

УДК 616.314.11:666.643

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СВЯЗИ
КЕРАМИКИ СО СТОМАТОЛОГИЧЕСКИМ СПЛАВОМ STOMET-2KZ****¹Алтынбеков К.Д., ¹Нысанова Б.Ж., ²Сейдахмет А.Ж.**¹Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, Алматы;¹Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, e-mail: nisanbahit@mail.ru

Экспериментальные исследования показали, что для отечественных стоматологических сплавов Stomet-1kz, Stomet-2kz согласно ГОСТ 31575-2012 имеется достаточная величина напряжения, при котором не происходит отслаивание керамического слоя от металлического образца (должна быть не менее 25 МПа). Предлагаемый химический состав разработанных отечественных сплавов с увеличением содержания Si на 1 %, значительно повышает прочность сцепления металла с керамикой сплавов Stomet-1kz и Stomet-2kz соответственно в 1,2 раза для сплава Stomet-1kz, и в 1,3 раза для сплава Stomet-2kz согласно требованиям ISO (25мПа – ГОСТ 31575 – 2012). В результате экспериментальных исследований дополнены сведения о прочности соединения керамики с металлом, что аргументирует применение полученной информации в научных исследованиях. Установлено, что предлагаемый химический состав разработанных сплавов обеспечивает адекватную адгезию керамики и металла при изготовлении металлокерамических протезов. Это позволяет изготавливать металлокерамические протезы большой протяженностью.

Ключевые слова : керамика, адгезия, сплавы, металлокерамика**EXPERIMENTAL STUDY OF STRENGTH RELATIONSHIP CERAMICS
DENTAL ALLOY STOMET-2KZ****¹Altynbekov K.D., ¹Nysanova B.Zh., ²Seidakhmet A.Zh.**¹S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty;²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, e-mail: nisanbahit@mail.ru

Experimental studies have shown that for domestic dental alloys Stomet-1kz, Stomet-2kz, according to GOST (Government Standard) 31575-2012, there is a sufficient voltage value at which peeling of the ceramic layer from the metallic sample does not occur (should not be less than 25 MPa). The proposed chemical composition of the developed domestic alloys with an increase in the Si content by 1 % significantly increases the bond strength of the metal with the ceramic of the Stomet-1kz and Stomet-2kz alloys by 1.2 times for the Stomet-1kz alloy, and 1.3 times for the Stomet-2kz according to the requirements of ISO (25mPa – GOST 31575 – 2012). As a result of experimental studies, information on the strength of the ceramic-metal bond was added, which argues for the use of the information obtained in scientific research. It is established that the proposed chemical composition of the developed alloys provides adequate adhesion of ceramics and metal in the manufacture of metal-ceramic prostheses. This makes it possible to manufacture metal-ceramic prostheses with a long extension.

Keywords: ceramics, adhesion, alloys, cermets

Природа связи между металлическим каркасом и керамикой изучена достаточно глубоко и в настоящее время считается, что в образовании связи участвуют три механизма (механическая ретенция, действие напряжений сжатия и химическое взаимодействие).

Среди металлических сплавов, используемое дно металлокерамических протезов наиболее дешевую и в то же время одну из самых надежных с точки зрения прочности соединения с керамикой представляют сплавы Co-Cr-Mo и Ni-Cr-Mo [6–10]. При разработке сплавов этой системы обеспечение прочного сцепления металла с керамикой является одной из главных задач.

Целью нашего исследования являлось определение прочности связи керамики со стоматологическим сплавом Stomet-2kz.

Материалы и методы исследования

Для стоматологического сплава Stomet- 2kz и материалов керамики «Vita 13», «Дизайн» и различных толщин керамического слоя были найдены значения

прочности связи керамики со сплавом. Испытания проводились на универсальной разрывной машине Instron 5982 по ГОСТ 31575-2012. Исследования на определение прочности связи керамики со сплавом проводились в аккредитованной испытательной лаборатории «Исследование механики материалов и процессов» (аттестат аккредитации № KZ.И.02.1717 на соответствие требованиям СТ РК ИСО/МЭК 17025-2007) дочернего государственного предприятия на правах хозяйственного ведения научно-исследовательского института математики и механики Казахского национального университета им. Аль-Фараби.

Испытания проводились на универсальной разрывной машине Instron 5982 по ГОСТ 31575-2012.

Универсальная разрывная машина Instron 5982 для проведения испытаний на растяжение, сжатие и трехточечный изгиб при комнатной температуре. Максимальное усилие растяжения/сжатия – 100 кН. Датчик продольной деформации позволяет с высокой точностью измерять удлинение образца. В комплект оборудования входит камера, позволяющая записывать видео испытания и печь, позволяющая нагревать образец до 1100°C. Управление испытанием осуществляется с помощью компьютерной программы Bluehill 3 (рис. 1).



Рис. 1. Универсальная разрывная машина Instron 5982

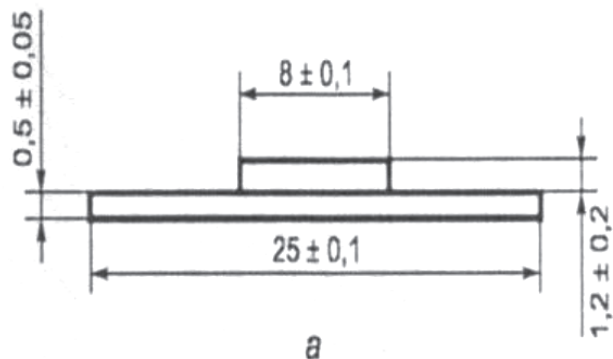


Рис. 2. Схема образца для испытаний



Рис. 3. Фотография образцов, предназначенных для проведения испытаний на изгиб металлического сплава Stomet 2kz и толщине керамического слоя «Dizain» равной 1 мм

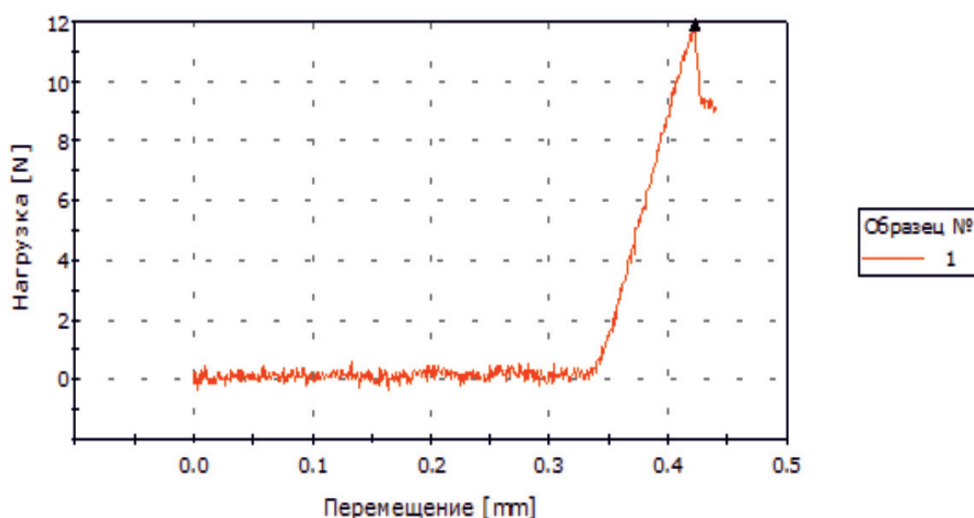


Рис. 4. Диаграмма, полученная при изгибе для металлического сплава «Stomet-2kz» и керамического слоя «Dizain»

В качестве образцов использовались плоские металлические образцы размерами 25х3х0,5 мм (80 штук). В центре плоского металлического образца был нанесен слой керамики толщиной 1-1,5 мм (рис. 2).

Согласно ГОСТ 31575-2012 [11], образец подвергается трехточечному изгибу металлической частью вверх до отрыва керамического слоя от металлического сплава. Перед испытаниями каждый образец был измерен. Разрывная машина была настроена на определение разрушающего усилия $F_{раз}$. На рис. 3 показана фотография десяти образцов, предназначенных для проведения испытаний на изгиб металлического сплава и керамического слоя «Stomet 2kz» при толщине керамического слоя «Dizain» равной 1 мм.

Результаты исследования и их обсуждение

Экспериментальные исследования показали, что для отечественного стоматологического сплава Stomet-2kz согласно ГОСТ 31575-2012 имеется достаточная величина напряжения, при котором не происходит отслаивание керамического слоя от металлического образца (должна быть не менее 25 МПа). Предлагаемый химический состав разработанного отечественного сплава Stomet-2kz с увеличением содержания Si на 1%, значительно повышает прочность сцепления металла с керамикой 1,3 раза в сравнении с требованиями ISO (25 МПа – ГОСТ 31575 – 2012). На рис. 4 показана типичная диаграмма, полученная при изгибе для металлического сплава «Stomet 2kz» и при толщине керамического слоя «Dizain» равной 1 мм.

Как видно из диаграммы при разрушающей силе $F_{раз} = 11,94$ Н происходит отрыв керамического слоя от металлического образца. Затем, при помощи диаграммы, пока-

занной на рис. 5, определяется коэффициент k , и по формуле определялось напряжение, при котором происходит отслаивание керамического слоя от металлического образца.

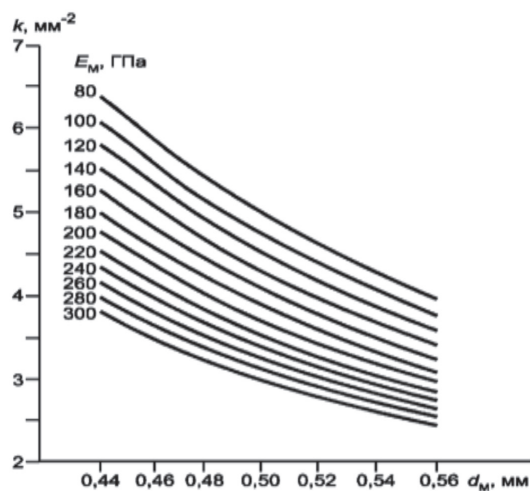


Рис. 5. Диаграмма определения коэффициента k как функции толщины металлического каркаса d_m модуле упругости сплава E_m

Для всех образцов использовался сплав с модулем упругости $E = 230$ МПа.

На рис. 6 показана фотография устройства для трехточечного изгиба универсальной разрывной машины Instron 5982 при испытании металлического сплава «Stomet 2kz» и при толщине керамического слоя «Dizain» равной 1 мм.

Таблица 1

Сплав Stomet-2kz, керамика «Дизайн», толщина 1,5 мм

Ширина, мм	Толщина, мм	k	F _{раз} , Н	τ, МПа
3	0,5	2,81	12,1	34
3	0,5	2,7	10,3	27,9
3	0,5	2,55	13,13	34,8
3	0,5	2,65	10,18	27
3	0,5	2,83	13,6	38,5
3	0,5	2,81	12,81	36
			Средняя величина	33,03

Таблица 2

Сплав Stomet-2 kz, керамика «Дизайн», толщина 1 мм

Ширина, мм	Толщина, мм	k	F _{раз} , Н	τ, МПа
3	0,5	2,5	13,67	34
3	0,5	2,8	9,66	27
3	0,5	2,7	12,75	34
3	0,5	2,71	12,15	32,9
3	0,5	2,55	13,19	33,63
3	0,5	2,65	9,87	26,15
3	0,5	2,82	15,12	42,6
3	0,5	2,81	11,09	31,16
			Средняя величина	32,68

Таблица 3

Сплав Stomet-2kz, керамика «Vita 13», толщина 1 мм

Ширина, мм	Толщина, мм	k	F _{раз} , Н	τ, МПа
3	0,5	2,65	13,71	36,33
3	0,5	2,55	10,54	26,88
3	0,5	2,55	9,1	23,2
3	0,5	2,5	10,63	26,575
3	0,5	2,75	9,69	26,65
3	0,5	2,55	11,94	30,44
3	0,5	2,65	14,43	38,23
			Средняя величина	30,85

Таблица 4

Сплав Stomet-2kz, керамика «Vita 13», толщина 1,5 мм

Ширина, мм	Толщина, мм	k	F _{раз} , Н	τ, МПа
3	0,5	2,8	10,77	30,157
3	0,5	2,5	9,85	24,6
3	0,5	2,5	14,89	37,2
3	0,5	2,85	11,73	29,3
3	0,5	2,5	11,71	33,4
3	0,5	2,65	8,9	23,6
			Средняя величина	29,7

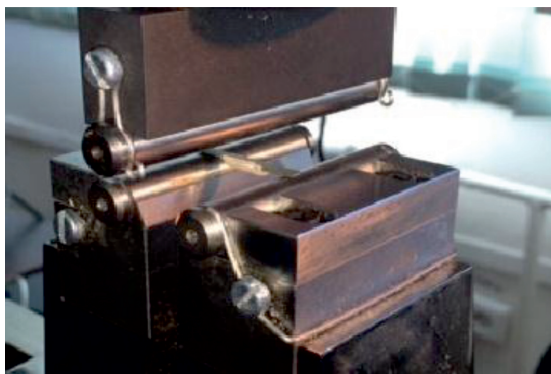


Рис. 6. Фотография устройства для трехточечного изгиба универсальной разрывной машины Instron 5982 при проведении испытания

В табл. 1–4 показаны данные проведенных экспериментов для различных материалов и толщин керамического слоя. Расчет неопределенности при проведении испытания образцов.

В табл. 5 показаны средние напряжения отслаивания керамического слоя от сплава в зависимости от материала.

Таблица 5

Напряжения отслаивания керамического слоя от сплава в зависимости от материала

Материал сплав/керамика	Среднее значение τ , МПа
Stomet-2kz / Дизайн	$32,8 \pm 4$
Stomet-2kz / Vita 13	$29,7 \pm 4$

Согласно пункту 4.1.3.2 ГОСТ 31575-2012 величина напряжения, при котором происходит отслаивание керамического слоя от металлического образца (τ) должна быть не менее 25 МПа. Для отечественного стоматологического сплава Stomet-2kz имеется достаточная величина напряжения, при котором не происходит отслаивание керамического слоя от металлического образца

Выводы

В результате экспериментальных исследований дополнены сведения о прочности соединения керамики с металлом, что аргументирует применение полученной информации в научных исследованиях. Установлено, что предлагаемый химический со-

став разработанных сплавов обеспечивает адекватную адгезию керамики и металла при изготовлении металлокерамических протезов. Это позволяет изготавливать металлокерамические протезы большой протяженностью.

Таким образом, в результате экспериментальных исследований дополнены сведения о прочности соединения керамики с металлом, что аргументирует применение полученной информации в научных исследованиях. Установлено, что предлагаемый химический состав разработанных сплавов обеспечивает адекватную адгезию керамики и металла при изготовлении металлокерамических протезов. Это позволяет изготавливать металлокерамические протезы большой протяженностью.

Список литературы

1. Хетагуров В.Ф. Применение микроплазменной обработки при изготовлении металлокерамических зубных протезов: дис... канд. – М., 2004. – С. 87.
2. Харитонов С.В. Технология изготовления металлокерамических конструкций в клинике ортопедической стоматологии и судебной медицины: дис... канд. 14.00.21 МГМСУ. – М., 2004. – С. 96.
3. Чельдиева З.М., Дяконенко Е.Е., Дойников А.Н., Казырева Н.А., Сачина Л.А. Исследование прочности связи с керамикой нового стоматологического сплава «Стомикс» методом трехточечного изгиба // Зубной техник. – 2001. – № 2. – С. 30-33.
4. Сташев Е.Е., Поляков А.А., Гузман И.Я. Прочность соединения стоматологической керамики со сплавами // Стекло и керамика. 1986. – № 10. – С. 26-27.
5. Чеканин И.М., Михальченко О.С., Наумова В.Н. Основные материалы, применяемые для изготовления металлокерамических протезов. – Издательство ВолгГМУ. – 2014. – 68 с.
6. Нурт Ван Р. // Основы стоматологического материаловедения (Ричард Ван Нурт: пер. с англ. под ред. П.В. Добровольский, Т.В. Гринев, И.Л. Покровская. – Издательство КМК Инвест. – 2005. – 303 с.
7. Лебеденко И.Ю., Макарычев Ю.Б., Копейкин В.Н. Изучение зоны контакта покрытия с каркасом металлокерамических зубных протезов // Проблема нейростоматологии и стоматологии. – М., 1998. – С. 18-25.
8. Лебеденко И.Ю., Копейкин В.Н., Анисимов Ю.Л. Современные принципы разработки и внедрения новых конструктивных материалов для стоматологии. // Новые в стоматологии. – 1995. – С. 19-25.
9. Каральник Д.М., Ленц Е., Манин М. Микроскопические исследования и определения прочности соединения керамики. С Ni – Cr и Co – Cr сплавами // Стоматология. – 1985. – С.18-20.
10. Ефремова Н.Ю., Качур С.А. Примеры оценивания неопределенностей величин из различных областей измерений и испытаний // Практическое пособие. Минск. Белорусский институт метрологии. – 2005. – С. 34.
11. ГОСТ 31575-2012 Металлокерамика стоматологическая для зубного протезирования. Технические требования. Методы испытаний.