

В.Л.Богданов¹, О.Я.Григоренко¹, В.О.Маланчук²,
Г.В.Сороченко², М.М.Тормахов¹

ОПОРНІ РЕАКЦІЇ ЧАСТКОВО-ЗНІМНИХ ЗУБНИХ ПРОТЕЗІВ

¹Інститут механіки ім. С.П.Тимошенка НАНУ,
вул. Нестерова, 3, 03057, Київ, Україна; e-mail: ayagrigenko1991@gmail.com

²Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця,
просп. Перемоги, 34, 03057, Київ, Україна;
e-mail: malanchuk_v_a@ukr.net, anticaries15@gmail.com

Abstract. The problem of preventing further degradation of the dental system with distally unlimited defects of the dentition is considered. When planning orthopedic treatment, it is necessary to estimate the value of the support reactions of the prosthesis from the chewing efforts. Mechanical and mathematical modeling methods were used in the study of this problem. In the case of extended defects of dental rows for replacement of which it is necessary to apply double-sided prostheses, the stress-strain state of the prosthetic - jaw system has a complex nature and it is necessary to carry out a study based on the spatial theory of elasticity. The problem of determining the support of the reactions of extended distally partial removable prostheses with rigid and labile lock connections within the 3D model was solved. It has been shown that the supporting reactions of the partial removable dentures with rigid locks are less than those of the same dentures with labile locks.

Keywords: 3D model, removable partial dentures, locking devices, support reactions, chewing load.

Вступ.

Однією з важливих задач стоматології є усунення дефектів в зубних рядах, зокрема, шляхом заміщення відсутніх зубів штучними протезами. Дефекти в зубних рядах поділяються на обмежені, тобто такі, що розташовані в проміжку між зубами, та на дистально необмежені, які знаходяться на периферії зубного ряду. Найскладнішими вважаються двосторонні дистально необмежені дефекти зубних рядів, які в ортопедичній стоматології заміщують частковими знімними протезами [3, 7 – 10, 12]. При цьому надійність фіксації протеза та довговічність і цілісність зубощелепної системи пацієнта залежать від величини опорних реакцій протеза, тобто зусиль, з якими протез діє на опорні зуби і протезне ложе. На величину опорних реакцій протеза впливає місце прикладання жувального зусилля, топографія дефектів зубного ряду, точність виготовлення і конструкція протеза, а також матеріал, з якого він виготовлений. Фіксація протеза до щелепи може здійснюватися за допомогою кламерів [1, 3] чи жорстких або лабільних замкових пристроїв [11, 12, 15]. При малих, обмежених дефектах зубних рядів функціональне перевантаження опор протезів, зазвичай, не відбувається, оскільки зубний ряд, що зберігся, успішно компенсує втрачену функцію. З розширенням дефектів і, особливо, у тому випадку, коли дефекти зубних рядів не обмежені дистально, перевантаження опорних елементів значно зростає і може стати причиною втрати опорних зубів чи резорбції альвеолярного паростка щелепи. Для запобігання подальшій деградації зубощелепної системи з дистально необмеженими дефектами зубних рядів ще на етапі проектування протеза необхідно оцінювати величину можливих реакцій опор протеза в процесі експлуатації.

В стоматологічній ортопедії все більш широке використання знаходять методи математичного моделювання [1, 2, 4 – 6, 13, 14, 16]. У роботах [4, 5] досліджено плоский напружено-деформований стан системи протез – щелепа при невеликих по довжині дефектах зубного ряду. Однак, при наявності протяжних дефектів зубних рядів, для заміщення яких потрібні двосторонні протези, напружений стан системи протез – щелепа значно відрізняється від плоского. Дана робота присвячена визначенню опорних реакцій протяжних, необмежених дистально двосторонніх часткових знімних протезів з жорсткими і лабільними замковими кріпленнями у просторовій постановці.

1. Постановка задачі.

При визначенні опорних реакцій часткових знімних протезів припустимо, що механічні властивості всіх тканин щелепи описуються законом Гука, що протез виготовлений точно, що в системі протез – щелепа відсутні внутрішні напруження та що при відсутності жувального навантаження протез торкається опорних зубів і слизової оболонки, але не тисне на них.

Система протез – щелепа є статично невизначеною і реакції опор протеза знаходимо методом переміщень. Для цього необхідно визначити жорсткість складових цієї системи: протеза, зуба, слизової оболонки, що знаходиться під протезним ложе, і тканин періодонту (періодонт – це шар пружної тканини товщиною 0,2 – 0,25 мм, яка з'єднує зуб з кісткою щелепи). Під жорсткістю ми розуміємо відношення сили до переміщення, яке воно викликало. Оскільки жорсткість каркасу протеза і зубів значно перевищує жорсткість інших складових системи протез – щелепа [2], то їх деформаціями порівняно з деформаціями слизової оболонки і тканин періодонту [2, 6] нехтуватимемо.

Згідно із системою позначень Віола, яка рекомендована ВООЗ, зуби в стоматології позначають двома індексами – i та j . При цьому індекс i позначає номер сегмента зубного ряду: цифри 1 та 2 для зубів верхньої щелепи, що розташовані, відповідно, праворуч і ліворуч; а цифри 3, 4 – для зубів нижньої щелепи, що розташовані, відповідно, ліворуч та праворуч. Індекс j позначає номер зуба в зубному ряду і змінюється від 1 до 8. Жорсткість періодонту ij -го опорного зуба можна визначити за формулою

$$C_{ij} = KF_{ij}, \quad (1)$$

де $K = 1,55 \text{ Н/мм}^3$ – коефіцієнт пропорційності [2], F_{ij} – площа поверхні кореня ij -го зуба. Зусилля R_{ij} , що виникає в ij -у опорному зубі, який має жорсткість періодонту C_{ij} , дорівнює

$$R_{ij} = C_{ij}\delta_z, \quad (2)$$

де δ_z – переміщення ij -го зуба.

Слизова оболонка знаходиться під дією тиску з боку протезного ложа. Жорсткість одиниці площі слизової оболонки дорівнює [2]:

$$C_s = E_s / L_s, \quad (3)$$

де L_s , $E_s = 10 \text{ МПа}$ – товщина та модуль пружності слизової оболонки [5]. Реакцію слизової оболонки R_s визначимо, з урахуванням (3), як інтеграл по проекції ложа протеза S на оклюзійну площину xOy :

$$R_s = \iint_{(s)} \delta_z C_s dx dy. \quad (4)$$

Відносно осей x та y реакція слизової оболонки створює моменти M_x та M_y , які визначаються співвідношеннями:

$$M_x = \iint_{(s)} \delta_z y C_s dx dy; \quad M_y = \iint_{(s)} \delta_z x C_s dx dy. \quad (5)$$

2. Опорні реакції часткового знімного протезу з жорсткими замками.

Жорсткий замок складається з патриці і матриці, які прикріплені, відповідно, до опори і зубного протезу (рис. 1). Після з'єднання патриці з матрицею утворюється жорстке з'єднання опори та протеза, яке передає поперечні зусилля N_y , N_z , осьове зусилля N_x , та моменти M_y , M_z та M_x .

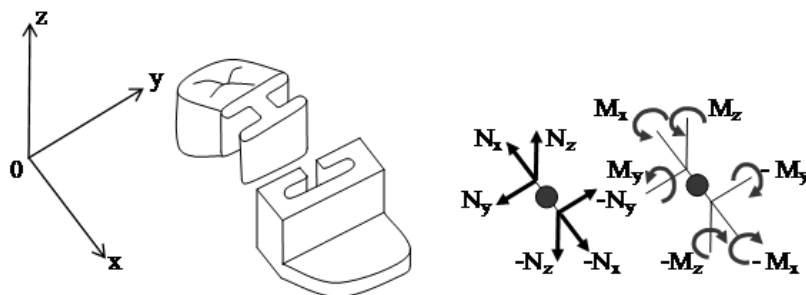


Рис. 1

Розглянемо протезування нижньої щелепи (рис. 2) за допомогою протеза, що обладнаний жорсткими замками. Здорові передні зуби пацієнта позначені на рис. 2 цифрою 1. На 34 і 35-их зубах ліворуч та на 43 і 44-их зубах праворуч встановлено коронки 2, до яких прикріплено патриці замкових пристроїв. Матриці замків закріплено на протезах 3 штучних зубів 4, які спираються на альвеолярний паросток. Центр замкового з'єднання 6 позначений на рис. 2 хрестиком. Права та ліва частини протеза з'єднані між собою жорсткою дугою 7.

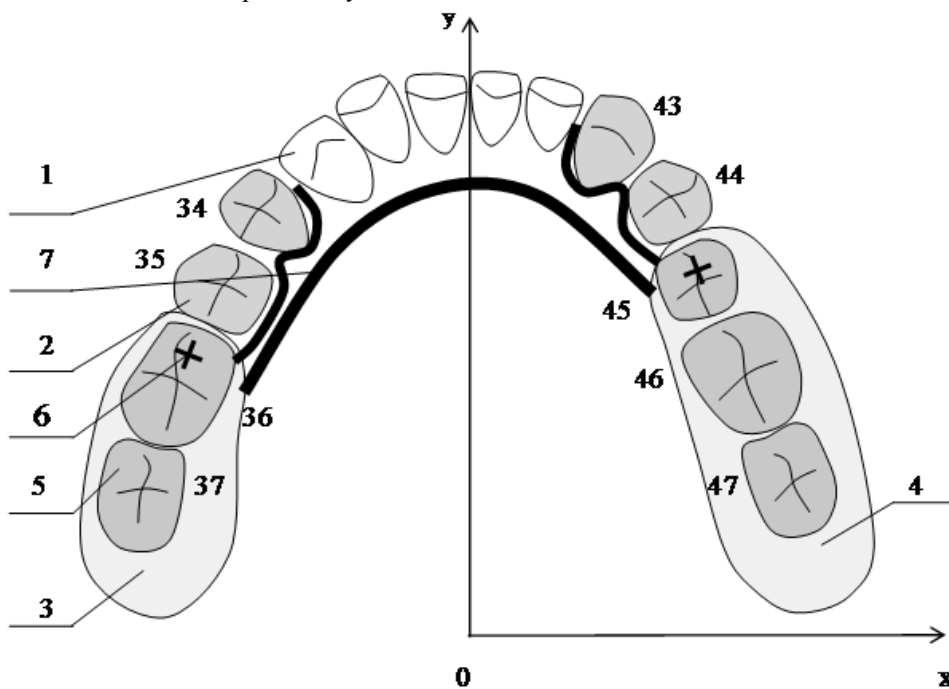


Рис. 2

Оскільки людина пережовує їжу однією стороною щелепи, то харчова грудка, через яку на протез діє зусилля жування, може перебувати в довільній точці зубного ряду [8]. Припустимо, що в точці $P(x_p, y_p)$ на протез діє жувальне зусилля та реакція

опорних зубів R_{ij} , яка прикладена в координатах центрів жувальної поверхні цих зубів (x_{ij}, y_{ij}) ($ij = 34, 35, 43, 44$), і реакція слизової оболонки з боку протезних лож S . Під дією жувального навантаження періодонт опорних зубів і слизова оболонка під протезними ложами деформуються. Нехтуючи малими переміщеннями протеза в напрямку осей x, y , будемо вважати, що протез здійснює тільки вертикальне поступальне переміщення на відстань δ_{Π} і обертається на деякий кут навколо осі, що лежить в оклюзійній площині [2].

Поворот протеза можна розкласти на кути повороту φ_{Π} та ψ_{Π} навколо осей x та y . Вертикальне переміщення точки протеза з координатами (x, y) описується рівністю:

$$\delta_z = \delta_{\Pi} + x \sin \psi_{\Pi} + y \sin \varphi_{\Pi}. \quad (6)$$

Для визначення реакцій опор протеза під дією жувального навантаження складемо рівняння рівності нулю всіх сил, що діють на протез в напрямку осі z , та рівності суми моментів сил відносно осей x та y :

$$\begin{aligned} R_{34} + R_{35} + R_{43} + R_{44} + R_s &= P; \\ R_{34}y_{34} + R_{35}y_{35} + R_{43}y_{43} + R_{44}y_{44} + M_x &= Py_p; \\ R_{34}x_{34} + R_{35}x_{35} + R_{43}x_{43} + R_{44}x_{44} + M_y &= Px_p, \end{aligned} \quad (7)$$

де M_x, M_y – моменти, які створює слизова оболонка на протезні ложе відносно осей $0x$ і $0y$.

При визначенні реакцій опор протеза за основні невідомі будемо приймати поступальне переміщення δ_{Π} та кути обертання φ_{Π} і ψ_{Π} .

Виразимо зусилля R_s і моменти M_x, M_y в рівняннях (7) з урахуванням (4), (5) через переміщення і кути повороту і отримаємо систему трьох рівнянь відносно величин $\delta_{\Pi}, \varphi_{\Pi}$ та ψ_{Π} .

Після розв'язування системи рівнянь (7) відносно переміщень і підстановки результатів в (6), (2) і (4), ми отримуємо шукані реакції опор протеза. В табл. 1 дано результати розрахунку опорних реакцій протезних ложе 3 та 4 та опорних зубів. При цьому вважали, що вертикальне зусилля жування величиною 10 Н прикладено посередині опорної поверхні одного з 37-, 36-, 35-, 34-, 43-, 44-, 45-, 46- та 47-го зубів. Дані щодо площі поверхні коренів зубів F_{ij} наведено в [2], а товщину слизової оболонки приймали рівною 5 мм.

Таблиця 1

| Положення харчової грудки на зубі | Опорна реакція, Н | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 35 | 34 | 43 | 44 | ложе 3 | ложе 4 |
| 37 | 2,72 | 0,62 | - 0,57 | - 0,05 | 7,67 | 1,6 |
| 36 | 2,70 | 2,25 | - 0,72 | - 0,75 | 6,12 | 0,40 |
| 35 | 2,49 | 2,6 | 0,86 | 0,39 | 3,60 | 0,04 |
| 34 | 2,27 | 2,71 | 1,8 | 1,09 | 1,97 | 0,15 |
| 43 | 0,66 | 1,52 | 3,43 | 2,81 | 0 | 1,57 |
| 44 | 0,33 | 1,02 | 3,15 | 2,8 | 0 | 2,70 |
| 45 | 0,11 | 0,49 | 2,56 | 2,57 | 0 | 4,28 |
| 46 | - 0,24 | - 0,26 | 1,69 | 2,19 | 0,38 | 6,25 |
| 47 | - 0,47 | - 0,98 | 0,42 | 1,43 | 1,91 | 7,68 |

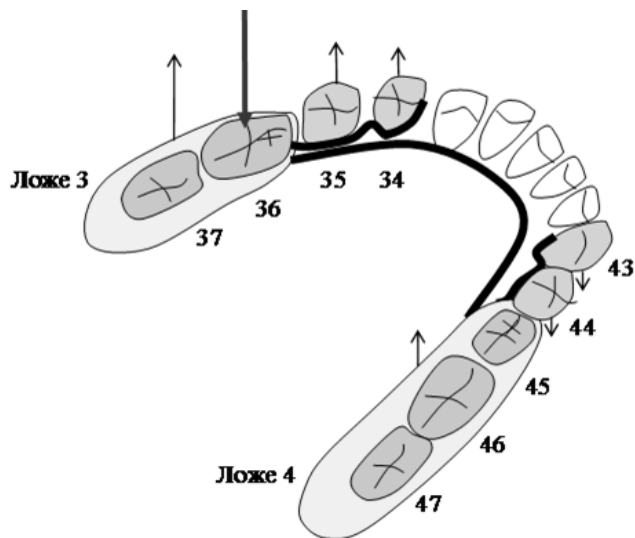


Рис. 3

На рис. 3 показано опорні реакції зубів і протезних ложе під дією жуваального навантаження величиною 10 Н на 36-ий зуб. Потовщеною стрілкою показано дію жуваальної сили з боку харчової грудки, а тонкими – опорні реакції протеза. Максимальне навантаження величиною 6,12 Н в цьому випадку діє на опорне ложе 3, а мінімальне – на опорне ложе 4. Опорні 44-й та 43-й зуби сприймають зусилля розтягу, яке протидіє скиданню протеза. Зусилля розтягу є фактором ризику при протезуванні, бо таке зусилля погано сприймають зуби, які мають підвищену рухливість та оголені корені. Вертикальне зміщення точки прикладання навантаження становить 0,01мм, а кути повороту – $\varphi_{\Pi} = 0,7^{\circ}$; $\psi_{\Pi} = 0,6^{\circ}$. З даних табл. 1 можна бачити, що коли харчова грудка знаходиться над 43-, 44- та 45-и зубами, протезне ложе 3 не несе навантаження.

3. Опорні реакції часткового знімного протезу з лабільними замками.

На рис. 4, а схематично зображено частковий знімний протез, оснащений двома лабільними замками (рис. 4, б), які фіксують протез до опорних ложе 3 та 4. Лабіль-

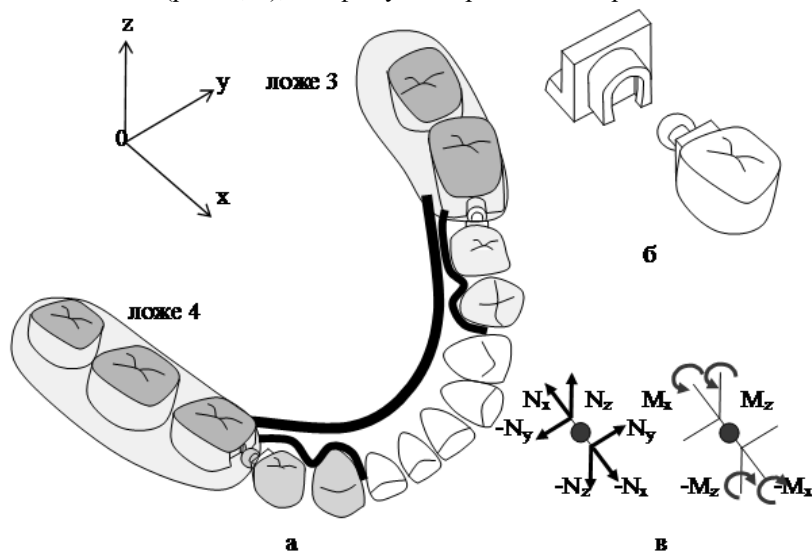


Рис. 4

ний замок містить патрицю у вигляді сфери, що прикріплена до опорних зубів, і матрицю, що прикріплена до протезу. Матриці замків з'єднані між собою і з протезом жорстким бюгелем. Таке закріплення протеза до опорних зубів за допомогою двох лабільних замків дозволяє передавати від протеза до ложе зусилля N_{yi} , N_{zi} , N_{xi} ($i = 3, 4$), вектори яких проходять через центр сфери, та моменти M_z та M_x (рис. 4, в). Центри сфери замків знаходяться в точках з координатами (x_3, y_3) та (x_4, y_4) . Протез, який зображено на рис. 4, а, не передає момент M_y , що діє відносно осі y . Якщо зусилля жування спрямовано на опорні зуби, то слизова оболонка залишається ненавантаженою.

Складемо рівняння статичної рівноваги опор 3 та 4, тобто сил, що діють в напрямі осі z , та моментів відносно осей y та x . Зусилля жування прикладено в точці з координатами (x_{ij}, y_{ij}) . На ложе 4 та 3 з боку протеза діють вертикальні зусилля і опорні реакції з боку зубів, які можна знайти із співвідношень

$$\begin{aligned} R_{43} + R_{44} + N_{z4} = 0; \quad R_{43}y_{43} + R_{44}y_{44} + N_{z4}y_4 = 0; \quad R_{43}x_{43} + R_{44}x_{44} + N_{z4}x_4 = 0; \\ R_{33} + R_{34} + N_{z3} = 0; \quad R_{43}y_{43} + R_{44}y_{44} + N_{z4}y_4 = 0; \quad R_{43}x_{43} + R_{44}x_{44} + N_{z4}x_4 = 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Опори 3 та 4 під дією жувального навантаження здійснюють вертикальні поступальні переміщення на величини δ_3 та δ_4 і обертання на кути навколо осі, що лежить в оклюзійній площині. Поворот опор розкладаємо, відповідно, на кути повороту φ_3 , φ_4 навколо осі x і на кути повороту ψ_3 , ψ_4 навколо осі y . Вертикальні складові переміщення точок опор z_3 , z_4 з координатами (x, y) можна виразити співвідношеннями

$$z_3 = \delta_3 + x \sin \psi_3 + y \sin \varphi_3; \quad z_4 = \delta_4 + x \sin \psi_4 + y \sin \varphi_4. \quad (9)$$

Зусилля R_{ij} , що діє на ij -й опорний зуб, який має жорсткість періодонту C_{ij} , визначатимемо згідно рівнянь (2) і (9). На протез діє зусилля жування P , зусилля $-(N_3)$ та $-(N_4)$ з боку опор 3 і 4. Рівняння статичної рівноваги для протеза мають вигляд

$$R_s - N_{z3} - N_{z4} = P; \quad M_x - N_{z3}y_3 - N_{z4}y_4 = Py_P; \quad M_y - N_{z3}x_3 - N_{z4}x_4 = Px_P, \quad (10)$$

де M_x , M_y – моменти, які створюють реакції протезних лож відносно осей $0x$ та $0y$.

Дев'ять рівнянь (8), (10) містять 11 невідомих, тому цю систему рівнянь треба доповнити умовами рівності переміщень центрів замків ложе і протеза:

$$\begin{aligned} \delta_3 + x_3 \sin \psi_3 + y_3 \sin \varphi_3 = \delta_{\Pi} + x_3 \sin \psi_{\Pi} + y_3 \sin \varphi_{\Pi}; \\ \delta_4 + x_4 \sin \psi_4 + y_4 \sin \varphi_4 = \delta_{\Pi} + x_4 \sin \psi_{\Pi} + y_4 \sin \varphi_{\Pi}. \end{aligned} \quad (11)$$

Підставляючи в рівняння (8), (10) вирази для переміщень і кутів повороту з (6) та (10), отримаємо систему з одинадцяти рівнянь відносно узагальнених переміщень δ_{Π} , φ_{Π} і ψ_{Π} . Після розв'язування системи рівнянь відносно переміщень і підстановки їх в (2) і (4), отримуємо, згідно з (6), реакції опор протеза (табл. 2).

З даних табл. 2 можна бачити, що у випадках, коли харчова грудка знаходиться над 35-, 34-, 43- і 44-им зубами, ці зуби сприймають все жувальне навантаження, а інші зуби і протезні ложі ніякого навантаження не несуть. У випадках, коли харчова грудка тисне на 36-, 37-, 45-, 46- і 47-ий зуби, опорні реакції розподіляються між протезними ложами і опорними зубами. На рис. 5 порівняно розподіли опорних реакцій часткового знімного протезу з жорстким і лабільним замками в випадку знаходження харчової грудки над 46-им зубом. Можна бачити, що при використанні лабільних зам-

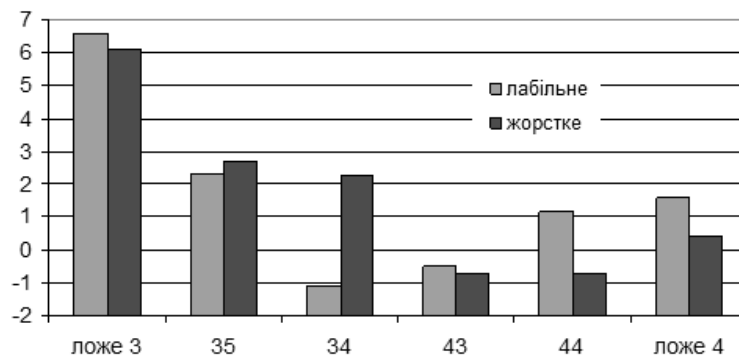


Рис. 5

Таблиця 2

| Положення харчової грудки на зубі | Опорна реакція, Н | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | 35 | 34 | 43 | 44 | ложе 3 | ложе 4 |
| 37 | 1,63 | -0,77 | -0,27 | 0,12 | 8,97 | 0,31 |
| 36 | 2,31 | -1,09 | 1,15 | -0,5 | 6,57 | 1,56 |
| 35 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 44 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| 45 | 1,31 | -0,62 | 2,69 | -1,17 | 1,3 | 6,49 |
| 46 | 0,36 | -0,17 | 1,79 | -0,78 | 0,38 | 8,41 |
| 47 | -0,87 | 0,41 | 0,34 | -0,15 | 1,02 | 9,26 |

ків опорні реакції розподілені більш нерівномірно. Отже, перевантаження опорних лож і опорних зубів при використанні лабільних замків більш ймовірно, ніж при використанні жорстких замків.

Висновки.

Компенсація двосторонніх дистально необмежених дефектів зубних рядів є однією з найскладніших проблем ортопедичної стоматології. Такі дефекти компенсують за допомогою часткових знімних протезів із жорсткими чи лабільними замковими пристроями, які утримують протез на його місці в зубному ряду. Факторами ризику при протезуванні частковими знімними протезами є протяжність дефектів та наявність поруч з дефектом зубних рядів зубів, що мають велику рухливість та оголені корені. Для запобігання перевантаженню зубощелепного апарата і забезпечення надійної фіксації протеза необхідно ще на етапі проектування протеза оцінити можливі опорні реакції. У роботі проведено розрахунок опорних реакцій протезів з жорсткими і лабільними замковими пристроями. Показано, що при жуванні на опорні зуби можуть діяти зусилля розтягу, які погано витримують зуби, що мають велику рухливість та оголені корені, і що вид замкових систем суттєво впливає на величину опорних реакцій протезів. При використанні часткових знімних протезів з жорсткими замками опорні реакції, що діють на зуби і альвеолярний паросток, розподілені більш рівномірно, ніж при використанні такого ж протеза з лабільними замками. Тому перевантаження опорних лож і опорних зубів при використанні лабільних замків є більш вірогідним, ніж при використанні жорстких замків.

Наукові дослідження, результати яких опубліковано в даній статті, виконано за рахунок коштів бюджетної програми «Підтримка пріоритетних напрямів наукових досліджень» (КПКВК 6541230).

РЕЗЮМЕ. Розглянуто проблему запобігання подальшій деградації зубощелепної системи з дистально необмеженими дефектами зубних рядів. Для попередження ускладнень при ортопедичному лікуванні необхідно ще на етапі планування ортопедичного лікування оцінити величину реакцій опор протеза від зусиль жування. Дослідження в даній роботі виконано на основі методів механіко-математичного моделювання. Для заміщення протяжних дистально необмежених дефектів зубних рядів потрібні двосторонні протези. Напружений стан системи протез – щелепа має складний характер. Для дослідження напруженого стану такої системи протез – щелепа необхідно застосовувати просторову модель. Дана робота присвячена визначенню опорних реакцій протяжних, дистально необмежених часткових знімних протезів з жорсткими і лабільними замковими кріпленнями. Показано, що опорні реакції часткових знімних зубних протезів з жорсткими замками розподілені більш рівномірно, ніж у тих же протезів с лабільними замками.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: просторова модель, часткові знімні протези, замкові пристрої, опорні реакції, жувальне навантаження.

1. Богданов В.Л., Григоренко А.Я., Сороченко Г.В., Тормахов Н.Н. Влияние формы и геометрических параметров кламмеров на прочность и удерживающее усилие съёмных ортопедических протезов // *Мат. методи та фіз.-мех. поля.* – 2020. – **63**, № 1. – С. 173 – 180.
2. Григоренко Я.М., Григоренко О.Я., Неспрядько В.П., Тихонов Д.А., Тормахов Н.Н. Методика определения опорных реакций при частичном съёмном протезировании в стоматологии // *Доп. НАН України.* – 2013. – № 1. – С. 171 – 176.
3. Жулев Е.Н. Частичные съёмные протезы (теория, клиника и лабораторная техника). – Н.Новгород: Изд-во Нижегородской гос. мед. акад., 2000. – 428 с.
4. Третьяков А.В. Планирование ортопедического лечения пациентов дугowymi протезами на замковых креплениях // *Дисс. канд. мед. н.* – Тверь, 2004. – 60 с.
5. Чуйко А.Н., Шинчуковский И.А. Биомеханика в стоматологии. – Харьков: Изд-во «Форт», 2010. – 468 с.
6. Archangelo C.M., Rocha E.P., Pereira J.A., Martin J.M., Anchieta R.B., Freitas J.A.C. Periodontal ligament influence on the stress distribution in a removable partial denture supported by implant: a finite element analysis // *J. Appl Oral Sci.* – 2012. – **20**, N 3. – P. 362 – 370.
7. Bohnenkamp D.M. Removable partial dentures: clinical concepts // *Dent Clin North Am.* – 2014. – **58**. – P. 69 – 89.
8. Bosshart M. Funktion und Astetik – Gerbers Philosophie im neuen Jahrtausend. – Berlin: Quintessenz Verlag-GmbH, 2014. – 264 p.
9. Campbell S.D., Craddock H., Hyde T.P., Nattress B., Pavitt S.H., Seymour D.W. Removable partial dentures: The clinical need for innovation // *The J. of Prosthetic Dentistry.* – 2017. – **118**, N 3. – P. 273 – 280.
10. Chester W.D., Watson A.J. Future needs for fixed and removable partial dentures in the United States // *The J. of Prosthetic Dentistry.* – 2002. – **87**, N 1. P. 9 – 14.
11. Chou T.M., Caputo A.A., Moore D.J., Xiao B. Photoelastic analysis and comparison of force-transmission characteristics of intracoronal attachments with clasp distal-extension removable partial dentures // *The J. of Prosthetic Dentistry.* – 1989. – **62**. – P. 313 – 322.
12. Davenport J.C., Basker R.M., Heath J.R., Ralph J.P., Glantz P.-O. A system of design // *British Dental J.* – 2000. – **189**, N 11. – P. 586 – 590.
13. Grigorenko A.Ya., Los' V.V., Malanchuk V.A., Tormakhov N.N. Stress State of a Threaded Joint in a Dental Implant-Bone System // *Int. Appl. Mech.* – 2020. – **56**, N 1. – P. 33 – 39.
14. Grygorenko O.Ya., Malanchuk V.A., Sorochenko G.V., Rushchitsky J.J. Application of the Inhomogeneous Elasticity Theory to the Description of the Mechanical State of a Single-Rooted Tooth // *Int. Appl. Mech.* – 2021. – **57**, N 3. – P. 249 – 262.
15. Hakkoum M.A. New Clasp Assembly for Distal Extension Removable Partial Dentures: The Reverse RPA Clasp. // *J Prosthodont.* – 2016. – **25**, N 5. – P. 411 – 414.
16. Natali A.N. Dental Biomechanics. – London and New York: Taylor and Francis, 2003. – 264 p.

Надійшла 01.04.2021

Затверджена до друку 09.12.2021