

УДК 616.314-084+616.314-77+616.31-07

Кривенький Т.П.

**Тривимірне моделювання металокерамічних конструкцій зубних протезів при різних дефектах зубних рядів**

Кафедра стоматології факультету післядипломної освіти (зав. каф. - заслужений діяч науки і техніки України, проф. М.М. Рожко) ДВНЗ „Івано-Франківський національний медичний університет”

**Резюме. Мета дослідження:** вивчення напружено-деформованого стану (НДС) різних ділянок керамічних каркасів.

**Матеріал та методи:** за допомогою програмного комплексу MSC Marc побудовано тривимірні моделі незнімних суцільнолитих мостоподібних протезів, які складаються з трьох компонентів: дентин (тканини зуба), металевий каркас та керамічне облицювання. Приймалося стискаюче зусилля у 100 Н, яке рівномірно розподілялося по частині поверхні конструкції.

**Результати:** провівши вивчення просторових моделей, розбитих на елементи, виявили поверхні з критичним значенням напруження Мізеса та вивчили вплив потовщення металевого каркасу на розподіл напружень в металокерамічних конструкціях. Встановили, що збільшення товщини вестибулярної поверхні металевого каркасу до 0,6 мм зменшує напруження в керамічному облицюванні в середньому на 22%.

**Висновки:** Порівнявши отримані під час моделювання результати, виявлено, що потовщення певних ділянок металевого каркасу приведе до посилення конструкції та сприятиме профілактиці виникнення ускладнень у вигляді відколів та тріщин керамічного облицювання.

**Ключові слова:** напружено-деформований стан, металокерамічний протез, металокерамічний каркас, відкол, напруження.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.**

Розвиток ортопедичної стоматології дає можливість заміщати будь-які дефекти зубних рядів сучасними естетичними конструкціями зубних протезів. Вимоги до якості виготовлення ортопедичних конструкцій змінюють не тільки технології зубопротезного виробництва, а й професійні навички лікаря стоматолога-ортопеда. Правильне виготовлення зубних протезів накладає свій відбиток на дотримання лікарем усіх правил ортопедичного лікування, починаючи з препарування опорних зубів та виготовлення тимчасових конструкцій, перевірки оклюзійних співвідношень до фіксації готової конструкції [6]. Адже виготовлена ортопедична реставрація за Пробстером (Probster) [5] вважається успішною, якщо рівень успіху через 5 років становить 95%, а через 10 років – 85%.

Металокерамічні конструкції здатні розв'язати багато проблем, пов'язаних з відновленням зруйнованих і втрачених зубів. Їхнє застосування рекомендоване в тих випадках, коли зуб зазнав серйозного руйнування і для забезпечення надійної міцності конструкції потрібно досить жорсткий і одночасно легкий, литий металевий каркас. Металокерамічні протези мають не тільки унікальні естетичні властивості, та практично не відрізняються від природних зубів, але і є надзвичайно міцні конструкції, що дозволяють використовувати їх для відновлення жувальної функції зубів.

За даними літератури [1, 2, 3, 4], відколи металокерамічне облицювання – гостра проблема сучасної ортопедичної стоматології, що зумовлена розповсюдженістю та складністю відновлення попереднього естетичного вигляду конструкції. Результати досліджень щодо вивчення причин виникнення ускладнень, які спостерігаються при виготовленні та функціонуванні незнімних суцільнолитих металокерамічних конструкцій, стимулюють виробників до впровадження новітніх матеріалів, а науковців – до вдосконалення відомих методик виготовлення металокерамічних протезів.

Тому одним із актуальних напрямків сучасної ортопедичної стоматології є впровадження принципів доказової медицини для отримання якісного об'єктивного і найголов-

ніше кількісного результату.

**Мета дослідження** полягала у вивченні впливу потовщення металевого каркасу на розподіл напружень, які виникають в естетичних конструкціях.

**Матеріал і методи дослідження**

Побудовано тривимірні моделі мостоподібних протезів. Вони складаються з трьох компонентів: дентин (тканини зуба), металевий каркас та керамічне облицювання; модуль Юнга та коефіцієнт Пуассона матеріалів подано у таблиці 1. Побудову скінченно-елементного розбиття та оцінку напружено-деформованого стану зроблено за допомогою програмного комплексу MSC Marc.

Запропоновані припущення та гіпотези використані при розрахунках напружено-деформованого стану моделі суттєво не впливають на отримані результати. У розглянутих задачах також приймалося стискаюче зусилля у 100 Н, яке рівномірно розподілялося по частині поверхні конструкції залежно від кількості точок дотику протилежним зубним рядом.

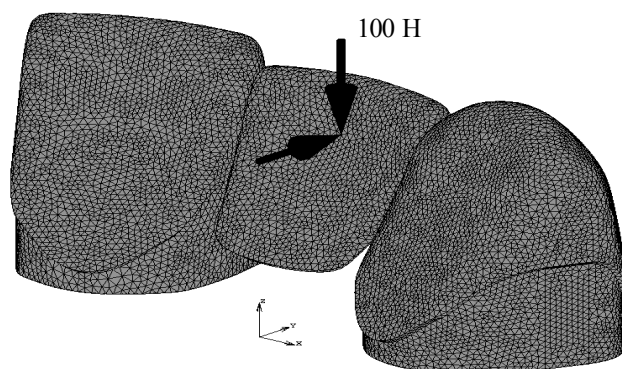
**Результати дослідження та обговорення**

На прикладі серії розв'язаних задач досліджували необхідність потовщення каркасу при різних способах навантаження з метою підвищення несучої здатності металокерамічних конструкцій. Основним параметром оцінки внутрішніх зусиль вибрано еквівалентні напруження Мізеса. Зважаючи на особливості механічних властивостей керамічного покриття, яке добре працює на стиск і погано на розтяг, прийняти максимальну величину напруження вважати 30 МПа.

Розглянемо мостоподібний протез із опорами на перший різець та ікло. Характерною рисою цієї моделі є відносно велика кривизна лінії, вздовж якої розташовані елементи конструкції. Зважаючи на функціональне призначення фронтальних зубів, будемо прикладати зусилля величиною 100 Н так, щоб лінія його дії була відхилена від вертикальної осі

**Таблиця 1. Значення модуля Юнга і коефіцієнта Пуассона для дослідних матеріалів**

Матеріал	Властивості	
	Модуль Юнга $E$ , МПа	Коефіцієнт Пуассона $\nu$
Кераміка	$1,2 \cdot 10^5$	0,3
Метал	$2 \cdot 10^5$	0,3
Дентин	$1 \cdot 10^4$	0,31



**Рис. 1. Схема скінченноелементного розбиття моделі мостоподібного зубного протеза з опорами на різець-ікло**

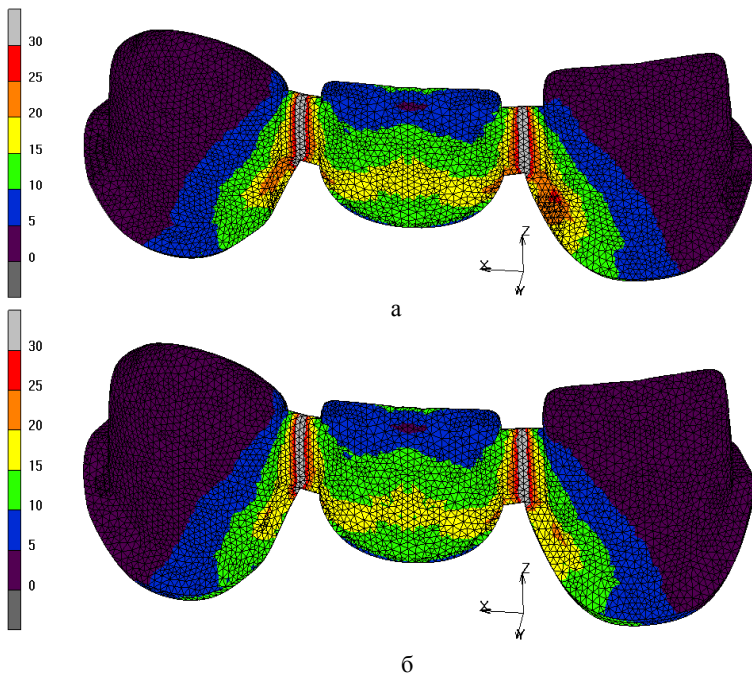


Рис. 2. Схема розподілу напруження Мізеса в металокерамічному каркасі з опорами на різець та ікло: а – за товщини каркаса 0,3 мм; б – за товщини каркаса 0,6 мм

під кутом 30°, найнебезпечніше місце прикладання навантаження – проміжна частина мостоподібної конструкції.

На рис. 1 зображено просторову модель металокерамічної конструкції, розбиту на елементи.

На рис. 2 зображено розподіл напружень Мізеса в основі металокерамічної конструкції. За товщини 0,3 мм на іклі маємо такий діапазон зміни напружень: від 4,2 МПа до 24,6 МПа, а на різці – від 4,9 МПа до 26,4 МПа. Під час збільшення товщини вдвічі (до 0,6 мм) на іклі отримуємо значення напружень у межах від 3,2 МПа до 21,1 МПа, а на різці – від 4,2 МПа до 22 МПа. Отже, потовщення каркаса з 0,3 мм до 0,6 мм зменшує напруження на іклі в середньому на 19%, а на різці – 15,5%.

Наступним прикладом мостоподібних протезів розглянемо конструкцію з опорою на ікло та моляр. У цьому випадку проміжна частина заміщує (перекриває) відсутні два премоляри. Такий протез зазвичай бере участь у жуванні, тому зазнає вертикального навантаження. У попередніх при-

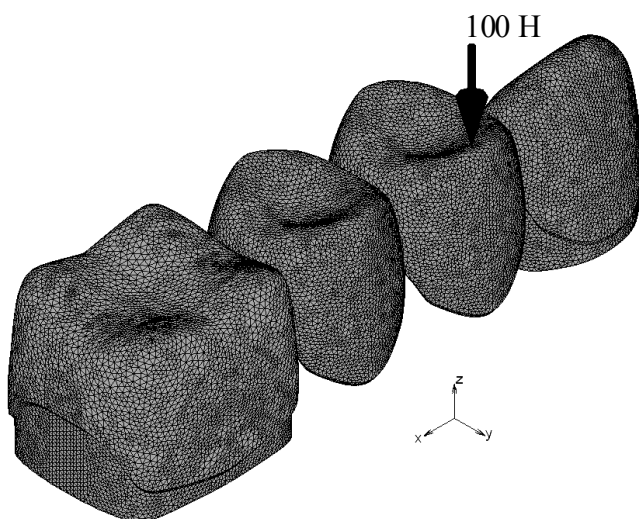


Рис. 3. Схема одноточкового навантаження та скінченно-елементне розбиття моделі мостоподібного зубного протеза з опорами на ікло та моляр

кладах ми переконалися, що для такого типу дефекту зубного ряду небезпечним є навантаження, прикладене до проміжної частини та зміщене відносно вертикальної осі у вестибулярний (або оральний) боки. Величина прикладеного навантаження в цьому випадку теж становила 100 Н. Схема дії зусилля та розбиття моделі на елементи зображена на рис.3.

На рис. 4. зображено розподіл напружень Мізеса в металокерамічному каркасі для двох різних випадків – товщиною 0,3 мм та 0,6 мм. Для товщини 0,3 мм напруження були в діапазоні 3,4 МПа – 29,4 МПа, для 0,6 мм – 2,9 МПа – 24,4 МПа.

Порівнюючи результати, отримані під час комп'ютерного моделювання даних мостоподібних металокерамічних конструкцій, легко помітити схожість картин розподілу еквівалентних напружень якісно, але кількісно на останньому рисунку значення напружень дещо вищі. Таку відмінність легко пояснити більшою протяжністю проміжної частини, яка в останньому випадку заміщує два відсутні зуби, а також ділянкою заміщеного дефекту зубного ряду

Отже, прогин проміжної частини протеза під час дії навантаження на фасетку зростає там, де відстань між опорними зубами більша. Наслідком цього і є наростання концентрації напружень у металокерамічному каркасі в ділянці ікла.

Зазначимо також, що завдяки своїй масивності в каркасі моляра виникають значно нижчі напруження в порівнянні з каркасом ікла, тому ймовірність виникнення тріщин та відколів у керамічному покритті моляра набагато нижча, ніж ікла.

### Висновки

1. Порівнюючи характер розподілу напружень у наведених мостоподібних конструкціях, підкреслимо схожість за якісним показником. Проте кількісно значення напружень залежать від конструкції та способу навантаження.

2. Проаналізувавши одержані результати комп'ютерного моделювання різних варіантів мостоподібних конструкцій приходимо до висновку, що потовщення литого каркасу в проблемних ділянках (вестибулярна поверхня), підсилює конструкцію та зменшує рівень напруження в керамічному облицюванні в середньому на 22%.

### Перспектива подальших досліджень

Перспективним та доцільним є впровадження удосконаленої методики виготовлення металокерамічних зубних протезів в клінічну практику та навчальний процес.

### Література

1. Данилина Т.Ф. Особенности разрушения и реставрации металлокерамических конструкций в полости рта композиционными материалами //Данилина Т.Ф., Багюнина О.Г., Крохолов А.В. //Новое в стоматологии. – 1999. – №8. – С.49-57.
2. Дьяконенко Е.Е. Дефекты керамики: виды, причины возникновения, пути исправления //Е.Е. Дьяконенко //Стоматолог. – 2003. – №4. – С.26-29.
3. Измайлов А.В. Цервикальный скол – не повод для переделки работы //А.В. Измайлов //Зубное протезирование. – 2005. – №3. – С.44-50.
4. Лесив А.Й. Сколы керамических облицовок металлокерамических протезов, факторы их возникновения. Материалы и методики реставрации //А.Й.Лесив //Стоматолог. – 2001. – №1-2. – С.67-68.
5. Хайнтце Зігвард. Суцільнокерамічні мостоподібні протези, виготовлені з матеріалу IPS EMPRESS 2 //Хайнтце Зігвард //Новини стоматології. – 2003. – №4. – С.30-33.
6. Чудинов К.В. Клинический пример изготовления металлокерамической коронки на каркасе из гальванического золота /

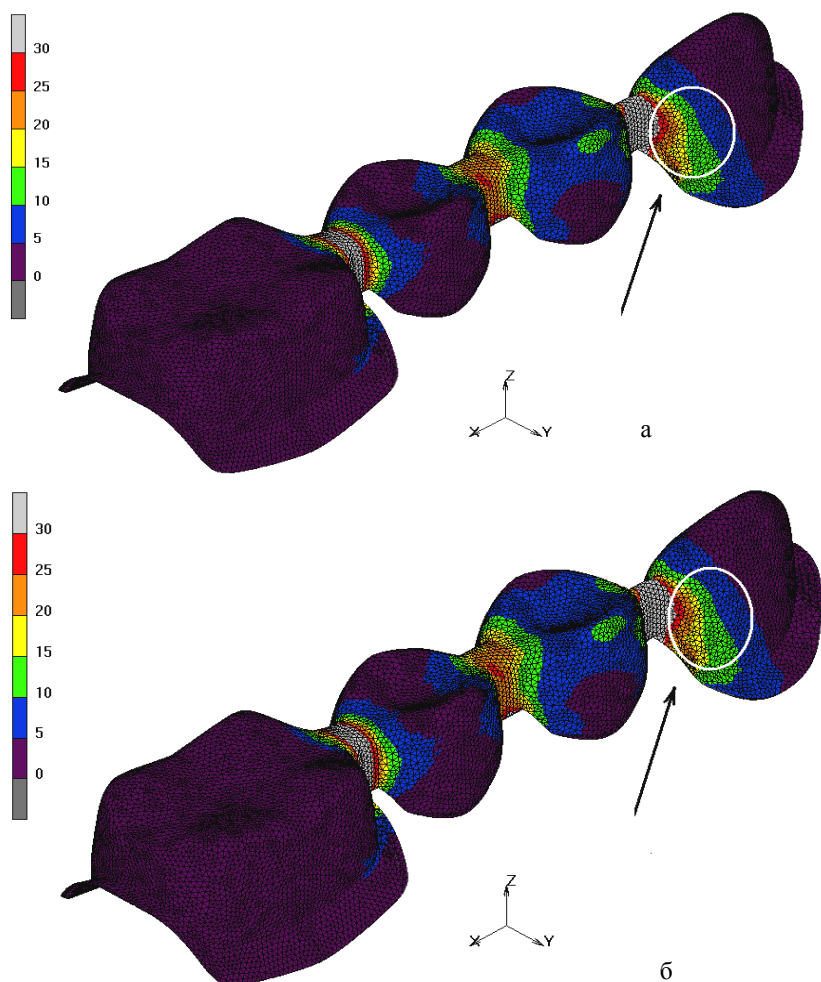


Рис. 4. Схема розподілу напруження Мізеса в металокерамічному каркасі з опорами на ікло та моляр: а – за товщини каркаса 0,3 мм; б – за товщини каркаса 0,6 мм

К.В.Чудинов, А.А.Лавров, Ж.А.Аверьянова // Новое в стоматологии. – 2006. – №1. – С. 32-34

*Кривенький Т.П.*

**Трёхмерное моделирование металлокерамических конструкций зубных протезов при разных дефектах зубных рядов**  
Кафедра стоматологии факультета последипломного образования (зав. кафедрой Заслуженный деятель науки и техники Украины, д.мед.н., проф. Н.М. Рожко)

ГВУЗ „Ивано-Франковский национальный медицинский университет”

**Резюме.** Цель исследования: изучение напряженно-деформированного состояния (НДС) разных участков керамических каркасов

**Материал и методы:** с помощью программного комплекса MSC Marc построены трёхмерные модели несъёмных цельнолитых мостообразных протезов, которые состоят с трёх ком-

понентов: дентин (ткани зуба), металлический каркас и керамическая облицовка. Принималось сдвигающее усилие в100 Н, которое равномерно распределялось по части поверхности конструкции.

**Результаты:** проведя изучение пространственных моделей, разбитых на элементы мы обнаружили поверхности с критическими значениями напряжения Мизеса и изучили влияние утолщения металлического каркаса на распределение напряжения в металлокерамических конструкциях. Определили, что увеличение толщины вестибулярной поверхности металлического каркаса к 0,6мм уменьшит напряжение в керамическом облицовывании в среднем на 22%.

**Выводы:** сравнив полученные во время моделирования результаты, обнаружили, что утолщение отдельных участков металлического каркаса приведёт к усилению конструкции и будет содействовать профилактике возникновения осложнений в виде отколов и трещин керамического облицовывания.

**Ключевые слова:** напряжённно-деформированное состояние, металлокерамический протез, металлокерамический каркас, скол, напряжение.

*T.P. Kryvenkyi*

**Three Dimensional Modeling of Metal-Ceramic Constructions of Dental Prostheses Taking into Account Various Defects of Teeth Rows**  
Dentistry Faculty of the Post Graduate Education Department (Head of the Faculty, Doctor of the Medical Sciences, Professor M. M. Rozhko)  
Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

**Abstract. Objective of the research:** to study the tense-deformed state (TDS) of various parts of the ceramic frames.

**Materials and methods:** using the software programs MSC Marc we built the three dimensional models of non-removable solid bridge like prostheses, which include 3 components: dentin (tooth tissue), metal frame and ceramic layer. We applied

pressure equal to 100 N, which was evenly spread on the surface of the construction. **Results:** having studied the dimensional models divided into elements, we found the surfaces with critical values of Mises tension and studied the impact of thickening of the metal frame on the distribution of tension in metal-ceramic constructions. We have come to the conclusion that thickening of the vestibular part of the metal frame up to 0.6 mm leads to strengthening of the construction and decreases the tension in the ceramic layer by 22% on average.

**Conclusions:** having compared the results, received during the research, we found out that thickening of some parts of the metal frame leads to the strengthening of the construction and contributes to the prophylaxis of the defects (fragmentation and cracks of ceramic coating).

**Key words:** tense-deformed state, metal-ceramic prosthesis, metal-ceramic frame, fragmentation, tension.

Надійшла 27.01.2014 року.