

УДК 616.314 – 08 – 034

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВИНТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ В СИСТЕМЕ «ДЕНТАЛЬНЫЙ ИМПЛАНТАТ-АБАТМЕНТ» ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЯХ**С.П. РУБНИКОВИЧ<sup>1</sup>, С.В. ПРЯЛКИН<sup>1</sup>, В.Н. БУСЬКО<sup>2</sup><sup>1</sup>Белорусская медицинская академия последипломного образования<sup>2</sup>Институт прикладной физики Национальной Академии Наук

**Аннотация.** Целью исследования являлась разработка и изготовление устройства для исследования качества винтового соединения системы «дентальный имплантат – абатмент» при циклических нагрузениях, 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.

В результате исследования была 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:* дентальный имплантат, циклические нагрузки, прочность винтового соединения

**Abstract.** The aim of the study was to develop and manufacture a device for studying the quality of the screw connection of the dental implant-abutment system under cyclic loading, simulating functional loads in the oral cavity. The priority aspect is the study of power loads directed at an angle to the long axis of the dental implant, as during lateral movements of the mandible during chewing.

As a result of the study, an experimental model was made, consisting of a carrier with four dental implants and a superstructure constructed on them with openings for access to the shafts of abutment screws for the purpose of conducting research

*Key words:* dental implant, cyclic loads, screw joint strength

**Введение**

Дентальные внутрикостные имплантаты, применяемые в стоматологии, по конструкции разделяются на две больших группы: неразборные (монолитные, однокомпонентные) и разборные (двухкомпонентные). 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]. 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 было разрабатывалось несколько позднее и является более современным соединением, нежели цилиндрическое.

**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.

**Объекты и методы исследования**

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  $\alpha_1 = 45^0$  и  $\alpha_2 = 22,5^0$  к создаваемому усилию соответственно. При изменении количества циклов нагружения  $N$  с помощью динамометрического ключа измерялся момент зажатия фиксирующего

щих 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 рис. 1а, б. 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.

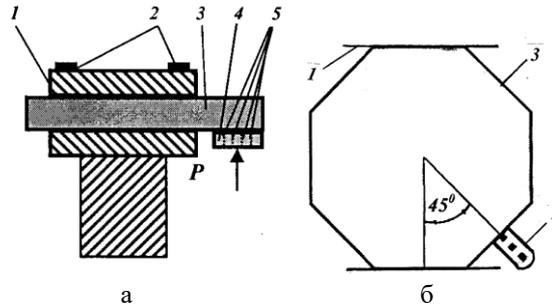


Рисунок 1. Фиксатор и обойма с образцами в узле защемления установки для исследования усталостной прочности: 1 - узел защемления, 2 - болты крепления, 3 - носитель, 4, 5 – ортопедическая конструкция овальной формы,  $P$  - направление действия нагрузки (силовозбудитель): а – схема крепления носителя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

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 [3], 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 исследования и их обсуждение

В результате нагружения силовозбудителем незащемленного конца носителя 3 и ортопедической конструкции 4 при постоянной амплитуде напряжений  $\sigma$ , равной ориентировочно 120 МПа, с ростом  $N$  происходит накопление усталостной повреждаемости, приводящее к снижению прочностных 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 нагрузениях.

#### Литература

1. Рубникович, С.П., Прялкин С.В. Использование мезоструктур при изготовлении зубных протезов с опорой на дентальные имплантаты, журнал Стоматолог. Минск – 2016 – №2(21). – с. 62–63
2. Лахтин, Ю.М., Леонтьева Н.М. Материаловедение Учебн. для ВУЗов. М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
3. Бусько, В.Н. Лабораторная установка для исследования усталостной повреждаемости плоских ферромагнитных образцов//Приборы и техника эксперимента. – 2011. –№ 1. – С. 165–167.

УДК: 616.314.2-07

### МЕТОД ЦИФРОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ОККЛЮЗИИ ЗУБОВ У СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ

С.П. РУБНИКОВИЧ, А.И. МАЙЗЕТ, И.Н. БАРАДИНА

*Белорусская медицинская академия последипломного образования*

**Аннотация.** Целью исследования является оценка диагностической эффективности инновационного метода цифровой диагностики окклюзии зубов у стоматологических пациентов. На основании анализа результатов, полученных методом цифровой диагностики, установлено, что разработанный метод позволяет более эффективно проводить анализ окклюзионных взаимоотношений зубов, чем традиционный метод диагностики. Метод цифровой диагностики обладает высоким уровнем чувствительности (90,3%) и специфичности (81%), значительной прогностической силой и диагностической надежностью. При этом вероятность выявления нарушений окклюзии зубов с использованием метода цифровой диагностики в 4,67 раз выше, чем традиционного метода диагностики окклюзии зубов. В соответствии с экспертной шкалой значений AUC качество диагностической модели оценивается как хорошее.

**Ключевые слова:** болезни пародонта, частичная вторичная адентия, T-scan, индексные показатели, чувствительность, специфичность.

**Abstract.** The aim of the study is to assess the diagnostic effectiveness of an innovative method of dental occlusion digital diagnosis in stomatological patients. Based on the analysis of the results obtained by the digital diagnostics method, it has been established that the developed method makes it possible to provide more effectively analyses of the occlusal interrelations if comparing with the traditional diagnostic method. The digital diagnostic method has a high level of sensitivity (90.3%) and specificity (81%), significant predictive power and diagnostic reliability. At the same time, the probability of detecting violations of dental occlusion using the digital diagnostic method is 4.67 times higher when comparing with the traditional method of dental occlusion diagnosing. In accordance with the expert scale of AUC values, the quality of the diagnostic model is assessed as good.

**Key words:** periodontal diseases, partial teeth loss, T-scan, index indicators, sensitivity, specificity.

#### Введение

Распространенность болезней пародонта, по данным исследователей, составляет 95%, а частичное отсутствие зубов определили у 81,3% пациентов Республики Беларусь возраст которых составил 35-44 года [1]. Одной из причин развития болезней пародонта является окклюзионная травма [2]. Проблема выявления преждевременных и чрезмерных контактов остается актуальной из-за возможных осложнений в зубочелюстной системе вследствие неправильных окклюзионных взаимоотношений зубов. Своевременно не устранённая травматическая окклюзия приводит к травме пульпы зуба и дефектам твердых тканей зубов (клиновидные дефекты, абфракции, окклюзионная и апроксимальная стираемость и т.д.) в ближайшие и отдаленные сроки после протезирования пациентов с частичной вторичной адентией [3]. Применение стандартных методик определения окклюзионных контактов, таких как: сочетанное использование диагностических моделей и артикулятора, регистрация и анализ окклюзионных контактов на рабочих окклюдодиграмах и