

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ FILTEK ULTIMATE ПРИ ИЗГИБЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТТЕМПЕРАТУРЫ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Ивашов А.С.¹, Зайцев Д.В.²

¹Уральская Государственная Медицинская Академия, Екатеринбург, Россия (620219, Екатеринбург, ул. Репина, 3), e-mail: Alexandr.Ivashov@gmail.com

²Уральский Федеральный Университет, Институт Естественных Наук, Екатеринбург, Россия (620083, Екатеринбург, пр. Ленина, 51), e-mail: Dmitry.Zaitsev@usu.ru

В работе проводится сравнение механических свойств реставрационного материала Filtek Ultimate при трехточечном изгибе под действием статического усилия, полимеризованного при температурах 24°C, 55°C и 70°C. Деформационное поведение образцов из всех групп качественно не отличалось. Разрушение происходило по линии нагружения образца. Показатели модуля Юнга для всех групп были одинаковы, тогда как предел прочности и полная деформация второй (55°C) и третьей группы (70°C) были одинаковы и на 10% и 20% соответственно больше, по сравнению с первой группой (24°C). Таким образом, при повышении температуры полимеризации до 55°C и более Filtek Ultimate становится более прочным и деформируемым материалом при изгибе. Увеличение предела прочности и полной деформации при изгибе имеет клинические преимущества при восстановлении зубов фронтальной группы.

Ключевые слова: прочность на изгиб, Filtek Ultimate, нагрев композиционного материала перед полимеризацией

MECHANICAL PROPERTIES FILTEK ULTIMATE TO FOLD AT DIFFERENT TEMPERATURE POLYMERIZATION

Ivashov A.S.¹, Zaitsev D.V.²

¹Ural State Medical Academy, Ekaterinburg, Russia (620219, Ekaterinburg, Repin Street 3), e-mail: Alexandr.Ivashov@gmail.com

²Ural Federal University, Institute of Natural Sciences, Ekaterinburg, Russia (620083, Ekaterinburg, Lenin Avenue 51), e-mail: Dmitry.Zaitsev@usu.ru

We conducted a comparison of mechanical properties of the restorative material Filtek Ultimate, with three-point bending under the static effort, polymerized at temperatures 24°C, 55°C and 70°C. Deformation behavior of samples from all groups did not differ qualitatively. The destruction took place under the load of the sample. Young's modulus for all groups were similar, whereas the tensile strength and the total deformation of the second (55°C) and the third group (70°C) were identical and 10% and 20% respectively more than the first group (24°C). Consequently, when the temperature of polymerization, and more up to 55°C Filtek Ultimate, become more durable and deformable material in bending.

Key words: flexural strength, Filtek Ultimate, preheating of composite material before polymerization

Введение

Долговечность зуба после восстановительной процедуры, определяется, несколькими факторами. Один из них это прочностные свойства используемого материала. На сегодняшний день перспективными являются нанонаполненные материалы на основе полимеров. В работе в качестве модельного материала, взят современный, широко используемый в стоматологии Filtek Ultimate (3M ESPE). Известно, что при повышении температуры повышаются манипуляционные свойства данного типа материала, он становится более пластичным, текучим и, следовательно, способным более плотно прилегать к стенкам реставрируемой полости зуба[5]. Недавно было показано, что при повышении температуры полимеризации, при испытании на сжатие, незначительно возрастает прочность и жесткость материала, до температуры 55°C⁰, после которой

прочностные свойства не изменяются вплоть до 100C⁰. Величина полной деформации же Filtek Ultimate остается постоянной на всем диапазоне температур [4]. В процессе жизнедеятельности зуб подвергается преимущественно сжимающим нагрузкам [6], но впередняя группа зубов верхней челюсти при протрузионных движениях работает в режиме на изгиб. Особенно, когда реставрационное лечение сопровождается изменениями в передней окклюзии.

Поэтому целью настоящей работы является сравнение механических характеристик при трехточечном изгибе реставрационного материала Filtek Ultimate полимеризованного при различных температурах.

Материалы и методы

Для проведения механических испытаний из материалов Filtek Ultimate были изготовлены образцы в форме параллелепипедов с размерами 2x4x12 мм³. Для этого в форму с аналогичными размерами формовался материал с последующей конденсацией для исключения образования пор. После чего они отверждались светом полимеризационной лампы MegaLux в течение 30 секунд. Образцы были разделены на три группы по 10 штук в каждой в зависимости от температуры полимеризации (24C⁰, 55C⁰ и 70C⁰). Далее для придания им более совершенной геометрии, образцы обрабатывали на абразивных бумагах различной абразивности, после чего они имели размеры 0,8x2x12 мм³. Измерение линейных размеров образцов выполняли на микрометре. Механические испытания на трехточечный изгиб под действием статического усилия проводили на разрывной машине Shimadzu AG-X 50kN при комнатной температуре и постоянной скоростью перемещения траверсы 0.1мм/мин. Расстояние между опорами было 8 мм. Обработка результатов делали на стандартном программном обеспечении для данной машины Trapezium-X.

Результаты и их обсуждение

Деформационные кривые всех групп образцов приведены на рис. 1.

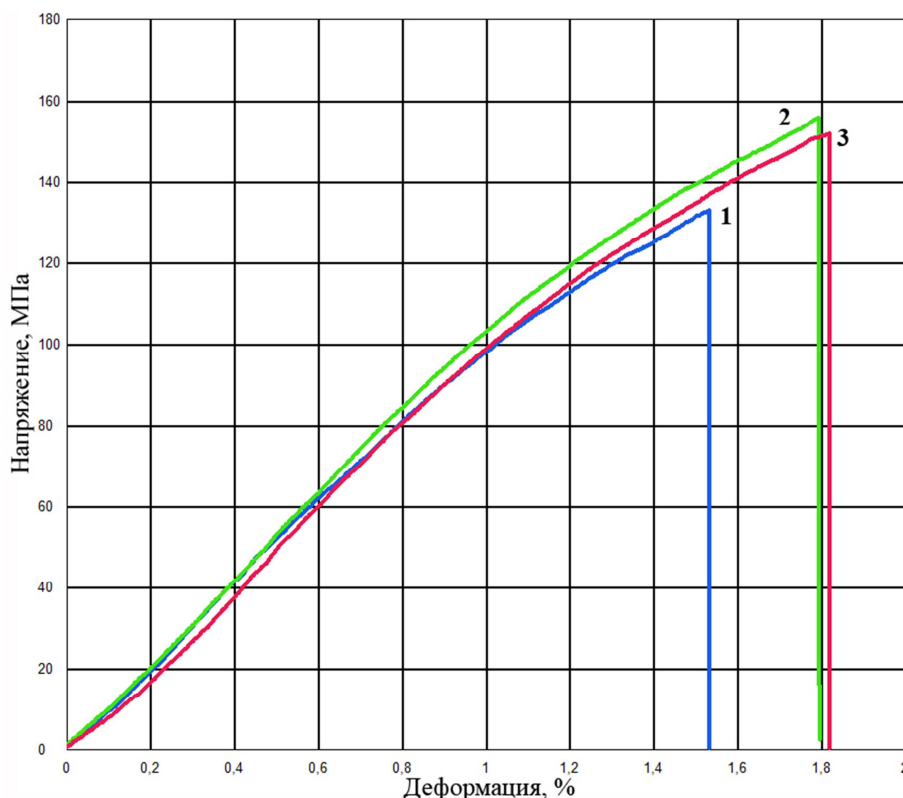


Рис. 1 Деформационные кривые Filtek Ultimate на изгиб: кривая 1 – температура полимеризации 24С⁰; кривая 2 – температура полимеризации 55С⁰; кривая 3 – температура полимеризации 70С⁰;

Форма кривых была одинакова для всех образцов. Испытания останавливали, когда на кривой появлялась вертикальная линия, мгновенное падение напряжения до нуля, что соответствовало разрушению образца. Образец распадался на две равные части (рис. 2).

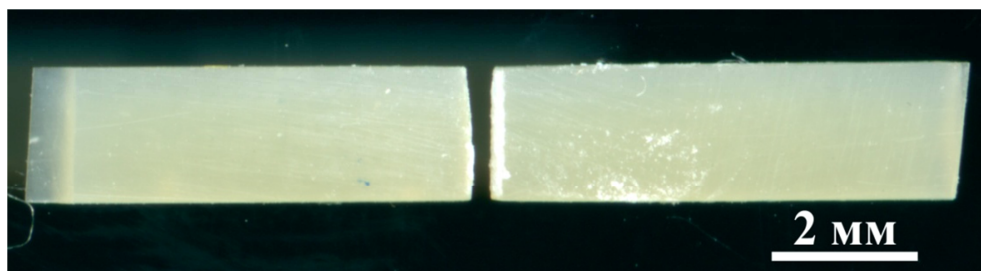


Рис. 2 Поверхность образца Filtek Ultimate после испытания.

Разрушение образцов происходило по линии приложения нагрузки, место наибольших напряжений. На деформационных кривых можно было выделить два характерных участка. Первый линейный, начинался из начала координат и ограничивался ~80 МПа и 0,8%. Далее следовал нелинейный участок, который заканчивался точкой обрыва графика ~140МПа и ~1,5% для первой группы и ~150МПа и ~1,8%, для второй и третьей группы. Определить, какая деформация была при испытании, упругая или пластичная, не

удалось. Однако, факт, что образец разрушился сразу после испытания при максимальной нагрузке и, что при испытании этого материала на сжатие происходило, также его полное разрушение, причем деформация была линейной, в течение всего нагружения [3], позволяет предположить, что деформация была упругой. Действительно, после испытания / разрушения образца, части образца отлетали на значительное расстояние. Случай, когда упругая деформация нелинейная встречается у ряда материалов, в частности полимеров [4], основы Filtek Ultimate. В этом случае для характеристики упругих свойств материала, вводят понятие эффективного или мгновенного модуля Юнга, который рассчитывается, по наклону первоначального линейного участка или в случае его отсутствия, по наклону касательной к деформационной кривой, исходящей из начала координат [1]. Поэтому по наклону первого участка были рассчитаны модуля Юнга (Е). Точка максимального напряжения определялась, как предел прочности образца при изгибе (σ_n) и полная деформация (δ). Результаты испытаний приведены в Таблице 1.

Таблица. 1 Механические свойства Filtek Ultimate в зависимости от температуры полимеризации.

№	Материал	Е, ГПа	σ_n , МПа	δ , %
1	FiltekUltimate (24C ⁰)	10,39±1,10	137±13	1,5±0,2
2	FiltekUltimate (55C ⁰)	10,74±0,45	153±13	1,8±0,2
3	Filtek Ultimate (70C ⁰)	10,30±0,21	148±13	1,8±0,2

Модуля Юнга для всех групп образцов не отличались друг от друга, тогда как предел прочности и полная деформация второй и третьей группы были одинаковы и на 10% и 20% соответственно больше, по сравнению с первой группой. Подобная зависимость, когда прочность образцов возрастала до 55C⁰, а после была постоянна, вплоть до 100 C⁰, была обнаружена ранее при детальном изучение свойств Filtek Ultimate при сжатии [3]. Однако если различие прочности составляло также ~10%, то полная деформация там не изменялась, а в нашем случае, при изгибе, она увеличивалась на ~20%. Различие между величинами полной деформации и предела прочности при испытании на сжатии и изгибе, характерно для всех материалов. Это связано с неоднородностью распределения напряжения в образце при трехточечном изгибе, когда максимальные напряжения возникают в точке приложения нагрузки, в отличие от сжатия, где нагрузка прикладывается ко всей поверхности образца [2]. Увеличение деформируемости образцов после 55C⁰, также может связано с тем, что изгиб является более мягкой схемой нагружения по сравнению со сжатием, и следовательно, более чувствительной к деформации. Более высокая прочность и деформируемость образцов, после

55С⁰, связано с упорядочением макромолекулярных цепочек, что приводит к повышению свойств материала.

Заключение

Исследования показали, что деформационное поведение Filtek Ultimate полимеризованного при 24С⁰, 55С⁰ и 70С⁰ качественно не отличалось. Механические свойства образцов второй (55С⁰) и третьей (70С⁰) группы были одинаковы, их предел прочности и полная деформация были соответственно на 10% и 20% больше, по сравнению с первой группой (24С⁰). Следовательно, можно заключить, что при изгибе, с повышением температуры полимеризации, после 55С⁰, Filtek Ultimate, становится более прочным и деформируемым материалом.

Список литературы

1. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров: Учеб. для хим. – технолог. вузов. – 4-изд., перераб. и доп. М.: Издательство «Лабиринт», 1994. 367 с.
2. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов// М.: Металлургия, 1983, -352 с.
3. Ивашов А.С., Зайцев Д.В., Мандра Ю.В. Зависимость прочностных свойств современных композиционных материалов при сжатии от температуры полимеризации// Проблемы стоматологии -2011, т. 5, с. 30-34.
4. Нарисава И. Прочность полимерных материалов. М.: Химия, 1987, 400 с.
5. Froes-Salgado NR, Silva LM, Kawano Y, Francci C, Reis A, Loguercio AD Composite pre-heating: effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties// Dent Mater. 2010 Sep ; 26(9): 908-14
6. Waters N. E. Some mechanical and physical properties of teeth/N.E. Waters// SympSocExpBiol - 1980, vol. 34, pp. 99-135

Рецензенты:

Панфилов П.Е., д.ф.-м.н., профессор кафедры физики конденсированного состояния, ст.н.с., Институт естественных наук, Уральский Федеральный Университет имени первого президента России Б.Н.Ельцина, г.Екатеринбург.

Мандра Ю.В., д.м.н., доцент, зав.кафедрой пропедевтики и физиотерапии стоматологических заболеваний ГОУ ВПО Уральская государственная медицинская академия Минздравсоцразвития России, г.Екатеринбург.