

© 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 2. СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ ЗОЛОТА ДЛЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗОВ

ФГБУ «Центральный НИИ стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Минздрава России, 199911, г. Москва

Вторая часть статьи посвящена сплавам на основе золота: анализу составов по основным элементам, коэффициентам температурного линейного расширения (КТЛР), показателей цвета сплавов для металлокерамических зубных протезов.

Ключевые слова: сплавы на основе золота; металлокерамические зубные протезы

Для цитирования: Парунов В.А. Стратегия развития отечественного стоматологического материаловедения в области сплавов благородных металлов. Часть 2. Сплавы на основе золота для металлокерамических зубных протезов. Российский стоматологический журнал. 2016; 20 (3): 121-124. DOI 10.18821/1728-2802 2016; 20 (3): 121-124

Parunov V.A.

THE STRATEGY OF DEVELOPMENT OF DOMESTIC DENTAL MATERIALS SCIENCE IN THE FIELD OF ALLOYS OF NOBLE METALS. PART 2. ALLOYS BASED ON GOLD FOR METAL CERAMIC DENTURES

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

The second part of the article focuses on alloys based on gold: analysis of the compositions of major elements, the coefficients of thermal linear expansion (thermal linear expansion factor), the color indices of the alloys for cermet dentures.

Keywords: alloys based on gold; metal-ceramic dentures.

For citation: Parunov V.A. The strategy of development of domestic dental materials science in the field of alloys of noble metals. Part 2. Alloys based on gold for metal ceramic dentures. Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal. 2016; 20 (3): 121-124. DOI 10.18821/1728-2802 2016; 20 (3): 121-124

For correspondence: Parunov Vitaliy Anatol'evich, 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 26.03.16

Accepted 04.04.16

Первая часть статьи была посвящена анализу существующих стоматологических стандартов и авторских классификаций стоматологических сплавов благородных металлов из научных публикаций и учебных изданий. Во второй части речь идет о сплавах на основе золота: анализе составов по основным элементам, коэффициентов температурного линейного расширения (КТЛР), показателей цвета сплавов для металлокерамических зубных протезов.

Цель работы – проанализировав мировой и отечественный опыт применения для металлокерамических зубных протезов сплавов на основе золота, определить наиболее востребованные диапазоны содержания основных элементов сплавов для получения материала интенсивно желтого цвета.

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

Материал и методы

Анализ сплавов на основе золота для металлокерамических зубных протезов проведен по современным информационным материалам 22 иностранных и 2 российских производителей стоматологических сплавов благородных металлов.

Отобраны сплавы на основе золота для металлокерамики, содержащие $\geq 50\%$ золота и соответствующие всем требованиям международного стандарта ISO 9693 (часть 1) «Metal-ceramic dental restorative systems». Всего 370 сплавов: 367 зарубежных и 3 отечественных.

При анализе составов сплавов учитывали содержание золота, платины, палладия, серебра, так как сведения именно по этим элементам полностью даны производителями в информационных материалах.

При анализе коэффициентов температурного линейного расширения взяты данные для температурного диапазона 20–500 °С. Для изучения составов и свойств сплавов использован кластерный анализ. Каждый диапазон количественных данных по содержанию элемента

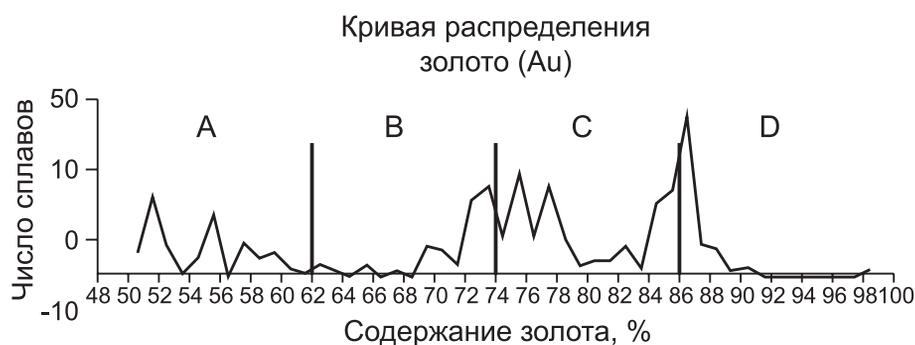


Рис. 1. Распределение золота по группам.

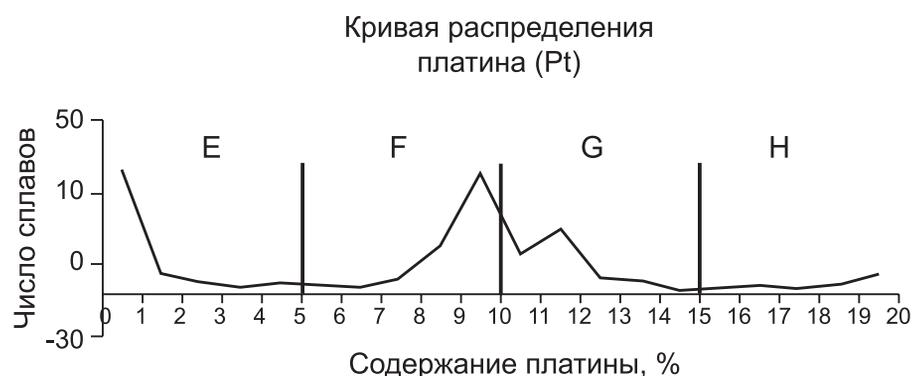


Рис. 2. Распределение платины по группам.

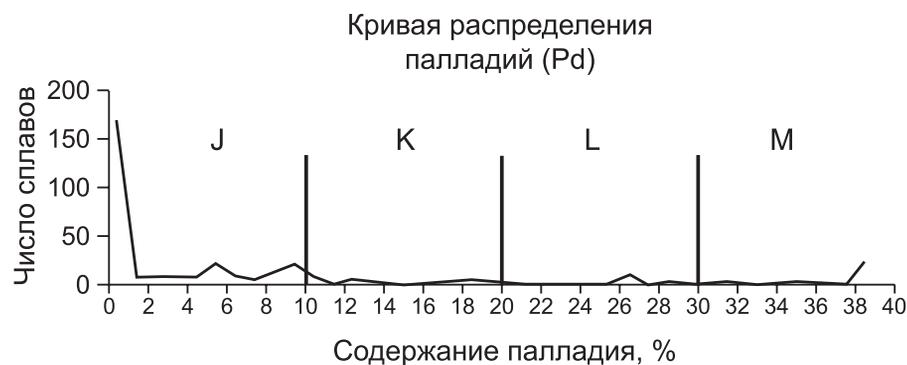


Рис. 3. Распределение палладия по группам.

в сплаве условно разделен на 4 равных кластера с целью выбора наиболее часто используемого.

Анализ отобранных золотых сплавов по цвету основывался не на результатах оптико-физических исследований, а лишь на информации, предоставленной производителями. По цвету сплавы условно разделены на 4 группы: 1-я группа – сплавы, названные как темно-желтые и темно-золотые; 2-я группа – сплавы желтые и золотые; 3-я группа – сплавы светло-желтые, палевые, светло-золотые и бледно-желтые; 4-я группа – сплавы белые.

Собранные данные сведены в таблицы и подвергнуты статистической обработке в программе Excel пакета Microsoft Office 2010.

Результаты

1. Анализ сплавов по составу.

В процессе обработки данных по содержанию золота, платины, палладия и серебра в сплавах на основе золота для металлокерамических зубных протезов полученные значения для каждого из изучаемых элементов условно поделены на 4 группы (кластера). Каждой из групп присвоено буквенное обозначение.

Содержание основного элемента золота в изученных сплавах колебалось от 50,1% до 98,2% при среднем значении 68,4%. При условном выделении 4 групп получены 4 интервала: 1-й интервал «А» с содержа-

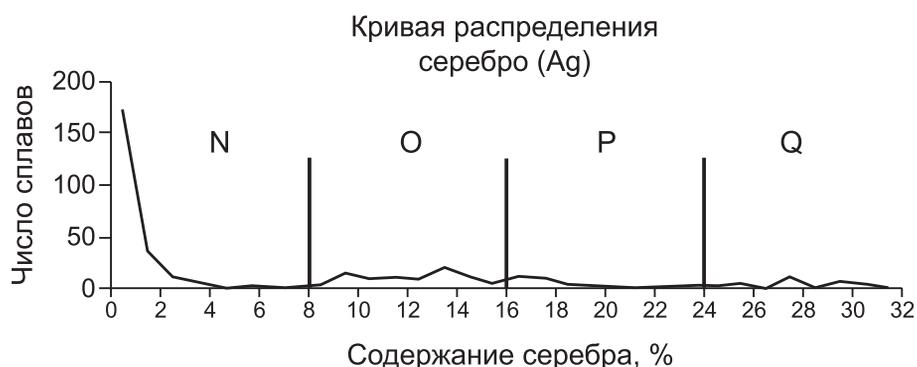


Рис. 4. Распределение серебра по группам.

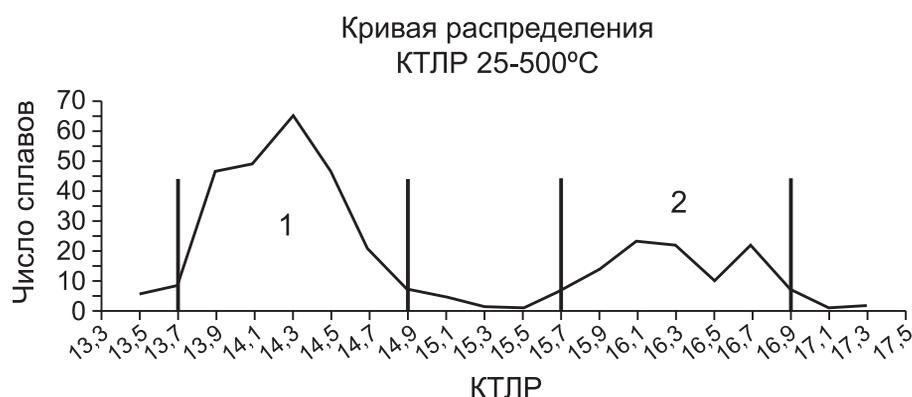


Рис. 5. Распределение КТЛР по группам.

ем золота от 50,1 до 62%, 2-й интервал «В» – от 62 до 74%, 3-й интервал «С» – от 74 до 86% и 4-й интервал «D» с содержанием золота от 86 до 98,2%.

В интервал «А» вошли 80 сплавов, в интервал «В» вошли 73 сплава, в интервал «С» 152 сплава и в интервал «D» 65 сплавов (рис. 1).

Содержание платины в отобранных золотых сплавах для металлокерамики колебалось от 0 до 19,8% со средним значением 7,5%. При условном выделении 4 групп образовались следующие интервалы: интервал «Е» с содержанием от 0 до 5% платины, 2-й интервал «F» от 5 до 10%, 3-й интервал «G» от 10 до 15% и 4-й интервал «H» с содержанием платины от 15 до 19,8%. В интервал «Е» вошли 119 сплавов, в интервал «F» – 132 сплава, в интервал «G» – 90 сплавов и в интервал «H» 29 сплавов (рис. 2).

Содержание палладия в 370 изученных золотых металлокерамических сплавах колеблется от 0 до 38,9% со средним значением 7,9%. При условном выделении 4 групп получены следующие интервалы: интервал «J» с содержанием от 0 до 10% палладия, интервал «K» содержит от 10 до 20%, интервал «L» от 20 до 30% и интервал «M» с содержанием от 30 до 38,9% палладия. В интервал «J» входит 282 сплава, в интервал «K» 36 сплавов, в интервал «L» 17 сплавов и в интервал «M» 35 сплавов (рис. 3).

Процентное содержание серебра в изученных золотых сплавах для металлокерамических зубных протезов составляет от 0 до 31. Среднее значение содержания серебра составляет 6,5%. При разделении на 4 группы получены: интервал «N» с содержанием от 0 до 8% серебра, интервал «O» содержит от 8 до 16%, интервал «P» – от 16 до 24% и интервал «Q» от 24 до 31% серебра (рис. 4).

В интервал «N» входит 230 сплавов, в интервал «O» – 82 сплава, в интервал «P» – 30 сплавов и в интервал «Q» – 28 сплавов.

Методом кластерного анализа мы определили наиболее востребованные диапазоны содержания основных элементов золотых металлокерамических сплавов. Если взять группы, которые содержат наибольшее число сплавов, то для золота это группа «С» (152 сплава), для платины – группа «F» (132 сплава), для палладия – группа «J» (282 сплава), для серебра – группа «N» (230 сплавов). В целом получается следующее сочетание групп: «CFJN». Заменяя буквенное обозначение на процентное содержание исследуемых элементов, мы получили наиболее востребованный, и поэтому наилучший диапазон значений количества основных элементов в сплавах на основе золота для металлокерамических зубных протезов: Au 74–86, Pt 5–10, Pd 0–10, Ag 0–8.

2. Анализ коэффициентов температурного линейного расширения

Анализ показателей коэффициента температурного линейного расширения проведен по 368 сплавам для металлокерамики. Минимальное значение КТЛР составило $13,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, максимальное $17,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ и среднее $14,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Из всех данных мы выделили 2 интервала значений. В первый интервал от $13,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ до $14,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ попали 245 сплавов, во второй интервал от $15,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ до $16,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ вошли 106 сплавов (рис. 5).

Значения КТЛР от $15,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ до $16,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ характерны для благородных сплавов, которые используются в сочетании со специальной керамикой и очень часто являются частью целой системы, в которую входят облицовочная керамика и сплавы и керамику в качестве материала для каркасов. В нашей стране такие системы и облицовочные керамические массы не представлены и, вероятно, не будут представлены в ближайшее время.

Интервал КТЛР от $13,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ до $14,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ представляет для нас больший интерес, так как такие же значения имеют кобальтохромовые и никельхромовые сплавы, что позволяет использовать одни и те же керамические массы для облицовки благородных и неблагородных сплавов.

Таким образом, приоритетным значением КТЛР для сплавов на основе золота для металлокерамических протезов можно назвать интервал с $13,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ по $14,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

3. Анализ показателей цвета.

В группе металлокерамических сплавов, состоящей из 370 наименований, только 354 сплава имели индикацию цвета.

Наибольшее (173) число сплавов имеет желтый (золотой) цвет, 83 сплава имеют белый цвет, 52 сплава имеют светло-желтый цвет, и меньше всего представителей (46) темно-желтого цвета.

Вопрос цвета металлокерамических сплавов на основе золота очень важен. В феномене цвета удивительным образом соединяются физика и психика [11]. Цвет – одно из наиболее очевидных физических свойств сплавов, и хотя цвет не имеет биологического значения, для стоматологов и пациентов он иногда значит многое. Некоторые врачи считают, что желтые сплавы с высоким содержанием золота улучшают цвет керамики, потому что их оксиды легче покрывать тонким слоем опала, следовательно, они более эстетичны. Кроме того, желтый цвет каркаса влияет на цвет керамической облицовки, придавая ей теплоту. И у пациента, который видит золотой цвет каркаса на промежуточных клинических этапах, не возникает сомнений в высоком качестве и оправданной стоимости используемого сплава [12].

4. Российские сплавы на основе золота для металлокерамических зубных протезов.

В группу отечественных сплавов на основе золо-

та для металлокерамики входят 3 сплава: Плагодент (ОАО НПК «Суперметал»), Витирий и Витирий плюс (Витал Е). Все 3 сплава вошли в число 370 сплавов, использованных в исследовании.

По содержанию золота сплавы Плагодент (85%) и Витирий плюс (84%) находятся в оптимальной группе «С», сплав Витирий (87,2%) в группе «D».

Содержание платины у этих сплавов очень близкое по значениям (Плагодент – 9%, Витирий – 8,8%, Витирий плюс – 8%) и попадает в самую представительную группу «F» с содержанием платины от 5 до 10%.

Сплавы Плагодент и Витирий плюс имеют по 5% палладия и попадают вместе со сплавом Витирий (1,3%) в группу сплавов «J».

Витирий содержит всего 0,4% серебра, сплавы Плагодент и Витирий плюс не содержат серебра совсем. Все 3 сплава попадают в оптимальную группу «N».

Таким образом, по составу только 2 российских сплава – Плагодент и Витирий плюс – попадают в оптимальный диапазон «CFJN» (Au 74–86%, Pt 5–10%, Pd 0–10%, Ag 0–8%),

Сплав Плагодент имеет КТЛР, равный $13,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ и входит в число сплавов 1-й группы с необходимым значением КТЛР. Для сплавов Витирий и Витирий плюс производитель не дает значения КТЛР для температурного интервала 25–500 °С, поэтому сравнить их с другими сплавами по этому параметру не представляется возможным. Производитель этих сплавов (фирма «Витал Е», Россия) в информационных материалах приводит показатель КТЛР только для диапазона 25–600 °С, равный $14,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, а также в инструкции по применению рекомендует традиционные керамические покрытия для кобальтохромовых и никельхромовых сплавов. В итоге можно считать, что сплавы Плагодент и Витирий плюс входят в число наиболее востребованных сплавов по составу и значению КТЛР.

Однако эти сплавы имеют светло-желтый цвет, не отвечающий запросам потребителей, и их нельзя назвать оптимальными по этому важному параметру.

Таким образом, на сегодняшний день в российской стоматологии нет отечественного сплава на основе золота для металлокерамических зубных протезов, удовлетворяющего одновременно требованиям по составу, КТЛР и насыщенности желтого цвета. Целесообразно создание модифицированного сплава золота с оптимальным диапазоном содержания основных элементов «CFJN», но с введением легирующих добавок, обеспечивающих интенсивно желтый цвет. Изучению этого вопроса будет посвящен следующий раздел нашей работы.

(Список литературы приведен в 3-й части статьи).

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 26.03.16

Принята в печать 04.04.16