



АНАЛИЗ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ сеточных металлокомпозитных материалов, применяемых в армирующей стоматологии Меликяна М.Л. (АСМ)

(Часть II)



М.Л.Меликян

• д.м.н., профессор, кафедра ГБОУ ДПО КГМА,
главный врач ООО "АрмСтом Меликяна"
Адрес: 123103, Москва,
ул. Маршала Тухачевского,
д. 55, 1 этаж, XXIV пом.
Тел.: 8 (495) 725-15-75
E-mail: armstom@mail.ru

К.М.Меликян

• соискатель, ГБОУ ДПО КГМА,
врач-стоматолог,
ООО "АрмСтом Меликяна"
Адрес: 123103, Москва,
ул. Маршала Тухачевского,
д. 55, 1 этаж, XXIV пом.
Тел.: 8 (495) 725-15-75
E-mail: lika17@mail.ru

С.С.Гаврюшин

• д.т.н., профессор,
зав. кафедрой МГТУ им. Н.Э. Баумана
Адрес: 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5
Тел.: 8 (499) 263-68-54
E-mail: gss@rk9.bmstu.ru

К.С.Мартиросян

• профессор, кафедра Физики и Астрономии,
Техасский университет (Браунсвилл)
Адрес: 80 Fort Brown, SETB 2.258,
Brownsville, TX, 78520
Тел.: 956 882 6736
E-mail: karen.martirosyan@utb.edu

Г.М.Меликян

• к.м.н., врач-стоматолог,
ООО "АрмСтом Меликяна"
Адрес: 123103, Москва,
ул. Маршала Тухачевского,
д. 55, 1 этаж, XXIV пом.
Тел.: 8 (495) 725-15-75

Резюме. В работе представлены результаты анализа прочностных характеристик сеточных металлокомпозитных (СМК по М.Л.Меликяну) материалов, в зависимости от расположения армирующей сетки к направлению нагрузки. Сеточный металлокомпозит применяется в армирующей стоматологии при реставрации/реконструкции и протезировании зубов. Результаты исследования прочностных свойств сеточных металлокомпозитных образцов на трехточечный статический изгиб показывают, что предел прочности образцов зависит от положения армирующей металличес-

кой позолоченной переплетенной сетки (МППС) по отношению к направлению приложения нагрузки. В случае установки сетки на расстоянии 1 мм от нижней поверхности образца в зоне растяжения, нагрузка разрушения практически не изменяется по сравнению с контрольными образцами. При установке сетки на расстоянии 1 мм от верхней поверхности образца в зоне сжатия, предельная нагрузка увеличивается примерно на 75% по сравнению с неармированными образцами, изготовленными из микрогибридного композитного материала.

Возникновение и направление роста трещин, приводящих к разрушению целостности образцов, существенно зависит от положения металлической сетки. Доказано, что сетка препятствует возникновению и росту трещин. Процесс разрушения образца начинается с возникновения и последующего роста трещин в неармированной зоне и заканчивается в армированной зоне. За счет растяжения сетки образцы не распадаются на две части, а сохраняют способность сопротивляться нагрузке. Эффект повышения предельной нагрузки для образцов, по-видимому, возникает за счет формирования армирующего высокопрочного сеточно-металлокомпозитного слоя в критической зоне образца под индентором. Высокопрочный армирующий слой распределяет напряжения более равномерно. При этом МППС равномерно распределяет нагрузку, тем самым разгружая соответствующие слои микрогибридного композитного материала. Установка МППС непосредственно под индентором (в зоне контакта) существенно снижает вероятность трещинообразования. Это объясняется снижением уровня максимальных значений контактных напряжений за счет армирующей сетки.

Ключевые слова: армирующая стоматология, предел прочности, статический изгиб, композитный материал, сеточный металлокомпозит (СМК по М.Л.Меликяну), направления приложения нагрузки, зона растяжения, зона сжатия, высокопрочный сеточно-металлокомпозитный слой, локальные контактные напряжения, трещинообразования, армированная зона.

The analysis of mechanical properties of reinforced metal mesh composites used in reinforced dentistry by (Melikset Melikyan).

Summary. This paper presents results of the analysis of mechanical properties of reinforced metal mesh composites (on M.L.Melikyan), which is particularly depending on a locating of strengthened metal mesh to the load direction.

The metal mesh composite used for reinforced dentistry in treatment, restoration/reconstruction and prosthesis. The study of mechanical properties by a three-point static bend fixture demonstrated that the ultimate tensile strength of the samples depends on the placement position of the metal mesh in the composites with the relation to the direction of the applied load. The installation of the metal mesh at the distance of 1 mm from the bottom surface of a sample in a tension zone practically doesn't change ultimate tensile strength in comparison with control samples. At the metal mesh installation at the distance of 1 mm from the top surface of a sample in a compression zone the maximum load is increased up to 75 %, in comparison with not reinforced samples prepared by using micro-hybrid composite materials.

The development of the crack growth and their expansion, which leads to destruction of samples integrity essentially, depends on the placement position of the metal mesh in the composites. It is proved that the metal mesh prevented development of the crack growth. Process of destruction of a sample begins with the development of the crack growth in non reinforced zone and finished at the end of the reinforced zone. Due to stretching metal mesh the samples don't split to two parts, and remain ability to resist to a load. The effect of increasing of ultimate tensile strength of the samples occurs by formation of a reinforcing high-strength metal mesh with composite layer in a critical zone of a sample under an indenter. The high-strength reinforcing layer distributes strains more homogeneous. In this case the reinforced composite uniformly distributed a load thereby unloading the corresponding layers of a micro-hybrid composite material. The installation of metal mesh with composites under an indenter (in a contact zone) essentially reduces probability of a crack forming. This can be explained by the decreasing of the maximum values of contact strains due to reinforced mesh installation.

Key words: reinforced dentistry, ultimate tensile strength, static bending, composite materials, wire metal mesh composites (M.L.Melikyan), load direction, tension zone, compression zone, high strength composite coating, local contact stress, fracturing, reinforced zone.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящей работе проведено исследование прочностных свойств образцов, изготовленных из композитного материала Filtek™ Z-250 фирмы 3М для следующих случаев:

1. Образцы без армирования.
2. Образцы, армированные металлической позолоченной переплетенной сеткой фирмы "Dentaurum".

Испытание

на трехточечный статический изгиб

Лабораторные исследования проводились совместно с сотрудниками Научно-исследовательского института ядерной физики (НИИЯФ) города Сарова и Московского государственного технического университета им. Н.Э.Баумана.

Выбранный вид испытания (изгиб) является основным при оценке стоматологических материалов, так как во время функции жевания на зубы действуют вертикальные и горизонтальные силы. При акте жевания боковая группа зубов в основном работает на сжатие, а передняя группа зубов — на изгиб.

Испытания проведены на оборудовании, приспособленном для проведения испытаний на трехточечный статический изгиб и смонтированном на установке ИП 5158-1 (г. Иваново, Точприбор).

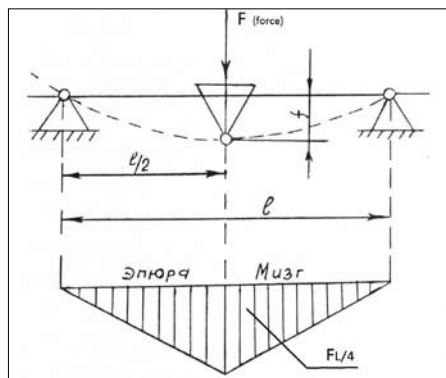
Испытание на статический изгиб — вид деформации, который характеризуется искривлением оси образца или срединной поверхности деформируемого образца под действием внешних сил (рис. 1). При деформации изгиба нижние слои образца до нейтрального слоя испытывают растяжение, а верхние — сжатие (рис. 2).

Испытания проводились на прямоугольных образцах (длиной — l , равной 45 мм, высотой — a и шириной — b , равными 5 мм) на трехточечный статический изгиб по схеме "сосредоточенная на-

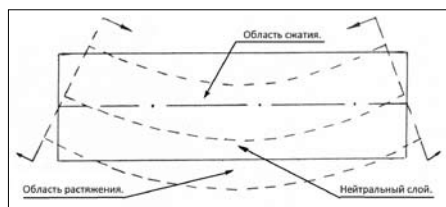
■ **Таблица 1.** Геометрические размеры и вес I серии (контрольных) образцов, изготовленных из микрогибридного композитного материала Filtek™ Z-250

№ образцов	Вес (г)	Длина (мм)	Толщина (мм)	Ширина (мм)
16	2,39	45,31	5,0	5,35
17	2,40	45,45	5,03	5,26
18	2,34	45,42	4,89	5,32
19	2,34	45,54	5,03	5,31
20	2,42	45,40	5,04	5,30
Усредненные значения	2,378	45,424	4,998	5,308

Примечание: до испытания образцы хранились в воде



■ **Рис. 1.** Схема испытаний на изгиб



■ **Рис. 2.** Деформация при изгибе

грузка приложена в середине пролета”. В процессе испытаний снималась диаграмма деформирования нагрузки — максимальный прогиб, а также определялась разрушающая нагрузка F_p (н).

Изготовление образцов из композитного материала и сеточного металлокомпозита — “композитный материал Filtek™ Z-250 — металлическая позолоченная переплетенная сетка (МППС)”.

Для изготовления образцов из микрогибридного композитного материала и сеточного металлокомпозита использовали материал из полипропилена, в котором с помощью фрезерования сформировали полость прямоугольной формы — длиной 45 мм, высотой и шириной 5 мм. На дне полипропиленовой формы высверливали три сквозных отверстия диаметром 2 мм, через которые выдавливали готовые образцы после их изготовления (рис. 3).



■ **Рис. 3.** Полипропиленовая форма для изготовления композитных и сеточно-металлокомпозитных образцов: 1) сформированная полость прямоугольной формы; 2) сквозные отверстия для выдавливания готовых образцов из формы

Для испытания на статический изгиб были изготовлены 7 серий образцов:

I серия (контрольная) — образцы изготовили из композитного материала Filtek™ Z-250 в количестве 5 штук.

II — VII серии — образцы изготовили из сеточного металлокомпозита “микрогибридный композит Filtek™ Z-250 — металлическая позолоченная переплетенная сетка (МППС)” в количестве 30 штук, по 5 штук в каждой серии (рис. 4).

Изготовление I серии (контрольных) образцов из композитного материала Filtek™ Z-250 для испытания на трехточечный статический изгиб.

Согласно инструкции производителей микрогибридного композитного материала Filtek™ Z-250, для оттенка A2 рекомендуется время полимеризации 20 сек и максимальная толщина слоя 2,5 мм. Для изготовления образцов использовался оттенок A2, при этом толщина композитного слоя составляла 1 мм.

Таким образом, для изготовления композитного образца длиной, равной 45 мм, высотой и шириной по 5 мм, потребовалось 5 слоев композитного материала толщиной в 1 мм. Установлено, что для изготовления одного композитного слоя толщиной в 1 мм и площадью 45 x 5 мм² необходимо затратить примерно 0,5 г композитного материала. Изготовление образцов проводили при комнатной температуре. Композитному материалу Filtek™ Z-250 весом 0,5 г придавали сначала форму шарика, а потом — валика. Таким образом готовили композитный валик весом 0,5 г, диаметром 2,5 мм и длиной 45 мм (рис. 5-7).

Композитный валик устанавливали на дно полипропиленовой формы и с помощью Г-образного штопфера-гладилки равномерно распределяли по всему дну, добиваясь толщины композитного слоя, равной 1 мм.

После нанесения каждого слоя проводили полимеризацию согласно инструкции — методом последовательного заполнения, слой за слоем, композитного материала в сформированную полость.

Готовый образец извлекался из формы, после чего проводилась контрольная полимеризация со стороны наружных поверхностей. Готовые образцы имели гладкую ровную поверхность без вздутий, сколов, трещин и расслоений. Далее измеряли вес и уточненные геометрические размеры образцов с точностью ± 0,01 мм. При измерении использовались средние арифметические значения длины, толщины и ширины образца. Каждому образцу присваивали порядковый номер и



■ **Рис. 4.** а) Образцы, изготовленные из композитного материала Filtek™ Z-250 и сеточного металлокомпозита “композитный материал Filtek™ Z-250 — металлическая позолоченная переплетенная сетка”; б) На образцах маркером указаны порядковые номера и стрелками обозначены направления приложения нагрузки



■ **Рис. 5.** Композитному материалу придана форма шара (вес 0,5 г)



■ **Рис. 6.** Композитному материалу придана форма валика (длина валика 45 мм)



■ **Рис. 7.** Измерение диаметра композитного валика



■ **Рис. 8.** I серия — (контрольные) образцы, изготовленные из микрогибридного композитного материала Filtek™ Z-250

стрелками указывали направление приложения нагрузки (рис. 8).

Таким образом, была изготовлена I серия (контрольных) образцов из композитного материала Filtek™ Z-250 в количестве 5 штук. Геометрические размеры и вес I серии (контрольных) образцов, изготовленных из композитного материала Filtek™ Z-250, приведены в табл. 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Разработанный и запатентованный нами способ реставрации передней группы зубов верхней челюсти с дефектом коронковой части со скосом в небную сторону с применением сеточно-контурного каркаса (Патент RU № 2331386) награжден четырьмя золотыми медалями на Международных салонах инноваций и изобретений: “SIIF”, г. Сеул, (Южная Корея), 2008 г.; “Новое Время”, г. Севастополь, (Украина), 2009 г.; на Всемирной универсальной выставке ЭКСПО-2010, г. Шанхай, (Китай), 2010 г.; на Европейском салоне изобретений и инноваций “МуженИннов”, г. Мужен, (Франция), 2012 г. в рамках международного конкурса инновационных проектов (рис. 9).



■ **Рис. 9.** а) Диплом о награждении авторов золотой медалью на Европейском салоне изобретений и инноваций “МуженИннов-2012” (г. Мужен, Франция); б) Большая золотая медаль “Леонардо да Винчи” Европейской академии наук на Европейском салоне изобретений и инноваций “МуженИннов-2012”.

(Продолжение следует.)