

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ КОНСТРУКЦИОННЫХ СПЛАВОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ НЕСЪЕМНОМ ПРОТЕЗИРОВАНИИ НА ДЕНТАЛЬНЫХ ИМПЛАНТАТАХ

А.И. Головки, О.С. Фролова

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

(ректор – д.м.н., проф. Рубникович С.П.),

г. Минск, Республика Беларусь

*ortopedstom@bsmu.by*

**Резюме.** В настоящее время на рынке доступно множество различных типов сплавов, которые можно использовать для изготовления ортопедических несъемных конструкций. С развитием технологий, кроме традиционных методов протезирования, все более актуальным становится протезирование на дентальных имплантатах, а это диктует особые требования к выбору конструкционного материала, поскольку имеется постоянный контакт ортопедической конструкции с титановыми сплавами дентальных имплантатов. Общим условием для всех материалов является их постоянное присутствие в полости рта в течение длительного времени и, как следствие, они оказывают постоянное влияние на полость рта и организм человека в целом. Поэтому знания о биосовместимости стоматологических конструкционных сплавов при протезировании на имплантатах имеют большое значение и нуждаются в изучении.

**Ключевые слова:** сплавы металлов, несъемное протезирование, дентальные имплантаты, электрохимическая совместимость.

## ELECTROCHEMICAL COMPATIBILITY OF METAL ALLOYS USED FOR NON-REMOVABLE PROSTHETICS ON DENTAL IMPLANTS

A.I. Golovko, O.S. Frolova

Belarusian State Medical University

(Rector - Doctor of Medical Sciences, Prof. Rubnikovich S.P.)

Minsk, Republic of Belarus

**Summary.** Currently, on the market there are many different types of alloys that can be used to make orthopedic fixed structures. With the development of technologies, in addition to traditional methods of prosthetics, prosthetics on dental implants is becoming increasingly important, and this dictates special requirements for the choice of structural material, as there is a constant contact of orthopedic construction with titanium alloys of dental implants. The general condition for all materials is their constant presence in the oral cavity for a long time, and, as a result, they have a constant effect on the oral cavity and the human body as a whole. Therefore, knowledge of the biocompatibility of dental alloys is of great importance.

**Key words:** metal alloys, fixed prosthetics, dental implants, electrochemical compatibility

**Введение.** В настоящее время на рынке доступно множество различных типов сплавов, которые можно использовать для изготовления ортопедических несъемных конструкций. С развитием технологий, кроме традиционных методов протезирования, все более актуальным становится протезирование на дентальных имплантатах, а это диктует особые требования к выбору конструкционного материала, поскольку имеется постоянный

контакт ортопедической конструкции с титановыми сплавами дентальных имплантатов. Общим условием для всех материалов является их постоянное присутствие в полости рта в течение длительного времени и, как следствие, они оказывают постоянное влияние на полость рта и организм человека в целом. Поэтому знания о биосовместимости стоматологических конструкционных сплавов при протезировании на имплантатах

имеют большое значение и нуждаются в изучении. Использование титановых сплавов в современной стоматологии связана с тем, что между поверхностью титанового имплантата и окружающими тканями формируется весьма прочная связь, подтвержденная множеством гистологических исследований. Исходя из этого, пара титана-кость может успешно выдерживать компрессию, создаваемую в полости рта. Поскольку титан не является благородным металлом, его поверхность покрыта оксидной пленкой, которая образуется при контакте с воздухом или водой и химически состоит из оксидов титана различной валентности. В то же время, стоматологические сплавы, применяемые для изготовления ортопедических конструкций, обычно содержат как минимум 4 металла, а часто 6 и более. Таким образом, стоматологические сплавы сложны в металлургическом отношении. Более того, в принципе, для изготовления стоматологических сплавов могут быть использованы 25 элементов периодической таблицы элементов, что, вероятно, представляет собой вполне реальную перспективу ближайшего будущего. Однако уже сейчас сложность и разнообразие стоматологических сплавов затрудняет понимание их биосовместимости,

поскольку любой элемент в сплаве может высвободиться и влиять на организм.

**Цель исследования.** Изучение электрохимической совместимости конструкционных сплавов, применяемых при несъемном протезировании на дентальных имплантатах

**Материалы и методы.** В рамках комплексного изучения явлений электрохимической активности сплавов металлов конструкционных материалов и титановых сплавов, применяемых при имплантации, на базе кафедры физической химии, химического факультета Белорусского государственного университета, нами проведен эксперимент по определению электрохимической активности между титаном и наиболее распространенными сплавами металлов в растворе искусственной слюны.

Для проведения экспериментального исследования по изучению величины напряжения, возникающих между контактными парами стоматологических сплавов использовали образцы стоматологических сплавов (табл. 1) в основном в виде пластин круглой формы диаметром около 20-30 мм и толщиной около 2 мм, и пластины золотоплатинового сплава (Au-Pt) размером 1x1x0,7 мм.

Таблица 1 - Состав стоматологических сплавов

Сплав металла	Состав
Титан	Ti 100%
Никель-хромовый сплав (обработанный пескоструйным аппаратом после литья)	Основа-Ni, Cr(22-25%), Mo(10%), Si(1.0%); остальное V, C, редкоземельные элементы
Никель-хромовый сплав (необработанный пескоструйным аппаратом после литья)	Основа-Ni, Cr(22-25%), Mo(10%), Si(1.0%); остальное V, C, редкоземельные элементы
Кобальто-хромовый сплав (обработанный пескоструйным аппаратом после литья)	Основа-Co, Cr(22-25%), Mo(10%), Si(1.0%); остальное V, C, редкоземельные элементы
Кобальто-хромовый сплав (необработанный пескоструйным аппаратом после литья)	Основа-Co, Cr(22-25%), Mo(10%), Si(1.0%); остальное V, C, редкоземельные элементы
Золотосодержащий сплав производства РФ	Au(87%), Pt(10.6%), Zn(1.5%); остальное In, Mn, Ta, Rh
Золотосодержащий сплав производства Германия	Au(95%), Pt(3,5%), Zn(1.5%); остальное In, Mn, Ta, Rh

Соотношение между массой материала и объемом контактирующей модельной среды (25 мг/мл) выбиралось, исходя из максимального расхода сплава для изготовления зубных протезов (25 г) и среднесуточного объема слюны (1000 мл).

Измерение величины напряжения проводили дважды, для каждой пары. Первое – сразу после погружения в раствор, и второе – через 30 минут. Процесс экспозиции в модельном растворе проводили при комнатной температуре (25° С) на высокоомном вольтметре с погрешностью ± 0,002 В.

Далее, напряжение в растворе вычисляли по формуле:

$U = (I+p) [q>, + q>K + U+a)IR]$ , где:  
 $q$  - количество электричества, теоретически рассчитанное (по закону Фарадея);

$q$ , - количество электричества практически расходуемые на единицу продукта:

$p$  – коэффициент, учитывающий потери на контактах покрываемых деталей:

$a$  - коэффициент, учитывающий потери напряжения в ванне за счет газонаполнения;

$I$  - сила тока в ванне.

$R$  - сопротивление электролита. Ом.

### Результаты и их обсуждение

После проведенных измерений были получены результаты, представленные в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты измерений

Контактная пара	Значение U в момент погружения (мВ)	Значение U при экспозиции 30 минут (мВ)
Титан/Никель–хромовый сплав (обработанный пескоструйным аппаратом после литья)	420	270
Титан/Никель-хромовый сплав (необработанный пескоструйным аппаратом после литья)	560	112
Титан/Кобальто- хромовый сплав (обработанный пескоструйным аппаратом после литья)	180	77
Титан/Кобальто- хромовый сплав (необработанный пескоструйным аппаратом после литья)	300	133
Титан/Золотосодержащий сплав производства РФ	95	12
Титан/Золотосодержащий сплав производства Германия	85	18

Исходя из данных таблицы, становится очевидным, что в момент погружения наиболее высокое напряжение было зафиксировано в паре пара титан/никель-хромовый сплав (не обработанный пескоструйным аппаратом после литья) – 560 мВ. На втором месте была пара титан/никель-хромовый сплав (обработанный пескоструйным аппаратом после литья) – 420 мВ, а на третьем титан/кобальто-хромовый сплав (необработанный пескоструйным аппаратом после литья) – 300 мВ. Минимальным сразу после погружения было напряжение в паре титан/золотосодержащий сплав (производства Германии) – 85 мВ. Практически такое же напряжение было

зафиксировано в паре титан/золотосодержащий сплав (производства РФ). Повторные измерения 30 мин. экспозиции в растворе не привели к существенным изменениям картины – хотя фиксируемое напряжение во всех парах значительно снизилось, но по-прежнему лидировали пары титан/никель-хромовый сплав (как необработанный, так и обработанный) и титан/кобальто-хромовый сплав (необработанный пескоструйным аппаратом после литья). Наименьшее напряжение также было зарегистрировано в парах титан/золотосодержащий сплав, но на этот раз оно было минимальным в сплаве производства РФ – всего 12 мВ.

Между тем, по данным литературы,

клинически ощутимым является значение в 27 мВ, что ставит под сомнение, исходя из полученных данных, пригодность практически всех тестируемых пар, за исключением таковых, включающих золотосодержащий сплав. Однако в ряде исследований было показано, что биодегенеративные процессы протекают в контактных парах при напряжении уже в 4-5 мВ, что также может инициировать явление непереносимости.

### **Выводы:**

1. Экспозиция в модельном растворе (слюна) стоматологических сплавов

приводит к смещению их электродных потенциалов в положительную область (анодная поляризация) при увеличении времени выдержки, что свидетельствует о формировании на поверхности сплавов адсорбционных и фазовых защитных слоев.

2. При контакте конструкционных стоматологических сплавов с титаном развивается разная электродвижущая сила контактных пар.

3. Как следствие, остается открытым вопрос влияния сплавов металлов и возникающего электрохимического напряжения на организм человека.

### **Литература**

1. Величко Л.С., Яциковский Н.В. *Непереносимость металлических протезов электрогальванической природы: учеб.-метод. пособие. Минск: БГМУ; 2010:23 с.*

2. Зубкова, Я.Ю. *Зависимость коррозии стоматологических сплавов от их физико-механических свойств в имплантологии. [дисс... канд. мед. наук]. М.; 2007:118 с.*

3. Наумович С.А., Головки А.И., Храменков С.И., Фролова О.С. *Влияние металлических сплавов, применяемых при несъемном протезировании, и в протезах, фиксируемых на имплантатах / // Современная стоматология. 2018;4:17-19.*

4. Олесова, В.Н. *Электрохимическая совместимость сплавов при ортопедическом лечении с использованием дентальных имплантатов. Российский вестник дентальной имплантологии. 2004;2:12-16.*