

© ПАРУНОВ В.А., 2016

УДК 615.46.03:616.31

Парунов В.А.

## СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В ОБЛАСТИ СПЛАВОВ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ. ЧАСТЬ 3. СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ ПАЛЛАДИЯ ДЛЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗОВ

ГБУ «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, 199911, Москва

*Третья часть исследования посвящена подробному анализу существующих сплавов для зубных протезов на основе палладия. Проведен анализ стоматологических палладиевых сплавов по составу и коэффициенту линейного температурного расширения. Изучены российские стоматологические сплавы на основе палладия.*

**Ключевые слова:** стоматологические благородные сплавы; стоматологическое материаловедение; палладиевые стоматологические сплавы; коэффициент линейного термического расширения.

**Для цитирования:** Парунов В.А. Стратегия развития отечественного стоматологического материаловедения в области сплавов благородных металлов. Часть 3. Сплавы на основе палладия для металлокерамических зубных протезов. Российский стоматологический журнал. 2016; 20(5): 245-247. DOI 10.18821/1728-2802 2016; 20(5): 245-247

Parunov V.A.

STRATEGY OF DEVELOPMENT OF THE DOMESTIC DENTAL MATERIAL SCIENCES IN THE FIELD OF ALLOYS OF NOBLE METALS. PART 3. THE PALLADIUM-BASED ALLOYS FOR METAL-CERAMIC DENTAL PROSTHESES

«Central research Institute of dentistry and maxillofacial surgery» of Ministry of health of the Russian Federation, 199911, Moscow

*The third part of the study devoted to a detailed analysis of existing alloys for dental prostheses based on palladium. The analysis of the dental palladium alloys in terms of composition and coefficient of linear expansion temperature. Studied Russian dental alloys based on palladium.*

**Key words:** noble dental alloys; dental materials science; palladium dental alloys; efficient linear thermal expansion.

**Citation:** Parunov V.A. Strategy of development of the domestic dental material sciences in the field of alloys of noble metals. Part 3. The palladium-based alloys for metal-ceramic dental prostheses. Russian stomatological journal. 2016; 20(5): 245-247. DOI 10.18821/1728-2802 2016; 20(5): 245-247

**For correspondence:** Parunov Vitaly Anatolyevich, candidate of medical Sciences, senior researcher of the 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 17.06.16

Accepted 24.06.16

Мы провели анализ современных стоматологических металлокерамических сплавов исходя из палладия.

Цель работы — исходя из анализа мирового и отечественного опыта применения сплавов на основе палладия для металлокерамических зубных протезов определить наиболее востребованные диапазоны содержания основных элементов сплавов для создания современного нового отечественного металлокерамического коррозионно-стойкого, биосовместимого стоматологического материала на основе палладия.

### Материал и методы

Анализ составов и свойств сплавов на основе палладия для металлокерамических зубных протезов мы провели по современным информационным материалам 21 иностранного и двух российских производителей стоматологических сплавов благородных металлов.

Мы отобрали стоматологические сплавы на основе палладия для металлокерамики, содержащие 50% и более палла-

дия и соответствующие всем требованиям международного стандарта ISO 9693 (ч. 1) «Metal-ceramic dental restorative systems». Всего проанализировали информацию о 93 стоматологических металлокерамических сплавах: 91 зарубежном и двух отечественных.

При анализе составов сплавов учитывали содержание в них основных компонентов палладия, золота, серебра. Данные по этим элементам полностью даны производителями в информационных материалах.

При анализе значений коэффициентов температурного линейного расширения взяли данные для температурного диапазона 20—500°C.

При изучении составов и свойств сплавов использовали кластерный анализ. Каждый диапазон количественных данных по содержанию основных элементов в сплавах условно разделили на 4 равных кластера, чтобы выбрать наиболее часто используемый.

### Результаты

#### 1. Анализ сплавов по составу

В процессе обработки данных по содержанию золота, платины, палладия и серебра в 93 изученных сплавах на основе золота для металлокерамических зубных протезов

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

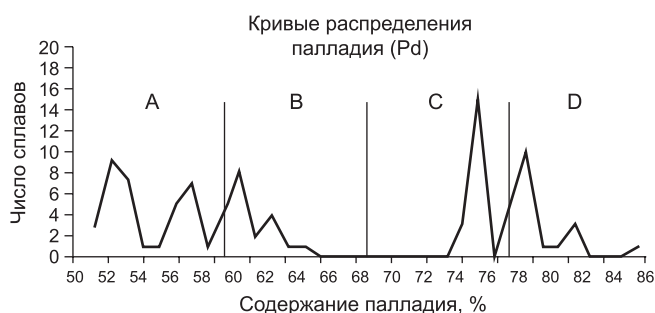


Рис. 1. Содержание палладия в сплавах.

полученные значения для каждого из изучаемых элементов были условно поделены на 4 группы (кластера). Каждой из групп присвоено буквенное обозначение.

Содержание основного элемента палладия в изученных сплавах колебалось от 50 до 85% при среднем значении 65,4%. При условном выделении четырех групп получены интервалы: 1-й А с содержанием от 50 до 59% палладия, 2-й В — от 59 до 68%, 3-й С — от 68 до 77% и 4-й интервал D — с содержанием палладия от 77 до 85%.

В интервал А вошли 34 сплава, в интервал В — 20 сплавов, в интервал С — 18 сплавов и в интервал D — 21 сплав (рис. 1).

Содержание золота в отобранных палладиевых сплавах для металлокерамики колебалось от 0 до 33% со средним значением 4%. При условном выделении четырех групп образовались следующие интервалы: 1-й Е с содержанием от 0 до 8% золота, 2-й интервал F — от 8 до 16%, 3-й G — от 16 до 24% и 4-й Н — с содержанием золота от 24 до 33%. В интервал Е вошли 80 сплавов, в интервал F — 12 сплавов, в интервал G — 0 сплавов и в интервал Н — 1 сплав (рис. 2).

Содержание серебра в 93 изученных золотых металлокерамических сплавах колеблется от 0 до 38,9% со средним значением 17,6%. При условном выделении четырех групп получены следующие интервалы: 1-й J — с содержанием от 0 до 10% серебра, 2-й K — от 10 до 20%, 3-й L — от 20 до 30% и 4-й M — от 30 до 38,9% серебра. В интервал J входит 39 сплавов, в интервал K — 3 сплава, в интервал L — 28 сплавов и в интервал M — 23 сплава (рис. 3).

Методом кластерного анализа мы определили наиболее востребованные диапазоны содержания основных элементов палладиевых металлокерамических сплавов. Группы, которые содержат наибольшее число сплавов: для палладия это группа А (34 сплава), для золота — Е (80 сплавов), для серебра — группа J (39 сплавов). В целом получается следующее сочетание групп: АЕJ. Заменяя буквенные обозначения процентным содержанием исследуемых элементов, мы получили наиболее востребованный диапазон значений количества основных элементов в сплавах на основе палладия

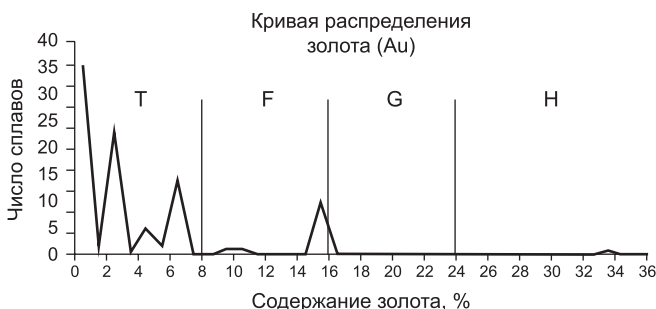


Рис. 2. Содержание золота в сплавах.

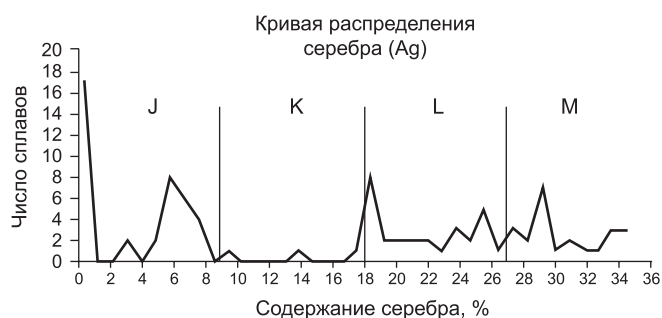


Рис. 3. Содержание серебра в сплавах.

для металлокерамических зубных протезов: Pd 50—59%, Au 0—8%, Ag 0—10%.

## 2. Анализ коэффициентов температурного линейного расширения

Анализ показателей коэффициента температурного линейного расширения мы провели по 93 сплавам для металлокерамики. Минимальное значение КТЛР составило  $13,1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , максимальное —  $15,1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  и среднее —  $14,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

Большинство сплавов (82) попадают в интервал КТЛР  $13,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  до  $14,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , который совпадает с КТЛР большинства золотых и неблагородных сплавов для металлокерамических зубных протезов.

## 3. Российские сплавы на основе палладия для металлокерамических зубных протезов

В группу отечественных сплавов на основе палладия для металлокерамики входят два сплава: Палладент (АО НПК «Суперметал»), Витирий П (Витал Е). Оба вошли в число 93 сплавов, использованных в исследовании.

По содержанию палладия сплавы Палладент (60%) и Витирий П (75%) находятся в неоптимальных группах В и С соответственно.

Содержание золота у сплава Витирий П составляет 6%, что позволяет ему по этому параметру попасть в оптимальную группу Е, а у сплава Палладент — 10% золота, что помещает его в группу F.

Сплав Витирий П имеет в своем составе 8,5% серебра и попадает в группу J, сплав Палладент содержит 15% серебра, что позволяет поместить его в группу K.

Таким образом, оба российских сплава Палладент (ВФК) и Витирий П (СЕJ) не попадают в оптимальный диапазон АЕJ (Pd 50—59%, Au 0—8%, Ag 0—10%) по содержанию основного элемента палладия, а сплав Палладент не соответствует по уровню главных легирующих компонентов.

Кроме этого, исследования структуры отечественных палладиевых сплавов с использованием микроскопического и микрорентгеноспектрального анализов показали, что они двухфазные [13]. Наличие двухфазной структуры может приводить к избыточным значениям прочности и твердости и недостаточной пластичности, что обуславливает недостаточную технологичность на этапах изготовления каркаса металлокерамических протезов, а также к значительному ухудшению коррозионной стойкости [14—16].

Сплав Палладент с КТЛР, равным  $13,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , и сплав Витирий П с КТЛР для температурного интервала 25—600°C, равным  $14,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , входят в число сплавов с необходимым значением КТЛР.

## Заключение

На сегодняшний день в российской стоматологии нет отечественных сплавов на основе палладия для металлокерамических зубных протезов, удовлетворяющих требованиям по составу и структуре, обеспечивающим необходимые физико-механические и высокие коррозионные свойства. Существенно

ющие отечественные сплавы имеют двухфазную структуру. Таким образом, для создания нового отечественного модифицированного палладиевого сплава для металлокерамических зубных протезов предполагается два возможных направления для дальнейшей работы. Первое заключается в применении в установленных диапазонах составов, наиболее часто используемых мировыми производителями. Второе — это поиск и создание составов, обеспечивающих однофазную структуру и необходимые высокие физико-механические и коррозионные свойства.

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

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

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Platinum 2012 Interim Review. Johnson Matthey Public Limited Company, 2012.
2. Стандарт ISO 22674:2006 «Dentistry — Metallic materials for fixed and removable restorations and appliances».
3. Стандарт ISO 9693 (часть 1) «Metal — ceramic dental restorative systems».
4. Стандарт ISO 9333:2006 «Dentistry — Brazing materials».
5. O'Brian W.J. *Dental materials and their selection*. 4th Ed. Quintessence Publishing Co, Inc.; 2008.
6. Noort R.V. *Introduction to Dental Materials*. 3-rd Ed, Mosby; 2007.
7. Manappallil J.J. *Basic dental materials*. 3-rd ed. Aypee brothers medical publishers; 2010.
8. Mc Cabe J.F., Walls A.W.G. *Applied dental materials*. 9-th ed. Blackwell Publishing, 2008.
9. Anusavice K.J., Shen C.S., Rawls H.R. *Phillips' Science of dental materials*. 12 ed.; 2013.
10. Naylor W.P. *Introduction to metal-ceramic technology*. 2-nd ed. Quintessence Publishing Co, Inc.; 2009.
11. Моисеев В.И. Логика открытого синтеза. Том 1: Структура, природа и душа. Книга вторая. СПб: Издательский дом «Мирь»; 2010.
12. *Ортопедическая стоматология: национальное руководство* / Под ред. И.Ю. Лебеденко, С.Д. Арутюнова, А.Н. Ряховского. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016.
13. Васекин В.В., Лебеденко И.Ю., Степанова Г.С., Тыкочинский Д.С., Парунов В.А. *Новый сплав на основе палладия для стоматологии. Платиновые металлы в современной индустрии, водородной энергетике и в сферах жизнеобеспечения будущего: материалы Шестой международной конференции (Тель Авив-Яффа-ПМ 2014)*. М.: ИКАР; 2014; 50—6.
14. Ströbel R. *Die Metalle*. 20 Auflage, Verlag Neuer Merkur GmbH; 2009.
15. Фишгойт Л.А., Казакова Е.Ф., Сафонов В.А., Дмитриева Н.Е., Дунаев С.Ф. Сопоставление коррозионных свойств равновесных и быстрозакаленных сплавов системы Al—Fe—V в хлорид-содержащем растворе *Физикохимия поверхности и защита материалов*. 2015; 51(2): 257—61.
16. Дубова Л.В., Лебеденко И.Ю., Парунов В.А. *Биологическое действие сплавов металлов на человека. Платиновые металлы в современной индустрии, водородной энергетике и в сферах жизнеобеспечения будущего: материалы шестой международной конференции (Тель Авив-Яффа-ПМ 2014)*. М.: ИКАР; 2014; 64—8.

#### REFERENCES

1. Platinum 2012 Interim Review. Johnson Matthey Public Limited Company; 2012.
2. Standart ISO 22674:2006 «Dentistry — Metallic materials for fixed and removable restorations and appliances».
3. Standart ISO 9693 (part 1) «Metal — ceramic dental restorative systems».
4. Standart ISO 9333: 2006 «Dentistry — Brazing materials».
5. O'Brian W.J. *Dental materials and their selection*. 4th Ed. Quintessence Publishing Co, Inc 2008.
6. Noort R.V. *Introduction to Dental Materials*. 3-rd Ed/ Mosby, 2007.
7. Manappallil J.J. *Basic dental materials*. 3-rd ed, Aypee brothers medical publishers, 2010.
8. Mc Cabe J.F., Walls A.W.G. *Applied dental materials*. 9-th ed. Blackwell Publishing, 2008.
9. Anusavice K.J., Shen C.S., Rawls H.R. *Phillips' Science of dental materials*, 12-ed. 2013.
10. Naylor W.P. *Introduction to metal-ceramic technology*. 2nd ed. Quintessence Publishing Co, Inc; 2009.
11. Moiseev V.I. *The Logic of the open Synthesis: Vol. 1: Structure, Nature and Soul*. Part 2. SPb: Izdatel'skiy dom «Mir»; 2010. (in Russian)
12. *Prosthetic dentistry: national guidance* / Eds. I.Yu. Lebedenko, S.D. Arutyunova, A.N. Ryakhovskogo. Moscow: GEOTAR-Media; 2016. (in Russian)
13. Vasekin V.V., Lebedenko I.Yu., Stepanova G.S., Tykochinskiy D.S., Parunov V.A. *A new Pd-based alloy for dentistry. [Platinovye metall v sovremennoy industrii, vodorodnoy energetike i v sferakh zhizneobespecheniya budushchego: materialy Shestoy mezhdunarodnyy konferentsii (Tel' Aviv-Yaffa-PM 2014)]*. 2014; М.: ИКАР; 50—6. (in Russian)
14. Ströbel R. *Die Metalle*. 20 Auflage, Verlag Neuer Merkur GmbH, 2009. (in German)
15. Fishgoyt L.A., Kazakova E.F., Safonov V.A., Dmitrieva N.E., Dunayev S.F. Comparison of corrosion properties of equilibrium and fast-quenched Al—Fe—V alloys in chloride-containing solution. *Fizikokhimiya poverkhnosti i zashchita materialov*. 2015; 51(2): 257—61. (in Russian)
16. Dubova L.V., Lebedenko I.Yu., Parunov V.A. *Biological effect of metal alloys on human beings. Platinum metals in modern industry, hydrogen energy and life support spheres of the future: proceedings of the Sixth international conference (tel Aviv-Jaffa-PM 2014)*. [Platinovye metall v sovremennoy industrii, vodorodnoy energetike i v sferakh zhizneobespecheniya budushchego: materialy Shestoy mezhdunarodnyy konferentsii (Tel' Aviv-Yaffa-PM 2014)]. 2014; М.: ИКАР; 64—8. (in Russian)

Поступила 17.06.16  
Принята в печать 24.06.16