

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© ПАРУНОВ В.А., 2016

УДК 615.46.03:616.314-089.28

*Парунов В.А.*

# СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В ОБЛАСТИ СПЛАВОВ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ. ЧАСТЬ 1

Лаборатория разработки и физико-химических испытаний стоматологических материалов Центрального НИИ стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, 119991, г. Москва

*В статье, которая состоит из 3 частей, сделана попытка систематического обзора существующих разновидностей зарубежных стоматологических благородных сплавов. Первая часть работы посвящена анализу существующих стоматологических стандартов и авторских классификаций стоматологических сплавов из научных публикаций и учебных изданий. Вторая часть исследования посвящена подробному анализу существующих сплавов для зубных протезов на основе золота. В третьей части изложен материал о сплавах палладия. В заключение сформулирована концепция развития стоматологического материаловедения в области сплавов благородных металлов в РФ.*

**Ключевые слова:** *стоматологические благородные сплавы; классификации стоматологических сплавов; стоматологическое материаловедение; золотые стоматологические сплавы; палладиевые стоматологические сплавы.*

**Для цитирования:** *Парунов В.А. Стратегия развития отечественного стоматологического материаловедения в области сплавов благородных металлов. Часть 1. Российский стоматологический журнал. 2016; 20 (2): 60-62. DOI 10.18821/1728—2802 2016; 20 (2): 60-62*

*Parunov V.A.*

## STRATEGY OF DEVELOPMENT OF DOMESTIC DENTAL MATERIALS SCIENCE IN THE FIELD OF ALLOYS OF NOBLE METALS. PART 1

Laboratory for research and physical-chemical testing of dental materials Central research Institute of dentistry and maxillofacial surgery, 119991, Moscow, Russia

*In the article, which consists of 3 parts, attempted a systematic review of existing foreign varieties of dental noble alloys. The first part is dedicated to the analysis of the existing dental standards and the author's classifications of dental alloys from scientific publications and educational editions. The second part of the study devoted to a detailed analysis of existing alloys for dental prostheses on the basis of gold. The third part provides material about the palladium alloy. The conclusion States the concept of development of dental materials science in the field of alloys of precious metals in the Russian Federation.*

**Keywords:** *dental noble alloys; classification of dental alloys; dental materials science; dental gold alloys; palladium dental alloys.*

**For citation:** *Parunov V.A. Strategy of development of domestic dental materials science in the field of alloys of noble metals. Part 1. Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal. 2016; 20 (2): 60-62. DOI 10.18821/1728—2802 2016; 20 (2): 60-62*

**For correspondence:** *Parunov Vitaly Anatolyevich, cand. med. Sci., senior researcher of the laboratory for research and physical-chemical testing of dental materials Central research Institute of dentistry and maxillofacial surgery, E-mail: vparunov@mail.ru*

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

**Funding.** The study had no sponsorship.

Received 25.01.16

Accepted 31.01.16

Металлические сплавы в XXI веке по-прежнему являются основным конструкционным материалом в ортопедической стоматологии, а благородные сплавы составляют важнейшую часть по своему значению среди всех видов стоматологических сплавов металлов. Доля благородных сплавов в стоматологии, несмотря на высокие цены, остается достаточно большой. Главные потребители драгоценных стоматологических спла-

вов в США и Японии в 2011 г. использовали для стоматологии 6,9 и 7,2 т палладия соответственно [1]. Известно множество стоматологических сплавов на основе драгоценных металлов. Наиболее известные производители — американская компания «The Argen Corporation» (США), которая только под собственными брендами выпускает более 50 сплавов, «Ivoclar Vivadent AG» из Лихтенштейна и «DeguDent GmbH» из Германии (более 40 сплавов), «Metalor Dental AG» из Швейцарии и «Nobil-Metal» S.p.A. из Италии (более 30 рецептур стоматологических благородных сплавов).

Список стоматологических благородных сплавов российских производителей весьма скромный. В наследство от СССР остались золотые сплавы ЗлСрМ 900-40 и ЗлПлСрМ 750-90-80,

**Для корреспонденции:** *Парунов Виталий Анатольевич, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. лаборатории разработки и физико-химических испытаний стоматологических материалов Центрального НИИ стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, E-mail: vparunov@mail.ru*

кадмийсодержащий припой ПЗлСрКдМ 750-30 и серебряно-палладиевые сплавы ПД 250 и ПД 190. Современных российских производителей стоматологических сплавов благородных металлов всего три. Это Московский завод специальных сплавов с вышеуказанной «советской» продукцией, а также ОАО «НПК «Суперметалл им. проф. Е.И. Рытвина», имеющее в ассортименте 4 стоматологических благородных сплава Плагодент, Палладет, Голхадент и Касдент, 2 бескадмиевых золотых припоя и раствор для золотого гальванического покрытия, и Екатеринбургская компания «Витал-Е», имеющая 3 благородных сплава ВитИрий. В общей сложности в Российской Федерации имеется всего 11 стоматологических сплавов благородных металлов для зубных протезов. В сравнении со стоматологией развитых стран Европы и Америки этого крайне недостаточно. Для научно обоснованного планомерного развития этого раздела отечественного стоматологического материаловедения требуется детальное изучение зарубежного опыта, чтобы не гнаться за количеством, а создать и производить оптимальный набор драгметаллов для зубных протезов. С учетом программы замещения импорта разработка и внедрение новых отечественных материалов становятся особенно актуальными.

С этой целью мы предприняли попытку систематического обзора существующих разновидностей зарубежных стоматологических благородных сплавов. Первая часть работы посвящена анализу существующих стоматологических стандартов, систематизирующих эти стоматологические материалы.

Три международных стандарта ISO (Международная организация по стандартам — International Organization for Standardization) посвящены требованиям к благородным стоматологическим сплавам: ISO 22674 «Dentistry — Metallic materials for fixed and removable restorations and appliances»; ISO 9693 (1-я часть) «Metal-ceramic dental restorative systems» и ISO 9333 «Dentistry — Brazing materials».

Действующий в настоящее время стандарт ISO 22674:2006 [2], заменивший сразу 2 ранее действующих стандарта 1562 «Dentistry — Casting gold alloys» и 8891 «Dental casting alloys with noble metal content of 25% up to but not including 75%», посвящен материалам для несъемных и съемных зубных протезов и классифицирует стоматологические сплавы в соответствии с их физическими свойствами, ранжируя их от типа «0» — мягкие сплавы до типа «5», в который включены наиболее прочные сплавы для бюгельных протезов и тонкостенных изделий (табл. 1).

Этот стандарт не систематизирует сплавы по составу. Производителю следует тем не менее указывать количество элементов, которые превышают 1% по массе. Опасные элементы бериллий, кадмий и никель должны быть задекларированы в случае превышения 0,1% для никеля и 0,02% для бериллия и кадмия.

Стандарт ISO 9693 (1-я часть) [3] предусматривает требования к свойствам сплавов для металлокерамики. В нем отсутствуют требования к составу. Необходимо лишь указать составную массовую часть сплава, если она превышает 2%. По механическим свойствам сплавы должны иметь предел текучести не менее 250 МПа и относительное удлинение не менее 3% (в первой редакции относительное удлинение должно было быть не менее 2%).

Стандарт ISO 9333 [4] предъявляет требования к материалам для соединений (припоям) как из благородных, так и из неблагородных сплавов. Поэтому требования по составу касаются только потенциально опасных элементов, к которым относятся кадмий, бериллий, свинец и никель. Содержание кадмия, бериллия и свинца не должно превышать в составе припоя 0,02%. Если никеля в составе припоя больше 0,1%, это надо специально указывать на упаковке.

Параллельно со стандартами ISO существуют региональные и национальные стоматологические стандарты.

Европейские стандарты имеют кодировку EN ISO, национальные организации добавляют в название свои коды,

Таблица 1. Механические свойства стоматологических сплавов благородных металлов в соответствии со стандартом ISO 22674:2006

Тип металлического материала	Предел текучести условный Rp 0,2 ( $\sigma_{0,2}$ ), МПа	Относительное удлинение ( $\delta$ ), %	Модуль Юнга, ГПа
	Не менее		
0	—	—	—
1	80	18	—
2	180	10	—
3	270	5	—
4	360	2	—
5	500	2	150

например DIN для Германии, ÖNORM для Австрии, SS для Швеции и др.

Для скандинавских стран действуют нормы NIOM (Nordic (Scandinavian) institute of dental materials). В отличие от стандартов ISO стандарты NIOM делят стоматологические сплавы по составу.

В настоящий момент согласно стандарту NIOM все сплавы, содержащие благородные металлы, делятся на драгоценные (не менее 75% благородных металлов) и полудрагоценные (25—75% благородных металлов). Драгоценные сплавы в свою очередь могут быть на основе золота или палладия. Полудрагоценные сплавы могут иметь низкое содержание золота (Au + Pd + Pt 25—75%) или быть на основе серебра (Ag—Pd). При этом NIOM считает термины «драгоценные», «полудрагоценные», «недрагоценные» неспецифическими и предлагает использовать названия, связанные с химическим составом, с двумя большими по содержанию элементами, например «золотоплатиновый».

В США существует простая и четкая классификация стоматологических благородных сплавов. Американская стоматологическая ассоциация (American Dental Association (ADA)) с 1984 г. делит дентальные литейные сплавы на 3 группы: высокоблагородные сплавы (должны содержать не менее 60% золота и металлов платиновой группы и не менее 40% золота);

благородные сплавы (должны содержать не менее 25% золота и металлов платиновой группы);

неблагородные сплавы (должны содержать менее 25% золота и металлов платиновой группы). В 2003 г. в классификацию ADA добавлена группа титановых сплавов.

Таким образом, среди имеющихся стоматологических стандартов по составу благородные сплавы зубных протезов систематизированы в требованиях NIOM и ADA: соответственно драгоценные сплавы и полудрагоценные (NIOM); высокоблагородные и благородные стоматологические сплавы (ADA).

В научных публикациях и учебных изданиях широко распространены авторские классификации стоматологических сплавов.

Наиболее известно разделение литейных благородных сплавов для стоматологии по составу, данное W. O'Brien (2008) [5]:

— сплавы с высоким содержанием золота (более 70% золота и платиноидов);

— сплавы с низким содержанием золота (от 45 до 60%);

— палладиево-серебряные сплавы.

Классификация Ван Нурта [6] литейных благородных сплавов похожа на классификацию O'Brien (2008):

— сплавы с высоким содержанием золота (более 75% золота и платиноидов, более 60% золота);

— сплавы со средним и низким содержанием золота (от 10 до 60%);

— серебряно-палладиевые сплавы (менее 2% золота).

Таблица 2. Классификация сплавов для металлокерамики по W. O'Brian (2008)

Для металлокерамики		
благородные сплавы		неблагородные сплавы
на основе Au	на основе Pd	Ni—Cr—Be
Au—Pt—Pd	Pd—Ag	Ni—Cr
Au—Pd	Pd—Cu	Co—Cr
Au—Pd—Ag	Pd—Co	Сплавы Ti

Таблица 3. Классификация литейных сплавов цельнолитых, металлокерамических и бюгельных протезов по K.J. Anusavice (2012)

Тип сплава	Цельнометаллические протезы	Металлокерамические протезы	Бюгельные протезы
Высокоблагородные	Au—Ag—Pd Au—Pd—Cu—Ag	Au—Pt—Pd Au—Pd—Ag (5—12% Ag) Au—Pd—Ag (> 12% Ag) Au—Pd	Au—Ag—Cu—Pd
Благородные	Ag—Pd—Au—Cu Ag—Pd	Pd—Au Pd—Au—Ag Pd—Ag Pd—Cu—Ga Pd—Ga—Ag	

Принципиальное отличие классификации Ван Нурта состоит в том, что в группу литейных серебряно-палладиевых сплавов он отнес сплавы практически без содержания золота.

Часто можно встретить деление сплавов на 3 группы в соответствии с применением [7]:

- сплавы для несъемных цельнометаллических реставраций или с композитным покрытием;
- сплавы для металлокерамических реставраций;
- сплавы для съемных протезов.

Систематизируя сплавы по составу для металлокерамических протезов, Ван Нурт предложил 4 группы:

- сплавы с высоким содержанием золота;
- золото-палладиевые сплавы;
- сплавы с высоким содержанием палладия;
- палладиево-серебряные сплавы.

W. O'Brian (2008) также дает специальную классификацию благородных сплавов для металлокерамических зубных протезов (табл. 2).

J.J. Manappallil [7] отдельно рассматривает сплавы для металлокерамических и цельнолитых протезов, выделяя в каждой группе сплавов по 3 подгруппы по составу.

Сплавы для цельнолитых протезов по J.J. Manappallil [7]:

- высокоблагородные (золотые);
- благородные (серебряно-палладиевые, минимум 25% палладия);
- неблагородные.

Сплавы для металлокерамических протезов по J.J. Manappallil [7]:

- высокоблагородные (золотые — Au—Pd—Pt, Au—Pd—Ag, Au—Pd);
- благородные (палладиевые — Pd—Ag, Pd—Ag—Ga, Pd—Au);
- неблагородные.

Классификация сплавов для металлокерамики, приведенная в книге J.F. McCabe и A.W.G. Walls [8], также не отличается большим количеством групп:

- сплавы с высоким содержанием золота;
- сплавы с низким содержанием золота (максимально 50%);

Таблица 4. Модифицированная классификация ADA (1984) по W.P. Neylor (2009)

Сплавы	Цвет	Требуемый состав, %
Высокоблагородные	Желтые	Благородные > 90 Au > 90
	Белые	Благородные > 60 Au > 40
Благородные	Белые	Благородные I 25
	Желтые	Благородные I 25
Неблагородные	Белые	Благородные < 25
	Желтые	Благородные < 25

— серебряно-палладиевые сплавы (до 60% палладия и 30% серебра);

— никель-хромовые сплавы.

В книге K.J. Anusavice «Phillips' Science of Dental Materials» [9] в классификации приведено объединение назначения и состава благородных сплавов (табл. 3). По составу он делит сплавы на высокоблагородные и благородные.

В изучаемой нами специальной литературе мы не встретили в классификациях стоматологических сплавов по применению систематизаций технологии изготовления из них зубных протезов с применением CAD/CAM-технологий: для лазерного спекания, фрезерования, гальванопластики и др.

Следует особо отметить подход W.P. Neylor (2009) к систематизации благородных сплавов с учетом их цвета. Он модифицировал классическую классификацию ADA 1984 г., объединив состав и цвет (табл. 4).

Подводя итог проведенному анализу современных систематизаций современных благородных сплавов металлов, можно констатировать, что стоматологические сплавы благородных металлов в основном классифицируются в соответствии с физико-механическими свойствами, применением, составом (процентным содержанием благородных металлов), главным (основным) химическим элементом (золотые, палладиевые, золото-платиновые) и цветом. Именно эти классификационные признаки мы будем использовать в нашей дальнейшей аналитической работе.

Однако из приведенных классификаций принадлежность сплавов к той или иной группе не всегда однозначна. Предпринимаются попытки совместить несколько разных признаков стоматологических сплавов, например состав и назначение. Наибольшие трудности представляет систематизация по составу. Самое простое деление благородных сплавов на высокоблагородные и просто благородные может трактоваться по-разному. Это приводит к тому, что сплавы могут в разных классификациях попадать в разные группы, например сплавы на основе палладия могут рассматриваться в зависимости от классификации как высокоблагородные или благородные сплавы.

Поэтому для целей наших исследований мы посчитали целесообразным выделить 2 группы стоматологических благородных сплавов: на основе золота и на основе палладия.

Вторая часть нашего исследования будет посвящена подробному многогранному анализу существующих сплавов для зубных протезов на основе золота. В третьей части будет изложен материал о сплавах палладия.

В заключение будет сформулирована концепция развития отечественного стоматологического материаловедения в области сплавов благородных металлов.

(Список литературы приведен в 3-й части статьи)

*Исследование не имело спонсорской поддержки.*

*Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.*

Поступила 25.01.16

Принята в печать 31.01.16