

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 615.46.03:616.31

Парунов В.А.<sup>1</sup>, Карева М.А.<sup>2</sup>, Тыкочинский Д.С.<sup>2</sup>, Лебеденко И.Ю.<sup>1</sup>

## РАЗРАБОТКА НОВОГО МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКОГО СПЛАВА НА ОСНОВЕ ПАЛЛАДИЯ В РАМКАХ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

<sup>1</sup>ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 119991, г. Москва, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, Россия

*В статье показано создание нового российского сплава на основе палладия для металлокерамических зубных протезов «ПАЛЛАДЕНТ УНИ» путем комплексного анализа влияния легирующих элементов на фазовую структуру палладиевых сплавов, на физико-механические свойства и коэффициент термического линейного расширения.*

**Ключевые слова:** стоматологические благородные сплавы; палладиевые сплавы; металлокерамические зубные протезы; фазовая структура сплавов.

**Для цитирования:** Парунов В.А., Карева М.А., Тыкочинский Д.С., Лебеденко И.Ю. Разработка нового металлокерамического сплава на основе палладия в рамках практической реализации концепции развития отечественного стоматологического материаловедения. Российский стоматологический журнал. 2017; 21 (3): 126-128. DOI 10.18821/1728-2802.2017.21(3).126-128

*Parunov V.A.<sup>1</sup>, Kareva M.A.<sup>2</sup>, Tykochinskiy S.D.<sup>2</sup>, Lebedenko I.Yu.<sup>1</sup>*

THE DEVELOPMENT OF A NEW METAL ALLOY BASED ON PALLADIUM WITHIN THE FRAMEWORK OF PRACTICAL IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF DEVELOPMENT OF THE DOMESTIC DENTAL MATERIALS SCIENCE

<sup>1</sup>"Central research Institute of dentistry and maxillofacial surgery" Ministry of health of Russia, 119991, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>"M.V. Lomonosov Moscow state University", Moscow, 119991, Russia

*The article shows the creation of a new Russian base alloy of palladium for metal-ceramic dental prostheses "Palladini UNI" piteam comprehensive analysis of the influence of alloying elements on the phase structure of the palladium alloys, physical and mechanical properties and coefficient of thermal linear expansion.*

**Key words:** dental noble alloys; palladium alloys; metal-ceramic dentures; phase structure of the alloys.

**For citation:** Parunov V.A., Kareva M.A., Tykochinskiy S.D., Lebedenko I.Yu. The development of a new metal alloy based on palladium within the framework of practical implementation of the concept of development of the domestic dental materials science. Rossiyskiy stomatologicheskij zhurnal. 2017; 21 (3): 126-128. DOI 10.18821/1728-2802.2017.21(3).126-128.

**For correspondence:** Parunov Vitaliy Anatol'evich, cand. med. Sci., senior research. researcher, laboratory of development and physico-chemical testing of dental materials and maxillofacial surgery, E-mail: vparunov@mail.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgments.** The study had no sponsorship.

Received 27.11.16

Accepted 29.01.17

В 3-й части статьи «Стратегия развития отечественного стоматологического материаловедения в области сплавов благородных металлов» автор проанализировал составы и значения коэффициентов термического линейного расширения 93 зарубежных и 2 российских сплавов на основе палладия для металлокерамических зубных протезов. Показаны результаты исследований структуры отечественных палладиевых сплавов с использованием микроскопического и микрорентгеноспектрального анализов [1].

Установлено, что составы отечественных сплавов на основе палладия не попадают в найденный оптимальный диапазон. Серьезный недостаток от-

ечественных стоматологических сплавов на основе палладия – наличие двухфазной структуры, которое может приводить к избыточным значениям прочности и твердости и недостаточной пластичности, что в свою очередь обуславливает недостаточную технологичность на этапах изготовления каркасов металлокерамических протезов [1]. Двухфазные сплавы не обладают такой же коррозионной стойкостью, как однофазные сплавы, так как возникает разница потенциалов между участками с разной фазовой структурой. Кроме того, потенциально возможно уменьшение прочности и разрушение металлокерамического соединения зубных протезов из-за неоднородности металлической поверхности [2].

Цель работы – создание рецептуры модифицированного однофазового сплава палладия для металлокерамических зубных протезов с оптимальным содержанием основных элементов, с КТЛР  $13,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  до  $14,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

**Для корреспонденции:** Парунов Виталий Анатольевич, канд. мед. наук, старший науч. сотрудник лаборатории разработки и физико-химических испытаний стоматологических материалов ЦНИИС И ЧЛХ, E-mail: vparunov@mail.ru

Таблица 1. Составы опытных палладиевых сплавов

Сплав	Содержание элементов, % по массе			
	Pd	Au	Cu	Sn
Палладент	60	10	15	15
1	50,9	23,4	21,7	4,0
2	68,1	7,8	13,8	10,3
3	64,0	7,8	11,8	16,4

Таблица 2. Свойства исследованных сплавов

Сплав	КТЛР, $\cdot 10^{-6} K^{-1}$	Предел текуче- сти, $\sigma_{0,2}$ , МПа	Относи- тельное удлине- ние, %	Твер- дость, HV <sup>5</sup>	Темпера- тура плавления, $^{\circ}C$ солидус
Палладент	14,1	645	2	350	1105
1	14,0 $\pm$ 0,12	320 $\pm$ 4,03	12 $\pm$ 0,52	150 $\pm$ 1,11	1160 $\pm$ 2,5
2	13,4 $\pm$ 0,10	475 $\pm$ 2	15 $\pm$ 0,45	178 $\pm$ 2,8	1450

## Материал и методы

Для создания модифицированного сплава на основе палладия для металлокерамических зубных протезов, согласно предложенной нами концепции развития стоматологических сплавов благородных металлов, были определены следующие требования: 1) содержание основных элементов сплава должно обеспечить однофазовую структуру; 2) коэффициент термического линейного расширения сплава должен находиться в интервале значений от  $13,9 \cdot 10^{-6} K^{-1}$  до  $14,9 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ ; 3) сплав должен соответствовать всем требованиям международного стандарта ISO 9693 (часть 1) «Metal-ceramic dental restorative systems» [3]; 4) должен обладать высокой коррозионной устойчивостью и биосовместимостью.

В качестве основы нового отечественного сплава выбран палладий, содержание которого должно соответствовать значению найденного оптимального состава палладиевых стоматологических сплавов (50–59% масс) [1].

Основными легирующими элементами для большинства палладиевых сплавов для металлокерамики были выбраны золото и медь, потому что палладий, золото и медь имеют одинаковую кубическую гранцентрированную кристаллическую решетку [2, 4, 5].

Золото имеет высокое сопротивление коррозии, повышает КТЛР палладиевых сплавов и снижает их температуру плавления. Совместное использование палладия и золота в одном сплаве позволяет им взаимно уравновешивать свойства друг друга [2, 4–6].

Медь добавляют в палладиевые сплавы для увеличения КТЛР и улучшения физико-механических и технологических свойств [2, 5].

Олово служит важной легирующей добавкой для образования оксида, участвующего в образовании прочного соединения металлической поверхности и керамической облицовки [2, 5].

Разнонаправленное влияние легирующих элементов служит фактором достижения соответствия КТЛР сплава, необходимых физико-механических и технологических свойств исходным требованиям. В реаль-

ной многокомпонентной системе влияние отдельных элементов на структуру и свойства сплава в целом однозначно непредсказуемо и зависит от влияния других легирующих элементов как в отдельности, так и в сочетании друг с другом [7].

Поскольку выбранные составляющие палладиевых сплавов могут образовывать большое число интерметаллических соединений, которые способны негативно влиять на свойства сплавов, для предварительного выбора состава нового палладиевого сплава проведено химическое изучение фазовых равновесий в трехкомпонентных системах Pd-Cu-Sn и Pd-Au-Sn и термодинамическое моделирование этих систем.

На основании полученных данных термодинамического моделирования для дальнейшего изучения физико-механических свойств и фазовой структуры были выбраны 3 состава палладиевого стоматологического сплава (далее в тексте – сплав № 1, сплав № 2 и сплав № 3). В качестве сравнения использованы образцы из сплава Палладент (АО НПК «Суперметалл», Россия).

## Результаты

Для выбранных сплавов, химические составы которых представлены в табл. 1, проведены исследования структуры и фазового состояния сплавов на участке диаграммы системы Pd-Au-Cu-Sn в области, богатой палладием.

Исследования структуры сплавов, выполненные методами электронно-микроскопического и микро-рентгеноспектрального анализов, показали, что сплавы № 1 (рис. 1 на вклейке) и № 2 (рис. 2 на вклейке) – однофазные и представляют собой твердые растворы на основе палладия. Сплав № 3 (рис. 3 на вклейке), как и сплав Палладент, является двухфазным и был исключен из дальнейшего исследования.

На литых образцах выбранных сплавов № 1 и № 2 определяли предел текучести и относительное удлинение в соответствии с требованиями ГОСТ 1497-84. Испытания на растяжение выполняли на испытательной машине FP 10/1 Fritz Heckert. Определяли твердость по шкале Виккерса согласно ГОСТ 2999-75.

Полученные значения физико-механических испытаний образцов опытных сплавов продемонстрировали их преимущество над сплавом Палладент. Это снижение чрезмерной твердости поверхности по Виккерсу (150 и 178 ед. вместо 350) и увеличение относительного удлинения (12 и 15% вместо недостаточных 2%). Значения предела текучести сплавов № 1 и № 2 соответствуют требованиям части 1 стандарта ISO 9693 «Metal-ceramic dental restorative systems» [2] и составили 340 и 475 МПа соответственно.

При определении КТЛР исследования показали, что КТЛР сплава № 1 ( $14,0 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ ) соответствует, а КТЛР сплава № 2 ( $13,4 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ ) не соответствует заданному в требованиях критерию КТЛР, равному  $13,9 \div 14,9 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ . Кроме этого, температура плавления сплава № 2 ( $> 1450^{\circ}C$ ) слишком высока для большинства используемого литейного оборудования в отличие от температуры плавления сплава № 1 ( $1160^{\circ}C$ ).

Полученные свойства опытных образцов палладиевых сплавов № 1 и № 2 представлены в табл. 2.

Таким образом, по результатам изучения фазовых структур и физико-механических испытаний опытных образцов выбран для работы сплав № 1.

Сплав получил название «ПАЛЛАДЕНТ-УНИ» и был запатентован.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Парунов В.А. Стратегия развития отечественного стоматологического материаловедения в области сплавов благородных металлов. Часть 3. *Рос. стоматол. журн.* 2016; 20 (5): 245–7.
2. O'Brian W.J. *Dental Materials and their Selection*. 4th Ed. Quintessence Publishing Co, Inc; 2008.
3. *Стандарт ISO 9693 (часть 1) «Metal-ceramic Dental Restorative Systems»*.
4. *Благородные металлы: Справочное издание* / Под ред. Е.М. Савицкого. М.: Металлургия; 1984.
5. Anusavice K.J., Shen C.S., Rawls H.R. *Phillips' Science of Dental Materials*. 12th Ed.; 2013.
6. Рытвин Е. И., Тыкочинский Д. С., Васекин В.В., Лебеденко И.Ю. Стоматологические сплавы благородных металлов. *Драгоценные металлы. Драгоценные камни*. 2003; (10): 58–67.
7. Васекин В.В., Лебеденко И.Ю., Степанова Г.С., Тыкочинский Д.С., Парунов В.А. Новый сплав на основе палладия для сто-

матологии. В кн.: *Платиновые металлы в современной индустрии, водородной энергетике и в сферах жизнеобеспечения будущего: Материалы Шестой международной конференции (Тель Авив-Яффа-ПМ 2014)*. М.: Издательство ИКАР; 2014: 50–6.

#### REFERENCES

1. Parunov V.A. Development strategy of Russian dental materials chemistry in the field of noble metal alloys. Part 2. *Ros. stomatol. zhurn.* 2016; 20 (5): 245–7. (in Russian)
2. O'Brian W.J. *Dental Materials and their Selection*. 4th Ed. Quintessence Publishing Co, Inc; 2008.
3. *Standart ISO 9693 (Part 1) "Metal-ceramic Dental Restorative Systems"*.
4. *Noble metals: Sprav. Izd.* / Ed. E.M. Savitskiy. Moscow: Metallurgiya; 1984. (in Russian)
5. Anusavice K.J., Shen C.S., Rawls H.R. *Phillips' Science of Dental Materials*. 12th Ed.; 2013.
6. Rytvin E.I., Tykochinskiy D.S., Vasekin V.V., Lebedenko I.Yu. Dental alloys of noble metals. *Dragotsennyye metally. Dragotsennyye kamni*. 2003; (10): 58–67. (in Russian)
7. Vasekin V.V., Lebedenko I.Yu., Stepanova G.S., Tykochinskiy D.S., Parunov V.A. A new Pd-based alloy for dentistry. In: *[Platinovyye metally v sovremennoy industrii, vodorodnoy energetike i v sferakh zhizneobespecheniya budushchego: Materialy Shestoy mezhdunarodnoy konferentsii (Tel'Aviv-Yaffa-PM 2014)]*. Moscow: Izdatel'stvo IKAR; 2014: 50–6. (in Russian)

Поступила 27.11.16

Принята в печать 29.01.17

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 616.735.2

Быкова Н.И.<sup>1</sup>, Одольский А.В.<sup>2</sup>, Быков И.М.<sup>1</sup>, Григорян В.А.<sup>2</sup>

## ВЛИЯНИЕ ЭКЗОГЕННОГО ГЛЮКОЗАМИНА ГИДРОХЛОРИДА И ХОНДРОИТИНА СУЛЬФАТА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ И ТКАНИ ПАРОДОНТА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ВОСПАЛЕНИИ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Россия, 355063, г. Краснодар, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России, Россия, 355017, г. Ставрополь, Россия

*В статье рассмотрены вопросы оценки влияния экзогенного глюкозамина гидрохлорида и хондроитина сульфата на биохимические показатели сыворотки крови и ткани пародонта при экспериментальном воспалении. Экспериментальную модель гингивита формировали у 40 белых крыс линии Вистар, составивших контрольную и основную группы, дополнительно исследовали пародонт у 20 интактных животных. Исследование общей протеолитической активности в сыворотке крови крыс с экспериментальным воспалением пародонта свидетельствовало о повышении ее показателей в течение всего эксперимента по сравнению с данными, полученными у интактных животных. При экспериментальном гингивите вместе с интенсификацией процессов протеолиза отмечена активация лизосомально-фермента кислой фосфатазы как в сыворотке крови, так и в гомогенатах тканей пародонта, что свидетельствует о повреждении и разрушении мембран клеток пародонта. Установлено, что применение экзогенного глюкозамина гидрохлорида и хондроитина сульфата при экспериментальном воспалении тканей пародонта приводит к нормализации основных маркеров воспаления, включая общую протеолитическую и активность кислой фосфатазы, что свидетельствует о противовоспалительном и пародонтопротекторном эффекте.*

**Ключевые слова:** биохимические показатели; воспаление; эксперимент; пародонт.

**Для цитирования:** Быкова Н.И., Одольский А.В., Быков И.М., Григорян В.А. Влияние экзогенного глюкозамина гидрохлорида и хондроитина сульфата на биохимические показатели сыворотки крови и ткани пародонта при экспериментальном воспалении. *Российский стоматологический журнал*. 2017; 21 (3): 128–132. DOI 10.18821/1728–2802.2017.21(3): 128–132

Bykova N.I.<sup>1</sup>, Odol'skiy A.V.<sup>2</sup>, Bykov I.M.<sup>1</sup>, Grigoryan V.A.<sup>2</sup>

THE EFFECT OF EXOGENOUS GLUCOSAMINE HYDROCHLORIDE AND CHONDROITIN SULFATE ON BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD SERUM AND PERIODONTAL TISSUES DURING EXPERIMENTAL INFLAMMATION

<sup>1</sup>Department of therapeutic dentistry Kuban state medical University, Russian Ministry of health, Russia, 355063, Krasnodar;

<sup>2</sup>Department of dentistry Stavropol State Medical University Ministry of health of Russia, Russia, 355017, Stavropol

**Для корреспонденции:** Быкова Наталья Ильинична, канд. мед. наук, доцент каф. детской стоматологии, ортодонтии и челюстно-лицевой хирургии Кубанского государственного медицинского университета, E-mail: bykovan@rambler.ru

К ст. В.А. Парунова и соавт.



Рис. 1. Микроструктура сплава № 1.

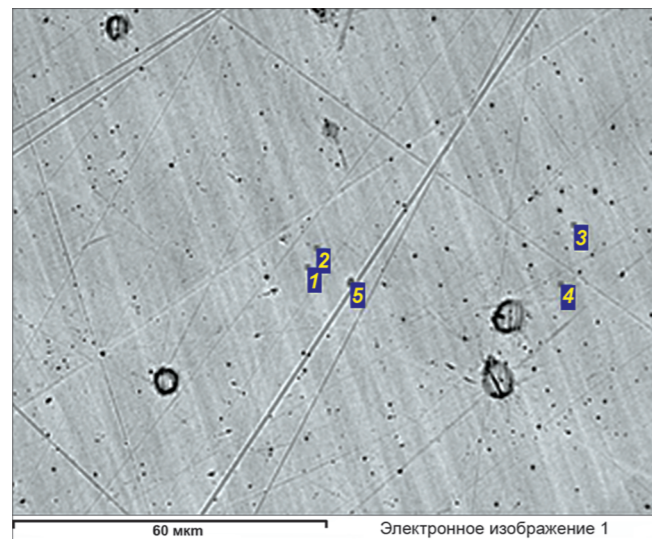


Рис. 2. Микроструктура сплава № 2.

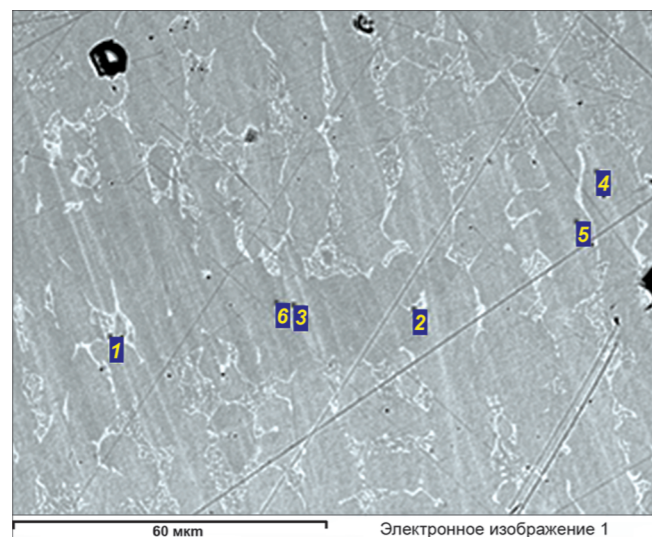


Рис. 3. Микроструктура сплава № 3.

К ст. Н.В. Семенниковой и соавт.



Рис. 1. Этап криоцистэктомии. Криодеструктор введен в полость кисты.

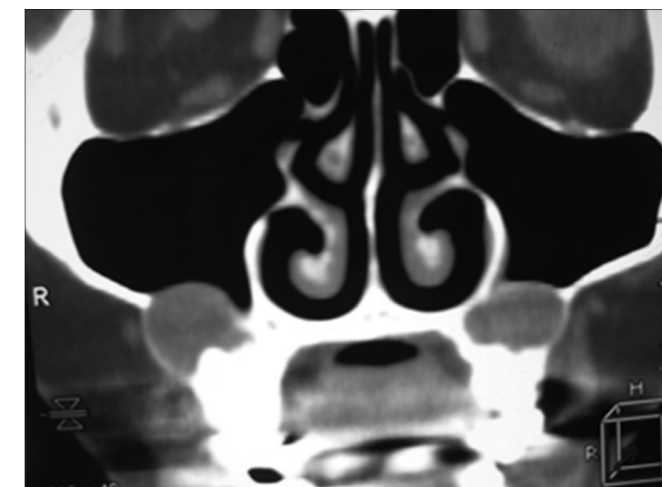


Рис. 2. Пациент К., 45 лет. Диагноз «радикулярные кисты в области 1.5, 1.6 и 2.5, 2.6, проросшие дно пазухи», до лечения МСКТ в аксиальной проекции.

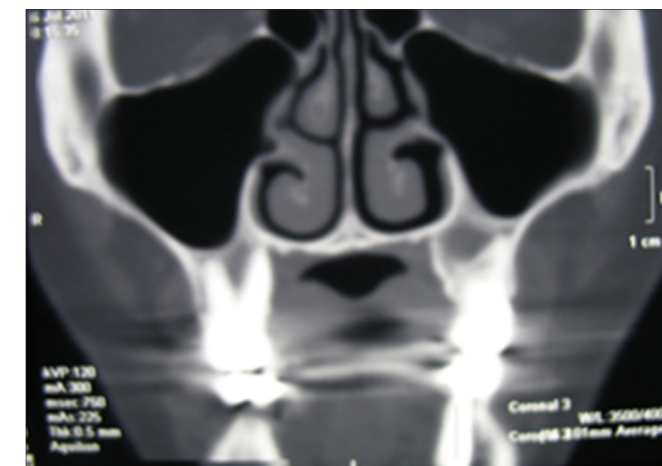


Рис. 3. Пациент К., 45 лет. Диагноз: «радикулярные кисты в области 1.5, 1.6 и 2.5, 2.6, проросшие дно пазухи», через 12 мес лечения МСКТ в аксиальной проекции.