираемостью зубов / К.А. Сайпеев, М.М. Сайпеева, С.С. Григорьев // Проблемы стоматологии. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 43–46.

82. Самолаева Э.А. Прошлое, настоящее, будущее // Стоматология России. – 2017. – № 2(18) – С. 10.

83. Сорокина, К.А. Спиртовой протокол адгезии: «за и против» / К.А. Сорокина, Т.Н. Радышевская // Стоматология – наука и практика, перспективы развития. Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 55-летию стоматологического факультета ВолгГМУ / Главный редактор В.И. Петров. – Волгоград : Изд. Волгоградский ГМУ, 2017. – С. 293–297.

84. Стародубова, А.В. Оценка основных физико-химических свойств композитных материалов для восстановления зубов прямым методом при сочетании нескольких слоев композитов, отличающихся консистенцией паст / А.В. Стародубова, Ю.А. Винниченко, И.Я. Поюровская, Ф.С. Русанов // Российский стоматологический журнал. – 2017. – Т. 21. – № 3. – С. 132–135.

85. Стоматологические материалы европейского уровня // Бизнес Диалог Медиа. – 2018. – № 34. – С. 12–15.

86. Сюрняева, Э.О. Сравнительная оценка качества финишной обработки композитных реставраций с использованием разных полировочных паст / Э.О. Сюрняева, О.А. Успенская, С.А. Спиридонова // VOLGAMEDSCIENCE : Сборник тезисов VI Всероссийской конференции молодых ученых и студентов с международным участием, Нижний Новгород, 16–17 марта 2020 года. – Нижний Новгород : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2020. – С. 543–546.

87. Токмакова, С.И. Оценка качества краевого прилегания пломб при различных способах препарирования при лечении кариеса зубов / С.И. Токмакова, О.В. Бондаренко, Н.В. Чечун, Т.В. Воблова, О.Г. Жиленко // Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке». – 2017. – № 19(4). – С. 53–55.

88. Удод, А.А. Адгезивные системы реставрационной стоматологии: эволюция и перспективы / А.А. Удод, К.И. Сагунова // Вестник проблем биологии и медицины. – 2014. – Т. 3. – № 2(111). – С. 53–58.

89. Фатталь, Р.К. Сравнительная клиническая оценка динамики эффективности современных микроинвазивных методов лечения кариеса эмали / Р.К. Фатталь, С.В. Мелехов, Л.А. Скорикова, Х.Ю. Ханахок, Н.В. Лапина // Клиническая стоматология. – 2017. – № 1(81). – С. 66–69.

90. Хабадзе, З.С. Влияние предварительного нагрева на свойства композитного пломбировочного материала. Систематический обзор литературы / З.С. Хабадзе, Ю.А. Генералова, Я.А. Негорелова, С.М. Абдулкеримова // Стоматология для всех. – 2021. – № 2(95). – С. 24–32.

91. Чистякова, Г.Г. Клиническая оценка качества фотокомпозитных реставраций в лечении кариеса дентина зубов / Г.Г. Чистякова // Современная стоматология. – 2019. – № 3(76). – С. 79–85.

92. Чистякова, Г.Г. Комплексная оценка качества фотокомпозитных реставраций в лечении сошлифовывания зубов (клиновидных дефектов) / Г.Г. Чистякова // Стоматология. Эстетика. Инновации. – 2019. – Т. 3. – № 4. – С. 415–426.

93. Чистякова, Г.Г. Результаты электрометрической и морфологической оценки клиновидных дефектов зубов / Г.Г. Чистякова, А. Петрик // Стоматология, эстетика, инновации. – 2018. – Т. 2. – № 3. – С. 304–314.

94. Чухрай И.Г. Ошибки и осложнения, возникающие при изготовлении реставраций из композиционных материалов / И.Г. Чухрай, Н.В. Новак, Е.И. Марченко // Современная стоматология. – 2014. – № 1(58). – С. 20–25.

95. Шабалина, И.М. Влияние подготовки полости рта на стоматологическое здоровье и качество жизни пациентов с отсутствием зубов на фоне сахарного диабета II типа / И.М. Шабалина, Н.В. Лапина, К.Г. Сеферян и др. // Клиническая стоматология. – 2017. – № 1(81). – С. 61–65.

96. Шарова, Т.Н. Опыт использования Filtek Bulk Fill (3М ESPE) – преимущества низкомодульных композитов, вносимых большой порцией / Т.Н. Шарова // Стоматология. – 2014. – Т. 93. – № 3. – С. 21–22.

97. Янушевич, О.О. Детская стоматология: учебник / Под ред. О.О. Янушевича, Л.П. Кисельниковой, Э.З. Топольницкого. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2017. – С. 744.

98. Abral, H. Effect of vibration duration of high ultrasound applied to bio-composite while gelatinized on its properties / H. Abral, G.J. Putra, M. Asrofi, J.W. Park, H.J. Kim // Ultrason. Sonochem. – 2018. – № 40. – P. 697–702.

99. Afrashtehfar, K.I. Failure rate of single-unit restorations on posterior vital teeth: A systematic review / KI. Afrashtehfar, E. Emami, M. Ahmadi, O. Eilayyan et al // J Prosthet Dent. – 2017. – № 117(3). – P. 345–353.

100. Aksel, H. Effect of heat application on the physical properties and chemical structure of calcium silicate-based sealers / H. Aksel, S. Makowka,

F. Bosaid, M.G. Guardian, D. Sarkar, A.A. Azim // Clin Oral Investig. – 2021. – № 25(5). – P. 2717–2725.

101. Al Sunbul, H. Polymerization shrinkage kinetics and shrinkage-stress in dental resin-composites / H. Al Sunbul, N. Silikas, D.C. Watts // Dent Mater. – 2016. – № 32(8). – P. 998–1006.

102. Alex, G. Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? / G. Alex // Compendium of continuing education in dentistry. – 2015. – Jan. – № 36(1). – P. 15–26.

103. Algamaiah, H. Microcomputed Tomography Evaluation of Volumetric Shrinkage of Bulk-Fill Composites in Class II Cavities / H. Algamaiah, C.S. Sampaio, L.C. Rigo et al. // J Esthet Restor Dent. – 2017. – № 29(2). – P. 118–127.

104. Almeida Junior, L.J.d.S Is there correlation between polymerization shrinkage, gap formation, and void in bulk fill composites? A μ CT study / L.J.d.S. Almeida Junior, K.J.d.S. Penha, A.F. Souza, E.C.O. Lula, F.C. Magalhães, D.M. Lima, L.M. Firoozmand // Braz. Oral Res. – 2017. – № 31. – P. 100.

105. Al-Nahedh, H.N. Knowledge and Attitude of Dentists and Patients Toward Use and Health Safety of Dental Amalgam in Saudi Arabia / H.N. Al-Nahedh, A.A. El-Hejazi, S.R. Habib // Eur. J. Dent. – 2020. – № 14. – P. 233–238.

106. Alvanforoush, N. Comparison between published clinical success of direct resincomposite restorations in vital posterior teeth in 1995–2005 and 2006–2016 periods / N. Alvanforoush, J. Palamara, R.H. Wong, M.F. Burrow // Aust Dent J. – 2017. – № 62(2). – P. 132–145.

107. Ashok, N.G. Factors that influence the color stability of composite restorations / N.G. Ashok, S. Jayalakshmi // International Journal of Orofacial Biology. – 2017. – № 1. – P. 1–3.

108. Askar, H. The association between loading of restorations and secondary caries lesions is moderated by the restoration material elasticity / H. Askar, F. Brouwer, M. Lehmensiek, S. Paris, F. Schwendicke // J Dent. – 2017. – № 58. – P. 74–79.

109. Bedran-Russo, A. An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth-Adhesive Interface. // A. Bedran-Russo, A.A. Leme-Kraus, C.M.P. Vidal, E.C. Teixeira // *Dental Clinics of North America*. – 2017. – Oct; 61(4). – P. 713–731.

110. Blatz, M.B. The Effect of Resin Bonding on Long-Term Success of High-Strength Ceramics / M.B. Blatz, M. Vonderheide, J. Conejo // *J Dent Res*. – 2018. – № 97(2). – P. 132–139.

111. Breschi, L. Dentin bonding systems: from dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications / L. Breschi, T. Maravic, S.R. Cunha et al. // *Dent Mater*. – 2018. – № 34(1). – P. 78–96.

112. Casagrande, L. Repair may increase survival of direct posterior restorations – A practice based study / L. Casagrande, M. Laske, E.M. Bronkhorst, MCDNJM. Huysmans and all. // *J Dent*. – 2017. – № 64. – P. 30–36.

113. Coelho, N.F. Response of composite resins to preheating and the resulting strengthening of luted feldspar ceramic / N.F. Coelho, F.J. Barbon, R.G. Machado, N. Boscato, R.R. Moraes // *Dent Mater*. – 2019. – № 35(10). – P. 1430–1438.

114. Da Cunha, L.F. Rehabilitation of the dominance of maxillary central incisors with refractory porcelain veneers requiring minimal tooth preparation / L.F. Da Cunha, C.C. Gonzaga, R. Saab, A.M. Mushashe, G.M. Correr // *Quintessence Int*. – 2015. – № 46(10). – P. 837–841.

115. D’Amario, M. Influence of a repeated preheating procedure on mechanical properties of three resin composites / M. D’Amario, F. De Angelis, M. Vadini, N. Marchili, S. Mummolo, C.D’Arcangelo // *Oper Dent*. – 2015. – № 40(2). – P. 181–189.

116. Darabi, F. The effect of composite resin preheating on marginal adaptation of class II restorations / F. Darabi, R. Tayefeh-Davalloo, S.M. Tavangar, F. Naser-Alavi, M. Boorboo-Shirazi // *J Clin Exp Dent*. – 2020 – № 12(7). – P. 682–687.

117. Daronch, M. Clinically relevant issues related to preheating composites / M. Daronch, F. Rueggeberg, L. Moss, M. De Goes // J EsthetRestor Dent. – 2006. – № 18. – P. 340–350.

118. Daronch, M. Effect of composite temperature on in vitro intrapulpal temperature rise / M. Daronch, F. Rueggeberg, G. Hall, M. De Goes // Dent Mater. – 2007. – № 23(10). – P. 1283–1288.

119. Demirel, G. Effects of Preheating and Sonic Delivery Techniques on the Internal Adaptation of Bulk-fill Resin Composites / G. Demirel, A.I. Orhan, O. Irmak et al. // Oper Dent. – 2021. – doi: 10.2341/19-241-L.

120. Demirel, G. Micro-computed tomographic evaluation of the effects of pre-heating and sonic delivery on the internal void formation of bulk-fill composites / G. Demirel, A.I. Orhan, O. Irmak et al. // Dent Mater J. – 2021. – № 40(2). – P. 525–531.

121. Differential Scanning Calorimetry. In: Materials Characterization. // ASM International. – 2019. – P. 305–311.

122. Dursun, E. Bisphenol A Release: Survey of the Composition of Dental Composite Resins / E. Dursun, H. Fron-Chabouis, J.-P. Attal, A. Raskin // The Open Dentistry Journal. – 2016. – № 10. – P. 446–453.

123. Ebrahimi Chaharom, M.E. Effect of preheating on the cytotoxicity of bulk-fill composite resins / M.E. Ebrahimi Chaharom, M. Bahari, L. Safyari et al. // J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. – 2020. – № 14(1). – P. 19–25.

124. Elkaffass, A.A. Influence of preheating on mechanical and surface properties of nanofilled resin composites / A.A. Elkaffass, R.I. Eltoukhy, S.A. Elnegoly, S.H. Mahmoud // J Clin Exp Dent. – 2020. – № 12(5). – P. 494–500.

125. El-Korashy, D.I. Post-gel shrinkage strain and degree of conversion of preheated resin composite cured using different regimens / D.I El-Korashy // Oper Dent. – 2010. – № 2. – P. 172–179.

126. Elolimy, G.A. Effect of pre-heating on hardness, flexural properties and depth of cure of dental two resin composites / G.A. Elolimy // *Egyptian Dental journal*. – 2020. – № 3. – P. 1731–1739.

127. Eltahlah, D. An update on the reasons for placement and replacement of direct restorations / D. Eltahlah, C.D. Lynch, B.L. Chadwick, I.R. Blum, N.H.F. Wilson // *J Dent*. – 2018. – № 72. – P. 1–7.

128. Eman, M.S. Effect of preheating on microleakage and microhardness of composite resin (an in vitro study) / M.S. Eman, L.E. Ibrahim, K. Adel // *Александрыйский стоматологический журнал*. – 2016. – № 1. – P. 4–11.

129. Erhardt, M.C.G. Effect of different composite modulation protocols on the conversion and polymerization stress profile of bulk-filled resin restorations / M.C.G. Erhardt, M. Goulart, R.C. Jacques, J.A. Rodrigues, C.S. Pfeifer // *Dent Mater*. – 2020. – № 36(7). – P. 829–837.

130. Fan, M. Remineralization effectiveness of adhesive containing amorphous calcium phosphate nanoparticles on artificial initial enamel caries in a biofilm-challenged environment / M. Fan, J. Yang, H.H.K. Xu et al. // *Clin Oral Investig*. – 2021. – doi: 10.1007/s00784-021-03846-3.

131. Gauthier, R. Consideration of Dental Tissues and Composite Mechanical Properties in Secondary Caries Development: A Critical Review / R. Gauthier, H. Aboulleil, J.M. Chenal, J. Chevalier, P. Colon, B. Grosogeat // *J Adhes Dent*. – 2021. – № 23(4). – P. 297–308.

132. Geštakovski, D. The injectable composite resin technique: biocopy of a natural tooth – advantages of digital planning / D. Geštakovski // *Int J Esthet Dent*. – 2021. – № 16(3). – P. 280–299.

133. Goulart, M. Preheated composite resin used as a luting agent for indirect restorations: effects on bond strength and resin-dentin interfaces / M. Goulart, D. Borges Veleda, D. Damin, G.M. Bovi Ambrosano, F.H. Coelho de Souza, M.C.G. Erhardt // *Int J Esthet Dent*. – 2018. – № 13(1). – P. 86–97.

134. Higashi, C. Выполнение эстетических реставраций в области боковых зубов. Эффективное применение современных композитных

материалов / C. Higashi, J. C. Gomes // Dental Market. – 2013. – № 1. – С. 17–19.

135. Hirata, R. Effect of Sonic Resin Composite Delivery on Void Formation Assessed by Micro-computed Tomography / R. Hirata, R.R. Pacheco, E. Caceres et al. // Oper Dent. – 2018. – № 43(2). – P. 144–150.

136. http://www.tokuyama-dental.com/tdc/composites/sigma_quick.html

137. http://www.vladmiva.ru/uploads/editor/File/Buklet_composit2014.pdf

138. https://www.3mrussia.ru/3M/ru_RU/health-care-ru/filtek-bulk-fill-posterior-restorative/

139. <https://www.kerrdental.com/en-be/dental-restoration-products/compothixo-accessories>

140. Jafarzadeh-Kashi, T-S. Effect of Preheating on the Microhardness of Nanohybrid Resin-based Composites / T-S. Jafarzadeh-Kashi, F. Fereidouni, K. Khoshroo, S. Heidari, R. Masaali, M. Mohammadian // Frontiers Biomed Technol. – 2015. – № 2(1). – P. 15–22.

141. Josic, U. The effect of chlorhexidine primer application on the clinical performance of composite restorations: a literature review / U. Josic, T. Maravic, C. Mazzitelli, F. Del Bianco, A. Mazzoni, L. Breschi // J Esthet Restor Dent. – 2021. – № 33(1). – P. 69–77.

142. Kahnamouei, A.M. Effect of preheat repetition on color stability of methacrylate- and silorane-based composite resins / A.M. Kahnamouei, S. Gholizadeh, S. Rikhtegaran et al. // J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. – 2017. – № 11(4). – P. 222–228.

143. Kaisarly, D. Polymerization shrinkage assessment of dental resin composites: A literature review / D. Kaisarly, M.E. Gezawi // Odontology. – 2016. – № 104. – P. 257–270.

144. Kanzow, P. Attitudes, practice, and experience of German dentists regarding repair restorations / P. Kanzow, R. Hoffmann, C. Tschammler, J. Kruppa at al. // Clin Oral Investig. – 2017. – № 21(4). – P. 1087–1093.

145. Kanzow, P. Repair restorations: Questionnaire survey among dentists in the Canton of Zurich, Switzerland / P. Kanzow, P. Dieckmann, T. Hausdörfer, T. Attin at all // *Swiss Dent J.* – 2017. – № 127(4). – P. 300–311.

146. Karacan, A.O. Effect of preheated bulk-fill composite temperature on intrapulpal temperature increase in vitro / A.O. Karacan, P. Ozyurt // *J Esthet Restor Dent.* – 2019. – № 31(6). – P. 583–588.

147. Khan, A.S. Bibliometric Analysis of Literature Published on Antibacterial Dental Adhesive from 1996–2020 / A.S. Khan, S. Ur Rehman, Y.K. AlMaimouni, S. Ahmad, M. Khan, M. Ashiq // *Polymers* – 2020. – № 12. – P. 2848.

148. Kim, D. *Candida albicans* stimulates *Streptococcus mutans* microcolony development via cross-kingdom biofilm-derived metabolites / D. Kim, A. Sengupta, T.H. Niepa, B.H. Lee, A. Weljie, V.S. Freitas-Blanco at all // *Sci Rep.* – 2017. – № 7. – P. 1–14.

149. Kim, D.H. In vitro study of *Streptococcus mutans* adhesion on composite resin coated with three surface sealants / D.H. Kim, T.Y. Kwon // *Restor. Dent. Endod.* – 2017. – № 42(1). – C. 39–47.

150. Kim, H.J. Effect of Heat and Sonic Vibration on Penetration of a Flowable Resin Composite Used as a Pit and Fissure Sealant / H.J. Kim, H.J. Choi, K.Y. Kim, K.M. Kim // *J. Clin. Pediatr. Dent.* – 2020. – № 44(1). – P. 41–46.

151. Klinke, T. Clinical performance during 48 months of two current glass ionomer restorative systems with coatings: a randomized clinical trial in the field / T. Klinke, A. Daboul, A. Turek, R. Frankenberger at all // *Trials.* – 2016. – № 17(1). – P. 239.

152. Lempel, E. Effect of exposure time and pre-heating on the conversion degree of conventional, bulk-fill, fiber reinforced and polyacid-modified resin composites / E. Lempel, Z. Őri, J. Szalma, B.V. Lovász, A. Kiss, A. Tóth, S. Kunsági-Máté // *Dent. Mater.* – 2019. – № 35(2). – P. 217–228.

153. Levartovsky, S. The Retentive Strength of Zirconium Oxide Crowns Cemented by Self-Adhesive Resin Cements before and after 6 Months of Aging /

S. Levartovsky, L. Cartier, M. Brand, J.J. Blasbalg, R. Pilo // *Materials (Basel)*. – 2020. – № 13(18). – P. 3998.

154. Lopes, L.C.P. Heating and preheating of dental restorative materials-a systematic review / L.C.P. Lopes, R.S.S. Terada, F.M. Tsuzuki, M. Giannini, R. Hirata // *Clin. Oral. Investig.* – 2020. – № 24(12). – P. 4225–4235.

155. Lucey, S. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite / S. Lucey, C. Lynch, N. Ray, F. Burke, A. Hannigan // *J Oral Rehabil.* – 2010. – № 37(4). – P. 278–282.

156. Lümekemann, N. Impact of air-abrasion pressure and adhesive systems on bonding parameters for polyetheretherketone dental restorations / N. Lümekemann, M. Eichberger, B. Stawarczyk et al. // *International Journal of Adhesion and Adhesives*. – 2018. – Vol. 80. – P. 30–38.

157. Masarwa, N. Longevity of self-etch dentin bonding adhesives compared to etch-and-rinse dentin bonding adhesives: a systematic review / N. Masarwa, A. Mohamed, I. Abou-Rabii, R. Abu Zaghlan, L. Steier // *J Evid Based Dent Pract.* – 2016. – № 16(2). – P. 96–106.

158. Mass, E. Long-term in-vivo effect of various restorative materials on enamel and dentin of primary molars / E. Mass, A. Hassan, U. Zilberman // *Quintessence Int.* – 2017. – № 48(8). – P. 633–638.

159. Massé, L. Dentine disorders and adhesive treatments: A systematic review / L. Massé, O. Etienne, E. Noirrit-Esclassan, I. Bailleul-Forestier, E. Garot // *J Dent.* – 2021. – vol. 109. – doi: 2021;109:103654.

160. Melkumyan, T.V. Treatment of Class II Caries Lesions with Application of Packable and Conventional Resin Composites: Clinical and Experimental Study / T. V. Melkumyan, A. D. Dadamova, S. Sh. Sheralieva [et al.] // *International Journal of Biomedicine*. – 2020. – Vol. 10. – No 1. – P. 66–69.

161. Mesko, M.E. Rehabilitation of severely worn teeth: A systematic review / M.E. Mesko et al. // *Journal of Dentistry*. – 2016. – vol. 48. – P. 9–15.

162. Monterubbianesi, R. Surface evaluations of a nanocomposite after different finishing and polishing systems for anterior and posterior restorations / R. Monterubbianesi, V. Tosco, G. Orilisi, S. Grandini, G. Orsini, A. Putignano // *Microsc Res Tech.* – 2021. – doi: 10.1002/jemt.23850.

163. Mulder, R. A pilot study investigating the presence of voids in bulk fill flowable composites / R. Mulder, N. Mohammed, A. Du Plessis, S. Le Roux // *South. Afr. Dent. J.* – 2017. – № 72. – P. 462–465.

164. Münchow, E.A. Replacing HEMA with alternative dimethacrylates in dental adhesive systems: evaluation of polymerization kinetics and physicochemical properties / E.A. Münchow, C.H. Zanchi, F.A. Ogliari, M.G. Silva, I.R. Oliveira, E. Piva // *J. Adhes. Dent.* – 2014. – № 16(3). – P. 221–228.

165. Naenni, N.A randomized controlled clinical trial of 3-unit posterior zirconia-ceramic fixed dental prostheses (FDP) with layered or pressed veneering ceramics: 3-year results / N. Naenni, A. Bindl, C. Sax, C. Hämmerle at all // *J Dent.* – 2015. – № 43(11). – P. 1365–1370.

166. Naumann, M. SDR: the ideal composite for post-endodontic treatment / M. Naumann // *News of Dentsply.* – 2014. – P. 4–5.

167. Oh, B.H. Thermal Characteristics of Cu Matrix-SiC Filler Composite Using Nano-Sized Cu Powder / B.H. Oh, C.H. Jung, H. Kong, S.J. Lee // *J Nanosci Nanotechnol.* – 2021. – № 21(9). – P. 4964–4967.

168. Parise Gré, C. Esthetic Rehabilitation of Retained Primary Teeth-A Conservative Approach / C. Parise Gré, V. Schweigert Bona, D. Pedrollo Lise, S. Monteiro Júnior // *J Prosthodont.* – 2017. – № 11. – P. 125–127.

169. Pereira, R. Impact of the Porosity from Incremental and Bulk Resin Composite Filling Techniques on the Biomechanical Performance of Root-Treated Molars / R. Pereira, P. Soares, A.A. Bicalho, L.M. Barcelos, L. Oliveira, C.J. Soares // *Oper Dent.* – 2021. – doi: 10.2341/19-297-L.

170. Pinna, R. The role of adhesive materials and oral biofilm in the failure of adhesive resin restorations / R. Pinna, P. Usai, E. Filigheddu, F. Garcia-Godoy, E. Milia // *Am J Dent.* – 2017. – № 30(5). – P. 285–292.

171. Politano, G. The use of bonded partial ceramic restorations to recover heavily compromised teeth / G. Politano, A. Fabianelli, F. Papacchini, A. Cerutti // *Int J Esthet Dent.* Autumn. – 2016. – № 11(3). – P. 314–336.

172. Pytko-Polończyk, J. Development and verification of new solid dental filling temporary materials containing zinc. Formula development stage / J. Pytko-Polończyk, A. Antosik, M. Zajac, M. Szlósarczyk, A. Krywult, R. Jachowicz, W. Opoka // *Acta Pol Pharm.* – 2016. – № 73(3). – C. 749–754.

173. Rondoni, D. Composite layered overlay: micro-invasive approach / D. Rondoni // *Endodontology Today.* – 2019. – Vol. 17. – No 4. – P. 67–69.

174. Saker, S. Influence of Surface Modification Protocol and Type of Luting Cement on Bonding of Monolithic Zirconia to Dentin Substrate / S. Saker, D. Hashem // *J Contemp Dent Pract.* – 2020. – № 21(12). – P. 1342–1349.

175. Salem, H.N. Degree of Conversion and Polymerization Shrinkage of Low Shrinkage Bulk-Fill Resin Composites / H.N. Salem, S.M. Hefnawy, S.M. Nagi // *Contemp Clin. Dent.* – 2019. – № 10. – P. 465–470.

176. Sampaio, C.S. Volumetric polymerization shrinkage and its comparison to internal adaptation in bulk fill and conventional composites: A μ CT and OCT in vitro analysis / C.S. Sampaio, J. Fernández Arias, P.J. Atria et al. // *Dent Mater.* – 2019. – № 35(11). – P. 1568–1575.

177. Scotti, N. New adhesives and bonding techniques. Why and when? // N. Scotti, G. Cavalli, M. Gagliani, L. Breschi // *International Journal of Esthetic Dentistry.* – 2017. – № 12(4). – P. 524–535.

178. Shafiei, F. Effect of timing of repair on repair bond strength of methacrylate-and silorane-based composite resins / F. Shafiei, S. Akbarian, F. Asadi // *Gen Dent.* – 2017. – № 65(3). – C. 45–49.

179. Skorulska, A. Review on Polymer, Ceramic and Composite Materials for CAD/CAM Indirect Restorations in Dentistry-Application, Mechanical

Characteristics and Comparison / A. Skorulska, P. Piszko, Z. Rybak, M. Szymonowicz, M. Dobrzyński // *Materials* (Basel). – 2021. – № 14(7). – P. 1592.

180. Soares, L.M. Optimization of large MOD restorations: Composite resin inlays vs. short fiber-reinforced direct restorations / L.M. Soares, M. Razaghy, P. Magne // *Dent Mater.* – 2018. – № 34(4). – C. 587–597.

181. Solon Mello, M. Noninvasive approach to esthetic rehabilitation of conoid anterior teeth / M. Solon Mello, R.P.M.V.L. Milioni, G.O.D. Santos, L. Martins, R.V. Monte Alto // *Gen Dent.* – 2017. – № 65(5). – P. 12–16.

182. Staehle, H.J. Replacing single missing teeth in the posterior region using direct composite restorations: survival and clinical quality / H.J. Staehle, C. Sekundo, H. Hieronymus, C. Büsch, C. Frese // *J Dent.* – 2021. – № 113. – P. 103754.

183. Staxrud, F. Repair of defective composite restorations. A questionnaire study among dentists in the Public Dental Service in Norway / F. Staxrud, A.B. Tveit, H.V. Rukke, S.E. Kopperud // *J Dent.* – 2016. – № 52. – P. 50– № 65(5). – P. 12–16. 54.

184. Thermogravimetric Analysis for Characterization of Nanomaterials / S. Loganathan, R.B. Valapa, R.K. Mishra, G. Pugazhenth, S. Thomas // *Thermal and Rheological Measurement Techniques for Nanomaterials Characterization.* – 2017. – № 4. – P. 67–108.

185. Tunkiwala, A. Conservative, Functional, and Esthetic Rehabilitation of Severe Palatal Erosion (Class IV) Using Modified Dahl Approach / A. Tunkiwala, R. Chitguppi // *Compend Contin Educ Dent.* – 2017. – № 38(5). – C. 289 – № 65(5). – P. 12–16. 294.

186. Urcuyo Alvarado, M.S. Evaluation of the Bond Strength and Marginal Seal of Indirect Restorations of Composites Bonded with Preheating Resin / M.S. Urcuyo Alvarado, D.M. Escobar García, A.J. Pozos Guillén, J.C. Flores Arriaga, G.F. Romo Ramírez, M. Ortiz Magdaleno // *Eur. J. Dent.* – 2020. – № 14(4). – P. 644–650.

187. Vyazovkin, S. Isoconversional Kinetics of Polymers: The Decade Past. *Macromol. Rapid / S. Vyazovkin // Commun.* – 2017. – № 38(3). – P. 1600615.
188. Xue, J. Effect of preheating on the properties of resin composite / J. Xue, B.N. Yang // *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* – 2019. – № 37(6). – P. 571–576.
189. Yadav, R. Dental restorative composite materials: A review / R. Yadav, M. Kumar // *J. Oral. Biosci.* – 2019. – № 61(2). – P. 78–83.
190. Yang, J.N. Effects of Preheated Composite on Micro leakage-An in-vitro Study / J.N. Yang, J.D. Raj, H. Sherlin // *J Clin Diagn Res.* – 2016. – № 10(6). – P. 36–38.
191. Zach, L. Pulp response to externally applied heat / L. Zach, G. Cohen // *Oral Surg, Oral Med.* – 1965. – № 19. – P. 515–530.
192. Zhang, A. Analysis of the equivalent thermal conductivity of nanopaper/polymer composite materials / A. Zhang, Z. Li // *AIP Conference Proceedings.* – (may) 2019. – P. 020014.
193. Zhang, L. Synthesis and Characterization of Methacrylate-Functionalized Betulin Derivatives as Antibacterial Comonomer for Dental Restorative Resins / L. Zhang, Z. Ma, R. Wang, M. Zhu // *ACS Biomater Sci Eng.* – 2021. – № 7(7). – P. 3132–3140.
194. Zhao, Y. Influence of Filler Content and Filler Size on the Curing Kinetics of an Epoxy Resin / Y. Zhao, D. Drummer // *Polymers (Basel).* – 2019. – № 11(11). – P. 1797.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение № 1

**Модифицированный критерий Ruge для оценки краевой адаптации
композитного материала к стенкам зуба**

Тестирование	Критерии оценки	Оценка	Код оценки	Количество баллов
Продвижение острого зонда по краю реставрации. Витальное окрашивание границы пломба-зуб. Проверка наличия скола пломбы/зуба на границе реставрации. Контроль подвижности пломбы и/или наличие рецидивирующего* кариеса на границе пломба-зуб	Отсутствие задержки зонда и/или окрашивания границы пломба-зуб	Alfa	A	4
	Задержка зонда на границе реставрации и/или окрашивание границы пломба-зуб	Bravo	B	3
	Наличие скола стенки зуба на границе пломба-зуб в пределах эмали или верхних слоев композита с оголением эмали зуба	Charlie	C	2
	Наличие подвижности пломбы, крупного скола композита с оголением дентино-эмалевой границы и/или рецидивирующего кариеса на границе пломба-зуб	Delta	D	1

* – Наличие рецидивирующего кариеса на границе пломба-зуб оценивалось, если при зондировании зонд «цепляет» или имеется сопротивление его извлечению после введения под умеренным давлением на границе пломба-зуб и при наличии одного из следующих состояний:

- а) размягчение стенок зуба;
- б) пигментация края реставрации как проявление скола или деминерализации;
- в) белое пятно на эмали зуба.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2731821

Способ пломбирования зубов композитным материалом

Патентообладатели: *Гущин Александр Александрович (RU),
Адамчик Анатолий Анатольевич (RU), Гущина Светлана
Стефановна (RU), Иващенко Виктория Александровна (RU)*

Авторы: *Гущин Александр Александрович (RU), Адамчик
Анатолий Анатольевич (RU), Гущина Светлана Стефановна
(RU), Иващенко Виктория Александровна (RU)*

Заявка № 2019119059

Приоритет изобретения 18 июня 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 08 сентября 2020 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 18 июня 2039 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



Приложение № 3

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
«СТОМАТОЛОГИЧЕСКАЯ
ПОЛИКЛИНИКА №3»
МИНИСТЕРСТВА
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Утверждаю
Главный врач
ГБУЗ «Стоматологическая поликлиника
№3» Минздрава Краснодарского края

 / Миносьян К.Э. /

Подпись _____ ФИО _____

«26»  2021 г.



АКТ

Об использовании предложения

НАИМЕНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ: «Алгоритм пломбирования зубов при лечении кариеса предварительно нагретым композитным материалом в печи».

НАИМЕНОВАНИЕ НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ:
«Совершенствование техники пломбирования композитными материалами при лечении кариеса (клинико-лабораторное исследование)»

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: заведующий кафедрой терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, д.м.н., доцент, Адамчик А.А.

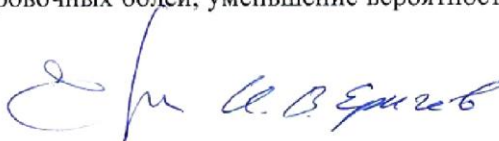
ДАТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЯ: с февраля 2021 года.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ:

За период с 2018 по 2021 год в группе пациентов (63 человека), где применялся предложенный «Алгоритм пломбирования зубов при лечении кариеса предварительно нагретым композитным материалом в печи», при котором время между извлечением нагретого до 50 °С композита из печи для разогрева композита и его полимеризацией в полости рта ограничено не более 7 секундами, качество краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба было на 29,3% эффективнее по сравнению с классическим методом лечения кариеса дентина с применением композита комнатной температуры.

Таким образом, как показали результаты клинической апробации, разработанный способ пломбирования зубов при лечении кариеса дентина имеет технический результат: улучшение качества краевого прилегания пломбы к стенкам, зуба, снижение рисков появления постпломбировочных болей, уменьшение вероятности образования вторичного кариеса.

Зав отделением



Авторы предложения

 А.А. Гуцин

Приложение № 4

Государственное бюджетное
учреждение здравоохранения «Краевая
клиническая стоматологическая
поликлиника» министерства
здравоохранения Краснодарского края
ГБУЗ «ККСП»

Утверждаю
Главный врач
ГБУЗ «ККСП»
Минздрава Краснодарского края
Коровашкин С.А. /
ФИО



2021 г.

АКТ

Об использовании предложения

НАИМЕНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ: «Алгоритм пломбирования зубов при лечении кариеса предварительно нагретым композитным материалом в печи».

НАИМЕНОВАНИЕ НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ:
«Совершенствование техники пломбирования композитными материалами при лечении кариеса (клинико-лабораторное исследование)»

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: заведующий кафедрой терапевтической стоматологии
ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, д.м.н., доцент, Адамчик А.А.

ДАТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЯ: с февраля 2021 года.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ:

За период с 2018 по 2021 год в группе пациентов (63 человека), где применялся предложенный «Алгоритм пломбирования зубов при лечении кариеса предварительно нагретым композитным материалом в печи», при котором время между извлечением нагретого до 50 °С композита из печи для разогрева композита и его полимеризацией в полости рта ограничено не более 7 секундами, качество краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба было на 31,2 % эффективнее по сравнению с классическим методом лечения кариеса дентина с применением композита комнатной температуры.

Таким образом, как показали результаты клинической апробации, разработанный способ пломбирования зубов при лечении кариеса дентина имеет технический результат: улучшение качества краевого прилегания пломбы к стенкам, зуба, снижение рисков появления постпломбировочных болей, уменьшение вероятности образования вторичного кариеса.

Зав отделением

Авторы предложения

В.А. Мордовин *А.А. Гуцин*
А.А. Гуцин

Приложение № 5

Утверждаю
Проректор по УиВР
ФГБОУ ВО КубГМУ
Минздрава России

 /Т.В. Гайворонская/
Подпись ФИО

«30» августа 2021 г.

АКТ

Об использовании предложения в учебном процессе

1. Наименование предложения: «Изменение физико-механических свойств композитных материалов. Влияние термо-вибрационного воздействия на композитный пломбирочный материал (согласно разработанному патенту РФ на изобретение №2731821 от 08 сентября 2020 г.)» Методические указания к практическим занятиям для студентов 3, 4, 5 курсов.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разработано предложение: в рамках комплексной НИР кафедры терапевтической стоматологии «Клинико-экспериментальное обоснование применения лечебно-профилактических мероприятий при болезнях полости рта»
3. Исполнитель: заведующий кафедрой терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, д.м.н., доцент, Адамчик А.А., аспирант кафедры терапевтической стоматологии Гуцин А.А., к.м.н, ассистент кафедры терапевтической стоматологии Иващенко В.А..
4. Дата использования предложения: с февраля 2021 года.
5. Эффективность внедрения:

Данные указания помогут студентам осваивать модули «Кариесология и заболевания твердых тканей зубов», «Клиническая стоматология» в соответствии ФГОС-3.

Заведующий кафедрой
терапевтической стоматологии





А.А. Адамчик

Приложение № 6

Утверждаю

Главный врач ООО «НМЦ Ваш Доктор»


 Д.Р. Голубчик /
 Подпись ФИО
 « 5 » 2021г.

АКТ

Об использовании предложения

НАИМЕНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ: «Алгоритм пломбирования зубов при лечении кариеса предварительно нагретым композитным материалом в печи».

НАИМЕНОВАНИЕ НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ: «Совершенствование техники пломбирования композитными материалами при лечении кариеса (клинико-лабораторное исследование)»

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: заведующий кафедрой терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, д.м.н., доцент, Адамчик А.А.

ДАТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЯ: с 1 февраля 2021 года.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ:

За период с 2019 по 2021 год в группе пациентов (63 человека), где применялся предложенный «Алгоритм пломбирования зубов при лечении кариеса предварительно нагретым композитным материалом в печи», при котором время между извлечением нагретого до 50 °С композита из печи для разогрева композита и его полимеризацией в полости рта ограничено не более 7 секундами, качество краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба было на 28% эффективнее по сравнению с классическим методом лечения кариеса дентина с применением композита комнатной температуры.

Таким образом, как показали результаты клинической апробации, разработанный способ пломбирования зубов при лечении кариеса дентина имеет технический результат: улучшение качества краевого прилегания пломбы к стенкам зуба, снижение рисков появления постпломбировочных болей, уменьшение вероятности образования вторичного кариеса.

Зав отделением



Д.В. Бабаев

Авторы предложения

А.А. Гушин

Приложение № 7

Государственное автономное
учреждение здравоохранения
Республики Мордовия
«Мордовская республиканская
стоматологическая поликлиника»

Утверждаю
Главный врач
ГАУЗ РМ
«Мордовская республиканская
стоматологическая поликлиника»



Адамчик А.В. /
Подпись ФИО

«30» августа 2021 г.

АКТ

Об использовании предложения

НАИМЕНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ: «Алгоритм пломбирования зубов при лечении кариеса предварительно нагретым композитным материалом в печи».

НАИМЕНОВАНИЕ НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ:
«Совершенствование техники пломбирования композитными материалами при лечении кариеса (клинико-лабораторное исследование)»

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: заведующий кафедрой терапевтической стоматологии
ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, д.м.н., доцент, Адамчик А.А.

ДАТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЯ: с февраля 2021 года.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКАЯ
ЗНАЧИМОСТЬ:

За период с 2018 по 2021 год в группе пациентов (63 человека), где применялся предложенный «Алгоритм пломбирования зубов при лечении кариеса предварительно нагретым композитным материалом в печи», при котором время между извлечением нагретого до 50 °С композита из печи для разогрева композита и его полимеризацией в полости рта ограничено не более 7 секундами, качество краевого прилегания композитного материала к стенкам зуба было на 24,8% эффективнее по сравнению с классическим методом лечения кариеса дентина с применением композита комнатной температуры.

Таким образом, как показали результаты клинической апробации, разработанный способ пломбирования зубов при лечении кариеса дентина имеет технический результат: улучшение качества краевого прилегания пломбы к стенкам зуба, снижение рисков появления постпломбировочных болей, уменьшение вероятности образования вторичного кариеса.

Зав отделением

Авторы предложения

А.А. Гушин

Приложение № 8

Утверждаю
Проректор по УиВР
ФГБОУ ВО КубГМУ
Минздрава России

 /Т.В. Гайворонская/
Подпись ФИО

«30»  2021 г.

АКТ

Об использовании предложения в учебном процессе

1. Наименование предложения: «Изменение физико-механических свойств композитных материалов. Влияние термо-вибрационного воздействия на композитный пломбировочный материал (согласно разработанному патенту РФ на изобретение №2731821 от 08 сентября 2020 г.)». Методические указания к практическим занятиям для курсантов.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разработано предложение: в рамках комплексной НИР кафедры терапевтической стоматологии «Клинико-экспериментальное обоснование применения лечебно-профилактических мероприятий при болезнях полости рта»
3. Исполнитель: заведующий кафедрой терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, д.м.н., доцент, Адамчик А.А., аспирант кафедры терапевтической стоматологии Гущин А.А., к.м.н., ассистент кафедры терапевтической стоматологии Иващенко В.А..
4. Дата использования предложения: с февраля 2021 года.
5. Эффективность внедрения:

Данные указания помогут курсантам освоить тему о влиянии физических факторов на свойства композитных пломбировочных материалов.

Заведующий кафедрой
стоматологии ФПК и ППС



В.В. Еричев



Приложение № 9

Утверждаю
Проректор по УиВР
ФГБОУ ВО КубГМУ
Минздрава России

 /Т.В. Гайворонская/
Подпись ФИО

«27» августа 2021 г.

АКТ

Об использовании предложения в учебном процессе

1. Наименование предложения: «Изменение физико-механических свойств композитных материалов. Влияние термо-вибрационного воздействия на композитный пломбировочный материал (согласно разработанному патенту РФ на изобретение №2731821 от 08 сентября 2020 г.)» Методические указания к практическим занятиям для студентов 2 курса.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разработано предложение: в рамках комплексной НИР кафедры терапевтической стоматологии «Клинико-экспериментальное обоснование применения лечебно-профилактических мероприятий при болезнях полости рта»
3. Исполнитель: заведующий кафедрой терапевтической стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, д.м.н., доцент, Адамчик А.А., аспирант кафедры терапевтической стоматологии Гушин А.А., к.м.н, ассистент кафедры терапевтической стоматологии Иващенко В.А..
4. Дата использования предложения: с февраля 2021 года.
5. Эффективность внедрения:

Данные указания помогут студентам освоить тему о влиянии физических факторов на свойства композитных пломбировочных материалов.

Заведующий кафедрой
пропедевтики и профилактики
стоматологических заболеваний



А.В. Арутюнов

