

ОРТОПЕДИЧНА СТОМАТОЛОГІЯ

УДК 616.314 – 089.29.3

*О.В. Дембіцький**, *О.Г. Фенко***, *В.М. Дворник****

МАТЕМАТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ФОРМИ ТА РОЗМІРІВ КУКСО–КОРЕНЕВОЇ ВКЛАДКИ (ПАТРИЧНОЇ ЧАСТИНИ) ДЛЯ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ФІКСАЦІЇ ПОКРИВНИХ ПРОТЕЗІВ

* Київський медичний університет УАНМ, м. Київ

** Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка

*** ВДНЗ України "Українська медична стоматологічна академія"

Актуальність теми

Практична значимість проблеми раціонального протезування і підвищення функціональної цінності знімних пластинкових протезів залишається однією з актуальних у ортопедичній стоматології.

Одним з основних завдань протезування є правильний вибір методу фіксації знімного протеза. Неприятливі особливості клінічної анатомії тканин протезного ложа за малої кількості зубів, що залишилися, потребують розробки чітких показань до використання різних способів фіксації при протезуванні покривними знімними протезами [6, 9, 10, 11].

На сьогодні в практиці ортопедичної стоматології застосовують різноманітні системи для їх фіксації: кламери, замкові кріплення, балки, телескопічні коронки [1, 2, 4, 6, 7, 8]. Залежно від призначення фіксуючі елементи мають різні властивості і виконують різні завдання.

Застосування атакменів у ортопедичному лікуванні пацієнтів із малою кількістю зубів, що залишилися, знімними протезами успішно вирішує цілу низку проблем. Такі протези добре утримуються, володіють високою жувальною ефективністю, їм властиві достатньо високі естетичні показники та властивості міцності, а також мінімальні порушення фонетики. Ці й низка менш значимих переваг дозволяють пацієнтам успішно адаптуватися до протезів такої конструкції.

Нині багато клініцистів для фіксації покривних протезів віддають перевагу інтракореневим атакменам. Основою цих систем є метод прецизійних атакменів, фіксація яких відбувається за рахунок зчеплення патричної частини зі штифтом, що відливається з металу, й укріпленої за допо-

могою цементу в корені зуба та еластичної матриці, внутрішня поверхня якої відповідає негативній формі патриці.

Є багато варіантів замкових кріплень, проте значна їх частина, особливо найбільш поширених, недостатньо досконалі та потребують вивчення як конструкційно-технологічних особливостей виготовлення, так і впливу на них та на опорні корені покривного протеза [3, 5, 7, 8, 10].

Метою дослідження стали розробка та математичне обґрунтування оптимальної форми і розмірів патричної частини інтрадентарного атакмена для підвищення ефективності фіксації покривних знімних протезів у пацієнтів із великими дефектами зубних рядів.

Результати дослідження

Основною проблемою використання покривних знімних протезів з опорою на корінь у багатьох випадках є недостатня фіксація протеза, що проявляється в мимовільному знятті протеза під час пережовування харчового подразника. Поліпшення фіксації та стабілізації знімного протеза може бути досягнуто завдяки або збільшенню бічної контактної площі патричної частини з матрицею базису протеза або збільшенням зусилля, що стискає контактні поверхні. Останній метод широко використовується в кулястих атакменах, у яких зміна сили, що стискає контактні поверхні, досягається застосуванням ущільнювальних кілець різних ступенів жорсткості та як наслідок - різних значень сил, необхідних для зняття протеза [5, 6, 8, 10].

Оскільки порівнювати два різні методи підвищення надійності фіксації не зовсім коректно,

подальші дослідження були спрямовані на збільшення бічної контактної площі атачмена з матричною частиною в базисі протеза.

Ураховуючи неможливість збільшення бічної контактної площі атачмена за рахунок його висоти (бо остання залежить від висоти анатомічних коронок зубів і не може її перевищувати), збільшення бічної контактної площі залишається можливим за рахунок зміни форми поперечного перерізу атачмена, а отже, збільшення його поверхні.

Це завдання можна вирішити завдяки зміні початкової круглої форми поперечного перерізу атачмена з використанням для обмеження поперечного перерізу криволінійних ділянок, бо саме криволінійні ділянки мають велику довжину в порівнянні з прямолінійними.

У ролі кривих, що обмежують поперечний переріз патриці, найбільш доцільно використовувати частини кіл, оскільки атачмени з кривими більш високих порядків, що обмежують поперечний переріз, значно складніші у виготовленні. Також потрібно враховувати невеликі габаритні розміри поперечного перерізу, які коливаються в діапазоні 3 - 6 мм.

Для унеможливлення значного зменшення площі поперечного перерізу атачмена, яка визначає його міцність при сприйнятті вертикальних функціональних навантажень, і в той же час максимального збільшення площі його бічної поверхні, дуги, які обмежують обриси поперечного перерізу атачмена, мають розташовуватися випуклістю назовні.

Ураховуючи вищевикладене, було розглянуто три варіанти поперечних перерізів патричних частин, що мають однакові габаритні розміри D , які відповідають більшому з діаметрів атачменів, що традиційно виготовляються у формі усіченого конуса (рис. 1).

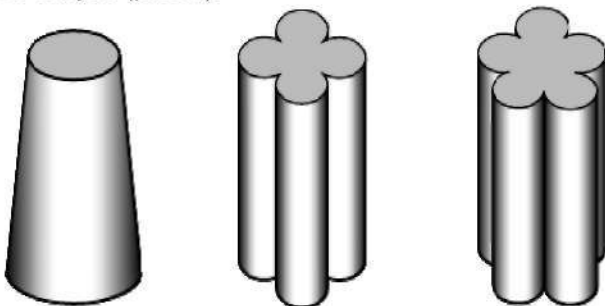


Рис. 1. Форми поперечних перерізів розглянутих атачменів

Аналіз форм поперечного перерізу атачменів, периметри яких обмежені чотирма і п'ятьма колами, ґрунтувався на порівнянні площ бічних контактних поверхонь, площ поперечних перерізів і осьових моментів опорів перерізів запропонованих форм атачменів із тими, що традиційно

виготовляються у формі усіченого конуса. Подальше збільшення кількості кіл, що обмежують поперечний переріз патричної частини, видається недоцільним, оскільки навіть при утворенні обрису атачмена п'ятьма колами діаметр кожної з них коливається в діапазоні 1,1 - 2,2 мм, а зі збільшенням кількості кіл їхній діаметр зменшується.

Порівняння площ бічних поверхонь і поперечних перерізів атачмена, обмеженого чотирма колами, з тим, що традиційно виготовляється у формі усіченого конуса (пунктирна лінія), з однаковими габаритними розмірами поперечних перерізів D , показано на рис. 2.

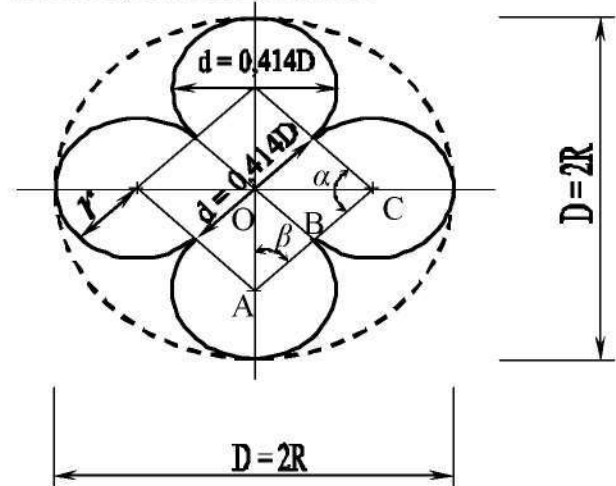


Рис. 2. Поперечний переріз атачмена, обмеженого чотирма колами:

D і R - відповідно більший із діаметрів і більший радіус поперечного перерізу атачмена конічної форми;

d і r - діаметр і радіус кіл, що обмежують поперечний переріз запропонованого атачмена

Беручи до уваги дуже незначну конусність атачмена (не перевищує 5^о), що традиційно виготовляється, площу його бічної поверхні можна приймати як таку, що приблизно рівна площі циліндричного атачмена тієї ж висоти. Це дозволяє отримати аналітичний вираз площі незалежно від співвідношення висоти і діаметра. Тоді площа бічної поверхні атачмена конічної форми дорівнює:

$$A_{\text{бок}}^{\text{кон}} \approx L \cdot h = 2\pi R h = \pi D h, \quad (1)$$

де: L - довжина кола основи атачмена.

Площа поперечного перерізу такого атачмена:

$$A_{\text{бок}}^{\text{пер}} = \pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (2)$$

а осьовий момент опору цього перерізу:

$$W_{\text{кпн}} = \frac{\pi D^3}{32} \quad (3)$$

З ΔCOA , ΔCOB та ΔOVB $\angle OVB = \angle OVA = \angle COA = 90^\circ = \alpha$, $\angle COB = \angle AOB = \angle OCB = \angle OAB = 90^\circ / 2 = 45^\circ = \beta$, (так як ΔCOA , ΔCOB та ΔAOB - рівнобедрені). Довжина відрізка $|AB| =$

$|CB| = r$, довжина відрізка OA може бути визначена як: $|OA| = r / \cos\beta = r / \cos 45^\circ = 1,414r$. Тоді радіус атачмена у формі усіченого конуса $R = r + 1,414r = 2,414r$, звідки радіус кіл, що обмежують поперечний переріз запропонованої патриці $r = 0,414R$.

Довжина бічної контактної поверхні кожної окружності, що обмежує поперечний переріз атачмена запропонованої форми, дорівнює:

$$\frac{360 - 90}{360} \cdot 2\pi r = \frac{3}{4} 2\pi r = 1,5\pi r \quad (4)$$

а периметр поперечного перерізу атачмена, обмеженого чотирма колами:

$$l = 4 \cdot 1,5\pi r = 6\pi r = 6\pi 0,414R = 2,48\pi R \quad (5)$$

Площа бічної поверхні атачмена, обмеженого чотирма колами:

$$A_4^{\text{бок}} = l \cdot h = 2,484\pi R h \quad \text{або} \\ A_4^{\text{бок}} = 1,242A_{\text{кон}}^{\text{бок}} \quad (6)$$

Площа поперечного перерізу атачмена, обмеженого чотирма колами:

$$A_4^{\text{пер}} = 4 \frac{\pi d^2}{4} + (0,414d)^2 = 3 \frac{\pi(0,414D)^2}{4} + (0,414 \cdot 0,414D)^2 = 0,73 \frac{\pi D^2}{4} = 0,73A_{\text{кон}}^{\text{пер}} \quad (7)$$

Осьовий момент опору:

$$W_4 = \frac{\frac{4 \frac{\pi(0,414D)^4}{64} + 2 \frac{\pi(0,414D)^2}{4} (0,707 \cdot 0,414D)^2}{D/2}}{8} = 0,587 \frac{\pi D^3}{32} = 0,587W_{\text{кон}} \quad (8)$$

Отже, в атачмена, обмеженого чотирма колами, площа бічної поверхні на 24% більша в порівнянні з атачменом конічної форми, а площа поперечного перерізу атачмена запропонованої форми і осьовий момент опору складають відповідно 73% і 59% від конічного.

Поперечні перерізи атачмена, обмеженого п'ятьма колами і у формі усіченого конуса, з однаковими габаритними розмірами поперечних перерізів D , представлені на рис.3.

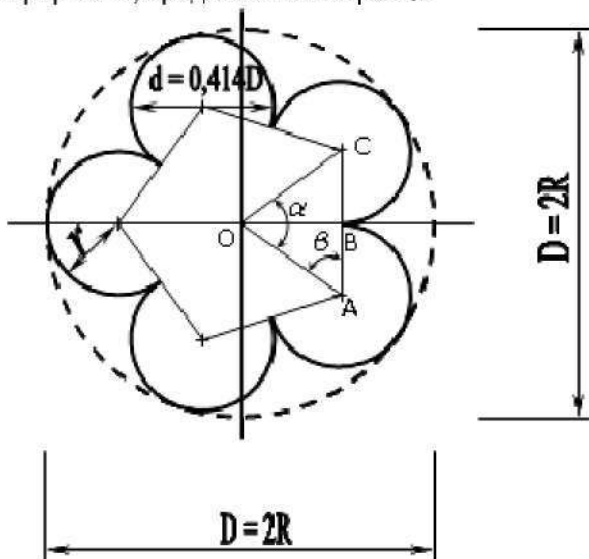


Рис. 3. Поперечний переріз атачмена, обмеженого п'ятьма колами

З $\triangle COA$, $\triangle COB$ і $\triangle AOB$ $\angle OBC = \angle OBA = 90^\circ$, $\angle COB = \angle AOB = 360 / 5 / 2 = 36^\circ = \alpha$, $\angle OCB =$

$\angle OAB = (180^\circ - 2 \cdot 36^\circ) / 2 = 54^\circ = \beta$, (оскільки $\triangle COA$ – рівнобедрений). Довжина відрізка $|AB| = |CB| = r$, довжина відрізка OA може бути визначена як: $|OA| = r / \cos\beta = r / \cos 54^\circ = 1,701r$.

Тоді радіус атачмена у формі усіченого конуса $R = r + 1,701r = 2,701r$, звідки радіус кіл, що обмежують поперечний переріз запропонованої патриці, $r = 0,370R$.

Довжина бічної контактної поверхні кожної окружності, що обмежує поперечний переріз атачмена запропонованої форми, дорівнює:

$$\frac{360 - 2 \cdot 54}{360} \cdot 2\pi r = 1,4\pi r \quad (9)$$

а периметр поперечного перерізу атачмена, обмеженого п'ятьма колами:

$$l = 5 \cdot 1,4\pi r = 7\pi r = 7\pi 0,370R = 2,59\pi R \quad (10)$$

Площа бічної поверхні атачмена, обмеженого п'ятьма колами:

$$A_5^{\text{бок}} = l \cdot h = 2,59\pi R h \quad \text{або} \quad A_5^{\text{бок}} = 1,295A_{\text{кон}}^{\text{бок}} \quad (11)$$

Площа поперечного перерізу атачмена, обмеженого п'ятьма колами:

$$A_5^{\text{пер}} = 5 \left(0,7 \frac{\pi d^2}{4} + \frac{1,701}{2} d \cdot 0,5d \right) = 5 \left(0,7 \frac{\pi(0,37D)^2}{4} + \frac{1,701}{2} \cdot 0,37D \cdot 0,5 \cdot 0,37D \right) = 0,77 \frac{\pi D^2}{4} = 0,77A_{\text{кон}}^{\text{пер}} \quad (12)$$

Осьовий момент опору:

$$W_5 = \frac{5 \frac{\pi(0,37D)^4}{64} + 2 \frac{\pi(0,37D)^2}{4} \left(\frac{0,37D}{2} \right)^2 + 2 \frac{\pi(0,37D)^2}{4} (0,315D \cos(27^\circ))^2}{D/2} = 0,589 \frac{\pi D^3}{32} = 0,589W_{\text{кон}} \quad (13)$$

Аналогічні розрахунки при порівнянні площі бічних поверхонь виконані і для обмеженого шістьма колами атачмена. При цьому збільшення площі бічної контактної поверхні у шестипелюстковій конструкції менш ніж на 3% перевищує аналогічну площу патриці, обмеженої п'ятьма колами.

Таким чином, незважаючи на незначне збільшення площі бічної поверхні зі збільшенням кількості кіл, що обмежують периметр поперечного перерізу атачмена, подальше збільшення кількості кіл видається недоцільним через незначні розміри самих обмежувальних кіл, а також ускладнення виготовлення атачмена і як наслідок – його подорожчання.

Паралельно нами було визначено максимальні значення функціональних навантажень для трьох варіантів (рис. 4): з використанням атачмена, що традиційно виготовляється у формі усіченого конуса з максимальним діаметром $D = 3,5$ мм і висотою $h = 6$ мм, і запропонованим у цій роботі для його заміни атачменом тих же розмірів із периметрами, обмеженими чотирма і п'ятьма колами, відлитим зі сплаву КХС із межею втомної міцності, що становить 40 – 50 % від межі статичної міцності.

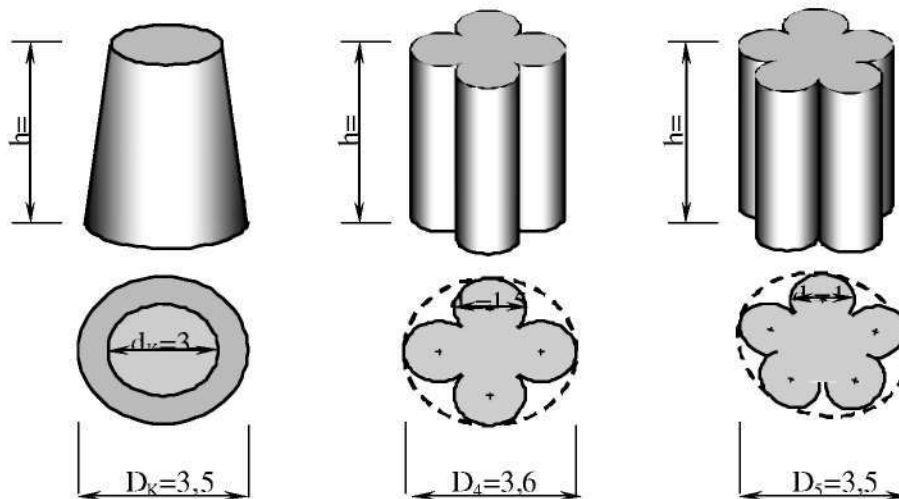


Рис. 4. Три форми поперечних перерізів розглянутих атачментів

Ураховуючи, що при пережовуванні харчового подразника через базис знімного протеза на атачмени передаються як вертикальна, так і горизонтальна складові функціональних навантажень, розрахункову схему атачмена можна представити у вигляді жорстко затисненого з одного боку стрижня, навантаженого з протилежного кінця як силою, навантаженого з протилежної осі стрижня F_B (відповідної вертикальної складової функціонального навантаження), так і силою F_r , що діє перпендикулярно осі атачмента і відповідає горизонтальній складовій функціонального навантаження).

Таким чином, атачмен працює на позакентрове стискання або стискання з вигином. Математичні розрахунки дали змогу отримати такі результати:

– максимальне значення вертикального навантаження на конічний атачмен:

$$F_B = \frac{R}{\frac{1}{A_{\text{пер}}} + \frac{0,1h}{W}} = \frac{320}{\frac{1}{9,62} + \frac{0,1 \cdot 8}{4,21}} = 1296$$

$$N = 129,6 \text{ кг};$$

– максимальне значення вертикального навантаження на атачмен, обмежений чотирма колами:

$$F_B = \frac{R}{\frac{1}{A_{\text{пер}}} + \frac{0,1h}{W}} = \frac{320}{\frac{1}{7,55} + \frac{0,1 \cdot 8}{2,76}} = 917 \text{ Н} = 91,7 \text{ кг};$$

– максимальне значення вертикального навантаження на атачмен, обмежений п'ятьма колами:

$$F_B = \frac{R}{\frac{1}{A_{\text{пер}}} + \frac{0,1h}{W}} = \frac{320}{\frac{1}{9,24} + \frac{0,1 \cdot 8}{2,50}} = 886 \text{ Н} = 88,6 \text{ кг}.$$

Висновок

За результатами виконаних досліджень найкращим за співвідношенням: збільшення бічної контактної площі атачмена до простоти виготовлення і подальшого його використання, видається застосування атачментів із поперечним перерізом, обмеженим чотирма або п'ятьма колами.

Площа бічних поверхонь, а відповідно і значення сили тертя, що утримує знімний протез на протезному ложі за його функціонування, більше в рекомендованих форм патриць у порівнянні з атачментом у формі усіченого конуса, відповідно на 24% і 29%. При цьому площа поперечного перерізу атачмена, обмеженого чотирма колами, становить 73%, а площа поперечного перерізу конструкції, обмеженої п'ятьма колами, - 77% від площі поперечного перерізу конічної патриці.

Обчислені значення моменту опору для атачментів, обмежених чотирма і п'ятьма колами, відрізняються дуже незначно і складають 59% від значення моменту опору поперечного перерізу конусного атачмена.

Незважаючи на дещо менші значення максимального навантаження, яке здатна сприймати запропонована конструкція атачмена в порівнянні з конусними, значення навантаження, що сприймається пропонованими куксовими вкладками, значно перевищують навантаження на корінь зуба без помітної втрати міцності опорних зубів, що гарантує тривалий період їх експлуатації. А разом з естетичним фактором робить цей варіант найбільш прийнятним для протезування.

Отже, аналіз отриманих математичних розрахунків показав, що для покращення фіксації покривних знімних протезів при заміщенні великих дефектів зубних рядів можна використовувати атачмени запропонованої конструкції.

Література

1. Баля Г. Н. Особенности конструкции покрывного протеза при лечении патологического стирания зубов, осложненного вторичными деформациями зубочелюстной системы / Г. Н. Баля // Актуальные проблемы современной медицины: Вісник Української медичної стоматологічної академії. – 2007. – Т.7, вип. 4(20). – С. 14 - 15.
2. Воронов А. П. Ортопедическое лечение больных с полным отсутствием зубов/ А. П. Воронов, И. Ю. Лебедеко, И. А. Воронов. – М.: МЕДпресс-информ, 2006. – С.191-194.

3. Годованій В.О. Порівняльна клініко-технологічна оцінка штифтових конструкцій для відновлення коронкової частини зуба: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд.мед.наук : спец. 14.01.22 «Стоматологія» / В.О. Годованій.—Львів, 2003.—16 с.
4. Загорский В. А. Частичные съёмные и перекрывающие протезы / Загорский В. А. — М.: Медицина, 2007. — С.148-155.
5. Телескопические и замковые крепления зубных протезов [И. Ю. Лебеденко, А. Б. Перегудов, Т. Э. Глебова, А. И. Лебеденко]. — М.: МЕДпресс-информ, 2005. — С.108-117.
6. Лещук С. Є. Клінічні питання покривних знімних протезів у сучасній ортопедичній стоматологічній практиці (частина перша) / С. Є. Лещук, Ю. В. Вовк // Український стоматологічний альманах. — 2002. - № 3. - С. 48 - 51.
7. Парасюк Г. З. Клініко-технологічне обґрунтування використання фіксуєчих елементів при лікуванні хворих частковими знімними пластинковими протезами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.01.22 „ Стоматологія” / Г. З. Парасюк. - Івано-Франківськ, 2004 — 12 с.
8. Перевезенцев А.П. Конструкции замковых креплений фирмы «Бредент». Теория и практика / А.П. Перевезенцев. — М.: [Б.и.], 2004. — 272 с.
9. Цимбалистов А.В. Клинические факторы, влияющие на выбор аттачмена при изготовлении комбинированных конструкций зубных протезов / А.В. Цимбалистов, Е.Д. Жидких, А.Н. Юдичев // Зубной техник. — 2000. - № 2. — С. 10 — 12.
10. Щерба П.В. Технологічні втрати лінійних розмірів кулькоподібних атачменів для фіксації покривних протезів на лабораторних етапах виготовлення / П.В. Щерба // Новини стоматології.—2004.—№3(40).—С.80—84.
11. Математическое обоснование к использованию корней фронтальных зубов, разрушенных ниже уровня десны под штифтовую конструкцию [А.К.Гуц, В.М.Семенюк, А.И.Иванова, К.К.Яковлев] // Деп. ВНИИТИ, №1790—1395.—1995.—С.12.

Стаття надійшла
1.02.2013 р.

Резюме

Представлене дослідження розробки та математичного обґрунтування оптимальної форми і розмірів патричної частини інтрадентарного атачмена для підвищення ефективності фіксації покривних знімних протезів у пацієнтів із великими дефектами зубних рядів. Гострою проблемою використання покривних знімних протезів з опорою на корінь у багатьох випадках є недостатня фіксація протеза. Нині в практиці ортопедичної стоматології застосовують різноманітні системи для їх фіксації: кламери, замкові кріплення, балки, телескопічні коронки. Залежно від призначення фіксуєчих елементи мають різні властивості та виконують різні завдання. Аналіз отриманих математичних розрахунків показав, що для покращення фіксації покривних знімних протезів при заміщенні великих дефектів зубних рядів можна використовувати атачмени запропонованої конструкції.

Ключові слова: інтрадентарний атачмен, математичний, форма патриці, покривний протез.

Резюме

Представлено исследование разработки и математического обоснования оптимальной формы и размеров патричной части интрадентарного аттачмена для повышения эффективности фиксации покрывных съёмных протезов у пациентов с большими дефектами зубных рядов. Острой проблемой при использовании покрывных съёмных протезов с опорой на корень во многих случаях является недостаточная фиксация протеза. На сегодня в практике ортопедической стоматологии применяют различные системы для них фиксации: кламмеры, замковые крепления, балки, телескопические коронки. В зависимости от назначения фиксирующие элементы имеют разные свойства и выполняют разные задачи. Анализ полученных математических расчетов показал, что для улучшения фиксации покрывных съёмных протезов при замещении больших дефектов зубных рядов можно использовать аттачмены предложенной конструкции.

Ключевые слова: интрадентарный аттачмен, математический, форма патрицы, покрывной протез.

Summary

The research work is about developments and mathematical substantiations of the optimum form and the sizes of patrix parts in an intradental attachment to rise an efficacy of removable dentures at patients with the large dentition's defects. The basic problem at usage of the root-supported removable dentures in many cases is an insufficient prosthesis settlement. Today, in a practice of prosthetic dentistry various systems of their settlements are used: external attachments, latch fastenings, beams, telescopic crowns. Depending on an appointment fixing elements have different properties and execute various problems. The analysis of the received mathematical calculations has shown that to improve removable dentures at a replacement of the large dentition's defects it is possible to use the offered designed attachments.

Key words: intradental attachment, mathematical, the patrix form, removable denture.