

© РЕМИЗОВА А.А., КОЗЛОВ С.В., 2014  
УДК 616.314-089.29-633

Ремизова А.А.<sup>1</sup>, Козлов С.В.<sup>2</sup>

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЗАМКОВЫХ СИСТЕМ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ПРОТЕЗИРОВАНИИ. ОСОБЕННОСТИ ЭНДОДОНТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ДИСТАЛЬНЫХ ЗУБОВ ПОД ПРОТЕЗИРОВАНИЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДЛАГАЕМОЙ ЗАМКОВОЙ СИСТЕМЫ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» Министерства образования и науки РФ, Научно-исследовательский медицинский центр, 125080, Москва; <sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения РФ, 119991, Москва

*В статье приведены математические расчеты, которые позволяют выбрать жесткую или полулабильную систему фиксации протеза. Состояние тканей пародонта является основным параметром при выборе замковой системы. При этом очень важна правильная эндодонтическая обработка каналов дистальных зубов. Проведение математических расчетов воздействия локальных нагрузок в стадии планирования бюгельных замковых систем позволит исключить ошибки и осложнения.*

**Ключевые слова:** *корневой канал; замковое крепление; бюгельный протез; жесткая фиксация; полулабильная фиксация; зоны напряжения; пародонт.*

Remizova A.A., Kozlov S.V.

MATHEMATICAL JUSTIFICATION OF CHOICE OF LOCKING SYSTEMS WHEN COMBINED PROSTHETICS. FEATURES ENDODONTIC PREPARATION OF DISTAL TEETH FOR PROSTHETICS, DEPENDING ON THE PROPOSED LOCKING SYSTEM

<sup>1</sup> Moscow state University of food productions" of the Ministry of education and science of the Russian Federation, Research Medical center, 125080, Moscow, Russia; <sup>2</sup> I.M. Sechenov Moscow state medical University Moscow medical Academy Ministry of health of the Russian Federation, 119991, Moscow, Russia

*The basis of articles are mathematical calculations that allow you to select a rigid or semilabile prosthesis fixation system. Condition of periodontal tissues is a key parameter in selecting the locking system. It is very important the correct endodontic treatment of distal teeth channels. Thus, carrying out mathematical calculations of local loads effects in the planning stage of clasp locking systems will allow us to eliminate errors and complications*

**Keywords:** *root canal; lock fastening; clasp prosthesis; rigid fixation; semilabile fixation; stress zones; periodontium.*

### Введение

Комбинированное замковое протезирование считается наиболее сложным видом протезирования [1]. Многие врачи при снятии оттисков полагаются на техников, определив только вид конструкции. Выбор замковой системы падает на техника, который по привычке ставит тот замок, который не вызывает у него затруднений. Многие врачи не любят работать с бюгельными протезами, так как впоследствии возникают проблемы с уменьшенными сроками службы протеза и трудностями его эксплуатации. Срок службы протезов напрямую зависит от состояния опорных тканей пародонта [2]. Следует уделять должное внимание состоянию корней зубов, включенных в конструкцию [3]. Направляя пациента к терапевту на эндодонтическую подготовку зубов, врач-ортопед не указывает, какая нужна конструкция, и, конечно, не уточняет, какой планируется замок. Планирование будущего бюгельного протеза является наиболее сложной задачей для врача-ортопеда, и неправильно составленный план является основной ошибкой протезирования [4, 5]. Агрессивная подготовка терапевтом корней зубов в зоне максимального напряжения приво-

дит к тяжелым осложнениям, связанным с различными отколами стенок корней опорных зубов [6]. Ошибки эндодонтического лечения очень тяжело устраняются и наиболее чаще всего приводят к удалению зуба [7, 8]. Многие авторы указывают на некорректное планирование бюгельных протезов, вызывающих повышенную атрофию альвеолярного отростка рецессии десны в области опорных зубов. При выборе вида крепления замка с учетом прочностных конструктивных особенностей протеза необходимо учитывать плотность как опорных тканей протезного ложа, так и тканей пародонта. Анализ воздействия локальных нагрузок в стадии планирования бюгельных замковых систем позволит более детально составить план комплексного лечения пациента, исключив ошибки и осложнения.

#### Задачи исследования:

1) математический прочностной расчет воздействия локальных нагрузок на бюгельные системы, располагающиеся на упругом основании (десне);

2) определение зон наиболее выраженных нагрузок, возникающих при жесткой и полулабильной системах фиксации в замковых комбинированных протезах.

**Новизна исследования.** На основании математического прочностного расчета впервые определены зоны наиболее выраженных нагрузок, возникающих при жесткой и полулабильной системах фиксации в замковых комбинированных протезах.

Для корреспонденции: Ремизова Анна Александровна, annasas@mail.ru

For correspondence: Remizova Anna Aleksandrovna, annasas@mail.ru

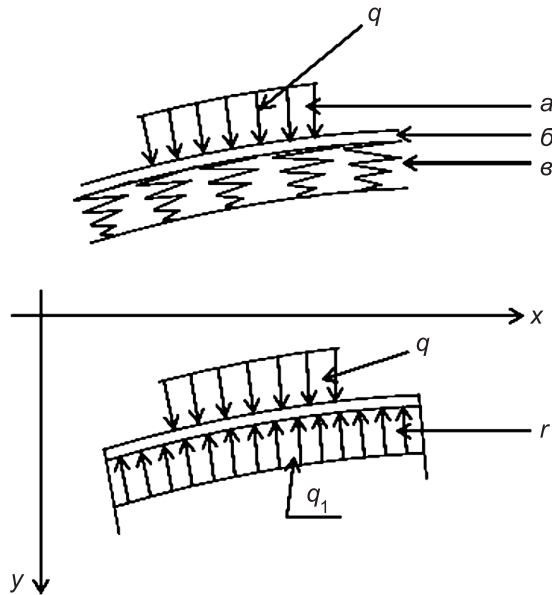


Рис. 1. Расчетная схема нагружения для бюгельной замковой системы.

$a$  – внешняя локальная нагрузка  $q$  (в кг/мм);  $b$  – бюгельная замковая система;  $c$  – упругое основание (десна);  $e$  – реакция, ответная нагрузка со стороны упругого основания (десны)  $q_1$  (в кг/мм).

### Материал и методы

При разработке бюгельных протезов необходимо принимать во внимание не только вид крепления к опорным зубам, но и плотность тканей пародонта, который в наших расчетах рассматривается как упругое основание. При решении данной задачи любую бюгельную систему будем рассматривать как балку прямолинейной или криволинейной формы, лежащей на упругом основании (десне) и нагруженной внешними локально распределенными нагрузками  $q$  (в кг/мм) (рис. 1).

Итак, перед нами балка, расположенная на упругом основании, и к ней приложены внешние силы, как правило, локальные и распределенные на ограниченном участке, при этом со стороны упругого основания возникают реакции  $q$ , пропорционально местному прогибу балки, интенсивность которых будет пропорциональна прогибу  $y$ , т. е.:

$$q_r = -R \cdot y, \quad (1)$$

где  $R$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от жесткости (плотности упругого основания – десны) у пациента. Минус указывает на то, что реакции на внешние воздействия направлены в сторону, противоположную прогибу балки.

Рассматривая данную систему как балку на упругом основании с более общих позиций, можно считать, что возникающие реакции со стороны упругого основания подчиняются уравнению (1) независимо от физических и конструктивных особенностей упругого основания.

Коэффициент  $R$  – это коэффициент упругого основания. Итак, бюгельная замкнутая система представлена в виде прямолинейной или криволинейной балки, расположенной на упругом основании.

В этом случае дифференциальные уравнения изгиба балки постоянного поперечного сечения будут иметь вид:

$$\begin{aligned} \theta &= y'; \\ M &= E \cdot I_x \cdot y''; \\ Q &= E \cdot I_x \cdot y'''; \\ q - q_r &= E \cdot I_x \cdot y^{(4)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь  $\theta$  – изменение угла поворота поперечного сечения балки по длине,  $M$  – изменение изгибающего момента,  $Q$  –

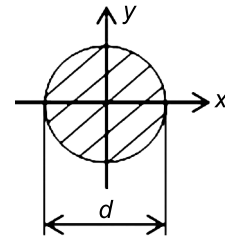


Рис. 2. Круглое сечение.  
 $d$  – диаметр.

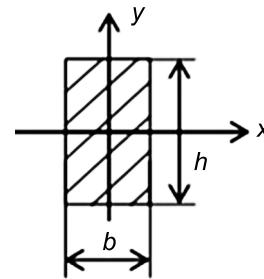


Рис. 3. Прямоугольное сечение.  
 $b$  – ширина сечения,  $h$  – высота сечения.

поперечной силы,  $q - q_r$  – внешней нагрузки,  $E$  – модуль продольной упругости материала балки, размерность (в кг/мм<sup>2</sup>),  $I_x$  – момент инерции сечения балки:

- 1) круглого сечения (рис. 2)  $I_x = \pi d^4 / 64$  (в мм<sup>4</sup>);
- 2) прямоугольного сечения (рис. 3)  $I_x = b h^3 / 12$  (в мм<sup>4</sup>).

Если функция  $y$  определена, то согласно выражениям (2) без труда определяются изгибающие моменты и поперечные силы, необходимые для расчета конструкции бюгельной замковой системы.

*Пример 1.* Рассмотрим жесткую замковую систему как консольную на опорных зубах (рис. 4).

Данная система представляет собой балку длиной  $l$ , опирающуюся на упругое основание и жестко закрепленную по краям с равномерно распределенной нагрузкой. Нагрузка мо-

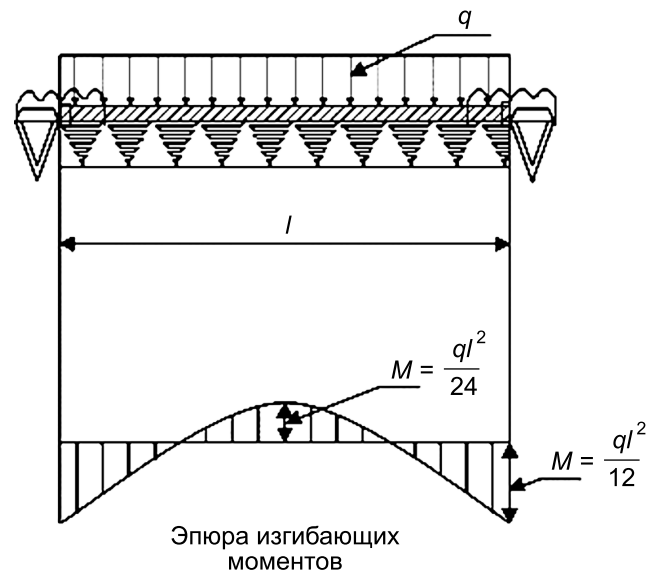


Рис. 4. Жесткое закрепление по краям бюгельной замковой системы.

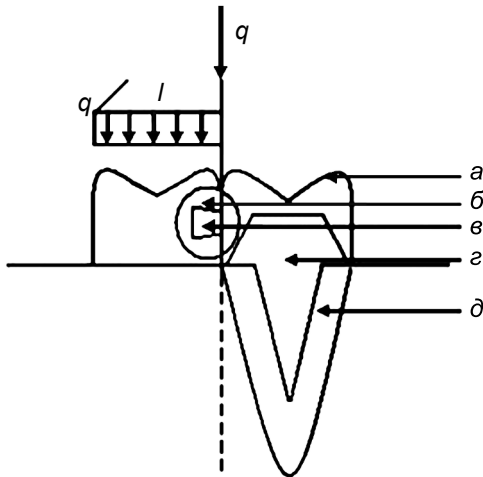


Рис. 5. Расчетная схема нагружения при жесткой системе фиксации опорного зуба и зуба в месте соединения замка.

a – коронка; б – жесткий замок; в – самая опасная зона в замковых системах; z – штифт; д – корень зуба; q – равномерно распределенная нагрузка на первый гарнитурный зуб в месте соединения замка (в кг/мм); l – длина первого гарнитурного зуба (в мм).

жет быть распределена не обязательно по всей длине балки, а на каком-то локальном участке, который мы обозначили  $l_1$ . Для решения поставленной задачи в расчетах будут участвовать параметры  $l$  и  $l_1$ .

Имея эпюру изгибающих моментов по длине балки, мы видим, что максимальный изгибающий момент будет на краях крепления бюгельной замковой системы к опорным зубам, как в случае консольного закрепления к одному опорному зубу.

В основе разработки такого вида конструкции лежит максимальный изгибающий момент  $M = ql^2/12$  (рис. 5, 6).

$$M_u = ql^2/2 \text{ (в кг } q \text{ мм}^2\text{)},$$

$$\sigma_u = M \cdot y / J_x$$

где  $y$  – координата;  $J_x$  – момент инерции сечения.

**Пример 2.** Рассмотрим полулабильную замковую систему как консольную прямолинейную балку на опорных зубах (рис. 7).

Для данного случая закрепления бюгельной замковой системы опорные зубы освобождены от изгибающих моментов и нагружены только поперечными силами  $Q = ql/2$  (в кг).

Как видим, при удалении от середины нагруженного участка изгибающий момент уменьшается.

### Результаты и обсуждение

Следует отметить, что все расчеты бюгельных замковых систем, имеющих криволинейную форму с радиусом кривизны  $\rho$ , необходимо всегда проводить как прямолинейные, соответствующей длины, так как крутящие моменты на верхних и нижних деснах, возникающие в момент прикуса (при нагрузке) направлены в разные стороны и исключают друг друга.

В зависимости от состояния и наличия количества опорных зубов выбирают расчетную схему: 1) жесткую; 2) полулабильную.

Проведенные расчеты демонстрируют зоны повышенного напряжения при различных замковых креплениях. Использование жесткой системы фиксации указывает на повышенную нагрузку в области дистальных зубов. Более правильно при эндодонтической обработке корневых каналов проводить щадящую обработку дистальных зубов. Весьма важна длина корней опорных зубов. Все очаги инфекции должны быть санированы,

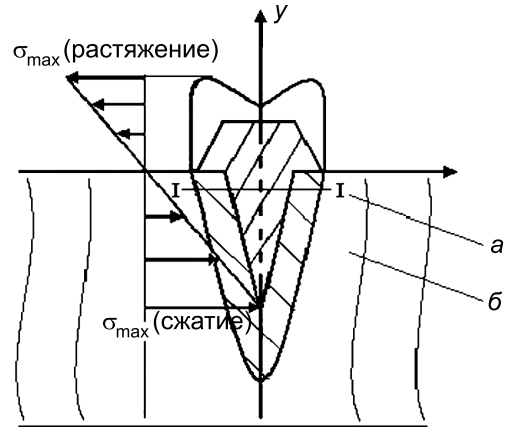


Рис. 6. Изгибающий момент, вызывающий возникновение напряжений в месте замкового соединения (в кг/мм).

a – I-I-срез; б – упругое основание;  $M_u$  – изгибающий момент, вызывающий возникновение напряжений  $\sigma$  (в кг/мм<sup>2</sup>), в месте замкового соединения.

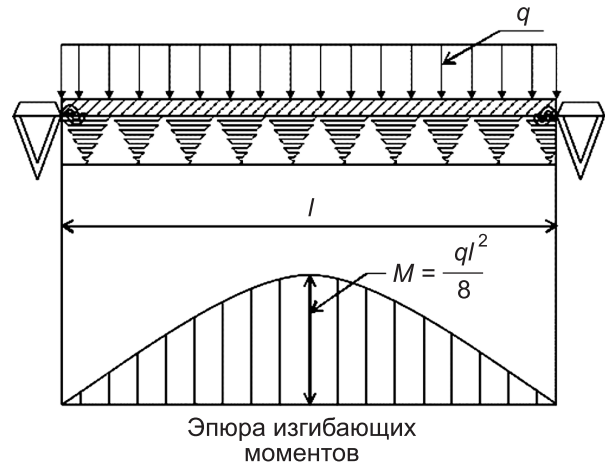


Рис. 7. Полулабильное закрепление по краям бюгельной замковой системы.

протезирование следует проводить только в период ремиссии заболевания тканей пародонта.

Использование полулабильного крепления оправдано при незначительном повреждении пародонта дистальных зубов. Более целесообразно в случае полулабильного крепления брать зубы в единую шинирующую дугообразную конструкцию. При этом нагрузка достигает максимального значения по центру во фронтальном отделе зубов и дистальные зубы не испытывают повышенной нагрузки.

### Заключение

Участки наибольшего напряжения конструкций при комбинированном протезировании с жесткой системой фиксации протезов возникают в зоне опорных зубов, в частности в области соединения замка с частично съемным протезом.

Использование жесткой системы фиксации может привести к разрушению дистальной стенки зуба первого опорного зуба из-за высоких контактных напряжений.

Эти напряжения возникают между культевой вкладкой и тканями опорного зуба. Максимальное напряжение  $\sigma_{max}$  наблюдается у верхушки культевой вкладки и может привести к ее расцементировке и отколу стенки зуба.

При подготовке первого опорного зуба под культевую вкладку нужно стремиться к уменьшению диаметра сечения этой вкладки. Также необходимо больше оставлять диаметр стенки корня при подготовке корневого канала под культевую вкладку.

При использовании полулабильной системы фиксации  $M_u$  изгибающий момент полностью исключается в зоне соединения замкового крепления, но достигает своих максимальных значений в середине участка фронтальной группы зубов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедеко И.Ю., Перегудов А.Б., Хапилина Т.Э. *Замковые крепления зубных протезов*. М.: Молодая гвардия; 2001.
2. Гинали Н.В. *Патогенетические механизмы нарушения амортизирующей функции периодонта в биомеханических системах зуб-челюсть и их практическое значение*: Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 2000.
3. Стрганов Г.И. *Теоретические и клинические предпосылки использования корней многокорневых зубов в качестве опоры различных конструкций зубных протезов*: Дис. ... канд. мед. наук. Ставрополь; 2002.
4. Ремизова А.А. *Ортопедические методы лечения в стоматологии. Основы бюгельного протезирования: Пособие для врачей*. М.: Человек; 2012.
5. Вульфес Х. Ошибки при изготовлении бюгельных протезов. *Зубной техник*. 2006; 1: 28–31.
6. Козлов С.В., Ремизова А.А., Гончаров С.О. Особенности эндодонтической подготовки опорных зубов под комбинированные протезы с расчетом на прочность, конструктивные схемы соединения. *Эндодонтия Today*. 2012; 3: 57–62.

7. Макеева И.М., Жохова Н.С. Ошибки эндодонтического лечения и пути их устранения. В кн.: *ЦНИИ стоматологии – 40 лет. История развития и перспективы: Материалы юбилейной сессии ЦНИИС*. М.; 2002: 76–8.
8. Боровский Е.В. Ошибки эндодонтического лечения зубов. *Клиническая эндодонтия*. 2003, 3: 44–7.

Поступила 05.06.14

#### REFERENCES

1. Lebedenko I.Yu., Peregudov A.B., Hapilina T.E. *Castle fixing dentures. [Zamkovye krepneniya zubnyh protezov]*. Moscow: Molodaya gvardiya; 2001. (in Russian)
2. Ginali N.V. *Pathogenetic Mechanisms of Damping Function Disorders of the Periodontium in Biomechanical Systems Tooth-Jaw and Their Practical Significance: Diss.* Moscow; 2000. (in Russian)
3. Stroganov G.I. *Theoretical and clinical background of multirooted tooth roots use as a support of various designs of dentures: Diss. ...* Stavropol'; 2002. (in Russian)
4. Remizova A.A. *Orthopedic Treatments in Dentistry. Basics Clasp Prosthetics. Manual for Physicians. [Ortopedicheskie metody lecheniya v stomatologii. Osnovy buugel'nogo protezirovaniya. Posobie dlya vrachej]*. Moscow: Chelovek; 2012. (in Russian)
5. Vul'fes Kh. Errors in the manufacture of clasp dentures. *Zubnoy tekhnik*. 2006; 1: 28–31. (in Russian)
6. Kozlov S.V., Remizova A.A., Goncharov S.O. Features endodontic preparation of the abutment teeth for combined dentures with the expectation of strength, structural schemes of connection. *Endodontiya Today*. 2012; 3: 57–62. (in Russian)
7. Makeeva I.M., Zhohova N.S. Errors of endodontic treatment and ways to overcome them. In: *Central Research Institute of Dentistry – 40 years. History of development and prospects: Materials of the anniversary session CRID [CNII stomatologii – 40 let. Istoriya razvitiya i perspektivy: Materialy yubileynoy sessii CNIIS]*. Moscow; 2002: 76–8. (in Russian)
8. Borovskiy E.V. Errors of endodontic treatment of teeth. *Klinicheskaya endodontiya*. 2003; 3: 44–7. (in Russian)

Received 05.06.14

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

УДК 615.46.03:616.314-089.28-022:579.862.1].076

Рогожников А.Г.<sup>1</sup>, Рогожников Г.И.<sup>1</sup>, Порозова С.Е.<sup>2</sup>, Коробов В.П.<sup>3</sup>, Лемкина Л.М.<sup>3</sup>, Шулятникова О.А.<sup>1</sup>, Гуров А.А.<sup>2</sup>, Морозов И.А.<sup>4</sup>

## МИКРОБНЫЕ ПЛЕНКИ *STAPHYLOCOCCUS EPIDERMIDIS* ATCC 29887 НА ПОВЕРХНОСТИ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России, 614990, г. Пермь; <sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614990, г. Пермь; <sup>3</sup>ФГБУН «Институт экологии и генетики микроорганизмов» УрО ФАНО, 614081, г. Пермь; <sup>4</sup>ФГБУН «Институт механики сплошных сред» УрО РАН, 614013, г. Пермь

*Исследовано воздействие образования и роста биопленок Staphylococcus epidermidis ATCC 29887 на поверхность диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия и оксидом церия. Установлена выраженная зависимость жизнеспособности биомассы пленок от вида стабилизирующей добавки. С помощью методов спектроскопии комбинационного рассеяния света (КР-спектроскопия), атомно-силовой микроскопии и сканирующей электронной микроскопии показано, что биопленки не влияют на фазовый состав поверхности, но способствуют изменению ее структурных элементов.*

Ключевые слова: диоксид циркония; оксид иттрия; диоксид церия; фазовый состав; поверхность, биопленка; биомасса; жизнеспособность биопленок; эпидермальный стафилококк; имплантаты; зубные протезы.

Для корреспонденции: Шулятникова Оксана Александровна, anasko06@mail.ru

For correspondence: Shulyatnikova Oksana Aleksandrovna, anasko06@mail.ru