

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОСТОВИДНЫХ ПРОТЕЗОВ МАЛОЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ

Эльканов А.А., Брагин Е.А., Брагин А.Е.

Ставропольский государственный медицинский университет, Россия, Ставрополь, e-mail: Aha9107@yandex.ru

Целью данной работы было исследование прочностных свойств конструкционных керамических материалов, используемых при изготовлении безметалловых мостовидных зубных протезов. При помощи метода гидроабразивной резки было получено по 31 образцу стеклокерамики на основе дисиликата лития, дисиликатлитиевой стеклокерамики с добавлением диоксида циркония и диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия. Согласно ISO 6872 проведено испытание образцов на прочность по методике трехточечного изгиба. Согласно полученным нами значениям прочности дисиликатлитиевую стеклокерамику с добавлением диоксида циркония рекомендуется использовать исключительно для изготовления искусственных коронок и микропротезов в пределах протяженности одного зуба, таких как вкладки и виниры. Стеклокерамика на основе дисиликата лития рекомендуется для изготовления мостовидных протезов во фронтальном отделе зубного ряда малой протяженности. Диоксид циркония, стабилизированный оксидом иттрия, показан для изготовления мостовидных протезов во фронтальном и боковых отделах зубного ряда средней протяженности.

Ключевые слова: стеклокерамика, диоксид циркония, прочность, безметалловые конструкции, гидроабразивная резка.

REVIEW OF THE BASIC MECHANICAL CHARACTERISTICS OF STRUCTURAL CERAMIC MATERIALS USED FOR THE MANUFACTURE OF DENTAL BRIDGES PROSTHESIS OF SMALL EXTENT

Elkhanov A.A., Bragin E.A., Bragin A.E.

Stavropol state medical University, Stavropol, e-mail: Aha9107@yandex.ru

The aim of this work was to study the strength properties of building ceramic materials used in the manufacture of non-metal dental bridges prosthesis. The method of waterjet cutting was obtained 31 samples of glass ceramics on the basis of disilicate lithium, lithium disilicate glass-ceramics with the addition of zirconium dioxide and zirconium dioxide, stabilized with yttrium oxide. In accordance with ISO 6872 tested the samples for strength by the method of three-point bending. According to the obtained values of the strength of lithium disilicate glass ceramics with additions of Zirconia, it is recommended to use exclusively for the manufacture of artificial crowns import and sale within the length of one tooth, such as inlays and veneers. Glass ceramics based on lithium disilicate is recommended for the manufacture of dental bridges in the anterior region of the dentition small extent. Zirconium dioxide, stabilized with yttrium oxide is shown for the manufacture of bridges in the anterior and lateral parts of the dentition of medium length.

Keywords: glass ceramics, Zirconia, bond strength, metal-free design, waterjet cutting.

Существенный сегмент стоматологического материаловедения на рынке современных технологий составляет разработка и производство конструкционных материалов, используемых для изготовления безметалловых конструкций зубных протезов. Сложной задачей является выбор подходящего керамического материала с достаточной прочностью для конкретной клинической ситуации [1; 6]. От верного выбора зависит успешное протезирование пациента.

Основными силами, действующими на стоматологические материалы в полости рта, являются жевательные нагрузки. В зависимости от функциональной группы зубов жевательная нагрузка колеблется от 50 до 300 Н, наибольшая приходится на жевательные

зубы [7]. От механических свойств материала зависит, как они будут себя вести под действием нагрузок. Согласно Международному стандарту ISO 6872 все керамические материалы делятся на 5 классов, характеризующих их прочностные и химические свойства. Эта классификация является критерием выбора керамического материала для той или иной группы зубов. Прочность материала – это его способность быть устойчивым к разрушающему воздействию внешних сил, постоянно действующих в полости рта в пределах переменных и разнонаправленных нагрузок (нагрузки на сдвиг, изгиб, разрыв, растяжение и скручивание). Предел прочности — механическое напряжение, выше которого происходит разрушение материала, определяется отношением величины пороговой нагрузки к площади поперечного сечения [3; 5]. В настоящее время часто прочность стоматологических материалов характеризуется таким параметром, как предел прочности при изгибе. Этот показатель определяется по 3- или 4-точечной методике при статическом нагружении согласно Международному стандарту ISO 6872 [2; 4].

Целью данной работы явилось получение данных прочности керамических материалов, используемых в стоматологии при изготовлении безметалловых мостовидных зубных протезов.

Задачи:

- изготовить стандартные образцы в виде пластин из стеклокерамики на основе дисиликата лития (IPS E.max CAD); из стеклокерамики на основе дисиликата лития, армированной диоксидом циркония (Vita Suprinity); из диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия (Vita IC YZ);
- провести испытание по методике 3-точечного изгиба согласно Международному стандарту ISO 6872 полученных образцов;
- сравнить полученные данные, провести их анализ и статистическую обработку;
- разработать рекомендации по использованию изучаемых материалов при протезировании.

Материалы и методы

Нами изучались прочностные свойства трех видов материалов: стеклокерамики на основе дисиликата лития IPS E.max CAD, стеклокерамики на основе дисиликата лития, армированной диоксидом циркония Vita Suprinity, диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия Vita IC YZ. Были взяты стандартные блоки IPS E.max CAD и Vita Suprinity размером 18 x 14 x 12 мм, блоки Vita IC YZ размером 39 x 19 x 15,5 мм.

Для обработки керамических блоков был выбран метод гидроабразивной резки. Гидрорезка, являясь холодным методом резки, не оказывает отрицательного воздействия на структурные свойства материала из-за отсутствия его перегрева, что предотвращает

проявление усталости материала и, как следствие, снижение его прочностных свойств. При помощи станка для гидроабразивной резки WaterJet MultiCam из стандартных блоков материалов было получено по 31 образцу размером 18 x 4 x 1,4 мм с погрешностью в 0,1 мм (рис. 1), в дальнейшем их подвергли обжигу.



Рис. 1. Гидроабразивная резка материала

Размеры каждой пластины были измерены при помощи микрометра с точностью до 0,1 мм. Затем на базе кафедры ортопедической стоматологии Ставропольского государственного медицинского университета при помощи универсальной испытательной машины GOTECH AI 7000S были проведены испытания образцов на прочность по методике трехточечного изгиба согласно Международному стандарту ISO 6872. Исследование проводилось при комнатной температуре в условиях окружающей среды (рис. 2).

При помощи специализированного программного обеспечения были зафиксированы максимальные нагрузки, при которых происходило разрушение образцов, после чего показатели предела прочности при изгибе рассчитаны по формуле:

$$\sigma = 3Pl / 2bh^2, \text{ где}$$

P – величина нагрузки, вызвавшая разрушение образца, Н;

l – длина пролета между опорами, мм;

b – ширина образца, мм;

h – толщина образца, мм.



Рис. 2. Проведение испытания образцов при помощи универсальной испытательной машины GOTECH AI 7000S

Результаты и их обсуждение

Нами были зафиксированы показатели нагрузок, разрушающих образцы керамических материалов. Эти показатели разнятся из-за погрешности ширины и толщины пластин, составляющей 0,1 мм, так как разрушающая нагрузка прямо пропорциональна площади поперечного сечения образца.

Минимальная разрушающая нагрузка дисиликатлитиевой стеклокерамики составила 104,583 Н, максимальная – 148,189 Н. Для стеклокерамики на основе дисиликата лития с добавлением диоксида циркония минимальная зафиксированная разрушающая нагрузка составила 74,105 Н, а максимальная – 121,109 Н. Для диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия, эти показатели варьировали от 315,905 до 444,556 Н (рис. 3-5).

Исходя из формулы вычисляемый нами предел прочности материала прямо пропорционален длине пролета между опорами, составлявшей в нашем эксперименте 15 мм, и разрушающей нагрузке и обратно пропорционален ширине образца и квадрату его толщины. При учете погрешности размеров образцов в 0,1 мм это объясняет достаточно большой разброс зафиксированной разрушающей нагрузки при достаточно маленьком разбросе вычисленного предела прочности материала.

Средние значения предела прочности на изгиб для стеклокерамики на основе дисиликата лития составили $358,29 \pm 4,41$ МПа, для стеклокерамики на основе дисиликата лития с добавлением диоксида циркония – $267,3 \pm 7,37$ МПа, для диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия – $1081,17 \pm 7,33$ МПа. Полученные данные прочности

Vita Suprinity значительно ниже представленных производителями. Прочность материалов IPS E.max CAD и Vita IC YZ более приближена к заявленным показателям (таблица). Применение этих материалов при изготовлении зубных протезов должно быть ограничено соответственно классификации керамических материалов, представленной в Международном стандарте ISO 6872.

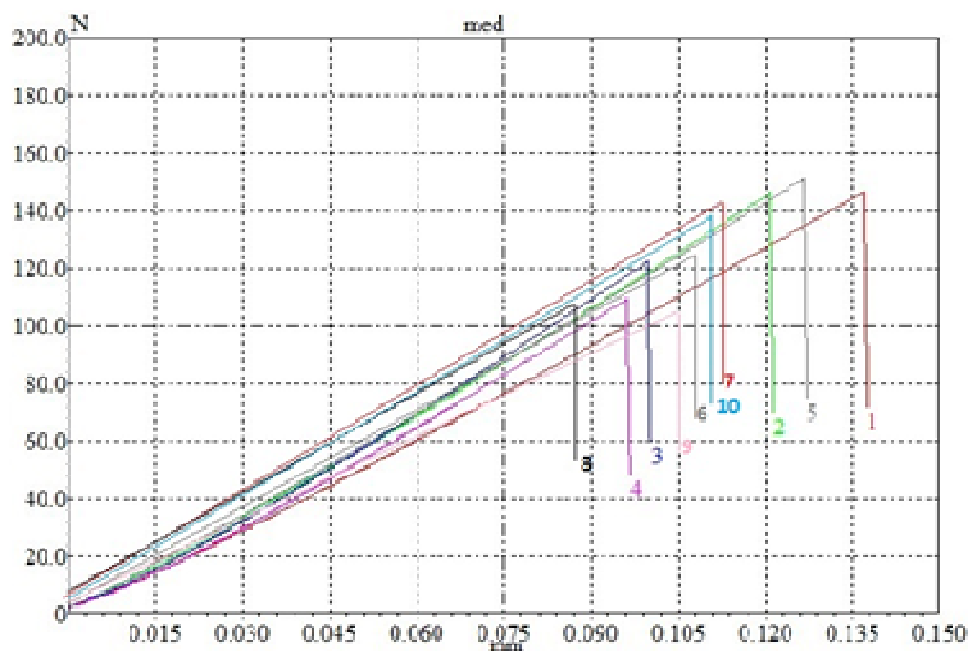


Рис. 3. Разрушающая нагрузка образцов стеклокерамики на основе дисиликата лития, где 1-10 – это образцы, подвергнувшиеся испытанию

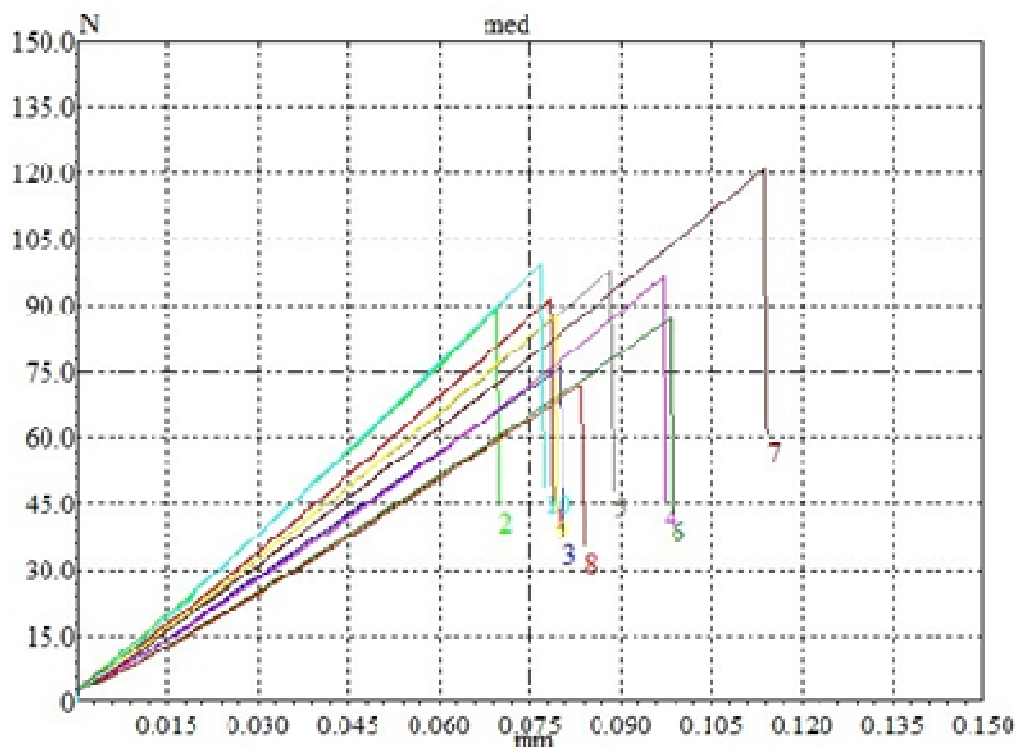


Рис. 4. Разрушающая нагрузка образцов стеклокерамики на основе дисиликата лития с добавлением диоксида циркония, где 1-10 – это образцы, подвергнувшиеся испытанию

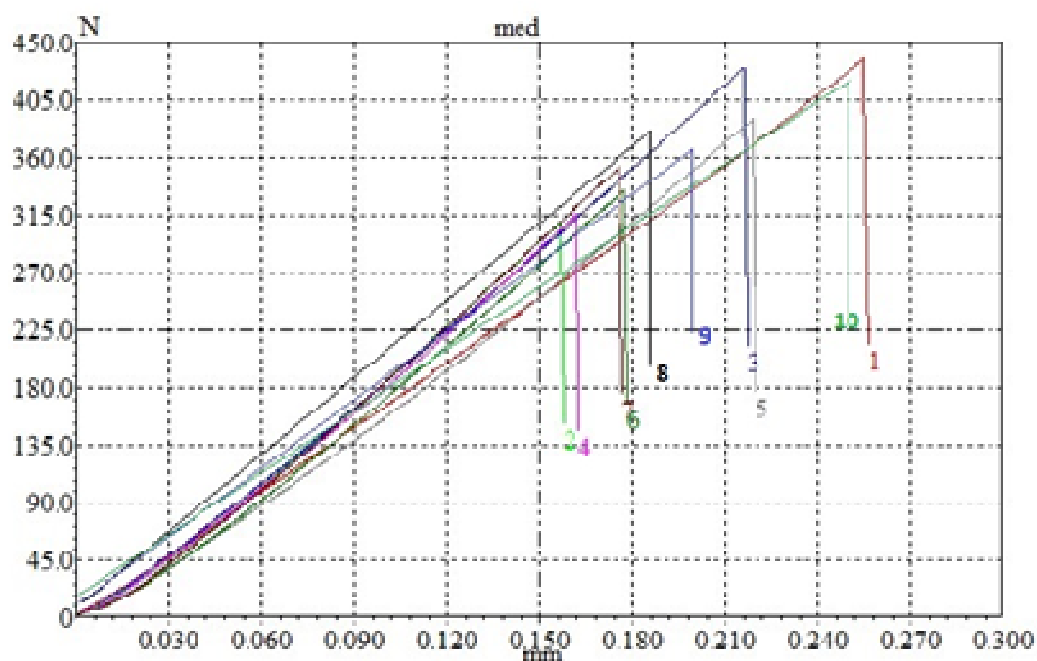


Рис. 5. Разрушающая нагрузка образцов диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия, где 1-10 – это образцы, подвергнувшиеся испытанию

Показатели предела прочности на изгиб, полученные в ходе исследования, в сравнении с данными производителей

Материал	Прочность материала, полученная в ходе исследования, МПа	Прочность материала, по данным производителей, МПа
Стеклокерамика на основе дисиликата лития (IPS E.max CAD)	358,29±4,41	360
Стеклокерамика на основе дисиликата лития с добавлением диоксида циркония (Vita Suprinity)	267,3±7,37	420
Диоксид циркония, стабилизированный оксидом иттрия (Vita IC YZ)	1081,17±7,33	>900

Выводы

При подготовке образцов керамических материалов для изучения показателей их прочности нами был разработан рабочий стенд универсальной испытательной машины GOTECH AI 7000S и предложен метод гидроабразивной резки испытываемых блоков, который оказался наиболее оптимальным методом обработки керамики, не влияющим на его

структурные свойства.

В ходе проведенного эксперимента нами были получены данные о прочности керамических материалов, используемых для изготовления мостовидных зубных протезов малой протяженности, согласно Международному стандарту ISO 6872 по методике трехточечного изгиба, которые отличаются от данных производителей. По данным прочности стеклокерамика на основе дисиликата лития с добавлением диоксида циркония (Vita Suprinity) оказалась значительно ниже показателей, заявленных производителями. Поэтому мы вообще не рекомендуем использовать стеклокерамику на основе дисиликата лития с добавлением диоксида циркония Vita Suprinity для изготовления мостовидных протезов. Этот материал показан исключительно для изготовления искусственных коронок и микропротезов в пределах протяженности одного зуба, таких как вкладки и виниры. Стеклокерамика на основе дисиликата лития IPS E.max CAD рекомендуется для изготовления мостовидных протезов во фронтальном отделе зубного ряда малой протяженности. Диоксид циркония, стабилизированный оксидом иттрия показан для изготовления мостовидных протезов во фронтальном и боковых отделах зубного ряда средней протяженности.

Список литературы

1. Перспективы использования наноматериалов и высоких технологий в ортопедической стоматологии. Часть 1. / Н.Б. Асташина [и др.] // Стоматология. – 2014. – № 1. – С. 37-39.
2. Alshehri S.A. An investigation into the role of core porcelain thickness and lamination in determining the flexural strength of In-Ceram dental materials // J Prosthodont. – 2011. – Vol. 20. – № 4. – P. 261-266.
3. Comparison of shear bond strength of orthodontics brackets on composite resin restorations with different surface treatments / A.A. Ribeiro [et al.] // Dental Press J Orthod. – 2013. – Vol. 18. – № 4. – P. 98-103.
4. Dentistry — Ceramic materials: International standard 6872. - Geneva, 2015. – 28 p.
5. Effects of surface treatment and artificial aging on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to four different provisional restorations / Y.S. Jabbari [et al.] // Angle Orthod. – 2014. – Vol. 84. – № 4. – P. 649-655.
6. Nazarian A. Systematic Approach to Full-Mouth Reconstruction // Dent Today. – 2015. – Vol. 34. – № 6. – P. 96-97.
7. Physical and adhesive properties of dental enamel after radiotherapy and bonding of metal and ceramic brackets / G.C. Santin [et al.] // Am J Orthod Dentofacial Orthop. – 2015. – Vol. 148. – № 2. – P. 283-290.