

Ивашов А.С.¹, Мандра Ю.В.¹, Зайцев Д.В.²

Экспериментальное обоснование применения композиционных материалов повышенной конверсии при пломбировании жевательных зубов

1 - кафедра пропедевтики и физиотерапии стоматологических заболеваний ГБОУ ВПО «Уральский государственный медицинский университет Минздрава России, 2. - Уральский федеральный университет, Институт естественных наук, г. Екатеринбург

Ivashov A.S., Mandra J.V., Zaitsev D.V.

Experimental and clinical rationale for the use of composite materials with increased conversion when filling posterior teeth

Резюме

Проведено исследование механических свойств нанокластерного композиционного материала Filtek Ultimate при различной температуре полимеризации при сжатии и при изгибе. Исследования включали испытания в адгезивном соединении с дентином. Образцы после разрушения изучены с помощью сканирующего электронного микроскопа.

Ключевые слова: повышенная конверсия, механические свойства, композит, Filtek Ultimate

Summary

The study of the mechanical properties of nanocluster composite Filtek Ultimate at different polymerization temperature during compression and bending. Studies included tests in adhesive conjunction with dentin. Samples were examined after the destruction by using a scanning electron microscope.

Keywords: increased conversion, mechanical properties, composite, filtek ultimate

Введение

На сегодняшний день распространённость стоматологических заболеваний остается высокой, несмотря на развитие стоматологической науки и практики. Большую часть в структуре стоматологических заболеваний составляет кариес зубов. Его распространённость среди взрослого населения 99-100% [7]. В Свердловской области распространённость кариеса в 12 лет - 57-84%, в 15 лет - 77-90%, в средней возрастной группе (35-44 лет) - 96-100%, среди взрослого населения - 98-100% [8].

Развитию кариеса способствуют следующие причины: Анатомические особенности боковой группы зубов (наличие фиссуры, сложной архитектоники жевательной поверхности), задержка налета в данной области, изменение общего состояния организма. В этом случае наблюдается снижение резистентности эмали к кариесу, быстротекучий, прогрессирующий кариозный процесс.

Реставрации боковой группы зубов, как правило, имеют сложную геометрию, а также испытывают большую окклюзионную нагрузку, поэтому в местах с наименьшей толщиной могут возникать напряжения в пломбирочном материале даже при нормальной окклюзии, сопоставимые с пределом прочности композита. В ре-

зультате этого возникает большой риск нарушения краевого прилегания пломб, развитие рецидивного кариеса и абразивного износа пломбы.

На сегодняшний день перспективным методом повышения механических свойств реставрационного композиционного материала является его предварительное нагревание. Механизм основан на повышении конверсии полимерной матрицы. Наиболее широко используемые химические соединения органической составляющей композиционных реставрационных материалов являются BisGMA (2,2bis[4-(2-hydroxy-3-methacryloyloxypropoxy)phenyl]propane) и TEGDMA (triethylene glycol dimethacrylate). Но у этих кополимеров имеются ряд недостатков: объемная усадка в процессе полимеризации и отсутствие полной конверсии двойных связей молекул мономеров. Благодаря пониманию кинетики реакции возможно улучшение физических свойств материала после полимеризации. BisGMA/TEGDMA кополимеризация протекает схоже с диметакрилатными системами и диффузно-зависимую реакцию, что объясняет зависимость степени конверсии от температуры и соотношения кополимеров [1]. Оптимальная температура нагрева композиционных материалов на основе метилметакрилатов составляет 50- 55°C [2,3,4,5,6].

Несмотря на большое количество публикаций в отечественной и зарубежной литературе, вопрос углубленного экспериментального обоснования и клинической оценки эффективности пломбирования композитами повышенной конверсии остается недостаточно изученным.

Цель исследования - повышение эффективности лечения кариеса жевательных зубов путем экспериментально-клинического обоснования применения композитов повышенной конверсии.

Задачи исследования

1. Изучить в эксперименте механические свойства нанокластерного композиционного материала при одноосном сжатии и трехточечном изгибе с учетом различной температуры полимеризации.

2. Оценить с помощью сканирующего электронного микроскопа морфоструктурные изменения образцов композиционного материала в зависимости от различной температуры полимеризации.

Материалы и методы

Для проведения механических испытаний были изготовлены образцы для испытаний при сжатии и при изгибе из материала Filtek Ultimate (полимеризованного при комнатной температуре, 40, 55, 70 °C) с размерами 2x2x1,3 мм или 15x2x1,3 мм (для испытаний при сжатии или при изгибе соответственно). Образцы «пломбирочный материал-дентин» состояли из композиционного материала и дентина, адгезивно соединенные между собой. Испытания на одноосное сжатие и трехточечный изгиб проводили на базе кафедры физики конденсированного состояния Уральского Федерального Университета под руководством профессора,

доктора физико-математических наук Панфилова Петра Евгеньевича. Сканирующая электронная микроскопия проведена на базе лаборатории физико-химических методов исследования Института Геологии и Геохимии Уральского Отделения Российской Академии Наук под руководством академика Вотякова Сергея Леонидовича.

Результаты и обсуждение

Результаты механических испытаний на сжатие показали, что для образцов, изготовленных из Filtek Ultimate АЗВ и АЗЕ, механические величины не отличаются (график 1 и 2). В обоих случаях при увеличении температуры полимеризации, наблюдается небольшое увеличение величин модуля Юнга (с 4,7 до 5,5 для оттенка АЗВ и с 5,1 до 5,7 для оттенка АЗЕ) и предела прочности (с 472 до 524 для оттенка АЗВ и с 477 до 528 для оттенка АЗЕ), тогда как полная деформация не изменялась.

Образцы из групп материалов Filtek Ultimate при температурах полимеризации близких к 55 градусам имеют модуль Юнга наиболее близкий к дентину, хотя отклонение значения при других температурах не значительно.

Деформационные кривые для трех групп образцов изготовленных из материалов Filtek Ultimate полимеризованных при различных температурах (24°С, 55°С, 70°С) и фиксированные на блоки дентина, приведены на графике 3. Изменение температуры полимеризации не значительно влияет на прочностные свойства данного типа образцов, при температурах 55°С и 70°С наблюдается небольшое увеличение предела прочности, примерно на 15 МПа, по сравнению с группой 24°С, и увеличение модуля Юнга, примерно на 0,25 ГПа, у группы полимеризован-

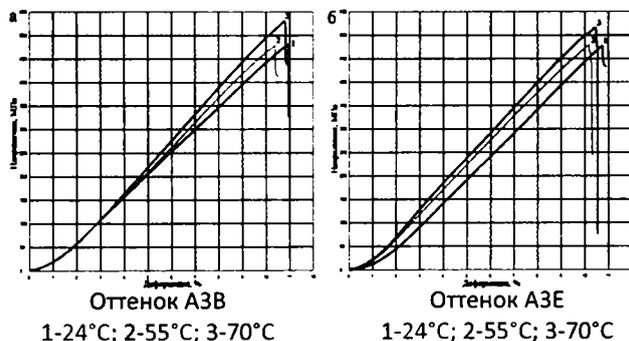


График 1, 2. Результаты испытаний на сжатие монолитного композиционного материала при различной температуре полимеризации.

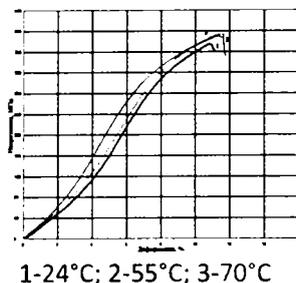


График 3. Деформационное поведение системы «пломбирочный материал-дентин» при одноосном сжатии.



Рис.1. Подготовка образцов для проведения испытаний на сжатие.

а – образец с композитной шапкой; б – образец после придания правильной геометрической формы



Рис. 2. Образец для проведения испытаний при изгибе.

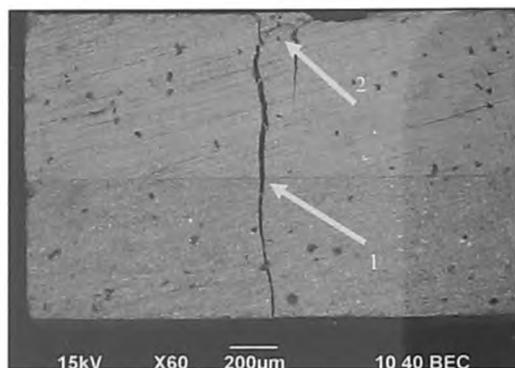


Рис. 3. СЭМ образца «пломбировочный материал+дентин» после разрушения при сжатии. 24°C.

ной при 70°C. Различия являются несущественными и укладываются в ошибку измерения, которая увеличивается с возрастанием температуры полимеризации, что возможно связано с повышением текучести материала и, как следствие, увеличения сложности приготовления образцов.

Аттестация боковых поверхностей образцов (рис. 3, 4, 5) показала, что на них видны трещины, которые распространяются вдоль оси сжатия. Трещины никог-

да не росли вдоль границы, но могли пересекать ее. На СЭМ образца при 24 С (рис. 3) отчетливо видна трещина (стрелка 1), переходящая из композиционного материала в дентин, большое количество сателлитных трещин (стрелка 2), образовавшихся в дентине. При повышении температуры полимеризации до 55С (рис. 4) трещин проходящих через весь образец нет. Трещины, зародившиеся в пломбировочном материале, останавливаются на границе соединения. В пломбировочном материале наблю-

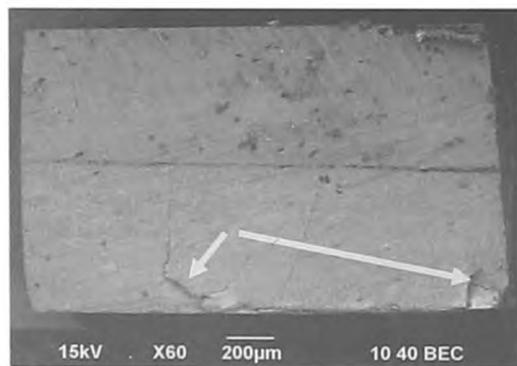


Рис. 4. СЭМ образца «пломбировочный материал+дентин» после разрушения при сжатии. 55°C.

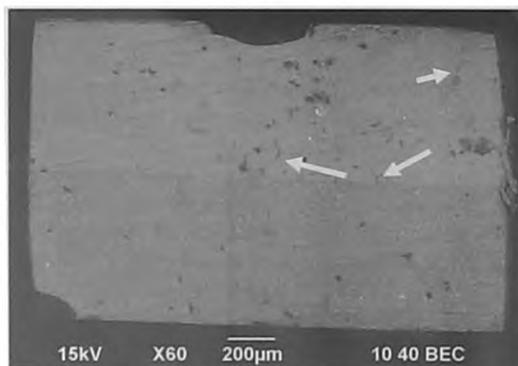


Рис. 5. СЭМ образца «пломбировочный материал+дентин» после разрушения при сжатии. 70°C.

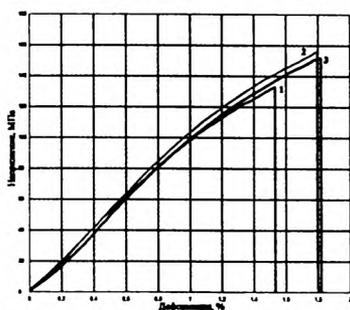


График 4. Деформационное поведение Filtek Ultimate при трехточечном изгибе при различной температуре полимеризации.

даются трещины, расходящиеся под углом 45 градусов (стрелка). Что характерно при наличии растягивающих напряжений. Их возникновение объясняется разностью коэффициентов Пуассона дентина и пломбировочного материала. При повышении температуры полимеризации до 70°C (рис. 5), трещин, проходящих через весь образец нет. При данном увеличении видны малозаметные трещины в дентине (стрелка).

На графике 4 представлены результаты испытаний при трехточечном изгибе дентина, монолитного Filtek Ultimate и Filtek Ultimate, фиксированного на дентине. Filtek Ultimate имеет больший предел прочности (на 71 МПа) и сопоставимую полную деформацию (11%) в сравнении с дентином. Система «пломбировочный материал-дентин» имеет меньший предел прочности, чем дентин и композиционный материал (на 40 МПа и 111 МПа соответственно).

Так же исследования показали, что деформационное поведение Filtek Ultimate полимеризованного при 24°C, 55°C и 70°C качественно не отличалось. Механические свойства образцов второй (55 °C) и третьей (70 °C) группы были одинаковы, их предел прочности и полная деформация были соответственно на 20% больше, по сравнению с первой группой (24 °C). Следовательно, можно заключить, что при изгибе, с повышением температуры полимеризации, после 55 °C, Filtek Ultimate, становится более прочным и деформируемым материалом.

На графике 5 представлено деформационное пове-

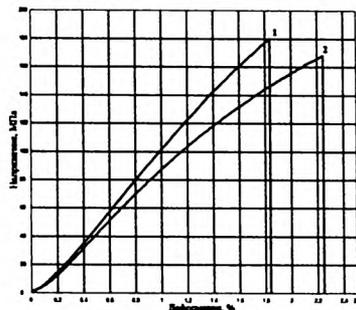


График 5. Деформационное поведение Filtek Ultimate, адгезивно фиксированного на дентине, при различной ориентировки вектора нагружения.

дение Filtek Ultimate, адгезивно фиксированного на дентине, при различной ориентировки вектора нагружения. Такой вид испытания позволяет косвенно оценить характеристики исследуемых материалов на растяжение, т.к. материал, расположенный снизу испытывает растяжение, а материал, расположенный сверху сжимается. Из результатов можно сделать вывод, что при растяжении дентин менее прочный и более деформируемый материал.

При исследовании поверхности отломов образцов после испытаний при изгибе можно оценить структуру композиционного материала при различной температуре полимеризации. На рисунках 6, 7, 8 видны кластеры и частицы наполнителя композиционного материала. На образцах с температурой полимеризации 55 °C (рис. 7) и 70 °C (рис. 8) видны более крупные кластеры и агрегации неорганического наполнителя. Это можно объяснить увеличением конверсии реагирующих мономеров. Увеличивается количество прореагировавших двойных связей, следовательно, увеличивается уровень структурированности полимера, уменьшается дефектность органической матрицы, увеличивается сила адгезии полимерной матрицы к частицам неорганического наполнителя.

Выводы

1. Методом деформационного анализа выявлено существенное повышение прочности и эластичности композиционного материала при нагревании до 55°C.

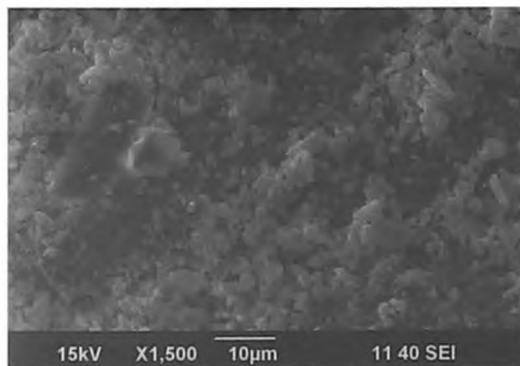


Рис. 6. СЭМ образца нанокompозита при температуре полимеризации 24°C.

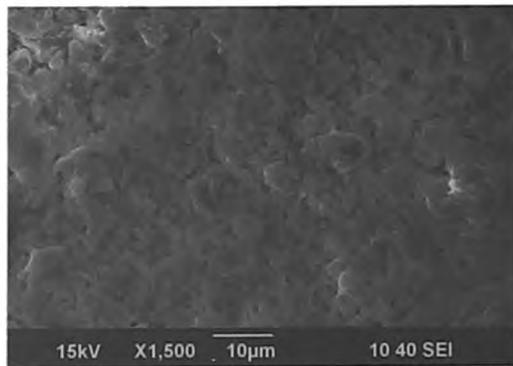


Рис. 7. СЭМ образца нанокompозита при температуре полимеризации 55°C.

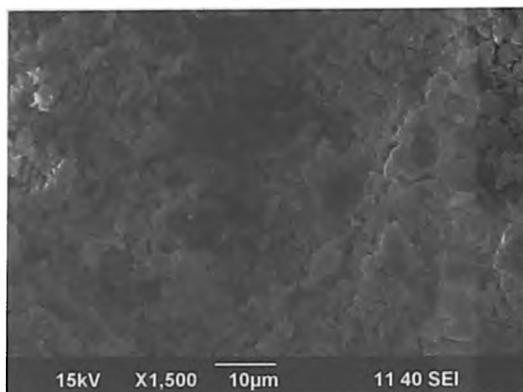


Рис. 8. СЭМ образца нанокompозита при температуре полимеризации 70°C.

2. Наиболее однородная структура и высокое качество поверхности композита установлены при повышении температуры полимеризации до 55°C методом сканирующей электронной микроскопии. ■

Ивашов А.С. – ассистент кафедры пропедевтики и физиотерапии стоматологических заболеваний ГБОУ ВПО УГМУ МЗ России, г. Екатеринбург; *Мандра Ю.В.* – д.м.н., доцент зав кафедрой

пропедевтики и физиотерапии стоматологических заболеваний ГБОУ ВПО УГМУ МЗ России, декан стоматологического факультета., *Зайцев Д.В.* к.ф.-м.н., научный сотрудник Института естественных наук Уральского федерального университета, г. Екатеринбург; Автор, ответственный за переписку - *Ивашов Александр Сергеевич* тел.: +79022745642, электронный адрес : alexandrivashov@yandex.ru

Литература:

1. Lovell LG, Newman SM, Bowman CN. The effects of light intensity, temperature, and comonomer composition on the polymerization behavior of dimethacrylate dental resins. *J Dent Res.* 1999 Aug;78(8):1469-76.
2. Prasanna N, Pallavi Reddy Y, Kavitha S, Lakshmi Narayanan L. Degree of conversion and residual stress of preheated and room-temperature composites. *Indian J Dent Res.* 2007 Oct-Dec;18(4):173-6.
3. Trujillo M, Newman S.M., Stansbury J.W. Use of near-IR to monitor the influence of external heating on dental composite photopolymerization. *Dent Mater.* 2004 Oct;20(8):766-77.
4. Uctasli M.B., Arisu H.D., Lasilla L.V., Valittu P.K. Effect of preheating on the mechanical properties of resin composites. *Eur J Dent.* 2008 Oct;2(4):263-8.
5. Wagner W.C., Aksu M.N., Neme A.M., Linger J.B., Pink F.E., Walker S. Effect of pre-heating resin composite on restoration microleakage. *Oper Dent.* 2008 Jan-Feb;33(1):72-8.
6. Walter R., Swift E.J. Jr., Sheikh H., Ferracane J.L. Effects of temperature on composite resin shrinkage. *Quintessence Int.* 2009 Nov-Dec;40(10):843-7.
7. Кузьмина Э.М. Гигиенист стоматологический / Э.М. Кузьмина. - М., 2005. - 230 с.
8. Русакова И.В. Оценка состояния стоматологического здоровья населения Свердловской обл. и факторов, влияющих на развитие основных стоматологических заболеваний: автореф. канд. мед. наук : 14.00.21/И.В. Русакова Екатеринбург, 2008.