



ФМБА РОССИИ
Федеральное медико-биологическое агентство



Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр Российской
Федерации – Федеральный медицинский
биофизический центр имени А.И. Бурназяна»
Федерального медико-биологического агентства

**Берсанова М.Р., Попов А.А., Кащенко П.В.,
Мартынов Д.В., Зверьев А.Г.**

**РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ
И БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ
ДЕФОРМАЦИЙ И ПОЛОМОК
НЕСЪЁМНЫХ ПРОТЕЗОВ
НА ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТАХ**

Учебное пособие для врачей-стоматологов

Москва, 2025

Федеральное медико-биологическое агентство
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр Российской Федерации –
Федеральный медицинский биофизический центр
имени А.И.Бурназяна»
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИННОВАЦИЙ И НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Берсанова М.Р., Попов А.А., Кащенко П.В.,
Мартынов Д.В., Зверяев А.Г.**

**РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И
БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ
ДЕФОРМАЦИЙ И ПОЛОМОК
НЕСЪЁМНЫХ ПРОТЕЗОВ
НА ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТАХ**

Учебное пособие для врачей-стоматологов

Москва 2025

УДК 616.314

ББК 56.6

46

Берсанова М.Р., Попов А.А., Кашенко П.В., Мартынов Д.В., Зверяев А.Г.

Распространенность и биомеханические причины деформаций и поломок несъемных протезов на дентальных имплантатах. Учебное пособие для врачей-стоматологов — М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2025.— 40 с.

Составители:

Берсанова М.Р., Попов А.А., Кашенко П.В., Мартынов Д.В., Зверяев А.Г.

Рецензенты:

к.м.н., доцент Гришков М.С.

д.м.н., профессор Шугайлов И.А.

Учебное пособие посвящено анализу распространенности и причин поломок несъемных протезов (коронки, мостовидных протезов, компонентов имплантатов — аттачментов, винтов, тела имплантата), поскольку в клинической практике случаи поломок нередки и требуют больших затрат трудоемкости и стоимости при переделке протезов.

На основании анкетирования опытных врачей-стоматологов представлены цифры выявляемости поломок как несъемных протезов, так и компонентов имплантатов. Предложено мнение врачей по поводу причин поломок, которое сводится к ситуациям перегрузки конструкций на имплантатах вследствие неадекватного планирования числа и размеров имплантатов, их установки, а также вследствие распространенной практики неполного замещения отсутствующих зубов у пациента.

Омощью трехмерного математического моделирования установлен параллелизм клинических причин разрушения протезов и имплантатов и экспериментальных ситуаций нагрузки имплантатов, при которых развивающиеся в конструкции напряжения превышают предел прочности конструкционных материалов (титана, керамики).

ISBN 978-5-93064-622/7

© ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна
ФМБА России, 2025

Содержание

Введение	4
Частота и причины поломки дентальных имплантатов и покрывающих конструкций по данным анкетирования врачей стоматологов	6
Напряженно-деформированного состояние внутрикостного имплантата под воздействием функциональной нагрузки	11
Влияние неблагоприятных биомеханических условий нагрузки на напряжённно-деформированное состояние внутрикостного дентального имплантата	17
Напряжённно-деформированное состояние мостовидного протеза с опорой на имплантаты	25
Заключение	31
Практические рекомендации	32
Литература	33

ВВЕДЕНИЕ

Многолетний опыт использования дентальных имплантатов в качестве опор несъемных протетических конструкций выявил случаи поломки как протезов, так и имплантатов, несмотря на высокую прочность используемых конструкционных материалов – титана и керамики. Это может быть связано с перегрузкой конструкции на имплантатах вследствие неадекватного конструирования протезов на имплантах, выбора конфигурации и количества опорных имплантатов, сложных биомеханических условий функционирования имплантатов. К сожалению, публикации по поводу указанных поломок касаются отдельных клинических случаев и не сопровождаются статистическими данными. Сложные и неадекватные биомеханические условия функционирования имплантатов по влиянию на целостность имплантатов и опирающихся протезов системно не анализировались.

Ввиду трудоемкости и затратности ортопедического лечения с использованием имплантатов, в том числе повторной имплантации, актуальны данные о причинах и путях профилактики перегрузки имплантатов.

При этом в имплантологии ввиду важности состояния периимплантатной костной ткани немало исследований ее напряженно-деформированного состояния под нагрузкой с помощью двух- и трехмерного математического моделирования. Относительно самих имплантатов и протетических конструкций биомеханических математических расчетов в зависимости от разных условий их нагрузки недостаточно.

Ранее проводились работы по проблеме влияния биомеханических условий функциональной нагрузки на эффективность протезирования на имплантатах. В клинике показано более частое развитие периимплантатной резорбции костной ткани и удаление имплантатов в неблагоприятных биомеханических условиях: при использовании коротких и узких имплантатов, расположенных под углом к альвеолярному гребню, под мостовидными протезами с недостаточным числом опорных имплантатов, при неполном замещении дефекта зубного ряда

С помощью трехмерного математического моделирования вскрыты причины негативного влияния ряда биомеханических условий на результативность протезирования на имплантатах – перегрузка периимплантатной костной ткани ввиду высоких функциональных напряжений в пришеечной зоне.

Однако, предшествующие исследования не затрагивали проблему целостности и деформационных изменений самих имплантатов и опирающихся на них коронок. С увеличением сроков эксплуатации протезов на имплантатах эти аспекты имплантологии становятся актуальными.

Нами разработаны клинические рекомендации по профилактике функциональной перегрузки дентальных имплантатов на основе данных трехмерного математического моделирования их напряженно-деформированного состояния и опроса врачей-стоматологов.

ЧАСТОТА И ПРИЧИНЫ ПОЛОМКИ ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТОВ И ПОКРЫВАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ДАННЫМ АНКЕТИРОВАНИЯ ВРАЧЕЙ СТОМАТОЛОГОВ

Ввиду редкой выявляемости поломок имплантатов использована методика опроса врачей, имеющих опыт в имплантологии, для получения статистических данных по поломкам в имплантологии.

Разработана анкета, содержащая 8 разделов, касающихся стажа работы врачей, количества наблюдаемых ими имплантатов, частоты выявляемости поломок (трещины, перелом, отлом, деформации, стирание, расцементирование), характера поломок, возможных причин разрушения составляющих имплантат компонентов, дополнительной информации по проблеме поломок имплантатов и покрывающей конструкции (Таблица 1).

Опрошены 51 врач в Чеченской республике со стажем от 5 до 30 лет (в среднем $11,9 \pm 3,6$ лет) применения в работе имплантатов. Количество имплантатов, наблюдаемых врачами за годы работы, варьировало от 500 до 25000 (в среднем 5124 ± 801). Подавляющее число имплантатов были с высоким содержанием титана (в среднем 4307 ± 412) (84,1%). С винтовой фиксацией протеза были 3018 ± 506 имплантатов, с цементной – 2106 ± 295 (соответственно 58,9% и 41,1%). Покрывающие несъемные протезы были металлокерамическими (4201 ± 677 имплантатов), безметалловые протезы составляли 923 ± 124 (соответственно 82,0% и 18%). Керамические абатменты фиксировались к 314 ± 51 имплантатов, титановые – 4810 ± 750 (соответственно 6,1% и 93,9%).

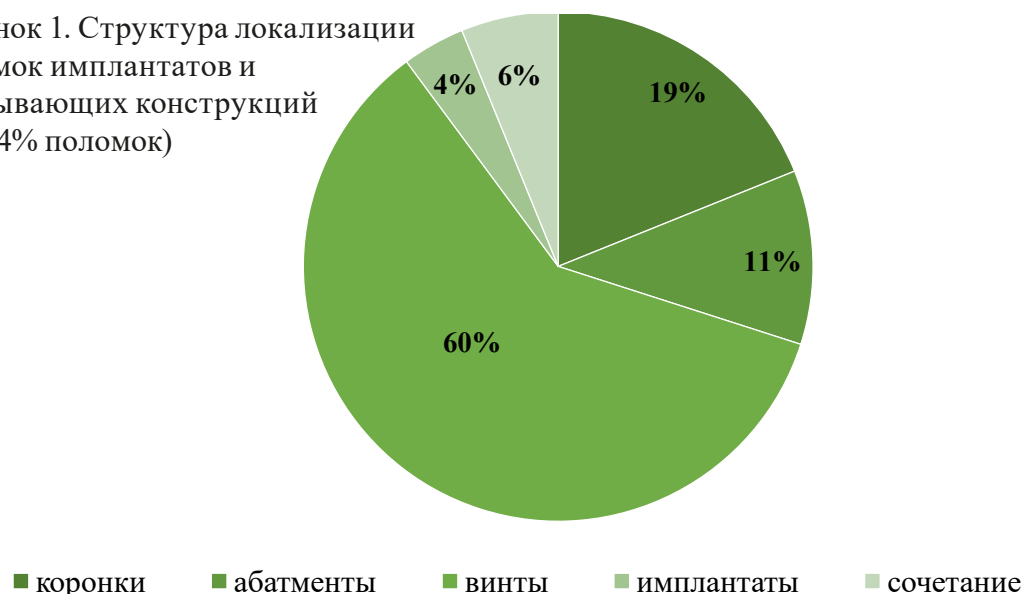
Ответы врачей обработаны статистически с расчетом среднеарифметического значения и отклонений. Частота одинаковых ответов также выражалось в процентах от суммарного числа ответов.

Таблица 1

Анкета для врачей-стоматологов (хирургов и ортопедов)

№	Вопрос	Ответ
1	Укажите стаж Вашей работы	
2	Укажите, сколько имплантатов Вы имели возможность наблюдать в Вашей практике	
3	Укажите, сколько из них имели поломки (трещины, перелом, отлом, деформации, стирание, расцементирование)	
4	Укажите характер поломки:	Да / нет
	– покрывающей коронки	
	– абатмента керамического	
	– абатмента титанового винта	
	– самого имплантата	
	– композитной изоляции шахты имплантата	
	– расцементировка коронки	
5	Укажите, какие явления сопровождали поломки:	Да / нет
	– подвижность имплантата	
	– подвижность абатмента	
	– расцементировка коронки	
	– раскручивание винта	
	– выпадение композитной изоляции винта	
	– неполное замещение зубного ряда	
	– перегрузка имплантата	
	– супраконтракт коронки на имплантате	
	– низкая плотность костной ткани	
	– недостаточный объём костной ткани	
	– тонкая кортикальная пластина	
	– короткий имплантат	
	– узкий имплантат	
	– короткий конус соединения абатмента и имплантата	
	– установка имплантатов с наклоном	
	– недостаточно опорных имплантатов в мостовидном протезе	
	– объединение протезом имплантатов и зубов	
	– немедленная нагрузка имплантатов	
	– угловой абатмент	
	– резорбция костной ткани	
	– металлокерамическая коронка	
	– керамическая коронка	
	– имплантат с 99% титана	
6	Укажите возможные причины разрушения составляющих имплантат компонентов (из указанных в п.5.)	
7	Дополнительная информация по проблеме поломок имплантатов и покрывающей конструкции	

Рисунок 1. Структура локализации поломок имплантатов и покрывающих конструкций (от 4,4% поломок)



Анализ анкет врачей стоматологов Чеченской республике с большим стажем работы показал количество наблюдаемых врачами поломок имплантатов и покрывающих конструкций, равное 4,4% (2,5% до 6,6%) от установленных имплантатов (в среднем 226 ± 35 случаев).

Сколы облицовки, деформации и трещины по краю покрывающих коронок (43 поломки) составляли 19,0% от всех поломок и 0,8% от установленных имплантатов (Рисунок 1).

Поломка абатментов была характерна только для керамических абатментов: 11,1% от всех поломок, 0,5% от имплантатов и 8,0% от керамических абатментов.

Чаще всего происходили поломки винтов в виде переломов и ослабления винтовой фиксации из-за стирания и деформации винтов—136 наблюдений (60,2% от всех поломок, 2,7% от имплантатов, 4,5% от количества использованных винтов).

Дентальные имплантаты ломались редко—всего 9 наблюдений трещин и деформаций в области шейки, что составило 4,0% от всех поломок или 0,2% от установленных имплантатов.

В 14 случаях наблюдаются сочетанные поломки (6,2% от поломок).

С учетом двух имплантатов среди сочетанных поломок число разрушений имплантатов становится 11 (0,2% от имплантатов).

Поломки конструкции на имплантатах сочетались с нижеперечисленными условиями и факторами (Рисунок 2).



Рисунок 2. Факторы и условия поломок конструкций на имплантатах

Часто наблюдалось нарушение композитной изоляции шахты винта – 96 случаев (42,5% от поломок). Расцементировка коронок наблюдалось у 77 имплантатов (34,1% от поломок).

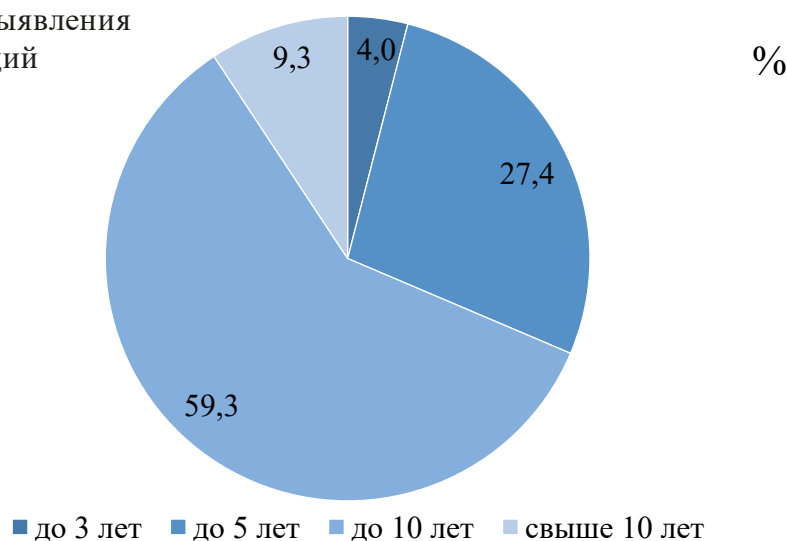
Подвижность имплантатов при поломках наблюдалась три раза (1,3% от поломок). Подвижность абатмента в имплантате отмечалась 32 раза (14,2% от поломок).

81 случай поломок происходили на фоне неполного замещения зубного ряда (35,8% от поломок). Оклюзионные нарушения (супраконтакт протеза на имплантатах) отмечались в 15 случаях (6,6% от поломок). В 26 наблюдениях поломки происходили при недостаточном числе опор в мостовидном протезе (11,5%).

Небольшой объем костной ткани вокруг имплантата наблюдался у 70 поломок (31,0%). Низкая плотность костной ткани была характерна для 12 имплантатов с поломками (5,3% от поломок). В 56 случаях поломки происходили на фоне резорбции костной ткани в пришеечной области имплантата (24,8% от поломок).

Короткий имплантат сопровождался поломкой конструкции 27 раз (12,0% от поломок). Узкий имплантат подвергался поломкам в 42 случаях (18,6% от поломок).

Рисунок 3. Сроки выявления поломок конструкций на имплантатах



При поломках 31 имплантат был установлен с наклоном (13,7% от поломок); в 20 наблюдениях поломка применялся угловой абатмент (8,9% от поломок). Короткое конусное соединение имплантата с абатментом встречалось 18 раз (8,0% от поломок).

12,8% поломок распространялись на керамические коронки (29 случаев).

Анализируемые поломки конструкций на имплантатах выявлялись в следующие сроки: до трех лет – 9 случаев (4,0% от поломок), до пяти лет – 62 (27,4%), до десяти лет – 134 (59,3%), свыше десяти лет – 21 (9,3%) (Рисунок 3).

Подлежали ремонту путем замены винтов, абатментов, изготовления новых коронок и мостовидных протезов 215 имплантатов с поломками, однако в трех случаях имплантаты имели подвижность, а 56 – большую резорбцию периимплантатной костной ткани (не менее половины длины имплантата), что делало возможным ремонт только 156 имплантатов (69,0% от поломок).

Таким образом, поломки дентальных имплантатов и покрывающих несъемных протезов происходят довольно редко (по данным анкетирования врачей-стоматологов) – до 5% от установленных. В трети случаев поломка обнаруживаются причины перегрузки конструкций на имплантатах: незамещенные дефекты зубных рядов, недостаточный объем и резорбция периимплантатной костной ткани. Большое количество имплантатов после поломки имплантатной конструкции можно сохранить (70%), заменяя винты, коронки и абатменты.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЕ ВНУТРИКОСТНОГО ИМПЛАНТАТА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

В настоящее время наиболее информативным способом анализа напряженно-деформированного состояния объекта любого размера и конфигурации считается трехмерное математическое моделирование величины напряжений в каждой точке объекта, возникающих при приложении нагрузки.

Как правило, моделируется вертикальное и наклонное направление нагрузки под разным углом к вертикальной оси объекта. Величина нагрузки соответствует естественному усилию при осуществлении функции. Точность математической модели отражается количеством узлов анализа напряжений во всем объеме модели, соответствием размеров и слоев материалов (тканей) модели естественному прототипу, введением в расчеты точных физико-механических свойств материалов и тканей. Существует ряд специализированных программ импортного и отечественного производства для анализа напряженно-деформированного состояния объектов.

Для анализа напряженно-деформированного состояния внутрикостного дентального имплантата (в сборке с абатментом и покрывающей коронкой или отдельно в упомянутых компонентах) проведено трехмерное математическое моделирование напряженно-деформированного состояния титанового имплантата с использованием программы SolidWorks под вертикальной и наклонной нагрузках (под углом 45°) коронки на имплантате. Титановый имплантат с титановым абатментом и керамической коронкой размещался в сегменте нижней челюсти; длина и диаметр имплантата были 11 мм и 3 мм, толщина кортикальной кости 1,1 мм. Нагрузка соответствовала 100 Н. Размерные и физико-механические свойства модели соответствовали стандартным значениям: модуль упругости титана, керамики, кортикальной и пористой кости – 116000 МПа, 200000 МПа, 20500 МПа, 3500 МПа; коэффициент Пуассона – 0,32; 0,22; 0,32; 0,34

(Таблица 2, рисунок 4). Полученные интегральные напряжения (по критерию Мизеса) представлялись в МПа.

Таблица 2

Физико-механические свойства модели внутрикостного дентального имплантата

Область модели	Модуль упругости E (МПа)	Коэффициент Пуассона
Титан	116000	0,32
Керамика	200000	0,22
Кость кортикальная	20500	0,32
Кость губчатая	3500	0,34

Особенностью исследования была вариабельность модели имплантата в зависимости от возможных в клинических условиях факторов биомеханического риска.

Рассматривались особенности напряжённно-деформированного состояния имплантата, абатмента и коронки в следующих биомеханических условиях:

- уменьшение длины имплантата (на 30%)
- уменьшение диаметра имплантата (на 30%)
- уменьшения длины и диаметра имплантата (на 30%)
- уменьшение толщины кортикальной кости (на 30%)

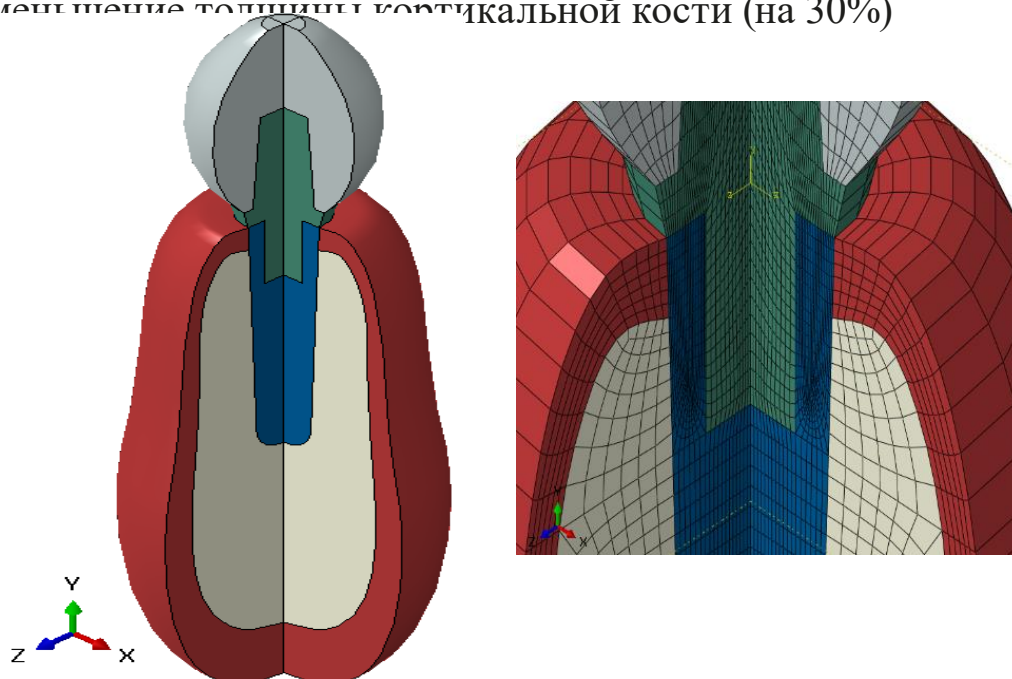


Рисунок 4. Трехмерная математическая модель внутрикостного дентального имплантата в сегменте нижней челюсти

- снижение модуля упругости кортикальной костной ткани (на 30%)
- наклон абатмента 15°
- наклон абатмента 30°
- резорбция костной ткани на 30%
- резорбция костной ткани на 50%
- увеличение нагрузки на 30%
- окклюзионный супраконтакт
- контакт с костной тканью 50% (немедленная нагрузка)

Дополнительно создана математическая модель включённого дефекта бокового отдела нижнего зубного ряда протяжённостью три зуба и проведено сравнение с одиночным имплантатом напряжений в имплантатах и покрывающих протезах при замещении дефекта тремя имплантатами.

Также изучены напряжения в имплантатах при замещении включённого дефекта мостовидным протезом на двух имплантатах или на имплантате и зубе (Рисунок 5).

Вертикально направленная нагрузка 150Н вызывала интегральные напряжения в сборной конструкции «имплантат-абатмент-керамическая коронка» с максимальной величиной 75,163 МПа. Эти напряжения локализовались по окклюзионной поверхности коронки (Рисунок 6). Другая зона заметных напряжений отмечалась в абатменте в шахте имплантата (25,155 МПа).

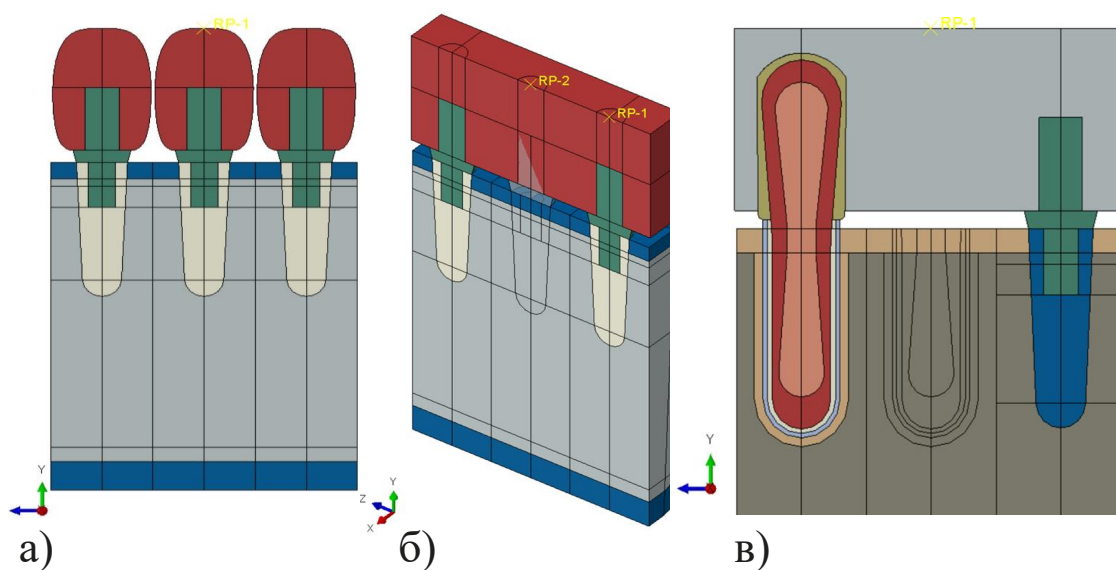


Рисунок 5. Математические модели включённого дефекта зубного ряда при замещении тремя имплантатами (а), мостовидным протезом на двух имплантатах (б), мостовидным протезом на имплантате и зубе (в)

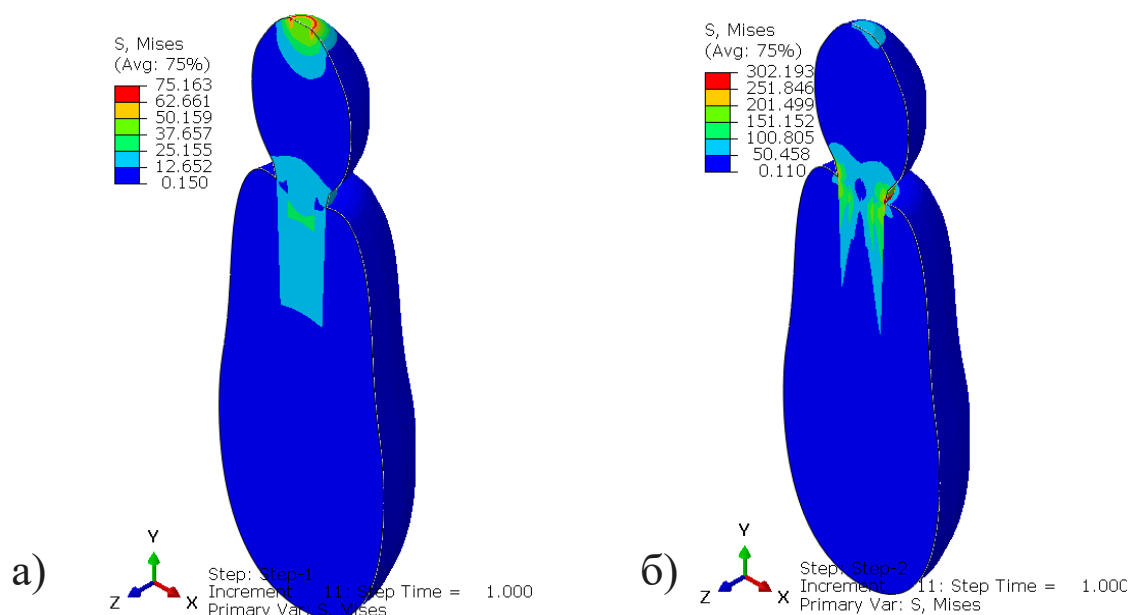


Рисунок 6. Распределение напряжений в сборной конструкции на титановом дентальном имплантате: а – вертикальная нагрузка, б – наклонная нагрузка

В керамической коронке указанные напряжения (75,163 МПа) с окклюзионной поверхности снижались до 39,944 МПа в верхней половине коронки; остальной объем коронки испытывал напряжения 4,728 МПа (Рисунок 7).

В абатменте максимальные напряжения локализовались в шахте имплантата (26,826 МПа), а также по нижнему краю уступа абатмента и у дна шахты имплантата (23,678 МПа). Уступ абатмента подвержен напряжениям 20,529 МПа (Рисунок 8).

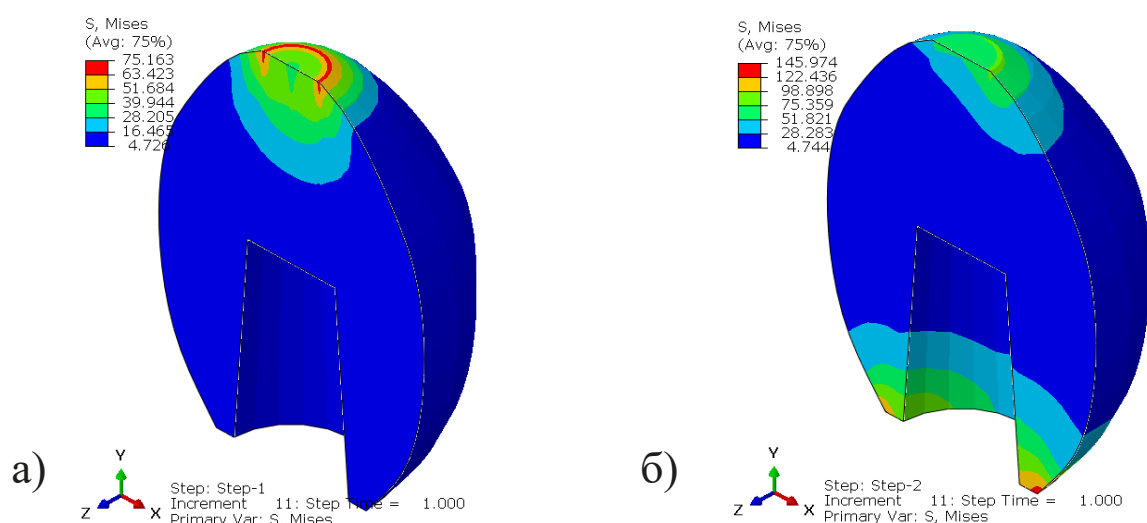


Рисунок 7. Распределение напряжений в керамической коронке на титановом дентальном имплантате: а – вертикальная нагрузка, б – наклонная нагрузка

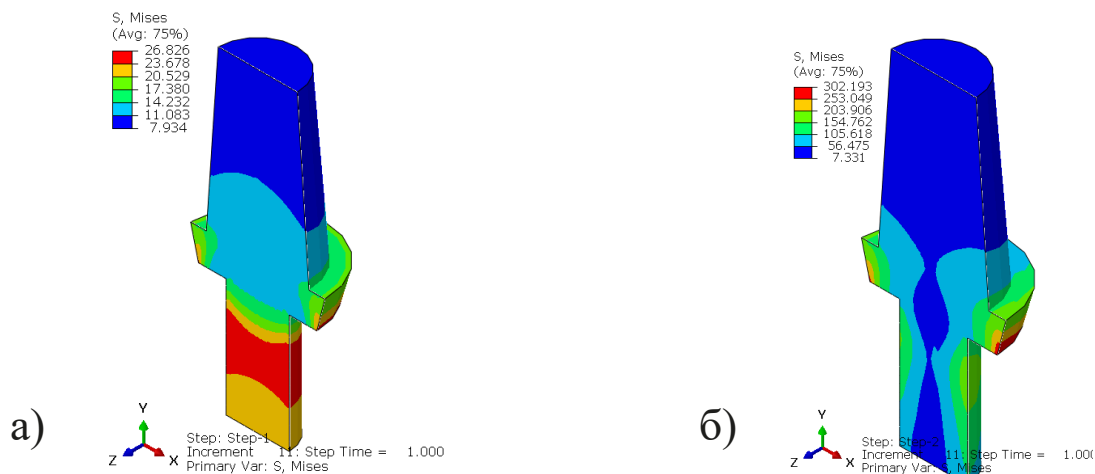


Рисунок 8. Распределение напряжений в абатменте титанового дентального имплантата: а – вертикальная нагрузка, б – наклонная нагрузка

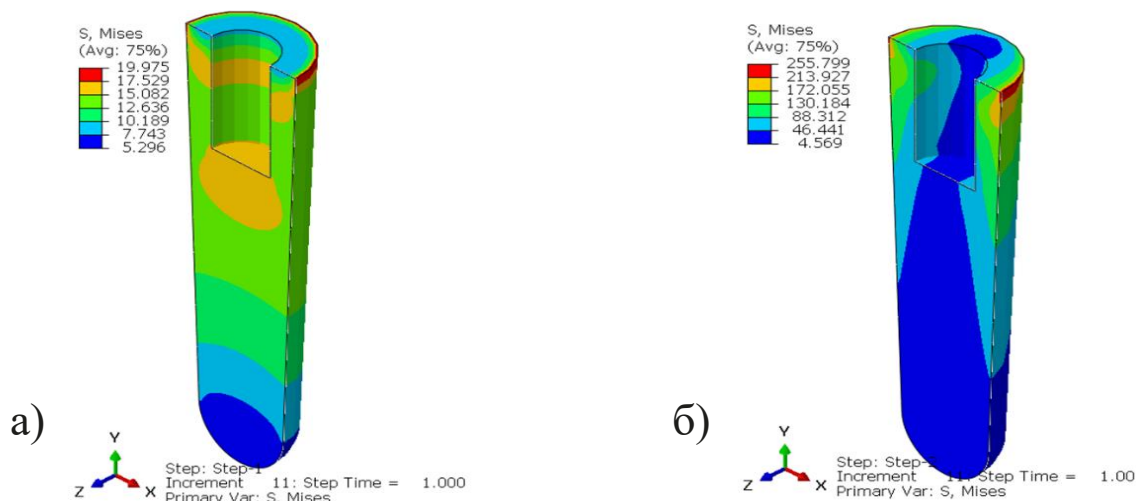


Рисунок 9. Распределение напряжений в титановом дентальном имплантате: а – вертикальная нагрузка, б – наклонная нагрузка

В самом имплантате максимальные напряжения величиной 19,975 МПа испытывает снаружи пришеечная часть, а также дно шахты имплантата (17,529 МПа). Платформа имплантата подвержена напряжениям 10,189 МПа (Рисунок 9).

Наклонная нагрузка при той же величине сильно увеличивала напряжения в компонентах имплантата и изменяла картину распределения напряжений. Максимальные напряжения локализовались с щечной и язычной сторон конструкции на имплантате (соответственно вектору нагрузки)

В сборной конструкции напряжения увеличивались в 4 раза – до 302,193 МПа, смещаясь к нижнему краю уступа абатмента; контакт абатмента и имплантата подвержен напряжениям 201,499 МПа.

В искусственной коронке максимальные напряжения увеличивались в 2 раза (до 145,974 МПа), смещаясь в зону края коронки; выше края коронки и по окклюзионной поверхности напряжения составляли 98,898 МПа.

В абатменте степень увеличения напряжений была в 11 раз (302,193 МПа), которые сохраняли локализацию – нижний край уступа абатмента; другие зоны абатмента – уступ и в шахте имплантата – испытывали напряжения 203,906 МПа.

В самом имплантате под действием наклонной нагрузки напряжения увеличивались в 13 раз (255, 799 МПа), локализовались по краю платформы имплантата; верхняя половина имплантата подвержена напряжениям 172,055 МПа.

Свод максимальных напряжений в титановом дентальном имплантате и покрывающей конструкцией представлен в таблице 3.

Таблица 3

Величина максимальных напряжений в титановом дентальном имплантате и покрывающей конструкцией (МПа)

Область анализа	Вертикальная нагрузка	Наклонная нагрузка
Конструкция в сборке	75,163	302,193
Керамическая коронка	75,163	145,974
Абатмент	26,826	302,193
Имплантат	19,975	255,799

Анализ напряженно-деформированного состояния внутрикостного дентального имплантата показал, что при вертикальной нагрузке максимальные напряжения в сборной конструкции регистрируются по окклюзионной поверхности керамической коронки и снижаются по величине в направлении абатмента и имплантата. Наклонная нагрузка значительно увеличивает напряжения в имплантате, абатменте и коронке. При этом максимальные напряжения смещаются в зоны: уступ абатмента, край коронки, платформа имплантата. Однако, зарегистрированные напряжения далеки от пределов прочности конструкционных материалов – титана и керамики.

ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НАГРУЗКИ НА НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ВНУТРИКОСТНОГО ДЕНТАЛЬНОГО ИМПЛАНТАТА

Неблагоприятные биомеханические условия нагрузки титановых внутрикостных имплантатов по-разному влияют на величину напряжений в конструкционных материалах протетической конструкции, но фактически не меняют картину распределения напряжений в сравнении с базовой моделью (Таблица 4).

Таблица 4

Величина максимальных напряжений в титановом дентальном имплантате и покрывающей конструкцией в неблагоприятных биомеханических условиях нагрузки (МПа)

Условия нагрузки и область анализа	Вертикальная нагрузка	Наклонная нагрузка
Уменьшение длины имплантата (на 30%)		
конструкция в сборке	66,051	239,994
керамическая коронка	66,054	129,340
абатмент	25,378	207,975
имплантат	16,609	209,039
Уменьшение диаметра имплантата (на 30%)		
конструкция в сборке	52,322	549,910
керамическая коронка	52,322	120,923
абатмент	45,834	542,173
имплантат	39,022	550,158
Уменьшения длины и диаметра имплантата (на 30%)		
конструкция в сборке	55,812	545,480
керамическая коронка	55,802	123,105
абатмент	45,026	570,843
имплантат	37,094	545,961
Уменьшение толщины кортикальной кости (на 30%)		
конструкция в сборке	69,949	280,508
керамическая коронка	69,949	138,598
абатмент	26,425	280,508
имплантат	17,920	212,748

Снижение модуля упругости кортикальной костной ткани (на 30%)		
конструкция в сборке	75,162	299,939
керамическая коронка	75,162	145,572
абатмент	27,394	299,939
имплантат	19,885	259,885
Наклон абатмента 15		
конструкция в сборке	54,145	345,595
керамическая коронка	54,831	73,203
абатмент	36,003	345,595
имплантат	25,429	242,154
Наклон абатмента 30		
конструкция в сборке	66,041	394,307
керамическая коронка	58,826	132,480
абатмент	66,041	395,325
имплантат	57,633	280,055
Резорбция костной ткани 30%		
конструкция в сборке	53,607	476,521
керамическая коронка	53,607	136,479
абатмент	32,496	343,052
имплантат	25,415	476,521
Резорбция костной ткани 50%		
конструкция в сборке	49,971	630,007
керамическая коронка	49,971	120,688
абатмент	33,490	357,159
имплантат	29,735	630,007
Увеличение нагрузки на 30%		
конструкция в сборке	97,712	392,851
керамическая коронка	97,712	189,766
абатмент	34,874	392,851
имплантат	25,968	332,539
Окклюзионный супраконтакт		
конструкция в сборке	16030,818	13384,914
керамическая коронка	16030,818	13384,914
абатмент	132,579	502,576
имплантат	20,002	255,811
Контакт с костной тканью 50% (немедленная нагрузка)		
конструкция в сборке	65,680	322,083
керамическая коронка	65,680	138,947
абатмент	27,619	322,083
имплантат	21,843	290,630

Уменьшение длины имплантата (на 30%) не увеличивает напряжения в имплантате и коронке, возможно, увеличивая напряжения в окружающей костной ткани. Максимальные напряжения при вертикальной нагрузке во всей конструкции составляют 66,051 МПа (по окклюзионной поверхности коронки); далее они снижаются до 44,071 МПа в зону контакта имплантата, абатмента и коронки. Наклонная нагрузка вызывает в протетической конструкции на имплантате напряжения 239,994 МПа в зоне контакта имплантата, абатмента и коронки; по окклюзионной поверхности коронки сохраняются напряжения 48,073 МПа. В сравнении с имплантатом, функционирующим в адекватных биомеханических условиях, то есть с большим размером длины, вертикальная нагрузка вызывают меньшие напряжения (66,051 МПа, 66,054 МПа, 25,378 МПа и 16,609 МПа). Снижение напряжений в конструкции на более коротком имплантате при наклонной нагрузке составляет 239,994 МПа, 129,340 МПа, 207,975 МПа, 209,039 МПа.

Уменьшение диаметра имплантата (на 30%) снижает напряжения в конструкции при вертикальной нагрузке в покрывающей коронке (52,332 МПа по окклюзионной поверхности); в других отделах конструкции напряжения возрастают. В частности, по границе имплантата, абатмента и коронки напряжения 34,937 МПа. В абатменте внутри шахты имплантата напряжения 45,834 МПа, 33,257 МПа на уступе абатмента. По наружному краю платформы имплантата напряжения 39,022 МПа, по дну шахты 33,777 МПа. Наклонная нагрузка увеличивает напряжения во всех составляющих конструкции, за исключением искусственной коронки (в ней по краю напряжения 120,923 МПа, по окклюзионному краю 82,120 МПа). Во всей конструкции наибольшие напряжения по контакту абатмента и имплантата (549,910 МПа). В абатменте в этой зоне напряжения 542,173 МПа, в других отделах абатмента 363,852 МПа. В имплантате по наружному краю платформы напряжения 550,158 МПа, вокруг шахты 440,450 МПа. При уменьшении диаметра имплантата при вертикальной нагрузке напряжения в сборной конструкции и коронке уменьшаются; в абатменте и имплантате увеличиваются. При наклонной нагрузке отмечается снижение напряжений в сравнении с условной нормой только в коронке; увеличение напряжений в сборной конструкции, абатменте и имплантате.

Влияние одновременного уменьшения длины и диаметра имплантата заключается в следующем: при вертикальной нагрузке снижение напряжений в сборной конструкции и коронке (соответственно 55,812 МПа по окклюзионной поверхности и 46,521 МПа в зоне контакта имплантата и абатмента; 55,802 МПа по окклюзионной поверхности и 13,236 МПа по краю коронки); увеличение напряжений в абатменте и имплантате (45,026 МПа в шахте и 32,724 МПа по контакту абатмента с имплантатом; 37,094 МПа по наружному краю имплантата и 27,626 МПа в остальных объёмах имплантата). Та же закономерность отмечается при наклонной нагрузке: уменьшение напряжений в сравнении с условной нормой (123,105 МПа по краю коронки), но увеличение напряжений в сборной конструкции, абатменте и имплантате (соответственно 545,480 МПа, 570,843 МПа, 545,961 МПа).

Уменьшение толщины кортикальной кости у имплантата почти не изменяет напряжения в протетической конструкции как при вертикальной, так и при наклонной нагрузках: 69,949 МПа по окклюзионной поверхности до 35,047 МПа по контакту абатмента и имплантата; 280,508 МПа по краю контакта абатмента и имплантата. В искусственной коронке напряжения при вертикальной нагрузке 69,949 МПа по окклюзионной поверхности до 15,563 МПа по экватору коронки; при наклонной нагрузке по краю коронки напряжения 138,598 МПа. В абатменте максимальные напряжения при вертикальной нагрузке практически не меняются (26,425 МПа в шахте имплантата и 23,360 МПа по уступу); при наклонной несколько снижаются (280,508 МПа по уступу). В имплантате небольшое снижение напряжений при вертикальной нагрузке (17,920 МПа по шейке имплантата и по дну шахты), при наклонной нагрузке 212,748 МПа по наружной поверхности шейки имплантата и 143,296 МПа в верхней половине имплантата.

Снижение модуля упругости кортикальной костной ткани (на 30%) достоверно не влияют на напряжения в протетической конструкции. При вертикальной нагрузке максимальные напряжения в сборной конструкции 75,162 МПа по окклюзионной поверхности и 50,159 МПа по контакту абатмента и имплантата, в коронке по окклюзионной поверхности и до 16,465 МПа по экватору, в абатменте 27,394 МПа в шахте и 24,150 по краю уступа, в имплантате 19,885 МПа снаружи шейки и по дну шахты. При на-

клонной нагрузке напряжения в сборной модели 299,939 МПа по контакту имплантата и абатмента, в коронке по ее краю 145,572 МПа, по краю уступа абатмента 299,939 МПа, по краю шейки имплантата 259,885 МПа и 175,318 МПа в верхней половине имплантата, что не отличается от базовой модели.

Абатменты под наклоном ввиду изменения зоны приложения нагрузки относительно объёмов коронки уменьшают в ней напряжения: при вертикальной нагрузке и при наклоне абатмента 15 – 54,831 МПа по окклюзионной поверхности и при наклонной нагрузке 73,203 МПа по краю коронки. В сборной конструкции при вертикальной нагрузке напряжения 54,145 МПа по окклюзионной поверхности и в шахте имплантата на 28,0% ниже в сравнении с базовой моделью (с вертикальным абатментом), однако при наклонной нагрузке напряжения возрастают в сравнении с базовой моделью на 12,6% (345,595 МПа в зоне контакта абатмента и имплантата). В абатменте увеличиваются напряжения при вертикальной нагрузке (36,003 МПа в шахте имплантата) и при наклонной (345,595 МПа по краю уступа абатмента и 232,588 МПа в уступе и шахте). В имплантате максимальные напряжения при вертикальной нагрузке увеличиваются до 25,429 МПа в области платформы и верхней половины имплантата; при наклонной нагрузке напряжения в имплантате мало меняются: 242,153 МПа.

Более выраженный наклон абатмента (30) выявляет при вертикальной нагрузке увеличение напряжений в абатменте и имплантате, при незначительном уменьшении напряжений в коронке и в сборной конструкции. В сборной конструкции напряжения 66,041 МПа по окклюзионной поверхности коронки и по контакту имплантата и абатмента снижаются до 44,062 МПа в шахте имплантата. В коронке напряжения при вертикальной нагрузке меньше в сравнении с базовой моделью (58,826 МПа). В то же время значительно возрастают напряжения в абатменте и имплантате: соответственно до 66,041 МПа по краю уступа и в шахте и 57,633 МПа по платформе имплантата до 38,755 МПа вдоль всего имплантата. При наклонной нагрузке напряжения во всех объёмах конструкции увеличивается в сравнении с базовой моделью вертикального расположения абатмента (в коронке напряжения приближаются к базовой модели). В сборной конструкции по контакту абатмента и имплантата идут напряжения 394,307 МПа; в коронке по краю напряжения 132,480 МПа;

в абатменте по краю уступа и в шахте напряжения 395,325 МПа больше в сравнении с вертикальным абатментом; в имплантате напряжения 280,055 МПа по краю шейки и 188,578 МПа в верхней половине имплантата.

Функционирование внутрикостного имплантата в условиях резорбции костной ткани на 30% высоты имплантата приводит при вертикальной нагрузке к повышению напряжений в абатменте и имплантате, но снижению их в коронке и в сборной конструкции. Максимальные напряжения в сборной конструкции (53,607 МПа по окклюзионной поверхности и 26,780 МПа в шахте имплантата), в коронке (53,607 МПа по окклюзионной поверхности) меньше в сравнении с базовой моделью. Однако в абатменте и имплантате напряжения увеличиваются (в абатменте 32,496 МПа в шахте, в имплантате 25,415 МПа по дну шахты). Наклонная нагрузка почти уравнивает напряжения с базовой моделью при анализе напряжений в коронке – 136,479 МПа. В других составляющих напряжения сильно увеличиваются: в абатменте, имплантате и в сборной конструкции соответственно 343,052 МПа в шахте, 476,521 МПа пришеечная зона имплантата и в сборной конструкции в этой же зоне.

Усугубление резорбции периимплантатной костной ткани до 50% высоты имплантата ещё больше снижает напряжения в коронке, но значительно увеличивает напряжения в абатменте и имплантате, особенно при наклонной нагрузке. Максимальные напряжения при вертикальной нагрузке составляют в сборной конструкции, коронке, абатменте и имплантате соответственно 49,971 МПа по окклюзионной поверхности коронки и сборной конструкции, 33,490 МПа в абатменте в зоне шахты, 29,735 МПа по дну шахты в имплантате. При наклонной нагрузке снижаются напряжения в коронке по сравнению с базовой моделью (120,688 МПа по краю), но увеличиваются в абатменте, имплантате и в сборной конструкции (357,159 МПа в абатменте в шахте, 630,007 МПа по поверхности имплантата в средней части, в том числе в сборной модели).

Окклюзионный супраконтакт коронки на имплантате вызывает резкий точечный всплеск напряжений коронке на окклюзионной поверхности до 16030,818 МПа при вертикальной нагрузке и 13384,914 МПа при наклонной. В абатменте указанные направления нагрузки вызывают напряжения 132,579 МПа и 502,176 МПа соответственно в верхней точке абатмента и по

краю уступа. В имплантате по наружной поверхности шейки идут напряжения 20,002 МПа при вертикальной и 255,811 МПа при наклонной нагрузках.

Повышенная на 30% нагрузка пропорционально увеличивает напряжения во всех анализируемых составляющих имплантатной конструкции: в сборной конструкции 97,712 МПа при вертикальной и 392,851 МПа при наклонной нагрузках; в коронке 97,712 МПа и 189,766 МПа соответственно; в абатменте 34,874 МПа и 392,851 МПа; в имплантате 25,968 МПа и 332,539 МПа. Картина распределения напряжений схожа с базовой моделью.

В условиях немедленной нагрузки имплантата при заданном 50% костном контакте максимальные напряжения в протетической конструкции 65,680 МПа при вертикальной и 322,083 МПа при наклонной; соответственно по окклюзионной поверхности (32,915 МПа в шахте имплантата) и по краю уступа абатмента. В коронке напряжения по окклюзионной поверхности 65,690 МПа при вертикальной нагрузке, 138,947 МПа по краю коронки. В абатменте при соответствующих направлениях нагрузки напряжения соответственно 27,619 МПа в шахте и по краю уступа, 322,083 МПа по краю уступа. В имплантате при вертикальной и наклонной нагрузках напряжения 21,843 МПа (по краю шейки имплантата) и 290,630 МПа снаружи шейки имплантата

Большинство неблагоприятных биомеханических условий существенно увеличивают напряжения при наклонной нагрузке; увеличение при вертикальной нагрузке происходит только при увеличении самой нагрузки и при наличии окклюзионного супраконтакта (Рисунок 10).

Неблагоприятные биомеханические факторы (в основном при наклонной нагрузке) сказываются повышением напряжений в конструкции на имплантате при увеличении нагрузки, наличии окклюзионного супраконтакта, уменьшении диаметра имплантата, совместном уменьшении диаметра и длины имплантата, наклоне абатмента, резорбции периимплантатной костной ткани, неполном контакте имплантата с костной тканью при немедленной нагрузке. Уменьшение напряжений в конструкции происходит при уменьшении длины имплантата, толщины кортикальной кости. Степень увеличения напряжений: пропорционально увеличению нагрузки, при уменьшении диаметра (в абатменте и имплантате на 41,5% и 48,8% при вертикальной нагрузке, на 44,3% и 53,5% при наклонной), наклоне абатмента

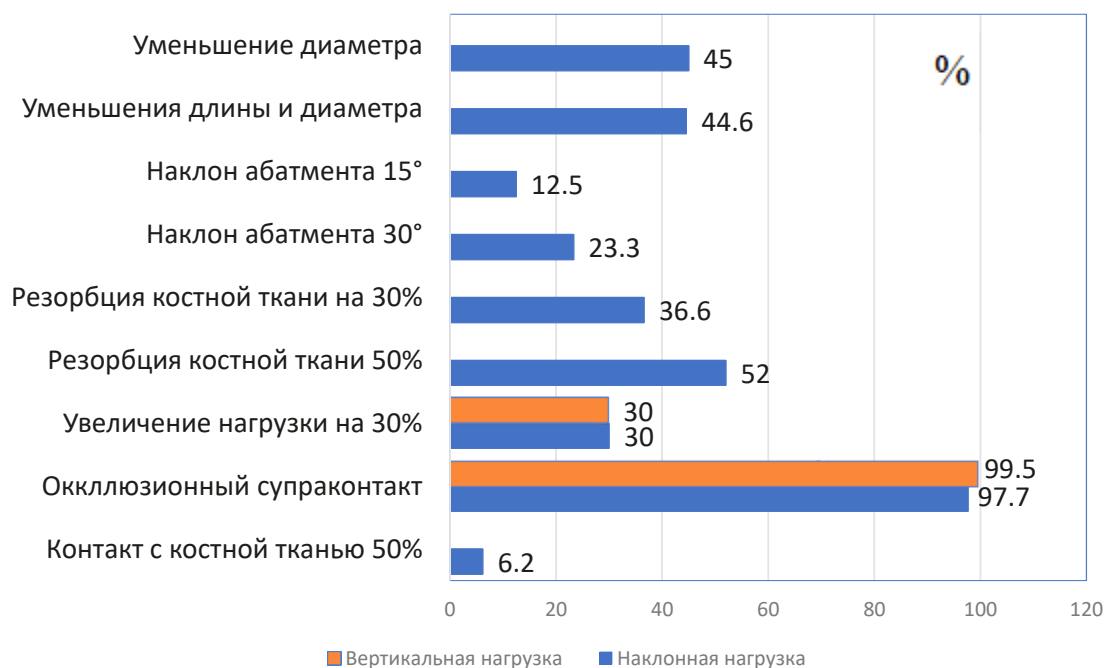


Рисунок 10. Биомеханические условия, приводящие к увеличению напряжений в сборной имплантатной конструкции и степень увеличения напряжений (в сравнении с базовой моделью).

(при 15° в абатменте и имплантате на 25,5% и 21,4%, при 30° — на 59,3% и 65,3% при вертикальной нагрузке; на 23,6% и 8,6% при наклонной), при окклюзионном супраконтакте (в коронке и абатменте на 99,5% и 79,7% при вертикальной нагрузке, на 98,9% и 39,8% при наклонной), при немедленной нагрузке (в абатменте и имплантате на 6,2% и 11,9% при наклонной нагрузке), при резорбции костной ткани (при 30% — в абатменте и имплантате на 17,4% и 21,4% при вертикальной нагрузке, на 46,3% при наклонной, при 50% — на 19,9% и 32,8% при вертикальной нагрузке, на 15,4% и 59,4% при наклонной).

НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МОСТОВИДНОГО ПРОТЕЗА С ОПОРОЙ НА ИМПЛАНТАТЫ

Увеличение протяжённости дефекта зубного ряда до трёх зубов делает возможным замещение дефекта не только одиночным имплантатом, но рядом имплантатов или мостовидным протезом с опорой на имплантаты или с опорой на имплантаты и зубы.

Вертикальная нагрузка трех коронок на трех имплантатах вызывает максимальные напряжения 90,693 МПа по окклюзионной поверхности при вертикальной нагрузке, 471,702 МПа при наклонной нагрузке (по контакту абатмента и имплантата) (Таблица 5, Рисунки 11, 12). В искусственной коронке соответствующие напряжения составляли 90,693 МПа по окклюзионной поверхности и 212,002 МПа по краю коронки. В абатменте

Таблица 5

Величина максимальных напряжений в титановых дентальных имплантатах и покрывающих конструкциях при замещении дефекта зубного ряда (МПа)

Условия нагрузки и область анализа	Вертикальная нагрузка	Наклонная нагрузка
Замещение дефекта тремя имплантатами		
конструкция в сборке	90,693	471,702
керамический протез	90,693	212,002
абатменты	38,615	471,702
имплантаты	15,394	248,127
Замещение дефекта мостовидным протезом на двух имплантатах		
конструкция в сборке	16,101	160,019
керамический протез	7,547	65,297
абатменты	16,101	160,019
имплантаты	9,999	125,367
Замещение дефекта мостовидным протезом на имплантате и зубе		
конструкция в сборке	172,016	1053,476
керамический протез	119,667	400,456
абатменты	265,337	1053,476
имплантаты	57,844	207,020

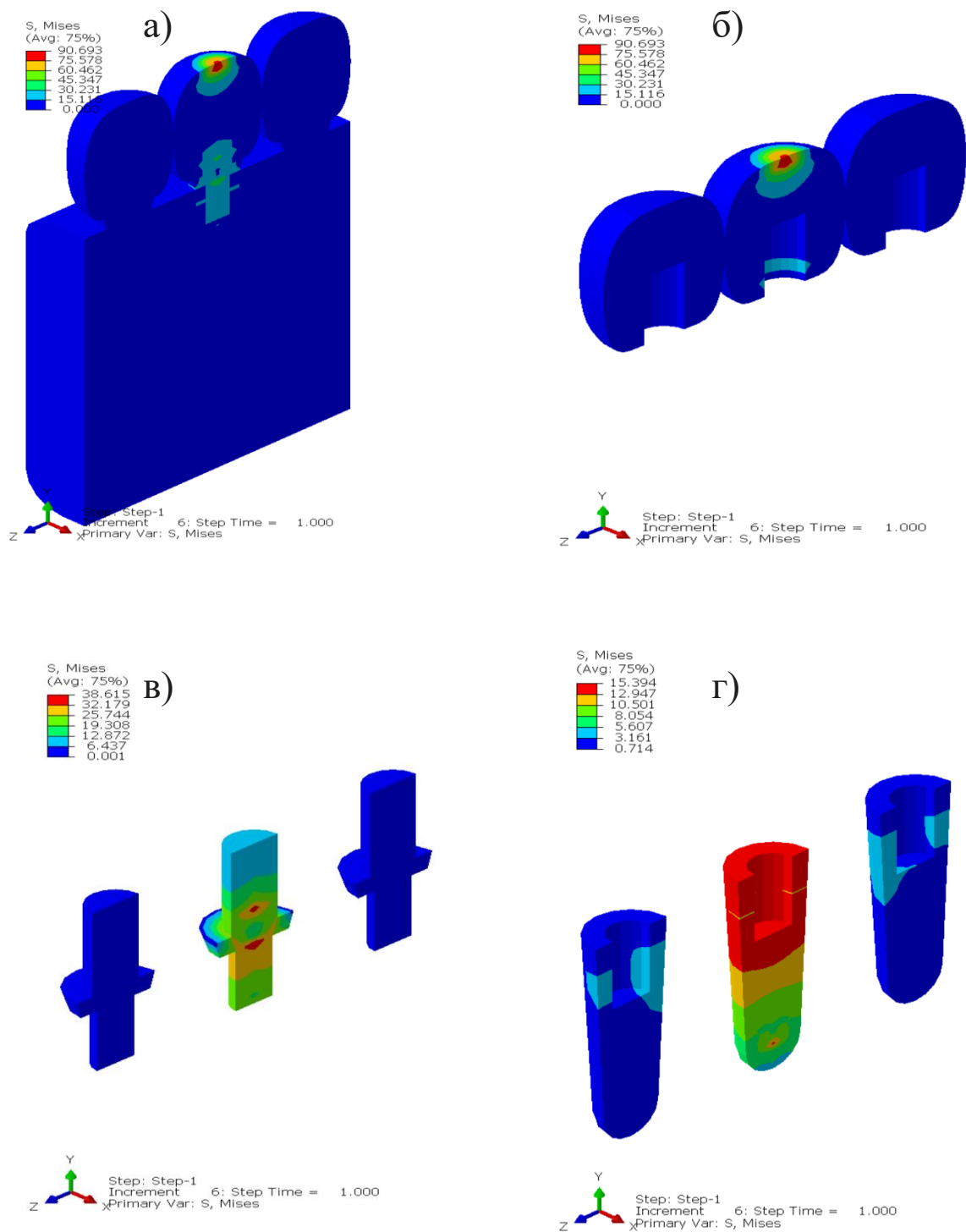


Рисунок 11. Распределение напряжений в трех имплантатах с покрывающими коронками при вертикальной нагрузке: а – сборная конструкция, б – коронки, в – абатменты, г – имплантаты.

38,612 МПа в шахте при вертикальной нагрузке и 471,702 МПа по уступу абатмента при наклонной. В имплантате при вертикальной нагрузке 15,394 МПа в верхней половине имплантата и 248,127 МПа в шейке имплантата.

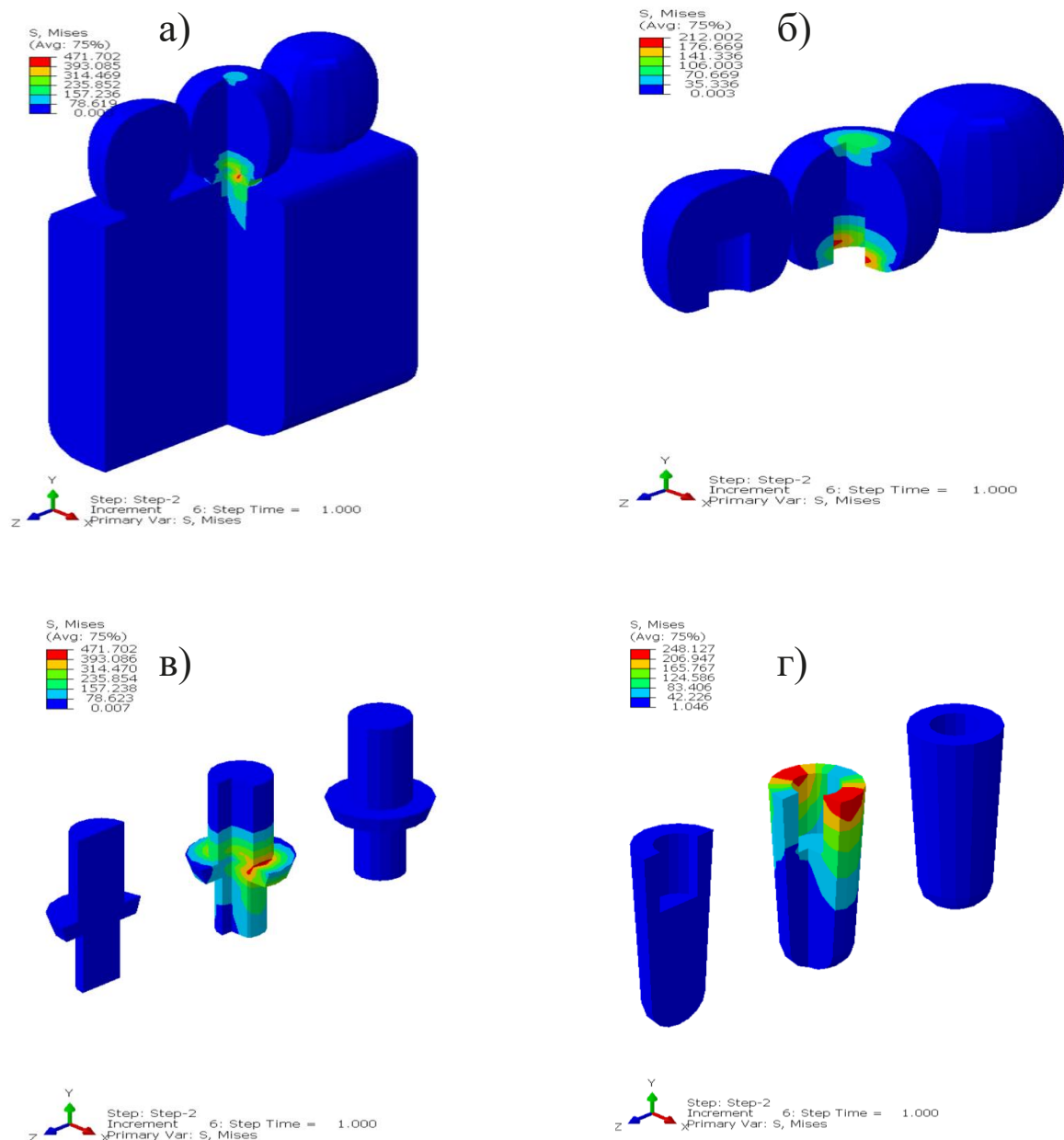


Рисунок 12. Распределение напряжений в трех имплантатах с покрывающими коронками при наклонной нагрузке: а – сборная конструкция, б – коронки, в – абатменты, г – имплантаты.

При сравнении с одиночным имплантатом напряжения при замещении более протяженного дефекта тремя имплантатами повышает в них напряжения. В частности, в коронке при вертикальной и наклонной нагрузках на 17,1 % , 31,1%; в абатменте соответственно на 69,5% и 35,9%. В самом имплантате отмечается небольшое снижение напряжений на 22,9% при вертикальной и на 3,0% при наклонной нагрузках. В сборной конструкции на-

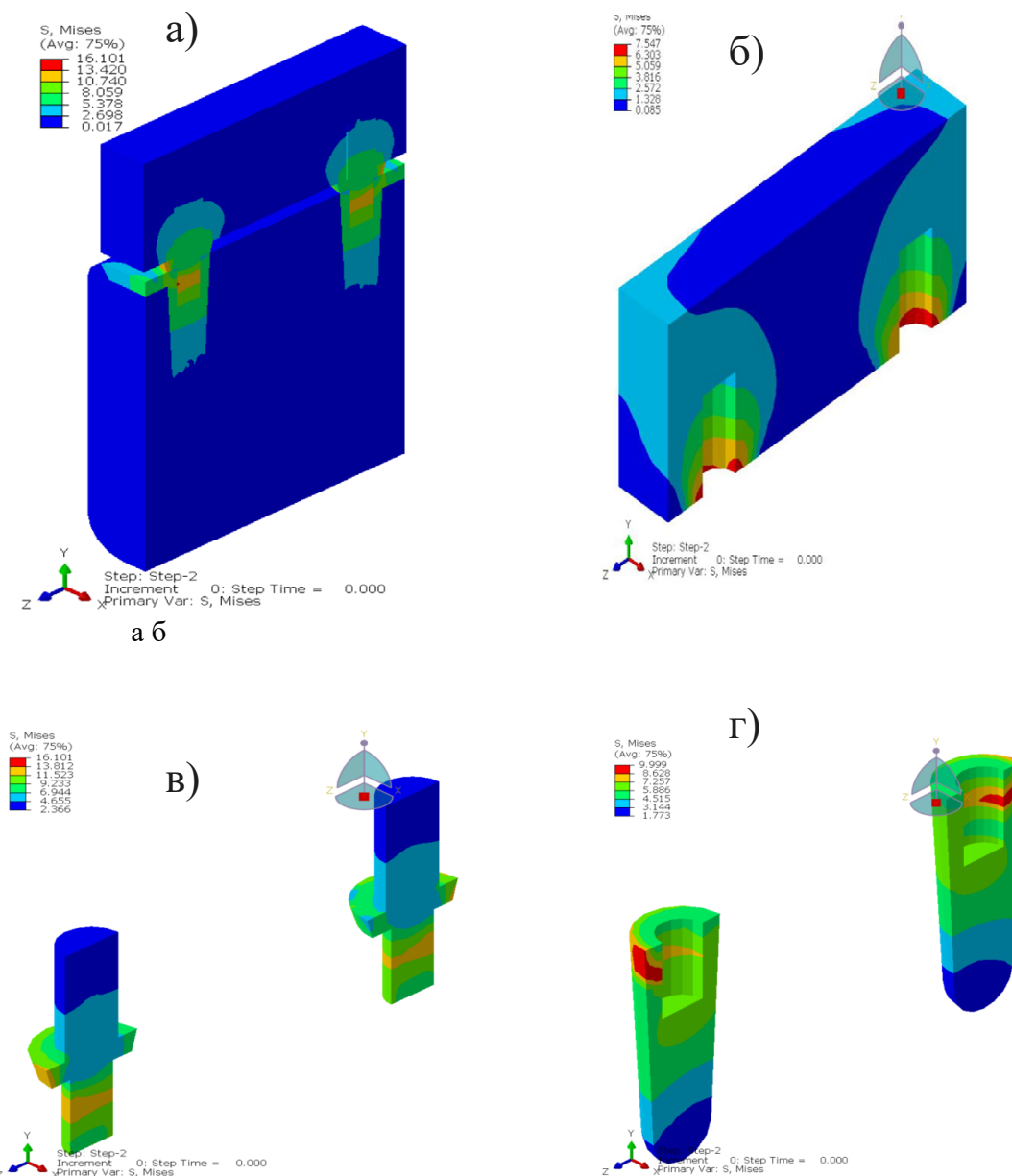


Рисунок 13. Распределение напряжений в мостовидном протезе на двух имплантатах при вертикальной нагрузке: а – сборная конструкция, б – протез, в – абатменты, г – имплантаты.

пряжения при вертикальной нагрузке больше при нагрузке трех имплантатов на 17,1% , при наклонной нагрузке на 35,9%.

Замещение дефекта на три зуба мостовидным протезом на два имплантата существенно снижает напряжения в имплантатах и покрывающем мостовидном протезе в сравнении с коронками на трех имплантатах (Рисунок 13, 14).

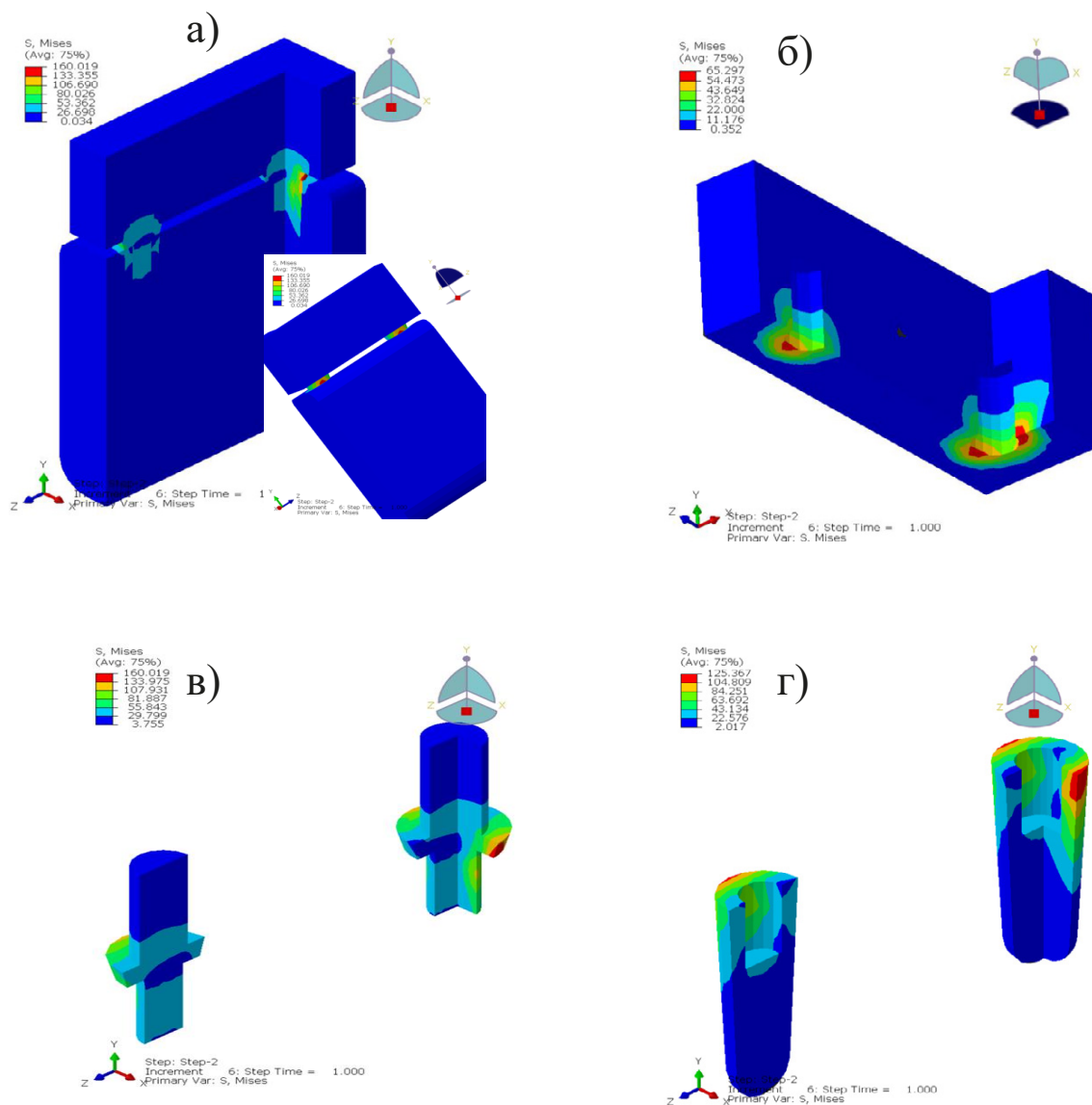


Рисунок 14. Распределение напряжений в мостовидном протезе на двух имплантатах при наклонной нагрузке: а – сборная конструкция, б – протез, в – абатменты, г – имплантаты.

Так, в сборной конструкции, в коронках мостовидного протеза, абатментах и в самих имплантатах при вертикальной нагрузке напряжения 16,101 МПа, 7,547 МПа, 16,101 МПа, 9,999 МПа, что меньше конструкции на трех имплантатах на 82,2%, 91,7%, 58,3%, 46,0%. При наклонной нагрузке уменьшение напряжений в указанных составляющих по сравнению с тремя имплантатами 66,1%, 69,2%, 66,1%, 49,5% (160,019 МПа, 65,297 МПа, 160,019 МПа, 125,367 МПа).

Картина распределения напряжений в мостовидном протезе и опорных имплантатах меняется в сравнении с картиной в

трех имплантатах: при вертикальной нагрузке максимальные напряжения по контакту имплантата и абатмента (в сборной конструкции), по краю коронки, по краю уступа абатмента, по шейке имплантата; при наклонной нагрузке в указанных составляющих соответственно по краям коронки, уступа абатмента и по шейке имплантата.

С другой стороны, мостовидный протез с опорой на имплантат и на зуб резко повышает напряжения в имплантате. При вертикальной нагрузке напряжения в мостовидном протезе, коронке, абатменте и имплантате составляют 172,016 МПа, 119,667 МПа, 265,337 МПа, 57,844 МПа, что в сравнении с протезом на имплантатах больше на 90,3%, 93,7%, 93,9%, 82,7%. При наклонной нагрузке напряжения в сборной конструкции 1053,476 МПа, в коронке 400,456 МПа, в абатменте 1053,476 МПа, в имплантате 207,020 МПа, что на 84,8%, 83,7%, 84,8%, 39,5% больше в сравнении с мостовидным протезом на имплантатах. Максимальные напряжения в коронке, абатменте и имплантате локализуются, как при вертикальной, так и при наклонной нагрузках соответственно по краю коронки, уступу абатмента, шейке имплантата; в сборной конструкции при вертикальной нагрузке максимальные напряжения в имплантате наблюдаются в имплантате, при наклонной нагрузке - в абатменте.

Таким образом, в сравнении с тремя имплантатами, замещающими дефект зубного ряда в связи с отсутствием трёх зубов, мостовидный протез с опорой на два имплантата снижает напряжения в имплантатах и покрывающей конструкции. Замена одного опорного имплантата зубом увеличивает напряжения в конструкции на имплантате до пределов прочности титанового сплава в абатменте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая наши данные по распространенности и причинам деформаций и поломок несъемных протезов на дентальных имплантатах, можно констатировать:

- поломки дентальных имплантатов и покрывающих несъемных протезов происходят не чаще 5% от установленных, в трети случаев на фоне перегрузки из-за незамещенных дефектов зубных рядов, недостаточного объема и резорбции периимплантатной костной ткани, с возможностью сохранения 70% имплантатов (с заменой покрывающей конструкции);

- неадекватные биомеханические условия нагрузки имплантата увеличивают напряжения в абатменте и имплантате не менее чем на 60%, в большей степени при наклонной нагрузке. Предел прочности точно испытывает керамическая коронка или облицовка при окклюзионном супраконтакте;

- увеличение протяженности дефекта зубного ряда и его замещение имплантатами соответственно числу отсутствующих зубов увеличивает напряжения в абатментах и покрывающих коронках. Замещение идентичного дефекта мостовидным протезом на имплантатах снижает напряжения во всех компонентах имплантатов в сравнении с замещением дефекта имплантами по числу отсутствующих зубов, а мостовидный протез с опорой на имплантаты и зуб повышает напряжения в абатменте и коронке до пределов прочности.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В целях профилактики деформации и поломок дентальных имплантатов и покрывающих конструкций не рекомендуется протезирование на имплантатах при неполном замещении дефектов зубных рядов, использование узких имплантатов, установка имплантатов с наклоном и при недостаточном объеме костной ткани в зоне имплантации
2. Не рекомендуется немедленная нагрузка имплантатов при наличии перечисленных факторов биомеханического риска.
3. При замещении дефектов зубного ряда, наряду с использованием опорных имплантатов за каждый отсутствующий зуб, возможно использование мостовидных протезов на имплантатах.
4. Нецелесообразно применение мостовидных протезов с опорой на имплантат и зуб.
5. Условие долговременной эффективности протезов на имплантатах является контроль (2 раза в год) окклюзионных взаимоотношений протезов с антагонистами, целостности композитной герметизации винтов имплантатов, а также профессиональная гигиена полости рта для профилактики резорбции периимплантатной костной ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакаров С.И., Сорокин Д.В., Лапушко В.Ю., Абакарова С.С. Напряженно-деформированное состояние несъемного протеза на имплантатах при жевательной нагрузке в зависимости от угла наклона стенок абатмента. — Клиническая стоматология. // 2023; 26 (1): 147—157. DOI: 10.37988/1811-153X_2023_1_147
2. Абакаров С.И., Сорокин Д.В., Лапушко В.Ю., Абакарова С.С. Напряженно-деформированное состояние несъемного протеза на имплантатах в процессе цементирования в зависимости от угла наклона стенок абатмента. — Клиническая стоматология. — 2022; 25 (4): 150—158. DOI: 10.37988/1811-153X_2022_4_150
3. Аванесов А.М., Седов Ю.Г., Ниязи Оглы Дадашов Э., Хабиев К.Н., Ярулина З.И., Алсайед Хашем Х. Дентальная имплантация в области ретенированных и дистопированных зубов // Стоматология. – 2023. – Т. 102 №4. – С.70-75.
4. Агазаде А.Р., Агазаде Р.Р., Гергиева Т.Ф., Амхадов И.С., Кадиев А.А., Мамедов С.Э., Зейналов Д.И. Оценка эффективности лечения и мониторинга пациентов с системными нарушениями костной ткани при проведении дентальной имплантации. Медицинский алфавит. 2023;1(1):44-49. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-1-44-49>
5. . Амхадова М.А, Амхадов И.С., Гергиева Т.Ф., Микоян А.С., Лукашев И.Г. Ньютоны и ISQ – сопоставимы или нет? Клинические наблюдения изменения первичной стабильности после установки имплантата. // СATHEDRA — КАФЕДРА. СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ» / № 87 (1), 2024 С. 48–50
6. Андреева С.Н., Золотницкий И.В., Воложин Г.А. Обоснованный риск и причинение вреда здоровью при использовании в лечении методов дентальной имплантации // Российская стоматология. – 2023. – Т. 16. №2. – С. 8-12 введение
7. Апресян С.В., Степанов А.Г., Суонио В.К., Канцерова Л.Р., Вартапетов А.Г., Матело С.К. Разработка и оценка физико-механических свойств конструкционного материала, применяемого в технологии производства эпитезов лица методом объемной печати. Стоматология. 2023;102(3):23-27.
8. Ашуров, Г.Г. Результаты качественной оценки позиционирования дентальных имплантатов и функционирования имплантационных протезов в зависимости от протяженности несъемной супраконструкции / Г.Г. Ашуров, А.А. Исмоилов, М.Ш. Султанов // Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения. -2023. -№ 3. -С. 36-43.
9. Багрянцева, Н.В. Совершенствование методов временного протезирования пациентов с частичной и полной потерей зубов на этапах дентальной имплантации: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.14 – Стоматология / Багрянце-

- ва Наталья Владимировна; ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». – Нижний Новгород, 2020. – 225 с.
10. Бадалян В.А., Багиров Т.М., Степанян З.М., Апоян А.А. Механические осложнения дентальных имплантатов и методы их устранения (обзор). — Клиническая стоматология. — 2018; 2 (86): 54—57. eLIBRARY ID: [35154631](#)
 11. Балан В.А., Русакова Е.Ю., Лях Е.В., Буков Д.О., Чепендюк Т.А., Сравнительный анализ интеграции дентальных имплантатов и миниимплантатов у пациентов с новообразованиями в челюстнолицевой области САНТЕДРА — КАФЕДРА. СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ» / № 87 (1), 2024 С. 52–55
 12. Берсанова М.Р., Олесов Е.Е., Заславский Р.С., Берсанов Р.У., Хубаев З.С.-С. Величина и распределение напряжений в титановом дентальном имплантате и покрывающей конструкции при функциональных нагрузках // Российский вестник дентальной имплантации. – 2023 – Том 62. – № 4. – С. 3-10.
 13. Берсанова М.Р., Олесов Е.Е., Берсанов Р.У., Олесова Э.А., Гришков М.С., Заславский С.А. Напряжённно-деформированное состояние внутрикостного дентального имплантата при нагрузке в неблагоприятных биомеханических условиях // Стоматология для всех. – 2024. – № 3(108). – С. 32-38. – DOI 10.35556/idr-2024-3(108)32-38. – EDN LSBDBG.
 14. Берсанова М.Р., Олесова В.Н, Заславский С.А, Берсанов Р.У. Частота и причины поломок имплантатов и покрывающих конструкций по данным анкетирования врачей стоматологов. // Российский вестник дентальной имплантологии. – 2024. – Т. 63, №1. – С. 15-20.
 15. Берсанова М.Р., Олесова В.Н., Заславский Р.С., Берсанов Р.У., Ярилкина С.П. Напряжённно-деформированное состояние протетических конструкций на имплантатах при замещении дефекта зубного ряда // Российский стоматологический журнал. – 2024. – Т. 28. – №4. – С. 432-438. doi: 10.17816/dent629415
 16. Богатов Е.А., Утюж А.С., Зекий А.О. Снижение избыточной окклюзионной нагрузки на дентальный имплантат в целях предотвращения осложнений ортопедического лечения // Теория и практика современной науки – 2020 – С.150-152.
 17. Брайловская Т.В., Абаев З.М., Михайлова А.П., Мамедов Х.И., Дзиковицкая Л.С., Калинин Р.В. Рентгенологические результаты дентальной имплантации у пациентов с атрофией альвеолярной кости после выполнения аутокостной пластики Российский вестник дентальной имплантологии № 1-2 С. 55-56 найти
 18. Бронштейн Д.А. Несъемное протезирование при полном отсутствии зубов с использованием внутрикостных имплантатов в фронтальном отделе челюстей (клинические, биомеханические и экономические аспекты). // Автореф. дисс... докт. мед. наук. – Москва. – 2018. – 46с.
 19. Волковой О.А. Клинические и социологические подходы к обоснованию имплантационного зубного протезирования в условиях сочетания небла-

- гоприятных факторов. // Автореф. дисс... канд. мед. наук. – Тверь. – 2018. – 20с.
20. Гветадзе Р. Ш., Стрекалов А. А. Влияние морфологических параметров естественных зубов и несъемных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты на время окклюзии. // Стоматология. – 2021. – №100(2) – С. 40-43.
 21. Гветадзе Р.Ш, Стрекалов А.А., Стрекалова Е.Л., Халкечева Л.Н., Смердов А.А Анализ прочности элементов моделей с естественными зубами и искусственными коронками с цементной и винтовой фиксацией с опорой на дентальные имплантаты методом конечных элементов/ // Институт стоматологии. – 2021. – №3(92) С. 80-83.
 22. Гветадзе Р.Ш, Стрекалов А.А. Анализ осложнений при использовании несъемных ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты в дистальных отделах верхней и нижней челюстей. (Клинико-рентгенологическое исследование). 25 Часть II – результаты исследования. // Институт стоматологии. – 2021. – №1(90) – С. 6-7
 23. Гветадзе Р.Ш., Стрекалов А.А., Смердов А.А. Изучение влияния окклюзионной поверхности естественного зуба, искусственных коронок с опорой на дентальный имплантат на распределение напряжения методом конечных элементов с учетом коэффициента трения. Стоматология. 2021;100(3):13-18. <https://doi.org/10.17116/stomat202110003113>
 24. Гильманова Н.С., Рудова А.И., Чкадуа Т.З., Белозерова Н.Н., Юркевич К.Ю. Анализ причин неудовлетворенности пациентов при протезировании на дентальных имплантатах. Стоматология для всех. 2024; №1(106): 20—23. doi: 10.35556/idr-2024-1(106)20-23
 25. Гришин П.О., Салеева Г.Т., Салеев Р.А., Мамаева Е.В., Калининкова Е.А. Конечно-элементный анализ влияния угла приложения силы и смещения при операциях дентальной имплантации. // Клиническая стоматология. — 2023; 26 (1): 106—113. DOI: 10.37988/1811-153X_2023_1_106
 26. Гуськов А.В., Олейников А.А., Связов А.А., Калиновский С.И., Илясов В.В., Мишин Д.Н., Дмитриева М.Н. Оценка степени винтовой фиксации супраструктур дентальных имплантатов при использовании способа ультразвуковой сборки резьбовых соединений. // Российский вестник дентальной имплантологии. 2022. № 1-2 (55-56). С. 28-36.
 27. Гуськов А.В., Мишин Д.Н., Калиновский С.И., Илясов В.В. Исследование осевого смещения супраструктур при коническом интерфейсе «имплантат — абатмент» // Российский стоматологический журнал. – 2022. – Т. 26. – №4. – С. 299-308. doi: [10.17816/1728-2802-2022-26-4-299-308](https://doi.org/10.17816/1728-2802-2022-26-4-299-308)
 28. Долгалев А.А., Аванисян В.М., Чониашвили Д.З., Стоматов Д.В., Гезуев Г.К., Громова В.В. Получение модели челюсти по данным компьютерной томографии для изучения и прогнозирования механического напряжения элементов имплантационной системы в условиях, приближенных к реальным. Медицинский алфавит. 2024;(1):84-87. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-1-84-87>
 29. Дробышев А.Ю., Ваулина Д.С., Редько Н.А., Панков Е.В. Оценка точности установки дентальных имплантатов с использованием различных на-

- вигационных шаблонов для дентальной имплантации // Российский стоматологический журнал. – 2023. – Т. 27. – №4. – С. 355-365. doi: 10.17816/dent322870
30. Дьячкова Е.Ю., Тарасенко С.В., Фадеев В.В., Васильев Ю.Л., Киприянов Е.Е., Ворожейкина В.С., Макеева Е.Ю., Кузнецов А.И. Анализ результатов дентальной имплантации по данным анкетирования врачей-стоматологов на примере отдельных субъектов Российской Федерации. — Клиническая стоматология. — 2022; 25 (3): 32—37. DOI: 10.37988/1811-153X_2022_3_32
 31. Заславский Р.С., Абакаров С.И., Олесова В.Н., Кобзев И.В., Олесов Е.Е., Иванов А.С. Отличия напряжённо-деформированного состояния костной ткани вокруг имплантата и зуба при нагрузке опирающегося на них мостовидного протеза // Российский вестник дентальной имплантологии. — 2023. — Том 60. — № 2. — С. 10-17.
 32. Заславский Р.С., Абакаров С.И., Олесова В.Н., Мартынов Д.В., Олесова Э.А., Кобзев И.В. Превышение пределов прочности костной ткани в разных условиях функционирования дентальных имплантатов // Российский вестник дентальной имплантологии. — 2023 — Том 60. — № 3. — в печати
 33. Заславский Р.С., Олесова В.Н., Кащенко П.В., Гришков М.С., Олесов Е.Е., Микрюков В.В. Выявляемость биомеханических факторов риска у пациентов с несъёмными протезами на дентальных имплантатах // Российский стоматологический журнал. — 2023. — Т. 27, № 3. — С. 165-169. — DOI 10.17816/dent321970.
 34. Заславский Р.С. Биомеханические факторы риска несъёмного протезирования на дентальных имплантатах // Дисс... докт. мед. наук.— Москва.— 2025. — 258с.
 35. Иорданишвили А.К., Самсонов В.В. Дентальная имплантология: причины исковых заявлений и пути их предупреждения. 2021 — № 3-4 (53-54) Год: 2021 Страницы: 112-1
 36. Исмоилов Абдужамил Абдурахимович клинико-рентгенологическая оценка и совершенствование имплантационного протезирования окклюзионных дефектов в зависимости от протяженности несъемной супраконструкции // Автореф дисс. канд. мед. наук.- Душанбе 2024.-26 с.
 37. Колганов И.Н. Клинико-функциональное обоснование способа дентальной имплантации при атрофии альвеолярного отростка верхней челюсти с использованием синус-лифтинга. // Автореф.дисс...канд.мед.наук. — Самара. — 2022 — 24с.
 38. Комлев С.С., Пугачев С.А., Нестеров А.М., Яблоков А.Е., Иващенко А.В. Анализ негативных исходов ортопедического лечения с опорой на дентальные имплантаты. // Российская стоматология. — 2022. — Т. 15, №2. — С. 3133.
 39. Королев, А.И. Клиническое обоснование применения внутрикостных дентальных мини-имплантатов при протезировании больных с полной потерей зубов на нижней челюсти: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.14 — Стоматология / Королев Андрей Игоревич; ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России. — Тверь, 2020. — 166 с.

40. Лапушко В.Ю., Сорокин Д.В., Абакарова С.С., Стародубова А.В., Абакарова Д.С., Новоземцева Т.Н., Крутер И.В. Математическое обоснование фиксации и устойчивости несъемных протезов на имплантатах. — Клиническая стоматология. — 2024; 27 (2): 40—44. DOI: 10.37988/1811-153X_2024_2_40
41. Анализ негативных исходов ортопедического лечения с опорой на дентальные имплантаты / С. Л. Лец, В. А. Монаков, Н. Ю. Курчугина, Е. М. Шестун // Медицинский алфавит. — 2022. — № 22. — С. 18-20. — DOI 10.33667/2078-5631-2022-22-18-20. — EDN SETPZY.
42. Лосев Ф.Ф., Брайловская Т.В., Котик М.С. Конструктивные осложнения в дентальной имплантологии (на примере клинических случаев). Стоматология. 2024;103(3):5055.
43. Лысенко А. В., Яременко А. И., Иванов В. М. [и др.] Сравнение точности установки дентальных имплантатов с использованием статического хирургического шаблона, виртуального шаблона с динамической визуализацией и метода ручной установки. Исследование in vitro // Институт стоматологии. — 2022. — № 4(97). — С. 114-117. — EDN ANTJDB.
44. Мержоева Х.М., Мурашов М.А., Воронов И.А. Влияние изменения анатомии искусственных коронок центральных резцов верхней челюсти с опорой на имплантаты на функциональное состояние // Российский стоматологический журнал. — 2023. — Т. 27. — №1. — С. 23-32. doi: 10.17816/dent121782
45. Мержоева Х.М., Мурашов М.А., Воронов И.А. Экспериментальное сравнение уменьшения степени затяжки фиксирующего винта у керамических диоксидциркониевых коронок с опорой на прямые имплантаты, прямые имплантаты с угловыми абатментами и угловые имплантаты с различным углом наклона платформы. Исследование in vitro // Российский стоматологический журнал. — 2023. — Т. 27. — №2. — С. 121-128. doi: 10.17816/dent321722
46. Михальченко Д. В., Македонова Ю.А., Александров А.В. Стресс как один из факторов осложнений после дентальной имплантации // Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. — 2020. — № 72-73. — С. 34 – 36.
47. Михальченко Д.В. Патогенетический подход в лечении и профилактике постпротетических воспалительных осложнений дентальной имплантации // Автореф. дисс... докт. мед. наук. — Волгоград. — 2022. — 27с.
48. Музыкин М.И., Кулаков А.А., Иорданишвили А.К., Слесарев О.В., Терлецкий Д.В. Сравнительная оценка выживаемости дентальных имплантатов в условиях выраженной атрофии костной ткани // Российский вестник дентальной имплантологии. — 2023. — Т. 60 №2. — С. 43-52.
49. Музыкин М.И., Янкевич А.Н., Балин Д.В., Дюрягин В.С., Тютюк С.Ю. Российская система дентальных имплантатов из наноструктурированного титана // Российский стоматологический журнал. — 2023. — Т. 27. — №5. — С. 467-476. doi: 10.17816/dent352539
50. Мурашов М.А., Шорстов Я.В, Мержоева Х. Реабилитация пациентов с полным отсутствием зубов в области нижней челюсти с помощью угловых имплантатов Co-Axis // Perio iQ. — 2023. — Т. 33. — 164-171.

51. Олесов Е.Е., Иванов А.С., Заславский Р.С., Рагулин А.В., Романов А.С. Клинико-рентгенологическая оценка состояния имплантатов с несъемными конструкциями в динамике за 20 лет // Медицина экстремальных ситуаций. – 2021. – Т. 23, № 4. – С. 29-33. – DOI 10.47183/mes.2021.040.
52. Олесова Э.А., Заславский Р.С., Абакаров С.И., Кобзев И.В., Олесов Е.Е., Зверяев А.Г. Закономерности распределения напряжений вокруг опорных зубов мостовидного протеза // Российский вестник дентальной имплантологии. – 2023. – Том 60. – № 2. – С. 3-9.
53. Олесова В.Н., Лосев Ф.Ф., Мартынов Д.В., Саламов М.Я., Олесов Е.Е., Бондаренко Н.А. Компьютерная рентгенмикротомография узла соединения дентальных имплантатов со стандартными и индивидуальными абатментами. Стоматология. 2022;101(3):1217.
54. Погосян Н.М. Клинико-лабораторное обоснование способа подготовки опорных тканей при ортопедическом лечении с использованием имплантатов // Автореф. дисс... канд. мед. наук. – Белгород. – 2023. – 20с.
55. Постников М.А., Кийко А.А., Нестеров А.М., Николаенко А.Н., Купряхин В.А., Сагиров М.Р. История эволюции дентальных имплантатов (обзор литературы). — Клиническая стоматология. — 2022; 25 (1): 48—52. DOI: 10.37988/1811-153X_2022_1_48
56. Прогнозирование сохраняемости внутрикостных имплантатов в участках наибольшей функциональной нагрузки на имплантационный протез Мишнёв М.Л., Трезубов В.Н., Розов Р.А., Ткачева О.Н., Вебер В.Р., Фролова Е.В., Спицына О.Б., Герасимов А.Б. Научно-практический журнал Институт Стоматологии №3(96), сентябрь 2022 стр. 88-89
57. Розов Р.А., Трезубов В.Н., Гветадзе Р.Ш., Смердов А.А., Чикунев С.О. Экспериментальное моделирование функциональной нагрузки нижней челюсти при протезировании с опорой на имплантаты в неблагоприятных клинических условиях. Стоматология. 2022;101(6):2834.
58. Розов Р.А., Трезубов В.Н., Ткачева О.Н., Кабанов М.Ю., Фролова Е.В., Арутюнов С.Д., Герасимов А.Б. Непосредственное имплантационное протезирование на нижней челюсти протяженной металлополимерной конструкцией со стандартным каркасом и тремя искусственными опорами у пациентов пожилого возраста: результаты 3-х летнего перспективного однокрупного когортного исследования. *Успехи геронтологии*. 2022;35(5):755-765. <https://doi.org/10.34922/AE.2022.35.5.012>
59. Розов Р.А. Разработка и обоснование путей совершенствования имплантационного протезирования пожилых пациентов с полной потерей зубов // Автореф. дисс... док. мед. наук. – Тверь. – 2023. – 42с.
60. Розов Р.А., Трезубов В.Н., Герасимов А.Б., Азарин Г.С. Имплантационное протезирование протяженными металлокерамическими конструкциями с каркасом из золотоплатинового сплава у пожилых пациентов: результаты 15-летнего перспективного однокрупного когортного исследования // Стоматология. – 2023. – Т 102№ 6. – С. 22-27.
61. Савельев В.В., Карандин Ю.А., Ковган Д.С. Исследование точности посадки на имплантатах оригинальных и неоригинальных супраконструкций //

- Российский стоматологический журнал. – 2022. – Т. 26. – №3. – С. 181-190.
doi: 10.17816/1728-2802-2022-26-3-181-190
62. Сакаева З.У. Роль гигиенического состояния рта в эффективности протезирования на дентальных имплантатах // Автореф. дисс... канд. мед. наук. – Казань. – 2023. – 25 с.
 63. Самсонов А.Р., Ашурко И.П., Тарасенко С.В., Туманова Е.М. Применение имплантата со скошенным краем платформы у пациента с горизонтальной атрофией альвеолярного гребня. // Клиническая стоматология. — 2024; 27 (1): 112—117. DOI: 10.37988/1811-153X_2024_1_112
 64. Сергеев Ю.А., Долгалев А.А., Чониашвили Д.З., Аванисян В.М. Применение метода конечно-элементного анализа при разработке новых систем дентальных имплантатов. Обзор литературы. Медицинский алфавит. 2023;1(1):18-23. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-1-18-23>
 65. Симоненко А.А. Клинико-рентгенологическое и социологическое обоснование имплантационного протезирования беззубой нижней челюсти несъемными замещающими конструкциями на трех опорах: Автореф. дис. ... канд. мед. наук / Симоненко Александр Алексеевич. – Тверь, 2020. – 21 с. Страницы: 25-33
 66. Сравнительная оценка фрезеруемых материалов для временных несъемных ортопедических конструкций на имплантатах по данным изучения их напряженно-деформированных состояний и микробной адгезии в эксперименте / Л.В. Дубова, В.Н. Царев, Ю.С. Золкина [и др.] // Клиническая стоматология. – 2018. – № 3 (87). – С. 74–78.
 67. Стрекалов А.А. Обоснование применения окклюзионных параметров коронок несъемных конструкций с опорой на дентальные имплантаты при восстановлении концевых дефектов зубных рядов // Автореф. дисс... канд. мед. наук. – Москва – 2021 – 25с.
 68. Студеникин Р.В., Мамедов А.А. Стабильность коротких и длинных зубных имплантатов, установленных на разных уровнях. Медицинский алфавит. 2022;(2):17-24. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-2-17-24>
 69. Узунян, Н.А. Обоснование применения новых отечественных сверхупругих сплавов титана в дентальной имплантологии (экспериментально-клиническое исследование): дис. ... док. мед. наук: 14.01.14 – Стоматология / Узунян Наринэ Адольфовна; ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2019. – 179 с.
 70. Фурцев Т.В., Зеер Г.М., Зеленкова Е.Г., Кирсанова В.В. Сравнительный анализ микрозазора имплантат/абатмент в конических соединениях // Российский вестник дентальной имплантологии. 2021;53-54.
 71. Цициашвили А.М., Панин А.М., Волосова Е.В. Успешность лечения и выживаемость дентальных имплантатов при различных подходах к лечению пациентов с использованием дентальных имплантатов в условиях ограниченного объема костной ткани // Российский стоматологический журнал. – 2020. – № 1. – С. 32-38
 72. Цициашвили А.М., Силантьев А.С., Панин А.М., Арутюнов С.Д. Биомеханика короткого дентального имплантата в костной ткани ниж-

- ней челюсти. Стоматология. 2019;98(6-2):33-36. <https://doi.org/10.17116/stomat20199806233>
73. Чибисова М.А., Ермолаева Л.А., Волкова Ю.В., Павлов А.В., Волков М.И. Особенности протезирования на дентальных имплантатах у пациентов с воспалительными заболеваниями пародонта (клинический случай) // Институт Стоматологии. – 2023. – №2(99). – С. 21-23.
74. Шумаков Ф. Г. экспериментально-клиническое сравнение керамических и титановых дентальных имплантатов // Автореф. дисс... канд. мед. наук. – Москва 2018. – 24с.
75. Янушевич О.О., Крихели Н. И., Перетягин П. Ю., Крамар О. В., Цициашвили А. М., Алексашина И. П., Жуковская Ю. И., Материалы для изготовления дентальных имплантатов (обзор литературы) // Медицинский алфавит 2024;(28):12-16. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-28-12-16>
76. Рентгенологические результаты дентальной имплантации у пациентов с атрофией альвеолярной кости после выполнения аутокостной пластики / Т. В. Брайловская, З. М. Абаев, А. П. Михайлова [и др.] // Российский вестник дентальной имплантологии. – 2022. – № 1-2(55-56). – С. 4-18. – EDN MOSSVR.
77. Якупов, Б.А. Обоснование профилактики воспалительных осложнений после дентальной имплантации у пациентов с генерализованным пародонтитом в анамнезе : специальность 3.1.7 «Стоматология» : автореферат дис. ... канд. мед. наук. – Казань, 2024. – 23 с.

Формат 60х90/16, объём 2,5 усл. печ. л. Бумага 80 г/м² офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Тираж 1000 экз. Заказ № Н998.

Отпечатано в типографии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ
им. А.И. Бурназяна ФМБА России.
123098 Москва, ул. Живописная, 46. Тел.: +7 (499) 190-93-90.
rcdm@mail.ru, lochin59@mail.ru
www.fmbafmbc.ru

