

Абдулкеримова Саида Маликовна

**КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА
КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

3.1.7. Стоматология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» на базе кафедры терапевтической стоматологии Медицинского института

Научный руководитель:

Хабадзе Зураб Суликоевич, кандидат медицинских наук, доцент

Официальные оппоненты:

Македонова Юлия Алексеевна, доктор медицинских наук, доцент; федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; заведующая кафедрой стоматологии института НМФО;

Токмакова Светлана Ивановна, доктор медицинских наук, профессор; федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации заведующая кафедрой терапевтической стоматологии

Ведущая организация:

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится 05 июня 2024 года в 14:00 на заседании постоянно действующего диссертационного совета ПДС 0030.022 при ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале УНИБЦ (Научная библиотека) ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6) и на сайте <https://www.rudn.ru/science/dissovet/dissertacionnyesovety/pds-0300022>

Автореферат разослан «__» _____ 2024 г.

Ученый секретарь ПДС 0030.022
кандидат медицинских наук, доцент

Макеева Мария Константиновна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Использование полимерных композитов, прежде всего, фотополимерных, в стоматологической практике продолжает расти, в частности, в технологии прямой и непрямой реставрации (Лалатович А. М., 2021). Для улучшения адаптационных, физико-механических и манипуляционных свойств полимерного композита исследователями были предложены различные методики, позволяющие добиться наилучших значений микротвердости, степени конверсии, текучести и ряда других факторов, которые были бы оптимальны в клинической практике, в том числе использование предварительного нагретых композитов (Гущин А. А., Адамчик А. А., 2020).

В последние годы в исследованиях было установлено, что температурный фактор играет важную роль в степени конверсии композитных пломбировочных материалов. Увеличение конверсии, в свою очередь, оказывает множество положительных эффектов, в том числе снижает цитотоксичность композитных материалов (Chaharom M. E. E., 2020)

Конверсия композита – неотъемлемый элемент, определяющих физико-механические свойства материала и долговечность будущей реставрации (Токмакова С. А., 2021). Но в ходе реакции полимеризации частицы мономера включаются в единую цепь, причем, в «идеальном материале» весь мономер должен быть преобразован в полимер (Al-Ahdal K., 2015). Наличие непрореагировавшего мономера способно привести к редукции показателей механической прочности и размерной стабильности реставрации, а выделяющиеся в слюну мономеры могут вызывать реакцию гиперчувствительности и стимулировать микробную контаминацию вокруг реставраций, приводящий не только к деградации смолы, появлению микроподтеканий и риску развития рецидивирующего кариеса (Македонова Ю. А., 2019).

В связи с этими постулатами и посвящено данное диссертационное исследование в изучении термической предыстории композитных пломбировочных материалов на улучшение их свойств.

Степень разработанности темы исследования

По данным источников отечественной литературы, на территории Российской Федерации исследований по оценке влияния предполимеризационного нагрева на цитотоксичность не проводилось.

Анализируя данные иностранных источников, также можно отметить, что подобные исследования не проводились, влияние температурного фактора на цитотоксичность подтверждалась, косвенно анализируя изменение конверсии материала, путем влияния на него разных видов полимеризационных ламп и степени отверждения (Li R. et al., 2012; Pala K. et al., 2017).

Также на территории Российской Федерации по данным источников отечественной литературы не проводилась оценка микробной адгезии резидентов полости рта к предварительно нагретому композитному материалу. В иностранных источниках есть данные об адгезии микроорганизмов к разным композитным пломбировочным материалам, однако отсутствуют данные об адгезии микроорганизмов – резидентов нормальной микрофлоры – к материалу с термической предысторией (Motevasselian F. et al., 2017)

В настоящее время в Российской Федерации предложены разные методы улучшения свойств стоматологических композитов, одним из которых являются инструменты для вибрационного воздействия на композит (Гущин А. А., Адамчик А. А., 2020). Однако наряду с преимуществами, данные методики имеют такие недостатки, как отсутствие эффекта нагревания, высокая себестоимость процедуры, отсутствие эргономичности.

В настоящее время дискутируется вопрос о необходимости предварительного нагрева композитных пломбировочных материалов перед реставрацией для улучшения их физико-механических свойств, однако отсутствие единого мнения в данной проблематике и подтверждает необходимость проведения научных исследований в изучаемом направлении.

Важное значение с точки зрения биологической целесообразности в долгосрочной перспективе играет отсутствие цитотоксичности композитных материалов и сохранение их физико-химических свойств. Реставрации в полости рта подвергаются деградации под воздействием внешних и внутренних факторов, поэтому особое внимание уделяется улучшению физических свойств композита, а также путей улучшения его конверсии в процессе полимеризации.

Цель исследования

Повышение эффективности стоматологического лечения пациентов посредством улучшения физико-химических свойств композитных пломбировочных материалов путем научно-практического обоснования влияния на них предполимеризационного нагрева.

Задачи исследования

1. Провести анализ изменения физико-механических свойств композитных пломбировочных материалов с термической предысторией.
2. Исследовать влияние предварительного предполимеризационного нагрева на структуру поверхности композитного материала.
3. Оценить микробную адгезию резидентов полости рта к композитным материалам с термической предысторией.
4. Исследовать влияние предварительного нагрева композитных материалов на функциональные свойства стромальных клеток слизистой оболочки рта человека с использованием молекулярно-биологических методов.
5. Клиническая оценка использования композитного материала с термической предысторией при лечении кариеса дентина.

Научная новизна исследования

Впервые была оценена и проведена сравнительная оценка модуля Юнга, коэффициента линейного теплового расширения у предварительно нагретого материала Enamel Plus HRi (Micerium, Италия) и материала без термической предыстории, в результате которой было выявлено что материал, прошедший предварительную термическую обработку заметно меньше деформируется под нагрузкой, а также менее подвержен эффекту изменения размеров с нагревом. Модуль Юнга и коэффициент линейного теплового расширения также оценивались и в режиме многократных циклов нагрев-охлаждение, что позволило судить о процессах, проходящих в композитном материале при его многократном использовании.

Впервые было проанализировано изменение микротвердости у отечественного композитного пломбировочного материала Унирест (Стомадент, Россия), импортного пломбировочного материала Esthet X HD (Dentsply Sirona, США), импортного композитного материала Enamel Plus HRi (Micerium, Италия) с предполимеризационным нагревом и без термической предыстории, в результате которой были выявлены более высокие значения микротвердости предварительно нагретого материал Enamel Plus HRi, и наоборот снижение микротвердости у материалов Унирест и Esthet X HD после предварительной температурной обработки.

Впервые было проведено изучение структуры поверхности композитных материалов с предполимеризационным нагревом и без него, с помощью метода атомно-силовой микроскопии и обработки изображений сканирующей электронной микроскопии, в результате которой было выявлено что все композитные материалы после предварительной температурной обработки показали более гомогенную структуру поверхности, меньшую шероховатость и размер пор.

Впервые было установлено влияние предполимеризационного нагрева на спектральные характеристики композитных материалов Enamel Plus HRi, Esthet X HD, Унирест, в результате которой материал Унирест после предварительного нагрева показал более бежевый опактивный оттенок, а материалы Enamel Plus HRi и Esthet X HD более прозрачный светлый оттенок.

Впервые была изучена микробная адгезия *Streptococcus mutans* у композитных пломбировочных материалов, прошедших предварительно предполимеризационный нагрев, как импортного производства, так и отечественного представителя, в результате которой было выявлено, что материалы с термической предысторией менее подвержены адгезии микроорганизмов в связи с более гладкой структурой поверхности самого материала.

Впервые было оценено влияние термической предыстории и анаэробной конверсии композитных материалов на функциональные свойства культур стромальных клеток слизистой полости рта человека с использованием специфических молекулярно-биологических методов исследования, результат которого показал, что предварительная температурная обработка, а также условия анаэробной полимеризации снижают цитотоксичность композитного материала, улучшая его конверсию от нагрева.

Кроме того, разработан способ лечения кариеса дентина с использованием метода предполимеризационного нагрева композитного материала перед проведением реставрации (Патент на изобретение № 2812887, опубликован 05.02.2024).

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость данной работы заключается в получении обширных результатов влияния предполимеризационного нагрева на физико-механические свойства композитного пломбировочного материала. Получены результаты влияния предполимеризационного нагрева на прочностные характеристики: микротвердость, модуль Юнга, коэффициент линейного температурного расширения, а также его оценка в режиме многократных циклов нагрев-охлаждение.

Произведена оценка влияния предполимеризационного нагрева на оптические характеристики композитного материала в различных диапазонах видимого света.

Дано описание изменений структуры поверхности материала у композитов с термической предысторией. Оценено влияние предполимеризационного нагрева на цитотоксичность композитных материалов и на микробную адгезию резидентов полости рта к предварительно нагретому материалу.

Результаты теоретических обоснований подтверждаются данными клинической оценки использования предварительно нагретого пломбировочного материала при реставрации полостей по классу I по Блэку при кариесе дентина.

Практическая значимость данной работы заключается в возможности внедрения данной методики предварительного нагрева для получения улучшенных физико-механических, эстетических и манипуляционных характеристик композитного материала, расширение показаний для использования данных материалов в практике врача-стоматолога.

Оригинальность исследования подтверждена наличием патента РФ (Патент на изобретение № 2812887, опубликован 05.02.2024), направленный на совершенствование этапов лечения пациентов с диагнозом – К02.1 кариеса дентина. Техническим результатом изобретения является обеспечение долговечности реставрации путем улучшенной адгезии композитного пломбировочного материала к твердым тканям зуба, что способствует повышению качества оказания стоматологической помощи пациентам с указанной выше клинической нозологией.

Методология и методы диссертационного исследования

Результаты диссертационной работы подтверждены данными комплексного экспериментального, лабораторного и клинического исследования и выполнены согласно принципам доказательной медицины.

С помощью экспериментальных и лабораторных экспериментов исследовано изменение прочностных характеристик композитного пломбировочного материала с предполимеризационным нагревом; исследовано изменение спектральных характеристик композитного материала с термической предысторией, путем молекулярно-биологических методов исследовано влияние предполимеризационного нагрева на цитотоксичность композитных материалов, исследовано влияние анаэробной полимеризации на конверсию композита и его цитотоксичность, проведено исследование микробной адгезии резидентов полости рта к предварительно нагретому композитному материалу.

С помощью клинического исследования определена эффективность применения предполимеризационного нагрева в практика врача-стоматолога.

Клиническое исследование проведено в стоматологической клинике ООО «ВАШ ЛИЧНЫЙ ДОКТОР», являющейся клинической базой кафедры терапевтической стоматологии РУДН. Было проведено стоматологическое лечение и динамическое наблюдение двух групп пациентов, которым проводилось лечение кариеса дентина с использованием композитного материала как с нагревом, так и без термической предыстории. Все пациенты подписали добровольное информированное согласие.

Проведена статистическая обработка результатов диссертационного исследования с применением современных программ.

Основные научные положения, выносимые на защиту

1. К эффективному способу улучшения как поверхностной структуры, так и

физико-механических свойств композитных материалов относится предполимеризационный нагрев, также позволяющий при конверсии оптимизировать геометрию матрицы композита за счет коэффициента линейного расширения и модуля эластичности.

2. Применение предполимеризационного нагрева композитного материала, в том числе, в условиях анаэробной конверсии, позволяет улучшить его биосовместимость с окружающими тканями, уменьшив его цитотоксичность и влияние на функциональные свойства клеточных структур слизистой оболочки рта человека, а также уменьшает микробную адгезию к его полированной поверхности.

Степень достоверности полученных результатов

Подтверждается обширными экспериментальными исследованиями и клиническими наблюдениями с использованием наиболее актуальных методов исследования.

Материалы диссертационного исследования представлены на научно-практических симпозиумах и конференциях: «Клинические и теоретические аспекты современной медицины SCIENCE4HEALTH 2019» (РУДН, г. Москва, 2019 г.); VII межрегиональный форум «Стоматологическое сердце России – 2019» (г. Белгород, 2019 г.); IX Международного молодежного медицинского конгресса «Санкт-Петербургские научные чтения – 2022»; Международная научно-практическая конференция «Российская наука в современном мире» (30 ноября 2022 года); Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Современная концепция стоматологической действительности» (2023 г.).

Апробация проведена на межкафедральном заседании кафедр терапевтической стоматологии, ортопедической стоматологии и стоматологии детского возраста и ортодонтии Медицинского института ФГАОУ ВО «Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (протокол № 6 от 21.02.2024).

Внедрение результатов исследования

Результаты диссертационной работы внедрены в фонд оценочных средств и в материалы рабочей учебной программы для студентов специальности «Стоматология» по дисциплинам: «Инновационные технологии в стоматологии», «Кариесология», а также клиническим ординаторам по специальностям «Стоматология терапевтическая», «Стоматология общей практики». Материалы диссертационного исследования включены в вопросы теоретической подготовки в том числе и аспирантов по направлению «Стоматология» Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, в лечебную практику стоматологической клиники ООО «ВАШ ЛИЧНЫЙ ДОКТОР».

Личный вклад автора в выполнение работы

Автором самостоятельно проведен анализ современно отечественной и зарубежной литературы и патентный поиск по теме исследования. Автором совместно с научным руководителем был составлен план и алгоритмы проведения всех экспериментальных, лабораторных и клинических исследований.

Автор принимал непосредственное участие в проведении экспериментов и подготовке образцов для исследования. Автор самостоятельно проводил лечение 94 пациентов с диагнозом кариес дентина, используя методику предварительного нагрева, описанную в данной работе.

Автор выполнил лично в полном объеме статистическую обработку, полученных в ходе исследования данных, оформление и иллюстрацию диссертационной работы, а также автореферат.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 3.1.7. Стоматология, отрасли наук: медицинские науки, а также областям исследования согласно пунктам 1 и 9 паспорта специальности «Стоматология».

Публикации

По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, в том числе 3 – в журналах Перечня РУДН/ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, 5 – в журналах, входящих в международные реферативные базы данных (Scopus, WOS), 1 патент РФ (Патент на изобретение № 2812887, опубликован 05.02.2024), публикаций в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций – 3.

Объем и структура работы

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Диссертация изложена на 143 страницах, содержит 9 таблиц, 66 рисунков. Список литературы включает 209 научных работ, из них 39 отечественных и 170 зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки изменения физико-механических свойств композитных пломбирочных материалов с термической предысторией было проведено исследование изменения микротвердости по методу Виккерса с использованием автоматизированного микротвердомера. Были подготовлены образцы в форме дисков толщиной 1 мм, диаметром 1,2 см. Образцы были изготовлены из композитных материалов 3 представителей: А) отечественный светоотверждаемый микрогибридный композитный материал Унирест (Стомадент, Россия); В) импортный светоотверждаемый микронаполненный композитный материал Enamel Plus HRi (Micerium, Италия); С) импортный светоотверждаемый микрогибридный композитный материал Esthet X HD (Dentsply Sirona, США). Подготовленные образцы были разделены на 2 группы в зависимости от наличия термической предыстории. В первой группе образцы композитных материалов, полимеризация которых проводилась без термической предыстории, во второй группе образцы были подготовлены после предварительного предполимеризационного нагрева композитного материала в специальной печи (Micerium; Avegno, Италия), с режимом нагрева до 55 °С.

Объектом исследования для оценки изменения модуля Юнга и коэффициента линейного теплового расширения являлся композитный материал, показавший лучшие характеристик микротвердости после предварительного нагрева-Enamel Plus HRi. Образцы из композитного материала Enamel Plus HRi были поделены на 2 группы в зависимости от наличия предварительного нагрева.

Коэффициент линейного теплового расширения и модуль Юнга оценивались в температурном режиме от минус 10 °С до + 80 °С. Для проведения исследования

коэффициента линейного теплового расширения использовался термомеханический анализатор.

Оценка модуля Юнга проводилась в режиме трехточечного изгиба и в режиме глубины пенетрации.

Изменение оптических свойств после предварительного предполимеризационного нагрева регистрировали у всех трех композитных материалов, до и после нагрева. Для достижения данной задачи была проведена оптическая спектроскопия с использованием спектрофотометра. Оценка спектральных характеристик выполнялась преимущественно в видимом диапазоне. Диапазон измерения составил 300–820 нм. Для анализа изменения структуры поверхности композитных материалов с предварительным предполимеризационным нагревом были подготовлены образцы из трех ранее названных представителей композитных материалов и разделены на 2 группы с нагревом и без него. Для измерения шероховатости и для визуализации морфологии поверхности образцов применялся метод атомно-силовой микроскопии (АСМ). С целью изучения влияния предполимеризационного нагрева композитного материала светового отверждения на изменение микроструктуры поверхности полимеризованного материала была проведена сканирующая электронная микроскопия поверхности образцов. В рамках исследования была проведена оценка адгезивных свойств композитных материалов, под воздействием микроорганизма *Streptococcus mutans*. В исследовании приняли участие композитные пломбировочные материалы двух производителей Enamel Plus HRi (Micerium, Италия), Унирест (Стомадент, Россия) (Рисунок 1). Финишная обработка образцов проводилась в следующей последовательности: для шлифования и финишной обработки использовались полиры на уретановом связующем Enforce Pin и Diamond Sun (Kagayaki) среднего размера (70 микрон), мелкого (30 микрон), экстремелкого (10 микрон). Далее использовалась двухшаговая полировочная система на основе силикона с алмазными частицами Star flex (Kagayaki) синего цвета грубой зернистости (36–54 микрон) для первичного полирования и голубого цвета мягкой зернистости (4–8 микрон) для создания сухого блеска.



Рисунок 1 – Диски из композитных материалов до начала микробиологического исследования

Для исследования адгезивных свойств композитных материалов была выбрана модель, имитирующая воздействие *Streptococcus mutans* на композитные материалы *in vitro*. Была использована питательная среда TSB (Condalab, Spain) и триптон-соевый агар (TSA) (Рисунок 2). Диски исследуемых композитных материалов помещали в питательную среду, содержащую *Streptococcus mutans* в количестве 10^5 КОЕ/г. Чашки

Петри и пробирки инкубировали в термостате в течение 7 суток при плюс 37 °С. Сроки наблюдения были выбраны 1-е, 3-е, 7-е сутки. В установленные сроки после инкубации производили высев 0,1 мл суспензии на аналогичную плотную питательную среду в чашки Петри с TSA. При учете результатов определяли КОЕ/мл, выросших при посеве каждого исследованного композитного материала (Рисунок 3). Параллельно производили высев с TSB бульона в соответствии с установленными сроками наблюдения.

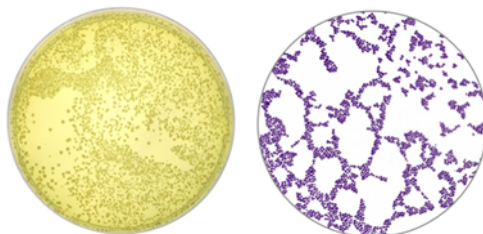


Рисунок 2 – Культуральные (TSA) и морфологические свойства (окраска по Граму) выделенного *Str. mutans*

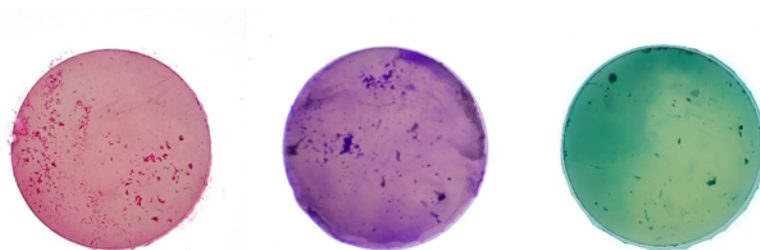


Рисунок 3 – Подтверждение наличия бактерий с помощью окраски карболовым фуксином (выявление бактерий), генциановым фиолетовым (окраска бактерий и налёта), малахитовый зелёный (окраска налёта)

Для исследования цитотоксических свойств образцов композитных материалов светового отверждения путем тестирования их цитотоксичности на линиях стромальных клеток, выделенных из биоптата слизистой оболочки рта с использованием анализа жизнеспособности клеток были подготовлены образцы из представителей 3 композитных пломбирочных материалов, описанных выше. Стерилизацию образцов проводили с помощью УФ-облучения, в дальнейшей работе контаминации образцов грибами, бактериями или иными агентами не выявили. Для тестирования цитотоксических свойств образцов использовали первичную клеточную культуру стромальных клеток, выделенную из биоптата слизистой оболочки дна полости рта человека. В эксперименте использовали ростовую среду DMEM/F12 (Панэко, РФ) с добавлением эмбриональной телячьей сыворотки (Cargicorn scientific, Германия) до 10% и пенициллина-стрептомицина (Панэко, РФ) до 1%. Клетки открепляли от культуральной подложки раствором трипсина-ЭДТА (Панэко, РФ) и оценивали их количество и жизнеспособность с помощью автоматического счетчика Luna-dual (Logos Biosystem, США). Для заселения образцы переносили в лунки 48-луночного культурального планшета (1 образец в 1 лунку) и наслаивали клеточную суспензию из расчета 30 тысяч живых клеток на

лунку. Через 48 часов проводили *in vitro* оценку цитотоксических свойств тестируемых образцов.

Оценка жизнеспособности клеток методом МТТ-теста

В лунки с заселенными образцами в ростовую среду добавляли МТТ (Sigma-Aldrich, США) до конечной концентрации 1,5 мг/мл и оставляли при стандартных культуральных условиях на 4 часа. В это время сукцинатдегидрогеназа митохондрий живых клеток восстанавливала светло-желтый МТТ тетразолиум (3-(4,5-диметилтиазолил-2)-2,5-дифенилтетразолиум бромид) до нерастворимого темно-окрашенного формазана. Развитие реакции контролировали визуально с помощью световой микроскопии по образованию кристаллов формазана. Среду с МТТ удаляли, в лунки для растворения выпавших в осадок кристаллов формазана добавляли по 100 мкл растворителя (ДМСО, ПанЭко) и инкубировали в течение 1 часа при 37 °С. Детекцию оптической плотности OD540 определяли на приборе CLarioStar (BMG Labtech, США), статистическую обработку данных проводили в программе GraphPad Prism 8, используя ANOVA множественное сравнение. После проведенной оценки жизнеспособности стромальных клеток методом МТТ-теста в луночном культуральном планшете провели их дальнейшую визуальную оценку прямого контакта клеток с помощью флуоресцентного микроскопа ZOE™.

Исследование влияния анаэробной конверсии стоматологических композитных материалов светового отверждения на их цитотоксичность

Для тестирования функциональных свойств использовалась та же клеточная культура стромальных клеток, выделенная из биоптата слизистой оболочки дна полости рта человека методом МТТ-теста. Для создания анаэробных условий фотополимеризацию образцов проводили через слой пропандиола-1,2,3 (вязкость 8–11 Па·с, проводимость 0,7–1,0 С/м), который наносили на поверхность образцов. В качестве объекта исследования был выбран композитный материал Унирест показавший цитотоксичность в ненагретом виде. Полимеризацию образцов осуществляли с помощью LED лампы с длиной волны в 430–480 нм, при интенсивности света в 900 мВ/см² (Premium Plus, Китай). Для каждого образца дистанция между светодоводом и поверхностью образца была фиксированной и составляла 1 мм.

Для клинической оценки использования композитного материала с термической предисторией было проведено обследование и лечение 94 пациентов с диагнозом кариес дентина, в возрасте 18–70 лет. В качестве материала для пломбирования был выбран микрогибридный композитный материал светового отверждения Enamel plus HRi (Micerium S.p.A, Италия). Предполимеризационный нагрев материала осуществляли в специальной печи для разогрева композитов Epa Heat (Micerium, Италия) при температуре 55 °С. На основании основных и дополнительных методов обследования был поставлен диагноз кариес дентина. Основные методы обследования включали: жалобы, сбор анамнеза, объективная оценка, включая осмотр, зондирование, перкуссию, а также температурная проба, которая во всех случаях показывала кратковременную быстропроходящую реакцию. Дополнительные методы обследования включали в себя электроодонтодиагностику и при необходимости рентгенологическое исследование для проведения дифференциальной диагностики кариеса дентина.

Процесс лечения кариеса дентина включал в себя следующие этапы: удаление мягкого зубного налета посредством абразивной пасты и лавсановой щетки, раскрытие кариозной полости шаровидным бором диаметром 1,2 мм с алмазным покрытием и синей маркировкой, установленным в турбинном наконечнике с воздушно-водяным охлаждением, расширение кариозной полости фиссурным бором диаметром 1,2 мм с алмазным покрытием с синей маркировкой, проведение некрэктомии твердосплавным шаровидным бором диаметром 1,2 мм или 1,4 мм, установленным в угловом наконечнике с воздушно-водяным охлаждением, проверку некрэктомии зондированием, при которой плотный дентин крепитирует и зонд скользит по поверхности дентина, формирование кариозной полости фиссурным бором диаметром 1,2 мм с алмазным покрытием с красной маркировкой, установленным в турбинном наконечнике, проведение финирирования краев эмали твердосплавными восьмигранными финирами с красной маркировкой, для улучшения качества проведения адгезивного протокола проводилось воздушно-абразивное препарирование эмали кариозного дефекта на расстоянии двух миллиметров от поверхности зуба бластером Rondoflex и порошком с частицами оксида алюминия размером 27 мкм, проведение воздушно-абразивной обработки поверхности твердых тканей в течение 15 секунд, установку латексной завесы для изоляции рабочего поля, промывание водой твердых тканей в течение 5 секунд, высушивание эмали воздушной струей из пюстера в течение 5 секунд, далее наносили на эмаль гель на основе 37%-го раствора ортофосфорной кислоты на 30 секунд, на дентин на 15 секунд, смывали водой с твердых тканей зуба в течение 30 секунд, высушивали из пюстера струей воздуха. Затем на поверхность дентина наносили 2%-й водный раствор хлоргексидина биглюконата, после чего препарат не смывали, а подсушивали воздухом, не допуская пересушивания дентина, далее согласно инструкции наносили адгезивную систему 5-го поколения Prime&Bond NT. Затем наносили низко-модульный композитный материал для формирования суперадаптации слоя.

Далее в кариозную полость, в зависимости от группы пациентов послойно вносили гладилками Nu-Friedy XTS (TNCVIPC, TNBBS/M) пакуемый композитный пломбировочный материал, предварительно разогретый до 55 °С, либо композитный материал без термической предыстории, и адаптировали к стенкам зуба не более 30 секунд. Процесс нагрева композитного материала включал в себя использование специальной печи Ena Heat (Micergium, Италия) с режимом T2-55 °С. Нагрев в печи осуществлялся не менее часа до приема пациента, скорость внесения нагретого материала и адаптация к стенкам зуба осуществлялась в течение 30 секунд. Далее осуществлялась полимеризация порций композитного материала фотополимеризатором в течение 20 секунд с мощностью светового потока 1000 мВт/см, после чего на всю поверхность реставрации наносили гель на основе пропандиола -1-2-3, сквозь который проникают лучи полимеризационной лампы, и полимеризовали в течение 30 секунд. Гель смывали водой в течение 20 секунд. Поверхность реставрации шлифовали, удаляли изоляционную систему. Выверяли окклюзию и производили полирование реставрации до сухого блеска. Финишная обработка образцов проводилась в следующей последовательности: для финишной обработки использовались полиры на уретановом связующем Enforce Pin и Diamond Sun (Kagayaki) среднего размера (70 микрон), мелкого (30 микрон), экстрамелкого (10

микрон). Далее использовалась двухшаговая полировочная система на основе силикона с алмазными частицами Star flex (Kagayaki) синего цвета грубой зернистости (36-54 микрон) для первичного полирования и голубого цвета мягкой зернистости (4-8 микрон) для создания сухого блеска.

Клиническая оценка качества реставрации проводилась непосредственно после лечения и спустя 12, 24 месяцев с использованием критериев по Ryge, рекомендованных Международной организацией по стандартизации качества (протокол PN-EN № 4049\2003). G. Ryge разработал критерии для оценки внешнего вида реставраций, согласно которой оценивались такие признаки как: качество цветопередачи реставрации, качество поверхности пломбы, ее краевое прилегание, наличие рецидивного кариеса. Критерии выражались в буквенных обозначениях: А (Alfa), В (Bravo), С (Charlie), D (Delta), Н (Hotel), О (Oscar). Исходя из данных критериев все реставрации классифицировали на 4 категории: А – превосходные реставрации (балл 0); В – правильная или хорошая реставрация (балл 1); С – реставрация, требующая замены в отсроченной перспективе (балл 2); D – реставрации, требующие немедленной замены (балл 3). В нашем исследовании учитывались данные краевого прилегания, сухой блеск и анатомический контур реставрации. Для получения статистических данных нами были проставлены баллы от 0 до 3. Также в качестве дополнительной оценки реставрации нами учитывались данные электроодонтодиагностики до лечения, после, спустя 12 и 24 месяца.

Статистическая обработка результатов исследования

Для проведения анализа данных был использован язык статистического программирования R. Иллюстрации были построены с помощью пака "ggplot2". Количественные переменные с нормальным распределением представлены с помощью среднего значения и стандартного отклонения ($m \pm SD$). Категориальные переменные представлены частотами и процентами. Статистические сравнения групп проведены с помощью теста Стьюдента для количественных и точного теста Фишера – для категориальных данных. В качестве критерия статистической значимости использовалось значение $p < 0,05$. Коррекции на множественные сравнения не применялись.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В случае с образцами производителя Enamel Plus HRi, нагрев привёл к увеличению твёрдости материала на 9,27%. Для производителя Esthet X HD и Унирест нагрев привёл к уменьшению твёрдости. Для Esthet X HD уменьшение твёрдости составило 17,5%. Для Унирест уменьшение твёрдости составило 3,4%, однако среднее значение после нагрева отвечает требованиям микротвёрдости для реставрации боковой группы зубов.

Агрегированные данные по изменению прочностных характеристик (микротвёрдости) композитных пломбировочных материалов после предварительного предполимеризационного нагрева и без предварительного предполимеризационного нагрева (ненагретый и нагретый Esthet X HD, Enamel Plus Hri и Унирест) приведены в Таблице 1. Рисунок 4 иллюстрирует собранные данные.

Таблица 1 – Агрегированные данные по изменению прочностных характеристик (микротвёрдости) композитных пломбировочных материалов после предваритель-

ного предполимеризационного нагрева и без предварительного предполимеризационного нагрева (ненагретый и нагретый Esthet X HD, Enamel Plus Hri и Унирест)

Группа	Среднее значение OD540	Стандартное отклонение OD540	Количество наблюдений
Ненагретый Esthet X HD	56,4	0,43	5
Ненагретый Enamel Plus Hri	63,6	0,75	5
Ненагретый Унирест	53,0	0,28	5
Нагретый Esthet X HD	46,5	0,46	5
Нагретый Enamel Plus Hri	69,5	0,90	5
Нагретый Унирест	51,2	0,34	5

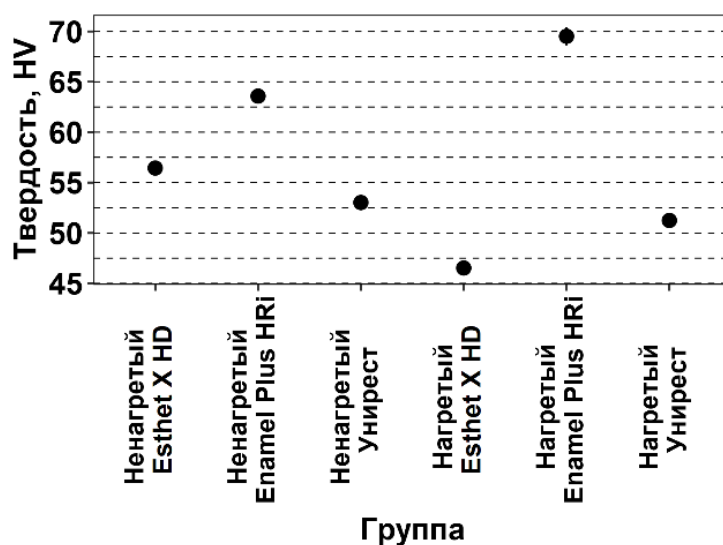


Рисунок 4 – Агрегированные данные по изменению прочностных характеристик (микротвердости) композитных пломбировочных материалов после предварительного предполимеризационного нагрева и без предварительного предполимеризационного нагрева (ненагретый и нагретый Esthet X HD, Enamel Plus Hri и Унирест). Точками представлены средние значения групп. Усики представляют стандартные отклонения

Результаты исследования коэффициента линейного теплового расширения показали, что композитный материал, прошедший предварительный предполимеризационный нагрев, менее подвержен эффекту изменения размеров с нагревом, что позволяет материалу лучше контактировать с тканями зуба и не подвергаться угрозе отслоения при употреблении очень холодной или очень горячей пищи (Рисунок 5-А).

Также, анализируя многократные циклы нагрев-охлаждение в исследуемом диапазоне температур можем прийти к выводу, что измеренные кривые «Физическая альфа» становятся более пологими. Участки с резким изменением КЛТР исчезают. Это свидетельствует о том, что в материале завершаются процессы отверждения и релаксации напряжений, а термические и физико-механические свойства композитного материала становятся более равномерными по объему материала.

Указанные процессы выравнивания КЛТР завершаются только после трех и более циклов нагрев – охлаждение. Оценка зависимости модуля Юнга от температуры в режиме пенетрации была проведена в диапазоне температура от минус 20 до плюс 70 °С со скоростью нагрева 1 К/мин. Частота нагружения составляла 0,5 Гц и 5 Гц, общая механическая нагрузка составила 10 Н/мм² или 1024 кг/м². Материал, прошедший предварительную стадию термической обработки при 55 °С заметно меньше деформируется под нагрузкой, чем материал, не обладающий термической предысторией (Рисунок 5-В). Это означает, что композитные материалы при использовании в реставрациях твердых тканей зуба требуют температурной обработки для стабилизации свойства во время приема пищи пациентом. Предварительная температурная обработка в пять раз повышает стойкость материала к деформации под нагрузкой, что позволяет сохранять форму пломбы при смыкании челюстей человека.

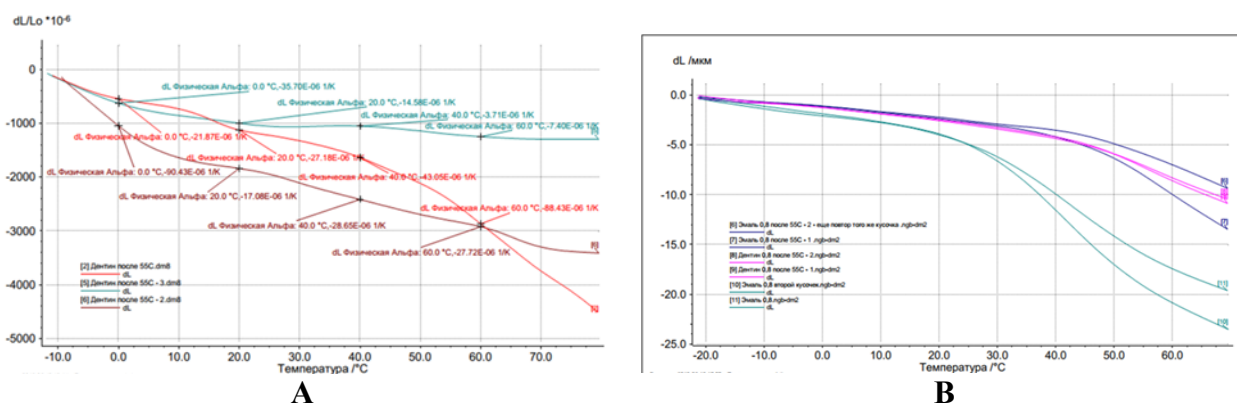


Рисунок 5 – А – Средние значения КЛТР для образцов после трех циклов; **В** – зависимость глубины пенетрации от температуры. Синяя и розовая линии указывают на материал из группы А (с предполимеризационным нагревом), зеленым цветом указана линия материала из группы Б (без термической предыстории)

По результатам измерения спектральных характеристик композитных материалов, прошедших предварительную термическую обработку, можно сделать вывод, что визуально бежевый оттенок материалов Enamel Plus HRi и Esthet X HD станет менее выражен, материал станет более прозрачным, близким к естественному цвету зубов (Рисунок 6). Однако материал Унирест после предварительного предполимеризационного нагрева визуально приобретёт более выраженный бежевый, опакующий оттенок.

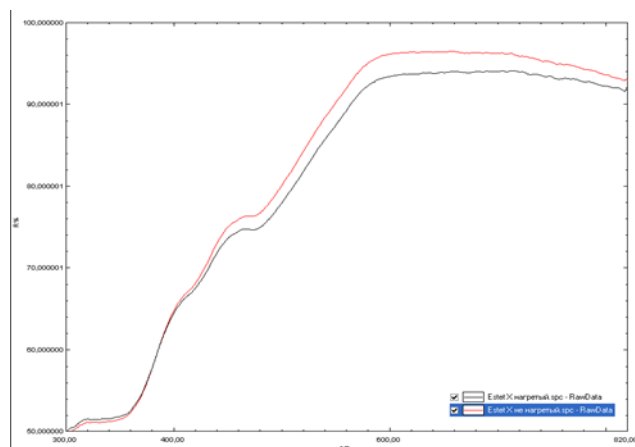


Рисунок 6 – Esthet X HD. На данном графике можно наблюдать заметное уменьшение интенсивности отражённого сигнала нагретого материала (обозначено синей линией) в диапазоне 450–820 нм. При этом в области 300–400 нм наблюдается противоположный эффект

Из результатов исследования шероховатости и АСМ изображений можно видеть, что для образцов Унирест и Enamel Plus HRi изменился характер неровности поверхности. Количество неровностей на единицу длины стало меньше, а образцы кажутся более “сглаженными”. Об этом свидетельствует малый разброс параметра Rmax между соседними измерениями (Рисунок 7). У образца Esthet-X HD не наблюдается существенных изменений в морфологии поверхности.

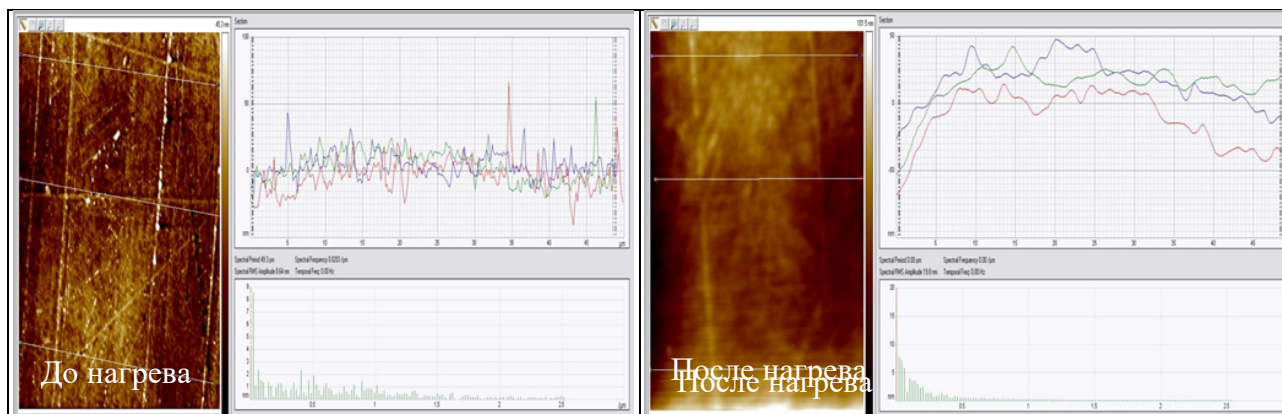


Рисунок 7 – На графике предварительно ненагретого композитного материала по результатам АСМ изображений визуально можно отметить большое количество острых пиков на всем протяжении, что говорит о шероховатой и неровной поверхности структуры данного материала. На графике композитного материала с термической предысторией по результатам АСМ изображений визуально не определяются острые пики, почти одинаковая ширина и равномерно убывающая по мере удаления от начала координат высота указывает о снижении неровностей поверхности и шероховатости образца после нагрева

Согласно данным сканирующей электронной микроскопии, материал с термической предысторией имеет более высокую плотность и, соответственно, меньшую шероховатость за счет большего сглаживания дисперсной структуры матрицы

после конверсии композита от нагрева, что весьма актуально для оптимизации протокола полирования, при котором эффект сухого блеска можно достичь значительно быстрее (Рисунок 8).

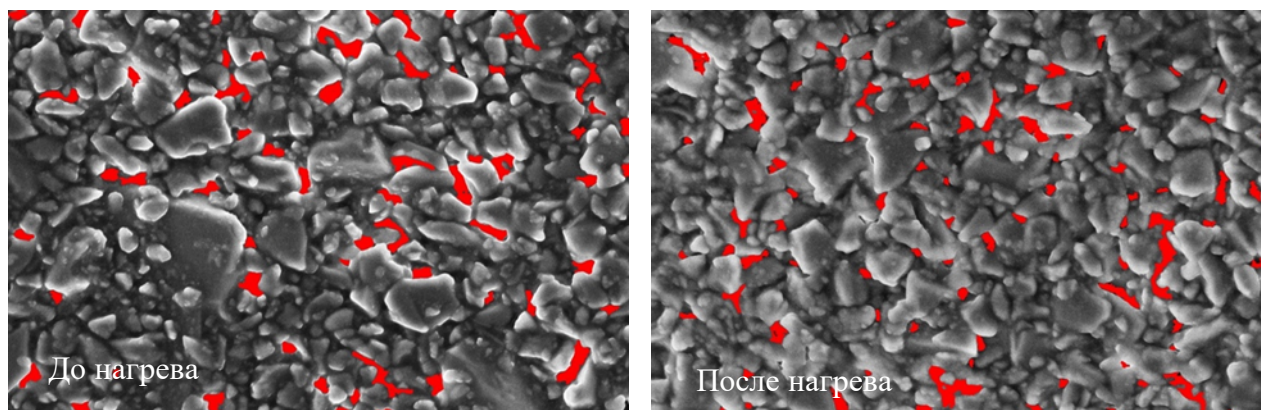


Рисунок 8 – На электронной сканирующей микроскопии композитного материала, не прошедшего предварительный предполимеризационный нагрев, мы отмечаем визуально больший размер пор в структуре матрицы. На СЭМ-изображениях композитного материала с предварительной термической предысторией мы отмечаем более гладкую дисперсную структуру композитной матрицы и меньший размер пор.

Было установлено, что в результате термообработки, пористость материала каждого из производителей уменьшается. Уменьшение пористости в случае материала Унирест имело самое незначительное значение и составило 0,12%. В случае материала Enamel Plus HRi 0,58% и в случае материала Esthet-X HD изменение оказалось самым значительным и составило 1,44%. Также следует заметить, что в случае с образцами Enamel Plus HRi, в образце “после” обнаруживается уменьшение размера частиц, находящихся в композитном материале (Таблица 2).

Таблица 2 – Измерение пористости композитных материалов до и после нагрева

	<i>Унирест</i>	<i>Enamel</i>	<i>Esthet-X</i>
Процент пористости до	Участок 1 – 3,66%	Участок 1 – 2,52%	Участок 1 – 5,35%
	Участок 2 – 4%	Участок 2 – 2,25%	Участок 2 – 5,40%
	Ср. знач. – 3,83%	Ср. знач. – 2,38%	Ср. знач. – 5,37%
Процент пористости после	Участок 1 – 4,05%	Участок 1 – 1,23%	Участок 1 – 4,1%
	Участок 2 – 3,37%	Участок 2 – 2,37%	Участок 2 – 3,77%
	Ср. знач. – 3,71%	Ср. знач. – 1,8%	Ср. знач. – 3,93%

Результат исследования микробной адгезии резидентов полости рта к композитным материалам с термической предысторией.

Количество высеваемых на жидкой и твердой питательных средах *Str. mutans* отличалось по результатам смывов с поверхности исследуемых композитных мате-

риалов. В обоих случаях наибольший прирост относительного количества колониеобразующих единиц (КОЕ) наблюдали от смывов с поверхности дисков из композита Унирест, отверждённого без нагрева) (Рисунок 9,10).

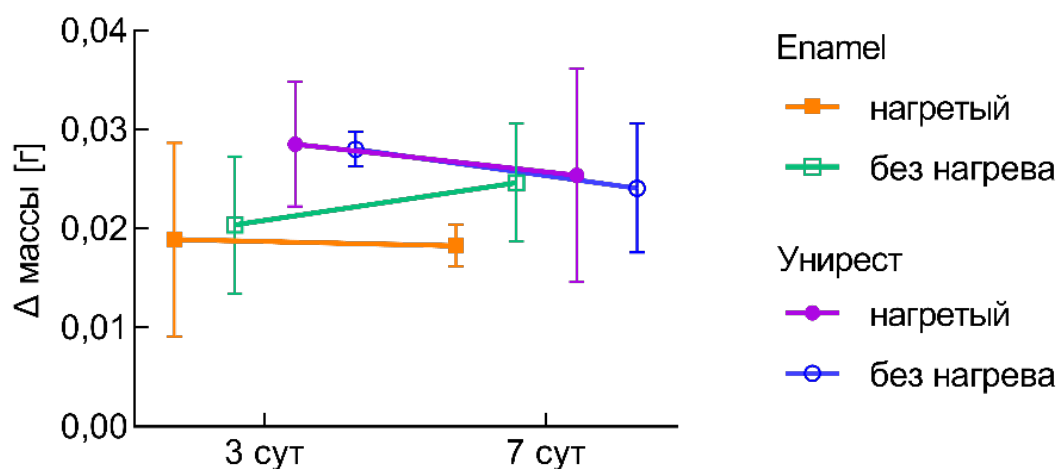


Рисунок 9 – Изменение разницы в массе дисков из композитных материалов в зависимости от накопления бактериального налёта при обсеменении *Str. Mutans*

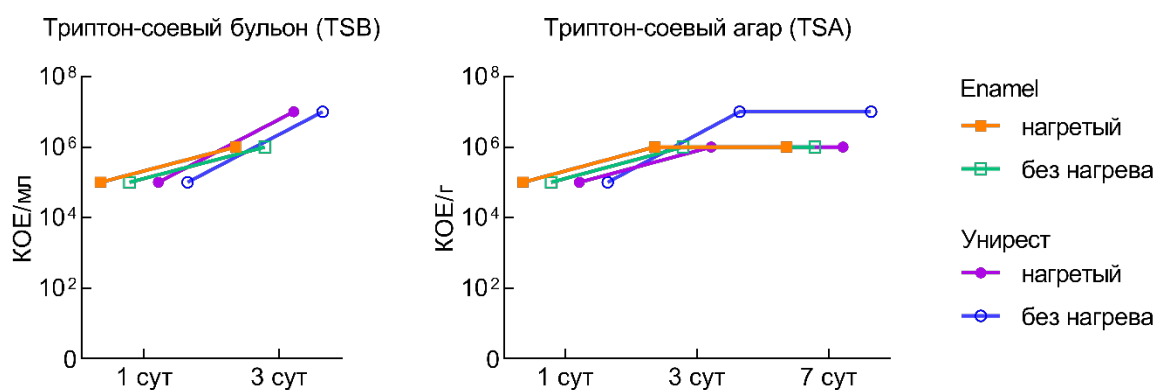


Рисунок 10 – Изменение степени обсеменения дисков из композитных материалов со временем

При исследовании дисков из композитных материалов в проходящем свете было выявлено, что накопление бактериального налёта *Str. mutans* в наибольшей степени происходило по границе дисков из композитных материалов, в местах недостаточной обработки и полировки т.е. там, где поверхность композитных материалов оставалась шероховатой (Рисунок 11). При этом наибольшее разрастание вокруг диска наблюдали в группах с материалом Enamel.

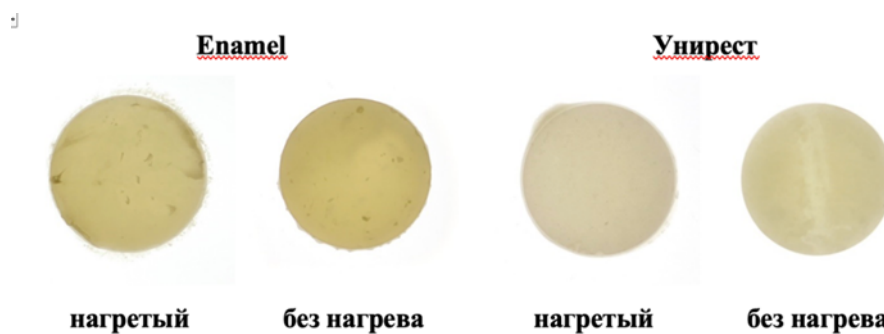


Рисунок 11 – Накопление бактериального налёта на поверхности дисков из композитного материала (фотография в проходящем свете)

По результатам проведённого пилотного исследования можно предполагать, что сами материалы не влияют на рост микроорганизмов, но их поверхность влияет на их миграцию и степень прикрепления.

Результаты исследования цитотоксических свойств образцов композитных материалов светового отверждения путем тестирования их цитотоксичности на линиях стромальных клеток, выделенных из биоптата слизистой оболочки рта с использованием анализа жизнеспособности клеток (таблица 3).

Таблица 3 – Агрегированные данные по тесту МТТ для контроля, ненагретого и нагретого Esthet X HD, Enamel Plus HRi и Унирест

Группа	Среднее значение OD540	Стандартное отклонение OD540	Количество наблюдений
Ненагретый Esthet X HD	0,298	0,022	3
Ненагретый Enamel Plus HRi	0,257	0,037	3
Ненагретый Унирест	0,281	0,015	3
Нагретый Esthet X HD	0,222	0,015	3
Нагретый Enamel Plus HRi	0,303	0,028	3
Нагретый Унирест	0,263	0,034	3

По результатам МТТ теста можно сделать вывод, что образцы ненагретый Enamel HRi, нагретый Esthet X HD и нагретый Унирест не проявляют цитотоксические свойства – оценка «0 – не цитотоксичный» по шкале цитотоксичности по ГОСТ Р ИСО 10993-5-2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 5. Исследования на цитотоксичность: методы *in vitro*», так как находятся приблизительно на одном уровне с контролем. Показатели образца ненагретого Esthet X HD незначительно снижены по сравнению с контролем (15%), тем не менее, этот образец так же можно считать не цитотоксичным. Показатели образца ненагретого Униреста значительно снижены по сравнению с контролем (27%, уровни значимости $p < 0,05$), этот образец можно оценить как «1 – легкая токсичность» по шкале

цитотоксичности по ГОСТ Р ИСО 10993-5-2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 5. Исследования на цитотоксичность: методы *in vitro*».

После проведенной оценки жизнеспособности стромальных клеток методом МТТ-теста в луночном культуральном планшете были отмечены высокие положительные результаты у материалов, прошедших предварительную предполимеризационную термическую обработку. После инкубации клеток с материалом провели дальнейшую визуальную оценку прямого контакта клеток с помощью флуоресцентного микроскопа ZOE™ (BIO-RAD, США). Анализ данных фазово-контрастной микроскопии под флуоресцентным микроскопом, показал наличие прямого контакта клеток с материалом, прошедшим предварительную термическую предполимеризационную обработку. При этом отмечалась активная, динамичная и высокая заселяемость композитного материала клетками использованных культур, стал очевидным факт сниженной конфлюэнтности в местах прямого контакта стромальных клеток, выделенных из биоптата слизистой оболочки дна полости рта человека, с образцами композитного пломбирочного материала, не прошедшими предварительной термической обработки.

Результат исследования влияния анаэробной конверсии стоматологических композитных материалов светового отверждения на их цитотоксичность (Таблица 4). По результатам МТТ-теста можно сделать вывод, что образцы Унирест нагретый и ненагретый в условиях анаэробной конверсии не проявляют цитотоксические свойства – оценка «0 – не цитотоксичный» по шкале цитотоксичности по ГОСТ Р ИСО 10993-5-2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 5. Исследования на цитотоксичность: методы *in vitro*», так как находятся приблизительно на одном уровне с контролем. Данный результат подтверждает высокую эффективность в улучшении конверсии и как следствии снижении цитотоксичности при отверждении композитного материала в анаэробных условиях.

Таблица 4 – Агрегированные данные по тесту МТТ для оценки влияния анаэробной конверсии стоматологических композитных материалов светового отверждения на их цитотоксичность (группы: Контроль, Унирест нагретый в условиях анаэробной конверсии, Унирест ненагретый в условиях анаэробной конверсии)

Группа	Среднее значение OD540	Стандартное отклонение OD540	Количество наблюдений
Контроль	0,252	0,074	3
Унирест нагретый	0,294	0,012	3
Унирест ненагретый	0,184	0,012	3

Результат исследования клинической оценки использования композитного материала с предполимеризационным нагревом при лечении кариеса дентина

Клинический случай № 1

Пациент М., 24 года, обратился с целью санации полости рта. Жалоб не предъявляет. При осмотре зуба 3.7 – на окклюзионной поверхности имеется пломба с нарушением краевого прилегания (Рисунок 12, 13).

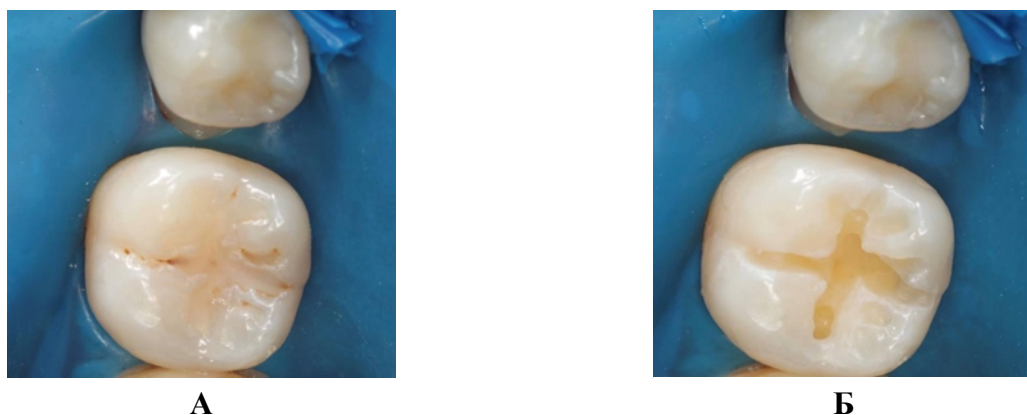


Рисунок 12 – А – исходная ситуация зуба 3.7 до лечения; Б – зуб 3.7 – этап удаления старой пломбы и препарирования кариозной полости

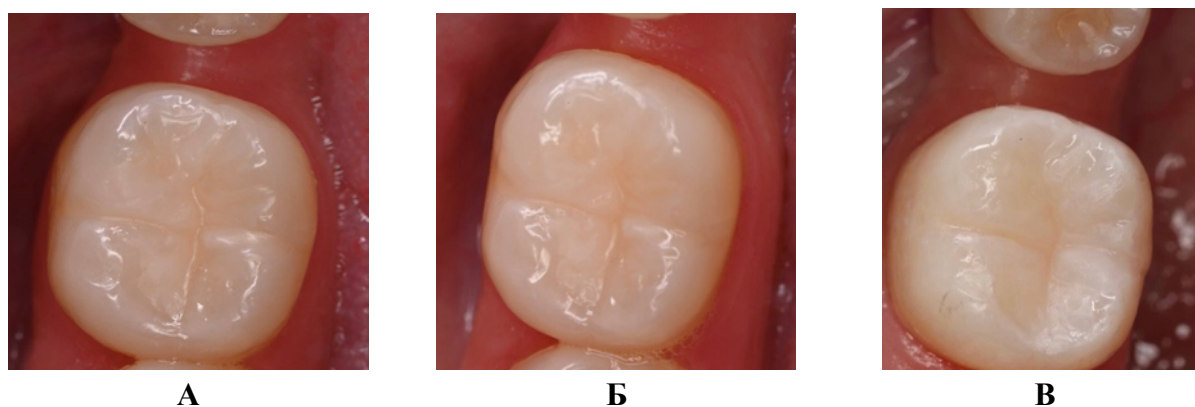


Рисунок 13 – А – вид готовой реставрации зуба 3.7 после пломбирования материалом Enamel Plus HRi с предварительным предполимеризационным нагревом; Б – реставрация зуба после 12 месяцев. Оценка «А» по критерию Ryge; В – зуб 3.7 – реставрация спустя 24 месяцев. Оценка «Б» по критерию Ryge.

В группе пациентов, пломбирование кариозных полостей которых проводилось с использованием ненагретого Enamel Plus HRi из 48 пациентов 12 пациентам был проставлен 1 балл, 6 пациентам было проставлено 2 балла по истечении 24 месяцев.

В группе пациентов, пломбирование кариозных полостей которых проводилось с использованием нагретого Enamel Plus HRi из 46 пациентов 7 пациентам был проставлен 1 балл, 3 пациентам было проставлено 2 балла по истечении 24 месяцев).

Агрегированные данные по долговременному отслеживанию критерия Риджа у пациентов, подвергшихся двум различным терапевтическим воздействиям (ненагретый и нагретый Enamel Plus HRi), приведены в Таблице 5. Рисунок 14 иллюстрирует собранные данные.

Таблица 5 – Агрегированные данные по долговременному отслеживанию критерия Риджа

Критерий Риджа	Ненагретый Enamel Plus HRi (n = 48)		Нагретый Enamel Plus HRi (n = 46)	
	12 месяцев	24 месяца	12 месяцев	24 месяца
0 баллов	40 (83,3%)	38 (79,2%)	41 (89,1%)	41 (89,1%)
1 балл	8 (16,7%)	4 (8,3%)	5 (10,9%)	2 (4,4%)
2 балла	0 (0,0%)	6 (12,3%)	0 (0,0%)	3 (6,5%)

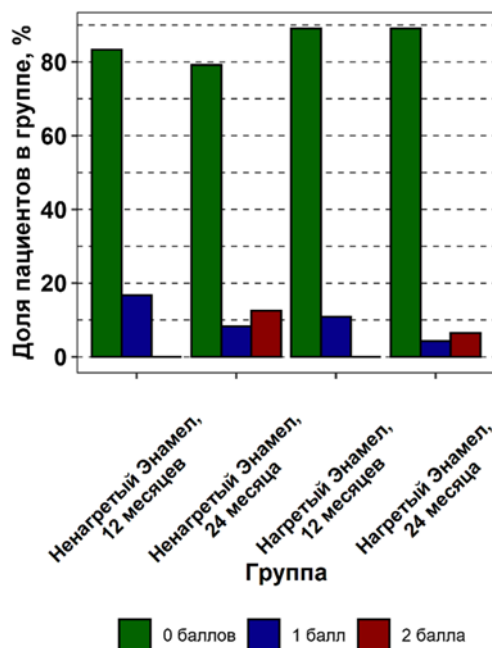


Рисунок 14 – Агрегированные данные по долговременному отслеживанию критерия Риджа. Приведены количество пациентов по группам и соответствующие пропорции по колонкам

Агрегированные данные по долговременному отслеживанию критерия Риджа у пациентов, подвергшихся двум различным терапевтическим воздействиям (ненагретый и нагретый Enamel Plus HRi), статистически значимой разницы не наблюдалось между нагретым и ненагретым Enamel Plus HRi как на временной отметке в 12 месяцев ($p = 1,000$), так и на временной отметке в 24 месяца ($p = 0,761$).

Оценка результатов лечения, проведенная в течение двух лет, показала, что во второй группе пациентов эффективность лечения составила 93,5%, что на 6% выше по сравнению с результатами лечения в первой группе. Эффективность лечебных мероприятий в этой группе составила 87,5%.

Таким образом, результаты клинического применения композитного материала с предполимеризационным нагревом показал высокую эффективность лечения не только в ближайшем, но и в отдаленном через 24 месяца периоде наблюдений.

Результатами нашего диссертационного исследования явились данные научно-практического обоснования положительного влияния предполимеризационного нагрева на композитные пломбировочные материалы, позволяющие повысить не только эффективность лечения, но и качество стоматологической помощи.

ВЫВОДЫ

1. Предполимеризационный нагрев композита влияет на прочностные характеристики композитного материала: твердость композита Enamel Plus HRi увеличилась на 9,27%, композитов Esthet X HD уменьшилась на 17,5% и Униреста на 3,4%, что продемонстрировало статистически значимые различия между собой ($p < 0,001$ для каждого из сравнений). Коэффициент линейного температурного расширения (КЛТР) и модуль Юнга имеют значительные достоверные отличия между образцами, подвергшимся предварительному нагреву и образцами, где предварительный нагрев не проводили ($p < 0,05$): композитный материал, прошедший предварительный предполимеризационный нагрев менее подвержен эффекту изменения геометрии материала при однократном и многократных циклах нагрев-охлаждение, а также менее деформируется при испытаниях на трехточечный изгиб и в режиме пенетрации. Предполимеризационный нагрев изменяет спектральные характеристики композитного материала: визуально бежевый оттенок материалов Enamel Plus HRi и Esthet X HD станет менее выражен, материал станет более прозрачным, когда материал Унирест приобретает более выраженный бежевый, opakовый оттенок.

2. Предполимеризационный нагрев приводит к снижению шероховатости поверхности композита за счет большего сглаживания дисперсной структуры матрицы и уменьшает пористость материала (в случае Унирест на 0,12%, Enamel Plus HRi на 0,58% и Esthet-X HD на 1,44%).

3. Микробная адгезия первичного колонизатора биоплёнки снижается у материалов, прошедших предварительную термическую обработку и накопление бактериальных колоний *Str. mutans* происходит в зонах с наихудшей финишной обработки реставрации.

4. Предполимеризационный нагрев снижает цитотоксические свойства образцов композитных материалов светового отверждения, в случае отечественного композита Унирест при оптимизации конверсии в анаэробных условиях ($p < 0,05$).

5. Клиническая оценка отдаленных результатов в группе пациентов, где применялось лечение кариеса дентина с использованием предполимеризационного нагрева при пломбировании композитными материала показало высокую эффективность и составила 93,5%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При использовании предполимеризационного нагрева композитных материалов при пломбировании рекомендуется нагревать композитный материал до 55°C не менее 1 часа в печи Ena Heat режим T2 (Micerium, Италия).

2. Скорость внесения порции материала и адаптации в кариозной полости должна быть не более 30 секунд.

3. Если интервал между пациентами менее двух часов рекомендуется оставлять композит в разогретой печи, при большем интервале времени между пациентами печь рекомендуется выключать и вновь разогревать композит не менее чем за час до начала его применения.

4. Предварительно нагретые композитные материалы Enamel Plus HRi и Унирест рекомендуем активно использовать для реставрации класса I по Блэку.

5. Нагретый материал Унирест за счет изменения спектральных характеристик и приобретения более бежевого оттенка и эффекта повышенной опакowości рекомендуем также применять для реставраций боковых зубов в области ортопедических конструкций высокой опакowości.

6. Предварительно нагретый композитный материал Esthet X HD показал более сниженные характеристики микротвердости после нагрева и более эстетические изменения спектральных характеристик, показав высокую прозрачность материала после нагрева, поэтому данный предварительно нагретый материал хорошо зарекомендует себя для создания эстетических реставраций в области фронтальной группы зубов.

7. Эксплуатацию материала, прошедшего предполимеризационный нагрев, рекомендуем проводить с использованием инструментов с тефлоновым покрытием для улучшения эргономики на этапах реставрации.

8. При нагреве отечественного материала Унирест последний слой композитного материала следует полимеризовать в анаэробных условиях и отверждать последнюю порцию материала через слой глицерина.

9. Финишную обработку реставрации из материала Enamel Plus HRi рекомендуем проводить согласно следующему протоколу шлифования и полирования, включающего полиры на уретановом связующем Enforce Pin и Diamond Sun (Kagayaki) среднего размера (70 микрон), мелкого (30 микрон), экстрамелкого (10 микрон). Далее использование двухшаговой полировочной системы на основе силикона с алмазными частицами Star flex (Kagayaki) синего цвета грубой зернистости (36-54 микрон) для первичного полирования и голубого цвета мягкой зернистости (4-8 микрон) для создания сухого блеска.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, включенных в международные базы цитирования WoS и Scopus

1. The substantiation of the pre-polymerization heating efficiency of the dental nanocomposite material / Z. Khabadze, S. Abdulkerimova [et al.] // *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*. – 2020. – Vol. 20.
2. Analysis of the Anaerobic Conversion Efficiency of Various Group Composite Material / Z. Khabadze, S. Abdulkerimova [et al.] // *Journal of International Dental and Medical Research*. – 2023. – Vol. 16, № 3. – P. 975–982.
3. The Study of Dentine Matrix Metalloproteinases (Mmps) Activity in Devitalized Teeth / Z. Khabadze, S. Abdulkerimova [et al.] // *Journal of International Dental and Medical Research*. – 2023. – Vol. 16, №. 1. – P. 59–63.
4. Investigation of Cytotoxicity of Dental Light-Curing Composite Materials / Z. Khabadze, S. Abdulkerimova [et al.] // *Journal of International Dental and Medical Research*. – 2023. – Vol. 16, № 4. – P. 1489–1493.
5. Acid-Base Resistant Zone in Teeth with the Direct Restoration Using Different Adhesive System Generations: A Systematic Review / Z. Khabadze, S. Abdulkerimova [et al.] // *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*. – 2023. – Vol. 23. – P. e210190.

Публикации в изданиях, рекомендованных Перечнями РУДН/ВАК

6. Абдулкеримова, С. М. Влияние ускоренного старения на физикохимические свойства композитного материала: систематический обзор / С. М. Абдулкеримова, А. А. Куликова, М. Ю. Даштиева // Эндодонтия Today. – 2021. – Т. 19, № 4. – С. 310–316.
7. Влияние предварительного нагрева на свойства композитного пломбирочного материала. Систематический обзор литературы / З. С. Хабазе, С. М. Абдулкеримова [и др.] // Стоматология для всех. – 2021. – № 2. – С. 24–32.
8. Исследование поверхности светоотверждаемых стоматологических материалов после предполимеризационного нагрева / З. С. Хабазе, С. М. Абдулкеримова, С. В. Дробышев, М. М. Борлакова, Х. М. Магомедова // Эндодонтия Today. – 2023. – № 4 (21). – С. 252–262.

Патент на изобретение

Патент № 2812887 Российская Федерация. метод лечения кариеса дентина: опубл. 05.02.2024 / Абдулкеримова С. М. [и др.].

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АСМ – атомно-силовая микроскопия
КОЕ – колониеобразующая единица
КЛТР – коэффициент линейного теплового расширения
Н – нагретый
НН – ненагретый
СЭМ – сканирующая электронная микроскопия
Bis-GMA – бисфенол-глицидилметакрилат
LED – Light Emitting Diode (светодиод)
SDR – Smart Dentine Replacement
TegDMA – триэтиленгликоль-диметилметакрилат
UDMA – уретандиметилметакрилат

**Резюме кандидатской диссертации
Абдулкеримовой Саиды Маликовны**

**«КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА»**

В последние годы в исследованиях было установлено, что температурный фактор играет важную роль в степени конверсии композитных пломбировочных материалов. Увеличение конверсии, в свою очередь, оказывает множество положительных эффектов, в том числе снижает цитотоксичность композитных материалов.

Конверсия композита – неотъемлемый элемент, определяющих физико-механические свойства материала и долговечность будущей реставрации. Но в ходе реакции полимеризации частицы мономера включаются в единую цепь, причем, в «идеальном материале» весь мономер должен быть преобразован в полимер. Наличие непрореагировавшего мономера способно привести к редукации показателей механической прочности и размерной стабильности реставрации, а выделяющиеся в слюну мономеры могут вызывать реакцию гиперчувствительности и стимулировать микробную контаминацию вокруг реставраций, приводящий не только к деградации смолы, появлению микроподтеканий и риску развития рецидивирующего кариеса.

**Abstract of candidate of medical sciences degree dissertation
of Abdulkarimova Saida Malikovna
"CLINICAL AND LABORATORY SUBSTANTIATION OF THE EFFECT
OF PREHEATING COMPOSITE MATERIALS ON THEIR
PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES"**

In recent years, studies have found that the temperature factor plays an important role in the degree of conversion of composite restorative materials. Increased conversion, in turn, has many positive effects, including reduced cytotoxicity of composite materials.

The conversion of the composite is an essential element that determines the physical and mechanical properties of the material and the longevity of the future restoration. However, during the polymerisation reaction, the monomer particles are incorporated into a single chain and, in an "ideal material", the entire monomer must be converted into a polymer. The presence of unreacted monomer can lead to a reduction in the mechanical strength and dimensional stability of the restoration, while monomers released into saliva can cause hypersensitivity reactions and stimulate microbial contamination around the restoration, leading not only to resin degradation, microleakage and the risk of recurrent caries.