

# АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ компоЗИТНОЙ реставрации режущего края зуба (I класс по Меликяну М.Л.)

## (Часть I)



### **М.Л. Меликян**

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

### **К.И. Давыдова**

• соискатель, ГБОУ ДПО КГМА,  
главный врач, стоматологическая  
клиника ООО "Д Вита Дент", г. Москва  
Адрес: г. Москва, ул. Авиастроителя Мила, д. 26  
Тел.: 8 (499) 742-14-95  
E-mail: ks\_dav@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.: 89260592708  
E-mail: karen.martirosyan@utb.edu

### **И.В. Компаниец**

• ассистент каф. РК-5 МГТУ им. Н.Э.Баумана  
Адрес: 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5  
Тел.: 89260592708  
E-mail: igor.komp.r@yandex.ru

### **К.М. Меликян**

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

### **Г.М. Меликян**

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

**Резюме.** В работе представлены результаты конечно-элементного исследования напряженно-деформированного состояния композитных реставраций, применяемых при устранении дефекта режущего края зуба глубиной до 2 мм (I класс по М.Л.Меликяну).

Особое внимание уделено исследованию адгезивного слоя, соединяющего композитную реставрацию с твердыми тканями зуба и являющегося критическим с позиций прочности для реставрации в целом. При анализе напряженно-деформированного состояния реставрации используется оригинальная программа GLUMEKER, позволяющая создавать в автоматическом режиме конечно-элементную модель адгезивного слоя.

Результаты математического моделирования показывают, что формирование ретенционной полости сложной геометрической конфигурации при устранении дефекта режущего края глубиной до 2 мм (I класс по М.Л.Меликяну), с применением композитных валиков, позволяет: (1) снизить величину максимальных напряжений в области адгезии (проблемная зона) на 27,38%, по сравнению с композитной реставрацией, без формирования ретенционной полости сложной геометрической конфигурации; (2) сместить область адгезии (проблемная зона) в безопасную зону, в частности — к границе перехода режущего края, к средней трети коронковой части зуба; (3) обеспечить макромеханическую ретенцию реставрации в вертикальном, медио-дистальном и вестибуло-оральном направлениях; (4) увеличить площадь соприкосновения композитного материала с твердыми тканями зуба; (5) снизить риск возникновения осложнений, тем самым значительно увеличить срок функционирования восстановленного зуба.

**Ключевые слова:** дефект режущего края зуба, композитная реставрация/реконструкция, риск возникновения осложнений, ретенционная полость, область адгезии, численное моделирование, напряженно-деформированное состояние, конечно-элементная модель адгезивного слоя.

**Analysis of stress strain behavior of composite restoration of cutting edge defect (I class Melikyan).**

**Summary.** The aim of the present study was to investigate the stress strain behavior of the repaired dental solid tissues in adhesion area (I class Melikyan), depending on the method of composite restorations. The particular attention was paid to the adhesive layer connecting the composite restoration with dental hard tissues. On the whole the adhesive layer is critical from the standpoint of strength for the restoration. In the analysis of the stress-strain state of the original program of restoration was used GLUMEKER allowing to create automatically a finite element model of the adhesive layer.

The results of mathematical modeling indicate that the formation of retention cavities of complex geometric configurations in case of repairing tooth with cutting edge (2 mm depth) defect (I class Melikyan), using a composite material allows to: (1) reduce the amount of maximum stress in the adhesive zone (problem area) up to 27.38% compared with a composite restoration without

the formation of cavities retention of complex geometric configuration; (2) to move the region of adhesion (problem area) in the safe zone — in particular, to the boundary of the transition to the cutting edge of the middle third of the crown of the tooth; (3) to ensure macro mechanical retention of restoration in the vertical, mesial-distal and vestibular — oral directions; (4) increase the contact area of a composite material with dental solid tissues; (5) decrease the risk of dental complications increase the restored tooth operation. In collaboration with scientists at the Department of the RK-9, Bauman Moscow State Technical University (bmstu) was developed software package GLUMEKER based on finite element analysis of adhesive layer, which allows to evaluate the stress strain behavior of the repaired solid tooth tissue depending on the method of composite restorations.

**Key words:** stress strain behavior, mathematical modeling, tooth with cutting edge (2 mm depth) defect (I class Melikyan), restoration/reconstruction, the area of adhesion (problem area), macro mechanical retention of composite restorations, the risk of complications of composite restorations, finite-element model of the adhesive layer.

**Высота коронковой части передних резцов верхней челюсти, по данным одонтометрии С.С.Михайлова (1984), составляет 9,0-12,0 мм, а высота коронковой части резцов нижней челюсти, по данным одонтометрии R.B.Woelfer (1997), составляет 6,3-11,6 мм. Таким образом, длина режущего края зуба составляет 3-4 мм.**

Коронковую часть передней группы зубов условно принято разделять на три части: режущий край, средняя треть, шеечная часть.

В многочисленных классификациях под дефектом режущего края рассматривается разрушение до 1/3 длины коронковой части, что составляет 3-4 мм.

Согласно гистологическим исследованиям, толщина эмалевого слоя на уровне режущего края зуба составляет 1,5-1,7 мм. При разрушении режущего края зуба глубиной до 2 мм происходит оголение дентина на уровне эмалево-дентинной границы.

В 2010 году нами была разработана классификация дефектов коронковой части передней группы зубов под армированные композитные реставрации, а также способы их устранения, отвечающие требованиям концепции минимальной инвазии (МИ) [9].

Согласно предложенной нами классификации, дефект режущего края зуба глубиной до 2 мм относится к I классу (табл. 1). Учитывая, что длина режущего края зуба составляет 3-4 мм, в представленной классификации дефекты режущего края разделены на 2 класса: I — дефект режущего края глубиной до 2 мм; II — дефект режущего края глубиной более 2 мм.

Таким образом, дефект режущего края глубиной до 2 мм, выделен в отдельный класс.

В настоящее время разработаны различные способы устранения дефектов до 1/3 длины коронковой части передней группы зубов, что со-



ставляет 3-4 мм, с применением армированного композитного материала [4, 5].

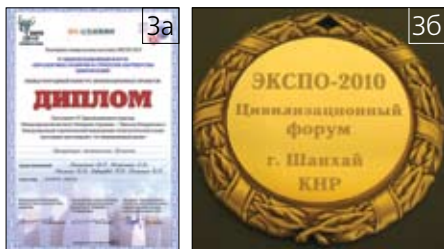
Нами разработан и запатентован атравматический способ устранения дефекта режущего края глубиной до 2 мм с применением композитных материалов, патент RU №2331385 [6, 8]. Разработанный способ награжден тремя золотыми медалями на Международных салонах инноваций и изобретений: "SIIF", 2008 г., г. Сеул (Южная Корея); "Новое Время", 2009 г., Севастополь (Украина) и на всемирной универсальной выставке ЭКСПО-2010 (Шанхай, Китай) в рамках международного конкурса инновационных проектов (рис. 1-3).



■Рис. 1 а) Диплом о награждении авторов золотой медалью на Международной ярмарке изобретений "SIIF-2008" (Сеул, республика Корея); б) золотая медаль Международной выставки инноваций и изобретений в Сеуле "SIIF-2008"



■Рис. 2 а) Диплом о награждении авторов золотой медалью на V-ом Международном салоне изобретений и новых технологий "НОВОЕ ВРЕМЯ" Севастополь-2009; б) золотая медаль V-го Международного салона изобретений и новых технологий "НОВОЕ ВРЕМЯ"



■Рис. 3 а) Диплом о награждении авторов золотой медалью на международном конкурсе инновационных проектов "ЭКСПО-2010" (Шанхай, Китай); б) золотая медаль международного конкурса инновационных проектов "ЭКСПО-2010" (Шанхай, Китай)

Для восстановления целостности режущего края применяли композитный материал. Этапы устранения дефекта режущего края зуба глубиной до 2 мм с применением композитного материала представлены на рис. 4-8.

#### Этапы реставрации/реконструкции режущего края поврежденного зуба глубиной до 2 мм с применением композитных материалов

- Удаление зубного налета.
- Определение цвета будущей реставрации.
- Атравматическое одонтопрепарирование и формирование шероховатости на оральной и вестибулярной поверхностях реставрируемого зуба.

■Таблица 1. Классификация дефектов коронковой части передней группы зубов под армированные композитные реставрации по Меликяну М.Л. и способы их устранения, отвечающие требованиям концепции минимальной инвазии (МИ)

Классы дефектов	Характеристики дефекта	Патенты
I	Дефект режущего края глубиной до 2 мм	Патент № 2331385 Примечание. Использование стоматологической металлической сетки малоэффективно
II	Дефект режущего края глубиной более 2 мм	Патент № 2214194, Патент № 2214195 Патент № 2223064
III	Дефект коронковой части до 1/2 ее длины	Патент № 2238698, Патент № 2277885 Патент № 2277886, Патент № 2331386 Патент № 2331387
IV	Дефект коронковой части до 2/3 ее длины	Патент № 2252725, Патент № 2253399 Патент № 2277883
V	Полное отсутствие коронковой части	Патент № 2234283, Патент № 2233641 Патент № 2252729, Патент № 2259176 Патент № 2253400, Патент № 2268678 Патент № 2262903, Патент № 2276594 Патент № 2278637
VI	Дефект угла режущего края	Патент № 2336048
VII	Дефект угла коронковой части не ниже средней трети ее длины	Патент № 2336059
VIII	Дефект угла коронковой части не ниже шеечной трети ее длины	Патент № 2329004



■Рис. 4. Дефект режущего края 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 зубов глубиной до 2 мм (I – класс по Меликяну М.Л.)



■Рис. 5. Этап формирования ретенционных полостей сложной геометрической конфигурации 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 зубов



■Рис. 6. Этап реставрации с применением композитного материала



■Рис. 7. После устранения дефекта режущего края 3.1, 3.2, 4.1, 4.2 зубов глубиной до 2 мм (I – класс по Меликяну М.Л.) с применением композитного материала



■Рис. 8. Через 5 лет

- Формирование ретенционных пунктов в области режущего края на вестибулярной и оральной поверхностях реставрируемого зуба.
- Формирование продольного паза глубиной 0,5 мм на поверхности режущего края.

- Углубление сформированного продольного паза до 2-3 мм.
- Формирование полуцилиндрических ретенционных полостей на внутренних стенках оральной и вестибулярной поверхностях сформированного паза.
- Кислотное протравливание сформированной наружной шероховатости, ретенционных пунктов и внутренней ретенционной полости сложной геометрической конфигурации.
- Адгезивная обработка сформированной наружной шероховатости, ретенционных пунктов и внутренней ретенционной полости сложной геометрической конфигурации.
- Окончательная реставрация режущего края поврежденного зуба с применением композитных валиков.
- Шлифование и полирование отреставрированного зуба.

Проведенные нами клинические исследования показали, что формирование ретенционной полости сложной геометрической конфигурации, при устранении дефекта режущего края зубов глубиной до 2 мм, привело к увеличению срока функционирования композитной реставрации.

В настоящее время общепризнана значимость использования возможностей математического моделирования при проведении научных исследований. Методы математического моделирования нашли отражение в работах отечественных [1-3, 7, 10-16] и зарубежных ученых [17-24], анализ которых свидетельствует о том, что современная стоматология интенсивно развивается, используя результаты, полученные в смежных областях науки (физики, науки о материалах, механики, математики и др.). Для задачи изучения полей напряжений, перемещений и деформации в стоматологии, широко используется метод конечных элементов [10-16, 17-24].

Вместе с тем в доступной авторам литературе отсутствуют данные о компьютерном моделировании применительно к анализу прочности композитных реставраций при устранении дефектов режущего края зубов глубиной до 2 мм.

В работе поставлена цель: изучить, проанализировать напряженно-деформированное состояние, возникающее в композиционной реставрации при устранении дефектов режущего края зубов глубиной до 2 мм и выработать рациональные способы лечения.

(Продолжение следует.)