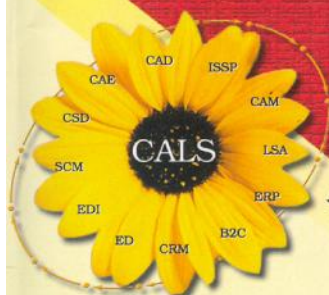


КАЧЕСТВО ИННОВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЕ

№1
2010



журнал в журнале

КАЧЕСТВО и ИПИ (CALS)-технологии

www.quality-journal.ru

**ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
ОБЪЕДИНЕННОЙ РЕДАКЦИИ
Азаров В.Н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алешин Н.П., Бойцов Б.В., Бородулин И.Н.,
Быков Д.В., Васильев В.А., Васильев В.Н.,
Викторов А.Д., Домрачев В.Г., Жичкин
А.М., Журавский В.Г., Карабасов Ю.С.,
Карцев Е.А., Киринок А.А., Кондрашов
П.Е., Кортон С.В., Кофанов Ю.Н., Кеменов
В.Н., Лопота В.А., Леохин Ю.Л., Львов Б.Г.,
Малышев Н.Г., Марин В.П., Митрофанов
С.А., Мищенко С.В., Неволлин В.Н., Олей-
ник А.В. (зам. главного редактора), Патраков
Н.Н., Петров А.П., Раппопорт Б.М., Сергеев
А.Г., Скуратов А.К., Смакотина Н.Л.,
Старых В.А., Степанов С.А., Стриханов М.Н.,
Стронтелев В.Н., Суворин А.В. (шеф-
редактор «Качество и ИПИ (CALS)-техноло-
гии»), Судов Е.В., Тихонов А.Н., Фирстов
В.Г., Харин А.А., Харламов Г.А., Храменков
В.Н., Червяков Л.М., Шленов Ю.В.

ЗАРУБЕЖНЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ
Диккенсон П., Зайчек В., Иняд Н.,
Кэмпбелл Д., Лемайр П., Олфилд Э.,
Пупис М., Роджерсон Д., Фарделф Д.

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ
109028, Москва, Большой Трехсвятительский
пер., д. 3/12
Тел.: +7 (495) 235-4408, факс: +7 (495) 235-2524
E-mail: eqc_org@mail.ru, www.quality-journal.ru

УЧРЕДИТЕЛИ

Российский государственный
университет инновационных технологий
и предпринимательства (РГУИТП)
Московский государственный институт
электроники и математики (МИЭМ)
МАТИ – «Российский государственный
технологический университет
им. К.Э. Циолковского»
«Европейский центр по качеству»

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА УЧРЕДИТЕЛЕЙ
Быков Д.В.

ИЗДАТЕЛЬ
Европейский центр по качеству

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР
Леохин Ю.Л.

АВТОР ДИЗАЙН-ПРОЕКТА
Логин К.В.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ
Савин Е.С.

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН
в Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания и средств массовых
коммуникаций. Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-9092.

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС
в каталоге агентства «Роспечать» 80620, 80621;
в каталоге «Пресса России» 14490.

ОТПЕЧАТАНО
в типографии ПК «СТС-Принт»
125319, Москва, ул. Красноармейская, д. 23

© «Европейский центр по качеству», 2010

Журнал входит в перечень ВАК РФ

Статьи рецензируются

КАЧЕСТВО ИННОВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЕ

Номер 1 (56), январь, 2010

Журнал выходит при содействии
Министерства образования и науки РФ
Журнал осуществляет информационную
поддержку научно-технических программ
и научно-технических мероприятий
Министерства образования и науки РФ

СОДЕРЖАНИЕ

МЕНЕДЖМЕНТ И СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

А.Л. МАЗАЛЕЦКАЯ, А.И. РУСАКОВ
Использование метода анализа "ценностных предпочтений" в управлении
развитием организации 2

КАЧЕСТВО ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

А.А. ЗАХАРОВА
Интегрированная инновационно-ориентированная траектория подготовки
ИТ-специалиста 10

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

В.Д. ЛОБАШЕВ
Системные элементы дидактического материала 15

ПРОБЛЕМЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ю.В. ГРИГОРЬЕВ
Что такое управление интеллектуальной собственностью? 25

КАЧЕСТВО И ИПИ(CALS)-ТЕХНОЛОГИИ

КАЧЕСТВО: РУКОВОДСТВО, УПРАВЛЕНИЕ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ

А.И. МЕДВЕДЕВ
Относительная и абсолютная оценка качества объектов 30

Н.И. МАКСИМОВА-ЛАДЫНА
Совершенствование механизмов контроля качества медицинской помощи
во Владимирской области 36

Е.Н. ЧУМАЧЕНКО, Д.Н. ИГНАТЬЕВА, И.В. ЛОГАШИНА
Повышение качества форм стоматологических конструкций за счет применения
автоматизированного проектирования 43

ВНЕДРЕНИЕ ИПИ(CALS)-ТЕХНОЛОГИЙ

И.Е. САФОНОВА
Расчет параметров производительности спутникового канала связи 49

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

И.В. СЕЛИН
Согласование внутренних интересов как фактор инновационного
управления предприятием 52

О.Б. ДИГИЛИНА, И.Б. ТЕСЛЕНКО, Т.А. НИКЕРОВА
Человеческий капитал и стратегия социально-экономического развития региона 58

К.Р. САДЫКОВ
Качество организации управления реализацией инвестиционных проектов
по капитальному строительству в промышленности 61

С.А. РЫБЧЕНКО
Стратегическое развитие портфеля брендов 69

ИНФОРМАЦИЯ И ХРОНИКА

Перечень статей, опубликованных в журнале в 2009 году 74

Сведения о членах редколлегии и об авторах статей можно найти на сайте журнала www.quality-journal.ru

Е.Н. Чумаченко, Д.Н. Игнат'ева,
И.В. Логашина

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ФОРМ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ КОНСТРУК- ЦИЙ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В работе представлен алгоритм выбора рациональных форм композитных, локально-однородных конструкций, применяемых в стоматологии. Рассмотрен пример применения данного алгоритма для расчета формы каркаса металлокерамического мостовидного зубного протеза из сплава благородных металлов Суперпал, обеспечивающего необходимую прочность при наименьшем весе каркаса, служащего основой для протеза.

Ключевые слова: АРМ стоматолога, прочность стоматологических конструкций, рациональный протез

E.N. Chumachenko, D.N. Ignat'eva,
I.V. Logashina

IMPROVEMENT OF QUALITY FORMS OF DENTAL STRUCTURES BY USING COMPUTER-AIDED DESIGN

The article presents the algorithm of choice the rational forms of composite, locally homogeneous structures used in dentistry. By the example of calculation of the metal-ceramic bridge denture frame's form for the alloy of noble metals Superpal was considered the giving algorithm for providing the required strength with the least weight frame that serves as a basis for the prosthesis.

Keywords: Automated workplace of the stomatologist, durability of stomatologic designs, rational artificial limb

Решение конструкторских задач, стоящих перед врачом-стоматологом, в частности, и перед ортопедической стоматологией в целом, таких как повышение технического уровня и качества создаваемых протезов, сокращение сроков их изготовления, экономия дорогостоящих редкоземельных материалов, повышение прочностных характеристик при отсутствии токсичности и сохранении естественного вида, оптимизация перераспределения жевательной нагрузки в костных тканях челюсти при протезировании, целесообразно проводить, руководствуясь не только накопленным экспериментальным и практическим опытом, но и использовать эффективные средства информационных технологий, а также математический аппарат для создания компьютерных моделей и исследования физико-механических свойств виртуальных биомеханических систем, с учетом их общих характеристик и индивидуальных особенностей.

Предварительное компьютерное моделирование должно быть направлено на определение наиболее эффективных вариантов лечения в каждом клиническом случае, оптимизируя при этом эксплуатационные характеристики искусственных включений в зубочелюстном сегменте – запас прочности, ресурс эксплуатации, вес, отсутствие опасных концентраторов напряжений, стоимость конструкции.

Одна из основных проблем современной ортопедической стоматологии неразрывно связана с проектированием зубопротезных конструкций, которые, наряду с достаточной прочностью и легкостью, должны максимально приближать внешний вид искусственных зубов к естественному. В частности, при протезировании несъемными мостовидными конструкциями зубных протезов экономия драгоценных (золото, платина) металлов, применяемых для изготовления каркасов в металлокерамических конструкциях, позволяет существенно расширить диапазон социальных слоев населения, охваченных ортопедическим лечением с использованием благородных сплавов [1].

Рассмотрим формальный процесс оптимизации композитных, локально однородных конструкций, применяемых в стоматологии. Отметим, что аналогичные алгоритмы получили широкое применение и достаточно давно внедрены в практику выбора рациональных форм конструкций, соответствующих требованиям минимального веса при заявленной прочности, во многих других отраслях промышленности. Логично их использовать и при решении задач прочности стоматологических восстановительных зубопротезных конструкций (рис. 1).

Блок анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) и оптимизации сегмента композитной конструкции протеза, состоящего из двух компо-

Таблица 1. Физико-механические параметры материалов металлокерамического протеза

Материал	Коэффициент Пуассона	Модуль Юнга, МПа	Коэффициент упрочнения, МПа	Предел упругости, МПа
Керамика	0,19	22400	2240	320
Сплав Суперпал	0,33	37000	3700	79

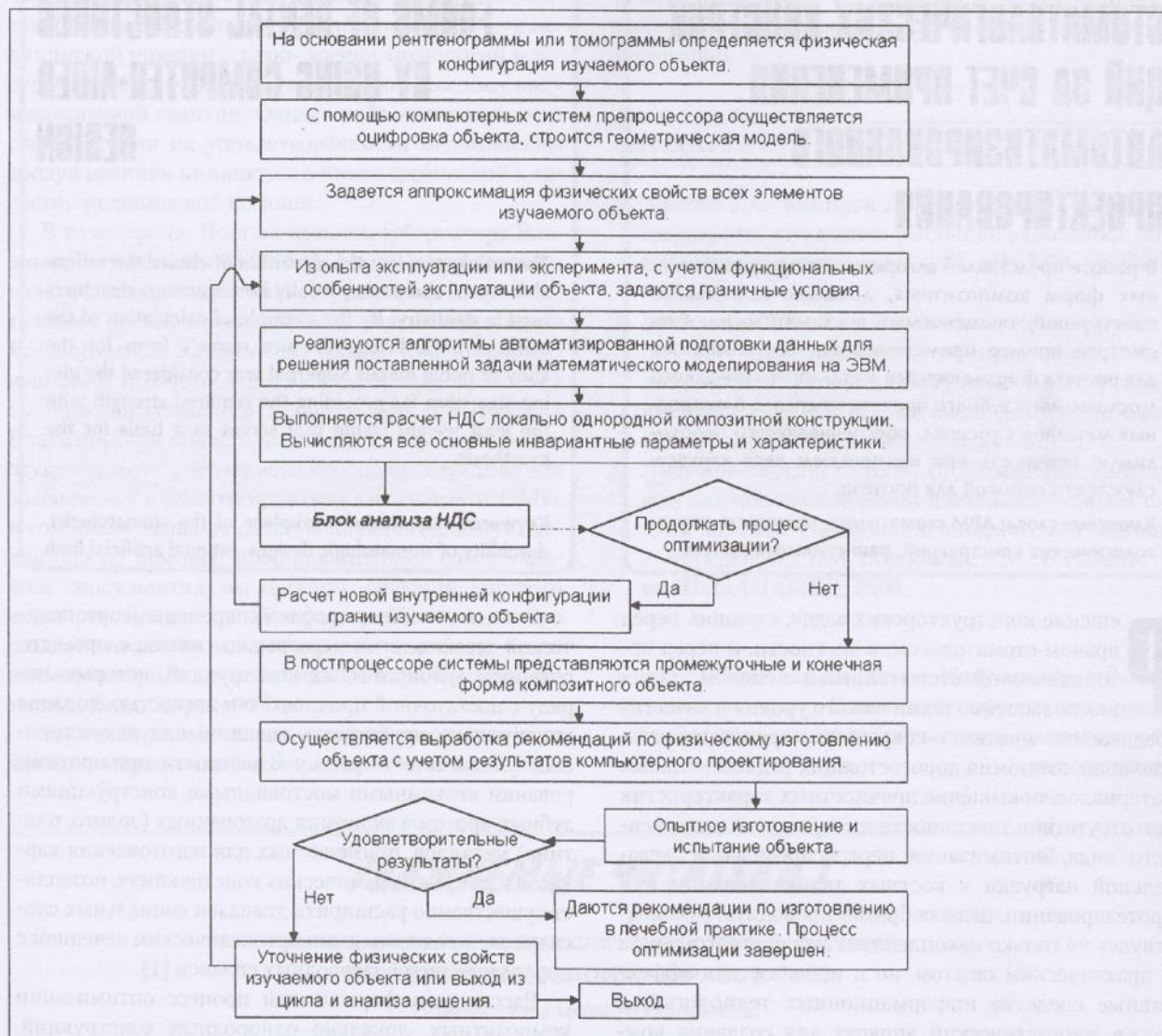


Рис. 1. Алгоритм оптимизации каркаса композитной, локально-однородной конструкции

мент (рис. 2), позволяет получить легкий протез заданной прочности с минимальным использованием жесткого металлического каркаса.

На примере задачи минимизации формы металлического каркаса из сплава благородных металлов (палладия с золотом) СУПЕРПАЛ, разработанного сотрудниками кафедры госпитальной ортопедической стоматологии, лаборатории материаловедения НИИ Стоматологии при ММСУ и

Научно-производственного комплекса Суперметалл, покажем актуальность применения данного алгоритма.

В практику стоматологии, помимо классических цельнолитых каркасов протезов, активно внедряются новые разработки, например, ажурные высокоэкономичные конструкции промежуточной части для цельнолитых каркасов металлокерамических протезов из благородных сплавов. В частности, фирмой

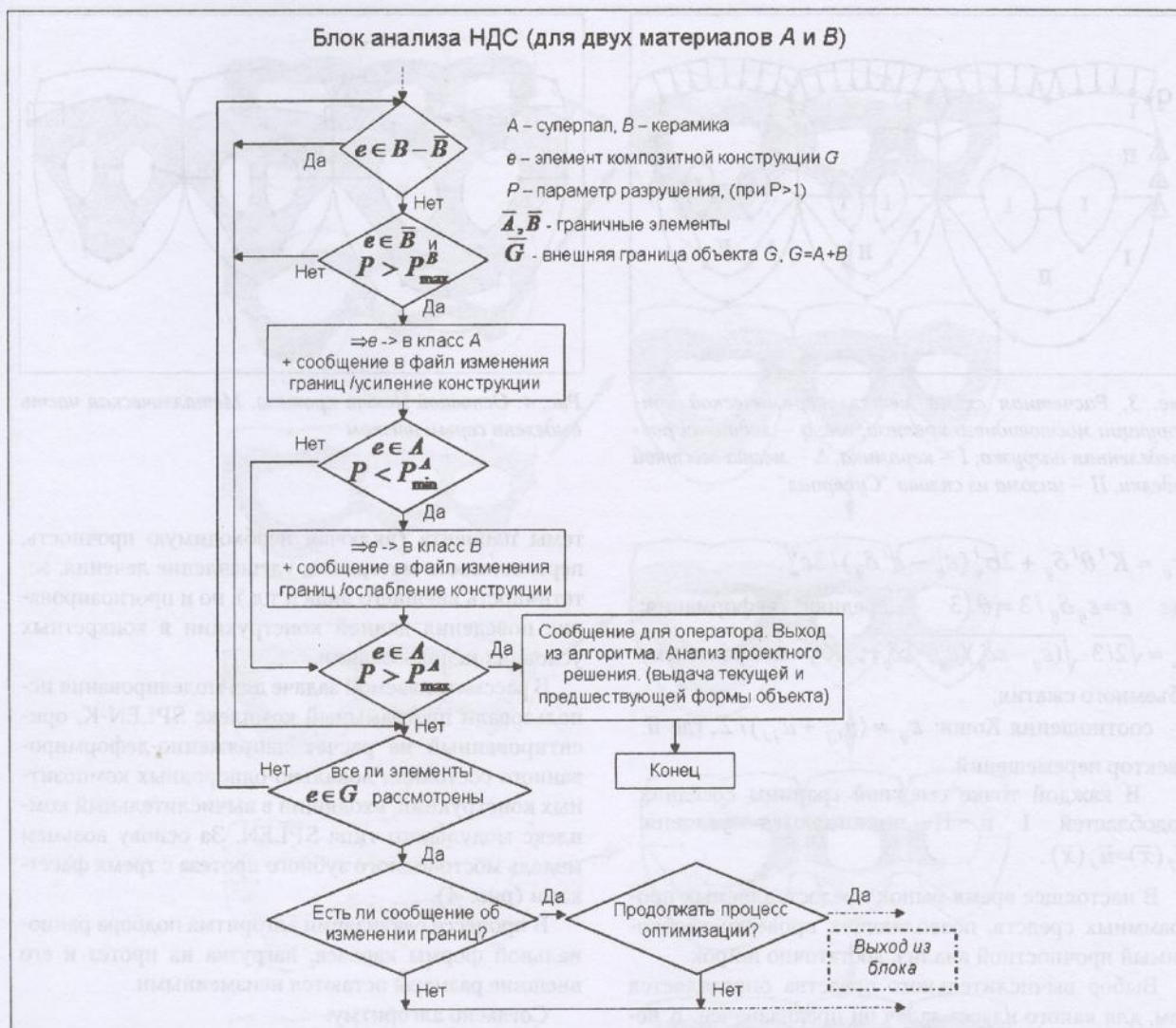


Рис. 2. Алгоритм анализа напряженно-деформированного состояния локально-однородной композитной конструкции

Ivoclar (Германия) разработаны заготовки «Инзома» из беззольной пластмассы.

Физико-механические свойства используемых в модели материалов представлены в таблице 1.

Рассмотрим несущее сечение мостовидного протеза, собранного из инзом. В первом приближении можно не учитывать возможную локальную подвижность опорных зубов, на которых закреплены коронки, и принять на границе контакта инзома-коронка условия жесткой заделки. Материал инзома (сплав «Суперпал») и состав нанесенного керамического покрытия однородны. Это позволяет задачу о расчете НДС композитной металлокерамической конструкции считать локально-однородной. По рабочей поверхности зубного протеза задается распределенная нормальная нагрузка, определенная

функциональными усилиями на соответствующие зубы конкретного пациента (рис. 3).

Т.о. мы построили компьютерную модель для решения поставленной задачи математического моделирования на ЭВМ.

В каждой из односвязных подобластей I неоднородного многосвязного тела должны выполняться:

- уравнения равновесия: $\sigma'_{ij,j} = 0$, где σ'_{ij} – тензор напряжений;
- экспериментально найденные соотношения: $\sigma_u = \Phi'(\varepsilon_u)$,

где σ_u – интенсивность напряжений, ε_u – интенсивность деформаций;

- соотношения, связывающие компоненты тензора напряжений и деформаций:

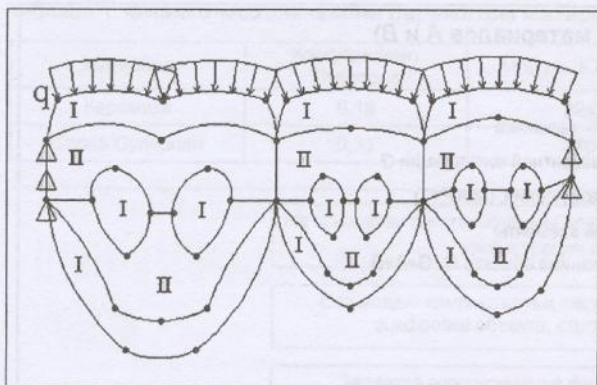


Рис. 3. Расчетная схема металлокерамической конструкции мостовидного протеза, где: q – заданная распределенная нагрузка, I – керамика, Δ – места жесткой заделки, II – инзома из сплава "Суперпал"

$$\sigma_{ij} = K^I \theta^I \delta_{ij} + 2\sigma_u^I (\varepsilon_{ij}^I - \varepsilon^I \delta_{ij}) / 3\varepsilon_u^I,$$

где $\varepsilon = \varepsilon_{ij} \delta_{ij} / 3 = \theta / 3$ – средняя деформация;

$\varepsilon_u = \sqrt{2/3} \cdot \sqrt{(\varepsilon_{ij} - \varepsilon \delta_{ij})(\varepsilon_{ij} - \varepsilon \delta_{ij})}$; K – коэффициент объемного сжатия;

– соотношения Коши: $\varepsilon_{ij} = (u_{i,j} + u_{j,i}) / 2$, где $\bar{u}$ – вектор перемещений.

В каждой точке смежной границы соседних подобластей I и II принимаются условия: $\bar{u}_I(\bar{x}) = \bar{u}_J(\bar{x})$.

В настоящее время рынок предоставляемых программных средств, позволяющих провести необходимый прочностной анализ, достаточно широк.

Выбор вычислительного средства определяется тем, для какого класса задач он предназначен. К недостаткам существующих на рынке крупных программных комплексов (ANSYS, NASTRAN, COSMOS/M, SolidWorks и др.) можно отнести требование высокого уровня подготовки исследователя, который должен достаточно хорошо ориентироваться в математическом моделировании и анализе предлагаемых решений для каждого конкретного случая, что создает значительную дополнительную интеллектуальную нагрузку на практикующего врача-стоматолога.

С точки зрения практической стоматологии идеальным является вариант создания специализированной системы, предназначенной для решения именно поставленной задачи, определяющей выбор будущего лечения. Организация автоматизированного рабочего места стоматолога позволит не только охватить существующие задачи выбора конструкции или материала для лечения, обеспечивающие наиболее эффективное восстановление жевательной сис-

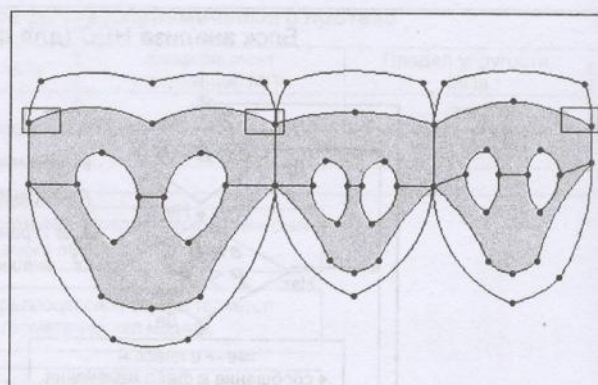


Рис. 4. Основной макет протеза. Металлическая часть выделена серым цветом

темы пациента (включая необходимую прочность, переносимость материала, удешевление лечения, эстетичность внешнего вида и т.д.), но и прогнозирование поведения данной конструкции в конкретных условиях использования.

В рассматриваемой задаче для моделирования использовали программный комплекс SPLEN-K, ориентированный на расчет напряженно-деформированного состояния локально-однородных композитных конструкций, входящий в вычислительный комплекс модульного типа SPLEN. За основу возьмем модель мостовидного зубного протеза с тремя фасетками (рис. 4).

В процессе реализации алгоритма подбора рациональной формы каркаса, нагрузка на протез и его внешние размеры остаются неизменными.

Согласно алгоритму:

- в керамике, на границе с каркасом, где интенсивность напряжений в совокупности со средними напряжениями приводит к опасным значениям вероятности разрушения по критерию Шлейхера-Надаи, создается утолщение металлической части каркаса. Это обеспечивает дополнительный запас прочности конструкции.
- в каркасе, где возникающие напряжения не приводят к вероятности разрушения выше заданного минимума, можно убрать излишек металла, практически не ослабляя конструкцию.

В процессе исследования были отмечены некоторые особенности моделирования, которые позволили сделать практические выводы.

- Попытка увеличить прочность конструкции за счет керамических «вставок» в нижней части зон соединений элементов протеза с одной стороны, хоть и понижает общий максимум напряжений, но не дает желаемого результата, т.к. именно в



Рис. 5. Макеты протеза, не приводящие при заданной нагрузке к образованию критических напряжений в керамике. Изменение модификаций каркаса и сравнение с предыдущими конфигурациями

этих перемычек образуется опасный концентратор вероятности разрушения.

Такой же результат был получен при попытке сделать керамические «вставки» в верхней части стыка между частями протеза. Таким образом, можно сделать первое заключение: в месте стыковки инзом, служащих каркасом у протеза, нужно обязательно «прорезать» керамику вплоть до металлического каркаса.

- Формальное увеличение металлической части перемычек сразу снимает проблему концентраторов напряжений, но это решение не соответствует цели уменьшения доли металла в протезе.

С учетом сделанных заключений был произведен расчет НДС состояния конструкций протеза. На рис. 5 показана последовательность выполненных расчетных моделей, приводящих к значительному уменьшению доли металла в анализируемой конструкции.

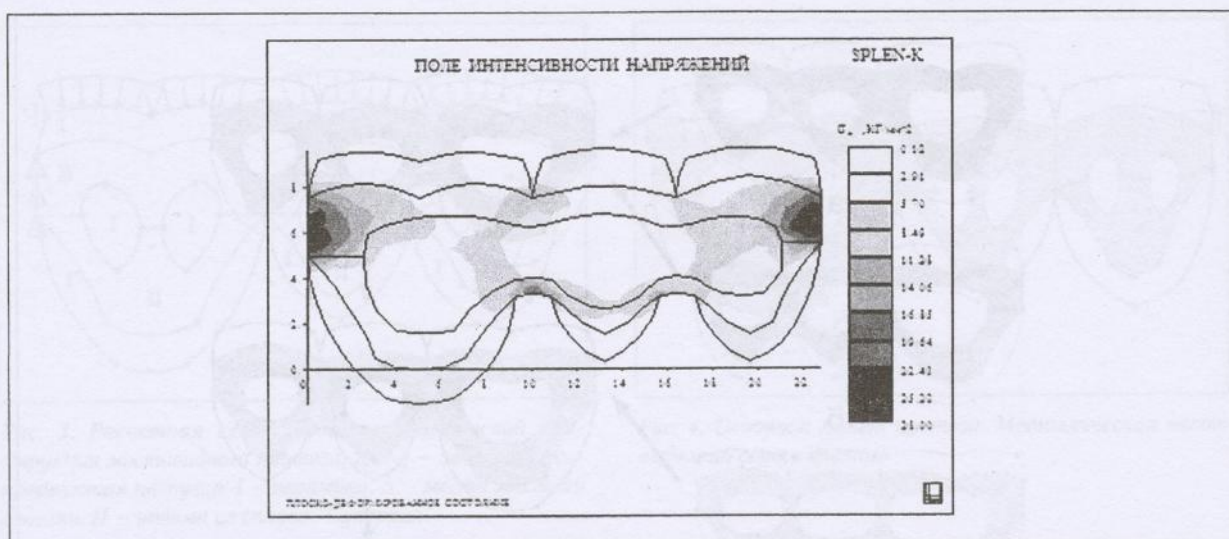


Рис. 6. Распределение интенсивности напряжений в несущем сечении протеза

При этом возникающие напряжения не имеют опасных концентраторов в керамике. Всю основную нагрузку берет на себя металлический каркас.

На рис. 6 приведена графическая интерпретация поля интенсивности напряжений, выполненная в постпроцессоре SPLEN-K, представляющая собой результаты расчета для конструкции с минимальным расходом сплава «Суперпал», используемого в качестве укрепляющего каркаса.

Как показали проделанные расчеты, возможна существенная модернизация традиционной формы мостового протеза для трех подряд стоящих зубов. При этом экономия металла, используемого для каркаса протеза, достигает приблизительно 35% для сборного протеза (рис. 5г) и до 50% – для цельного (рис. 5е).

Аналогичный анализ можно проделать для «висящего» протеза одиночного зуба. В этом случае левый край инзомы считается жестко закрепленным, а на правом выполняются условия свободной поверхности. На рабочую часть протеза действует, как и раньше, распределенная нагрузка q .

Применение алгоритма позволяет получить «висящий» протез, который обеспечивает достаточную прочность при уменьшении доли металла в общем объеме протеза. Максимальная экономия металла в этом случае приближается к 45%.

Таким образом, разработанный алгоритм выбора рациональной формы протеза позволяет осуществить проектирование каркасов металлокерамических протезов, обеспечивающих заданную прочность при минимуме веса каркаса, служащего основой протеза.

Причем полученные таким образом результаты максимально учитывают все особенности каждого конкретного клинического случая. Экономия драгоценных металлов приводит к существенному удешевлению протезов и, как следствие, к значительному расширению контингента пациентов, включая наименее социально защищенные слои населения (пенсионеры, дети, больные сахарным диабетом и др.).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 09-08-00353-а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чумаченко Е.Н., Арутюнов С.Д., Лебеденко И.Ю. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния зубных протезов. – М.: Молодая гвардия, 2003. 272 с.

Чумаченко Евгений Николаевич,
д-р техн. наук, профессор,
зав. кафедрой ММ МГИЭМ
тел./факс: (495) 235-2024, E-Mail:
mtmkaf@miem.edu.ru

Игнатъева Дарья Николаевна,
аспирант кафедры ММ МГИЭМ
тел./факс: (495) 680-08-19, E-Mail:
darevil@mail.ru

Логашина Ирина Валентиновна,
канд. техн. наук, доцент кафедры ММ МГИЭМ
тел./факс: (495) 235-2024, E-Mail:
mm@miem.edu.ru