

УДК 616.314–08–034

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ВИНТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ В СИСТЕМЕ «ДЕНТАЛЬНЫЙ ИМПЛАНТАТ – АБАТМЕНТ» РУБНИКОВИЧ С.П.^{1,2}, ПРЯЛКИН С.В.², БУСЬКО В.Н.³

¹ *Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Республика Беларусь*² *Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Республика Беларусь*³ *Институт прикладной физики Национальной Академии Наук, Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Разработано и изготовлено устройство для исследования качества винтового соединения системы «дентальный имплантат – абатмент» при циклических нагружениях, имитирующих функциональные нагрузки в полости рта. Приоритетным аспектом является исследование силовых нагрузок, направленных под углом к длинной оси дентального имплантата, как при боковых движениях нижней челюсти во время жевания. Изготовлена экспериментальная модель, состоящая из носителя с четырьмя дентальными имплантатами и изготовленной на них супраконструкции с отверстиями для доступа к шахтам винтов абатментов с целью проведения исследований.

Ключевые слова: прочность винтового соединения, дентальный имплантат, циклические нагружения

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DEVICE FOR DETERMINING THE QUALITY OF THE SCREW CONNECTION IN THE «DENTAL IMPLANT – ABUTMENT» SYSTEM

SERGEY P. RUBNIKOVICH^{1,2}, SERGEY V. PRYALKIN², VALERIY N. BUSKO³¹ *Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus*² *Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education, Minsk, Belarus*³ *Institute of Applied Physics of National Academy of Sciences, Minsk, Belarus*

Abstract. A device was developed and manufactured to study the quality of the screw connection of the "dental implant – abutment" system under cyclic loads that simulate functional loads in the oral cavity. A priority aspect is the study of force loads directed at an angle to the long axis of the dental implant, as in the case of lateral movements of the lower jaw during chewing. An experimental model consisting of a carrier with four dental implants and a supraconstruction made on them with holes for access to the shafts of the abutment screws for the purpose of conducting research was made.

Keywords: screw joint strength, dental implant, cyclic loads

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Введение

Наиболее часто в практической стоматологии применяются двухкомпонентные системы дентальных имплантатов. Разборные дентальные имплантаты имеют в своём составе внутрикостную часть (дентальный имплантат) и на костную представленную абатментами различных модификаций. У неразборных дентальных имплантатов внутрикостная часть и абатмент соединены монолитно. Соединение разборного дентального имплантата и абатмента бывает двух типов – плоскостное и коническое [1–6]. Как в цилиндрическом типе соединения, так и в коническом абатмент к дентальному имплантату фиксируется при помощи винта. В данном типе соединения винт зажимается с заданным усилием до 40 Н/см под контролем динамометрического ключа. При функционировании ортопедических конструкций с опорой на дентальные имплантаты в полости рта винтовое соединение дентального имплантата и абатмента ослабляется. Исторически ранее появилось цилиндрическое (плоскостное) соединение. Данный тип соединения представлен наружным и внутренним шестигранником. Коническое соединение разрабатывалось несколько позднее и является более современным соединением, нежели цилиндрическое [7–11].

Цель работы

Разработка и изготовление специального устройства для исследования качества винтового соединения системы «дентальный имплантат – абатмент» при циклических нагрузках, имитирующих функциональные нагрузки в полости рта.

Методика проведения эксперимента

Для обеспечения указанных требований и условий испытания системы «дентальный имплантат – абатмент» на прочность винтового соединения были разработаны и изготовлены специальные

носители, с укрепленными в них дентальными имплантатами в количестве 4-х штук. К дентальным имплантатам фиксировались абатменты посредством винтового соединения. На абатменты были изготовлены ортопедические конструкции из стали овальной формы для циклических нагрузений подшипником качения.

Для соблюдения необходимого угла воздействия нагрузки на носитель с имплантатами был изготовлен носитель в виде восьми- и шестнадцатигранника. Нагружение проводили под углом $\alpha_1 = 45^\circ$ и $\alpha_2 = 22,5^\circ$ к создаваемому усилию соответственно. При изменении количества циклов нагружения N с помощью динамометрического ключа измерялся момент зажатия фиксирующих винтов абатментов ортопедической конструкции. Пример конструкции носителя в форме восьмигранника и ортопедической конструкции овальной формы, а также направление действия нагрузки P на носитель представлены в двух проекциях на рисунке. Носитель в виде восьмигранника изготовлен из стали длиной 120 мм и высотой каждой грани 30 мм, на одной из граней которого формировались ложа для фиксации дентальных имплантатов на которые впоследствии устанавливалась ортопедическая конструкция размером 25 x 10 x 12 мм из кобальт-хромовой стали. Форма поверхности обоймы с образцами, на которую воздействует под углом нагрузка P , имеет вид овала.

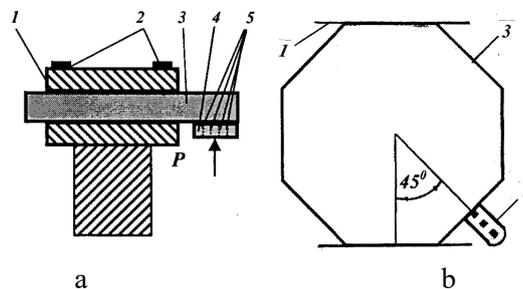


Рис. Фиксатор и обойма с образцами в узле защемления установки для исследования усталостной прочности: 1 – узел защемления, 2 – болты крепления, 3 – носитель, 4, 5 – ортопедическая конструкция овальной формы, P – направление действия нагрузки (силовозбудитель): а – схема крепления носителя и ортопедической конструкции; б – восьмигранный носитель и ортопедическая конструкция

Fig. Retainer and clip with samples in the pinching unit of the installation for fatigue strength research: 1 – pinching unit, 2 – mounting bolts, 3 – carrier, 4, 5 – oval orthopedic structure, P – direction of load action (power exciter): а – mounting scheme of the carrier and orthopedic structure; б – octahedral carrier and orthopedic structure

Дентальные имплантаты размером 3,75*11,5 фиксировались в носителе в специально сформированном ложе посредством композиционного фиксирующего материала химического отверждения. На зафиксированные дентальные имплантаты подбирались абатменты с высотой шейки 1 мм и изготавливалась ортопедическая конструкция из кобальт-хромовой стали овальной формы. Усилие зажатия фиксирующих винтов контролировалось с помощью динамометрического ключа типа МТ-R1040 (в Н/см) с точно заданным крутящим моментом затяжки M . Исследование прочности соединения в системе «дентальный имплантат-абатмент» проводили на малогабаритной лабораторной установке, разработанной и изготовленной в ИПФ НАН Беларуси и предназначенной для механических испытаний плоских образцов из ферромагнитных материалов. Принцип работы установки основан на циклических нагружениях свободного конца консольно-защемленного образца специальным силовым элементом в виде подшипника качения. Для исследования прочности винтового соединения в системе «дентальный имплантат-абатмент» усталости узел защемления установки был модифицирован.

Результаты и их обсуждение

В результате нагружения силовозбудителем незащемленного конца носителя 3 и ортопедической конструкции 4 при постоянной амплитуде напряжений σ , равной ориентировочно 120 МПа, с ростом N происходит накопление усталостной повреждаемости, приводящее к снижению прочност-

ных характеристик в системе «дентальный имплантат-абатмент» и ослаблению крепления абатментов ортопедической конструкции 4. Выбранное значение создаваемых напряжений в системе «дентальный имплантат - абатмент» рассчитывалось по прогибу конца фиксатора, измеренного с помощью индикатора перемещения часового типа или с помощью электронного штангенциркуля. Характеризующий момент M затяжки фиксирующих винтов абатментов, или усилие, а также количество циклов нагружения N , являются количественными мерами ослабления винтовой фиксации в системе «дентальный имплантат-абатмент» имеющейся ортопедической конструкции 4.

Заключение

Испытания показали эффективность предложенного устройства и методики исследования качества винтового соединения системы «дентальный имплантат-абатмент» на усталость при изменении ориентации и угла направления нагрузки, степени затягивания фиксирующих винтов абатментов и количества циклов нагружения.

Данная методика позволяет проводить качественную оценку винтовых соединений в системе «дентальный имплантат - абатмент». Циклические нагружения опытных образцов позволяют моделировать реальные условия функционирования ортопедической конструкции в полости рта при боковых нагрузках. На предварительных испытаниях устройства показана высокая информативность метода исследования качества винтового соединения в системе «дентальный имплантат-абатмент» при циклических нагружениях.

Список литературы

1. Рубникович С.П., Корзун О.К., Денисова Ю.Л., Андреева В.А., Корзун А.А. Анализ распространенности стоматологических заболеваний, требующих ортопедического лечения, среди взрослого населения г. Гродно. *Стоматолог.* 2018; №3 (30):20–30.
2. Дедова Л.Н., Рубникович С.П., Денисова Ю.Л., Кандрукевич О.В., Соломевич А.С., Росеник Н.И. Распространенность стоматологических заболеваний в Республике Беларусь. *Стоматология. Эстетика. Инновации.* 2017; №2:193–202.
3. Базылев Н.Б., Рубникович С.П. Исследование напряженно-деформационного состояния металлокерамических зубных протезов с помощью цифрового лазерного спекл-фотографического анализа. *Инженерно-физический журнал.* 2009; №82(4):789–793.
4. Рубникович С.П., Денисова Ю.Л., Прялкин С.В. Evaluation of microcirculation of peri-implant tissues with fixed prosthetics based on dental implants. *Стоматолог.* 2019; №1(32):77–82.
5. Рубникович С.П., Прялкин С.В. Использование мезоструктур при изготовлении зубных протезов с опорой на дентальные имплантаты. *Стоматолог.* 2016; №2(21):62–63.
6. Рубникович С.П., Фисюнов А.Д., Бусько В.Н. Методика усталостных испытаний композитно-армированных культевых штифтовых вкладок с разным количеством армирующих элементов. *Стоматолог.* 2017; № 2(25):14–18.
7. Рубникович С.П., Денисова Ю.Л., Шишов В.Г., Раптунович Ю.А. Особенности дентальной имплантации в междисциплинарном взаимодействии при адентии боковых резцов верхней челюсти. *Стоматолог.* 2018; №1(28):25–31.
8. Рубникович С.П., Хомич И.С., Минченя В.Т. Использование низкочастотного ультразвука в дентальной имплантации (экспериментальное исследование). *Стоматолог.* 2015; № 4 (19):21–24.
9. Рубникович С.П., Хомич И.С., Владимирская Т.Э. Экспериментальное обоснование применения метода дентальной имплантации с использованием низкочастотного ультразвука у пациентов с частичной вторичной адентией. *Проблемы здоровья и экологии.* 2015; № 4:75–80.
10. Хомич И.С., Рубникович С.П. Лечение пациентов с частичной вторичной адентией методом дентальной имплантации с применением низкочастотного ультразвука. *Стоматолог.* 2015; №4(19):25–29.
11. Рубникович С.П. Протезирование зубов со сниженной высотой коронковой части. *Современная стоматология.* 2002; № 1:37.

References

1. Rubnikovich S.P., Korzun O.K., Denisova Yu.L., Andreeva V.A., Korzun A.A. [Analysis of the prevalence of dental diseases requiring orthopedic treatment among the adult population of Grodno]. *Stomatolog=Stomatologist.* 2018; №3 (30):20–30. (In Russ.)

2. Dedova L.N., Rubnikovich S.P., Denisova Yu.L., Kandrukevich O.V., Solomevich A.S., Rosenik N.I. Prevalence of dental diseases in the Republic of Belarus. *Stomatologiya. Estetika. Innovatsii=Dentistry. Aesthetics. Innovations*. 2017; №2:193–202. (In Russ.)
3. Bazylev N.B., Rubnikovich S.P. Investigation of the stress-strain state of metal-ceramic dental prostheses by means of digital laser speckle photographic analysis. *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal=Engineering and physical journal*. 2009; №82(4):789–793. (In Russ.)
4. Rubnikovich S.P., Denisova Yu.L., Pryalkin S.V. Evaluation of microcirculation of peri-implant tissues with fixed prosthetics based on dental implants. *Stomatolog=Stomatologist*. 2019; №1(32):77–82.
5. Rubnikovich S.P., Pryalkin S.V. The use of mesostructures in the manufacture of dental prostheses based on dental implants. *Stomatolog=Stomatologist*. 2016; №2(21):62–63. (In Russ.)
6. Rubnikovich S.P., Fisyunov A.D., Bus'ko V.N. Method of fatigue testing of composite-reinforced stump pin tabs with different number of reinforcing elements. *Stomatolog=Stomatologist*. 2017; № 2(25):14–18. (In Russ.)
7. Rubnikovich S.P., Denisova Yu.L., Shishov V.G., Raptunovich Yu.A. Peculiarities of dental implantation in interdisciplinary collaboration in edentulous upper lateral incisors. *Stomatolog=Stomatologist*. 2018; №1(28):25–31. (In Russ.)
8. Rubnikovich S.P., Khomich I.S., Minchenya V.T. Use of low-frequency ultrasound in dental implantation (experimental study). *Stomatolog=Stomatologist*. 2015; № 4 (19):21–24. (In Russ.)
9. Rubnikovich S.P., Khomich I.S., Vladimirskaya T.E. Experimental substantiation of the use of the method of dental implantation using low-frequency ultrasound in patients with partial secondary adentia. *Problemy zdorov'ya i ekologii=Health and environmental issues*. 2015; № 4:75–80. (In Russ.)
10. Khomich I.S., Rubnikovich S.P. Treatment of patients with partial adentia method of dental implantation with the use of low frequency ultrasound. *Stomatolog=Stomatologist*. 2015; № 4 (19):25–29. (In Russ.)
11. Rubnikovich S.P. Prosthetics of teeth with a reduced height of the crown part. *Sovremennaya stomatologiya=Modern dentistry*. 2002; № 1:37. (In Russ.)

Вклад авторов

Рубникович С.П. – 40%, Прялкин С.В. – 40%, Бусько В.Н. – 20%.

Authors contribution

Rubnikovich S.P. – 40%, Pryalkin S.V. – 40%, Bus'ko V.N. – 20%.

Сведения об авторах

Рубникович С.П., доктор медицинских наук, профессор, ректор учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», заведующий кафедрой ортопедической стоматологии и ортодонтии с курсом детской стоматологии государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последиplomного образования».

Прялкин С.В., старший преподаватель кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии с курсом детской стоматологии, Белорусская медицинская академия последиplomного образования.

Бусько В.Н., ведущий научный сотрудник, Государственное научное учреждение «Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси».

Адрес для корреспонденции

220030, Республика Беларусь, Минск, переулок Казарменный 3, Белорусская медицинская академия последиplomного образования
+375296372156; e-mail: rubnikovichs@mail.ru

Information about the authors

Rubnikovich S.P., Doctor of Medical Sciences, Professor, Rector of The Educational Institution "Belarusian State Medical University", Head of The Department of Prosthodontics and Orthodontics with Course of Pediatric Dentistry of The State Educational Institution Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education.

Pryalkin S.V., Senior Lecturer of The Department of Prosthodontics and Orthodontics with Course of Pediatric Dentistry, Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education.

Busko V. N., Leading Researcher, State Scientific Institution «Institute of Applied Physics of The National Academy of Sciences of Belarus».

Address for correspondence

220030, Republic of Belarus,
Minsk, Kazarmenny alley 3,
Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education
+375296372156; e-mail: rubnikovichs@mail.ru