

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

УДК 615.46.03:616.314.11-089.28

Мельник А.С., Горяинова К.Э., Лебедево И.Ю.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ КРОНОК У КРЕСЛА ПАЦИЕНТА МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

ГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», 127206, г. Москва

Дан обзор современных керамических материалов для CAD/CAM-технологий у кресла пациента с целью оптимизации выбора блоков при изготовлении CEREC-коронок в различных клинических случаях.

Ключевые слова: CAD/CAM; CEREC; несъемные протезы; керамические блоки; дисиликат лития; силикат лития; эксплуатационные свойства.

Для цитирования: *Российский стоматологический журнал. 2014; 18(6): 24–28.*

Melnik A.S., Goryainova K.E., Lebedenko I.Yu.

THE REVIEW MODERN MATERIALS FOR THE MANUFACTURING CERAMIC CROWNS AT THE CHAIRSIDE BY THE METHOD OF COMPUTER MILLING

The Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, 127206, Moscow, ul. Vucheticha, 9a

Abstract: The review of modern ceramic materials for CAD/CAM technologies at the chairside for optimization of selection of blocks for manufacturing CEREC crowns for the different clinical cases.

Key words: CAD/CAM; CEREC; chairside; fixed; ceramic blocks; disilicate lithium; «Suprinity»; «Celtra Duo»; «VITABLOCS Mark II»; «IPS E.max CAD»; operational properties.

Citation: *Rossiyskiy stomatologicheskij zhurnal. 2014; 18(6): 24–28. (in Russian)*

В мире современной стоматологии происходит постоянное развитие и совершенствование технологий и материалов. В настоящее время широко применяются методы компьютерного фрезерования и шлифования для изготовления зубных протезов ввиду высокой точности такой технологии по сравнению с традиционными методами изготовления. Наиболее перспективной следует считать методику CEREC (Chairside Economical Restorations of Esthetic Ceramics), позволяющую изготавливать зубные протезы без привлечения лабораторных ресурсов непосредственно у кресла пациента в одно посещение, – так называемую chairside-реставрацию [1–3].

Блоки для CAD/CAM-технологий выпускаются из различных материалов: керамические, композитные, гибридные и полимерные. В свою очередь керамические блоки делятся по своему составу на блоки из полевошпатной керамики, дисиликата лития, силиката лития с диоксидом циркония и из диоксида циркония. Благодаря разнообразию материалов есть возможность реставрации с помощью CAD/CAM-технологий у кресла пациента в различных клинических ситуациях.

Рассмотрим керамические CAD/CAM-блоки, которые дают возможность изготовить реставрацию непосредственно у кресла пациента, т. е. по chairside-технологии. Это полевошпатная керамика «Mark II» («Vita Zahnfabrik», Германия), дисиликат лития «IPS E. max CAD» («Ivoclar Vivadent», Лихтенштейн) и кристаллизованный силикат лития с диоксидом циркония «Suprinity» («Vita Zahnfabrik», Германия), «Celtra» («Degudent», Германия).

Полевошпатные блоки «Mark II» для CEREC стали использовать с 1991 г. и широко применяют в настоящее время [4, 5]. Дисиликат лития для CAD/CAM-систем – «IPS E. max CAD» доступен с 2005 г. на рынке стоматологических материалов [6–8]. В 2013 г. появился новый CAD/CAM-материал – стеклокерамика на основе силиката лития, усиленная ди-

оксидом циркония [9–11]. Данный материал разработан совместно компаниями «Vita Zahnfabrik», «Degudent GmbH» и «Fraunhofer Institut» в виде блоков «Suprinity» и «Celtra Duo» [12]. Возникают дискуссии, какой же материал выбрать.

Все конструкционные материалы, применяемые в ортопедической стоматологии, должны соответствовать ряду требований: биологической совместимости с тканями полости рта; высокой механической прочности, которая проявляется при нагрузках на сдвиг, изгиб, разрыв, растяжение и скручивание; высокой эстетике, т. е. максимальному приближению по цвету к зубу; соответствующим оптическим свойствам [13]. Существенное значение при выборе материала имеют такие качества, как легкость машинной обработки, химическая и физическая стабильность.

На основании доступной литературы нами проведен сравнительный анализ 3 групп материалов для CEREC-блоков по основным параметрам.

Керамика из полевого шпата «Mark II» состоит из мелкозернистых (от 10 до 20 мкм) и равномерно распределенных частиц. Из-за небольшого размера частиц в материале, по данным [43], износ зубов-антагонистов сведен к минимуму.

Дисиликат-литиевые блоки «IPS.E. max CAD» состоят из плотно расположенных игольчатых кристаллов длиной 4 мкм и диаметром 0,5 мкм, равномерно распределенных в стекляннй матрице [14]. Эта кристаллическая решетка препятствует распространению трещин и повышает прочность на изгиб дисиликата лития, по данным [15], до 300–400 МПа и превосходит, по данным [3, 16], более чем в 2 раза прочность лейцитной стеклокерамики.

«Suprinity» и «Celtra Duo» – это керамические блоки из силиката лития, обогащенные диоксидом циркония (8–10 весовых %). Преимуществом этих материалов, по мнению авторов работ [11, 12, 17], является микроструктура: размер кристаллов силиката лития – 500–700 нм, что в 4–8 раз меньше размеров кристаллов дисиликата лития – 2000–4000 нм.

По данным производителя [12, 18], прочность на изгиб «Mark II» составляет $154,4 \pm 5$ МПа. В то же время в работе [10] указано, что прочность на изгиб «Mark II» оказалась существенно ниже – 137,83 МПа.

Для корреспонденции: Мельник Алена Сергеевна, e-mail: melnikals@icloud.com

For correspondence: Melnik Alena Sergeevna, e-mail: melnikals@icloud.com

Таблица 1. Сравнительная характеристика блоков "Mark II", "IPS E. max CAD", "Suprinity", "Celtra Duo" для изготовления CEREC-коронки у кресла пациента

Характеристика	Материал			
	"Mark II" ("Vita Zahnfabrik")	"IPS E. max CAD" ("Ivoclar Vivadent")	"Suprinity" ("Vita Zahnfabrik")	"Celtra Duo" ("Degudent", "Dentsply")
	основной компонент			
	полевощпатная керамика	дисиликат лития	силикат лития с диоксидом циркония	
Состав:				
SiO ₂	+	+	+	+
Li ₂ O	-	+	+	+
ZrO ₂	-	+ (0-1%)	+ (8-12%)	+ (10%)
Al ₂ O ₃	+	+	-	-
K ₂ O	+	+	-	-
MgO, P ₂ O ₅	-	+	-	-
Na ₂ O	+	-	-	-
CaO	+	-	-	-
TiO ₂	+	-	-	-
Размеры блоков:				
8 (15×8×8 мм)	+	-	-	-
10 (15×10×8 мм)	+	-	-	-
12 (15×12×10 мм)	+	+	-	-
14 (18×14×12 мм)	+	+	+	+
16 (20×16×14 мм)	-	+	-	-
40 (15,5×19×39 мм)	-	+	-	-
Показания:				
виниры	+	+ (HT, LT)	+	+
вкладки:				
Inlay	+	+ (HT, LT)	+	+
Onlay	+	+ (HT, LT)	+	+
Overlay	+	+ (HT, LT)	+	+
Коронки на резцы	+	+ (HT, LT, MO)	+	+
Коронки на клыки	-	+ (HT, LT, MO)	+	+
Коронки на боковую группу зубов	-	+ (HT, LT, MO)	+	+
Коронки на имплантаты	-	+ (LT, MO)	+	+
Мостовидный протез до 3 ед. (до второго пре-моляра)	-	+ (LT)	-	-
Прочность на изгиб после кристаллизации, МПа	154 ± 15 [20] 137,83 [17] 102,77 ± 3,60 [35]	360 ± 60 [5, 6] 234 (MO) [35] 336 (HT) [35] 376 (LT) [35] 435 [17]	420 [37] 494,5 [17]	370 [38]
Модуль эластичности, ГПа	45 ± 0,5 [21]	95 ± 5 [6]	70 [10]	70 [12]
КТР (100-500 °С), · 10 ⁻⁶ К ⁻¹	9,4 ± 0,1 [21]	10,45 ± 0,25 [6]	12,3 [10]	11,8 [12]
Плотность, г/см ³	2,44 ± 0,01 [21]	2,5 ± 0,1 [6]	2,5 [10]	2,5 [12]
Необходимость в использовании поддерживающей пасты при обжиге	Обжиг не требуется	+ (IPS Object Fix)	-	+ (SuperPegII)
Температура глазурования, °С	780-790 [21]	840-850 [6]	770 [10]	770 [12]
Усадка, %	-	0,2 [6]	-	-
CEREC-шлифование одиночной коронки, мин:				
нормальный режим	13:29 [11]	14:58 [11]	13:32 [11]	14:30 [11]
скоростной режим	9:26 [11]	12:14 [11]	8:38 [11]	
Полировка	VITA KARAT	OptraFine	VITA SUPRINITY Polishing Sets (clinical)	TwisTec ("DeguDent")
Время протравки поверхности коронки 5% плавиковой кислотой, с	60 [21]	20 [6]	30 [10]	30 [12]
Фиксация:				
традиционная	-	+ Vivaglass Cem	-	-
адгезивная	+	+	+	+

Продолжение табл. на стр 27

	VITA DUO CEMENT RelyX Unicem ("3M ESPE")	Variolink, Multilink, Speed Cem, Vivaglass Cem	RelyX Unicem ("3M ESPE")	Calibra, Smart Cem 2 ("Dentsply")
Цветовая гамма:				
Vita Classic	A1, A2, A3	-	+	+
3D-MASTER	0M1, 1M1, 1M2, 2M1, 2M2, 2M3, 3M1, 3M2, 3M3, 4M2	+	-	-
LT	-	BL1, BL2, BL3, BL4, A1, A2, A3, A3.5, B1, B2, B3, C2, D3	OM1, A1, A2, A3, A3.5, B2, C2, D2	A1, A2, A3, A3.5, B2
HT	-	BL1, BL2, BL3, BL4, A1, A2, A3, A3.5, B1, B2, B3, C2, D3	OM1, A1, A2, A3, A3.5, B2, C2, D2	A1, A2, A3
MO	-	MO 0, MO 1, MO 2, MO 3, MO 4	-	-
Chromascop	-	+	-	-
		Impulse-Value 1,2,3 Opal 1,2		

«IPS E. max CAD» в «мягком», «голубом» состоянии имеет прочность 130–150 МПа и, таким образом, сравним с другими стеклокерамическими блоками, доступными для CEREC. После кристаллизации в печи прочность материала повышается до 360–400 МПа [4, 19]. Проведено исследование керамических блоков для CEREC, в котором сравнивали среднюю прочность на изгиб по ISO 6872:2008 4 материалов: «IPS E. max CAD LT», «IPS E. max CAD HT», «IPS E. max CAD MO», «Mark II» [20]. Образцы из керамических блоков шлифовали, затем полировали и испытывали на трехточечный изгиб. Результаты, полученные авторами, свидетельствуют о широком диапазоне показателей дисиликат-литиевых блоков по прочности на изгиб: «IPS E. max CAD LT» – 376,85 ± 39,09 МПа, «IPS E. max CAD HT» – 336,06 ± 40,09 МПа, «IPS E. max CAD MO» – 234,40 ± 93,93 МПа. Примечательно, что прочность на изгиб «Mark II» в этом исследовании еще ниже, чем сообщалось ранее (102,77 ± 3,60 МПа).

Стеклокерамика «Suprinity», обогащенная диоксидом циркония, имеет прочность на изгиб в предкристаллизационном состоянии 180 МПа, а после кристаллизации – до 494,5 МПа, в то же время блоки из «IPS E. max CAD» после кристаллизации – только 435 МПа [10, 11].

По данным другой работы [17], прочность на изгиб блоков «Suprinity» была значительно ниже в кристаллизованном состоянии – только 420 МПа, прочность блоков «Celtra Duo» после фрезерования – всего 210 МПа, а после кристаллизации увеличилась лишь до 370 МПа.

Реставрации из блоков «Mark II» шлифуются очень точно с хорошей последующей припасовкой во рту. Керамика «Mark II», прошедшая заводской обжиг, не требует дополнительного спекания в печи и может сразу после шлифования и полировки с помощью специального набора полиров фиксироваться в полости рта [21]. Тонкодисперсная керамика из полевого шпата обладает оптическими свойствами, сравнимыми с естественной эмалью зуба [20]. Для подготовки поверхности «Mark II» к фиксации необходимо травление 5% плавиковой кислотой в течение 60 с [21]. Фиксация коронок из «Mark II» рекомендуется на самоадгезивный материал [21].

«IPS E. max CAD» зарекомендовал себя как материал с превосходным эстетическим эффектом и отсутствием сколов, позволяющий индивидуализировать реставрацию в широком диапазоне. По мнению авторов [19], материал «IPS E. max CAD» обладает близкими к тканям естественного зуба оптическими характеристиками, что дает возможность создавать высокоэстетичные и имеющие естественный вид реставрации в самых разных клинических случаях. Отсутствие напряжений в материале и пор обеспечивает достаточную

прочность и долговечность использования. Исходные блоки находятся в промежуточном кристаллическом состоянии, что позволяет с легкостью их фрезеровать на современном оборудовании. Программное обеспечение фрезеровочно-шлифовального оборудования учитывает крайне незначительную усадку материала на 0,2% в процессе кристаллизации, которая происходит при 840 °C и занимает 15 мин [3, 22, 23]. Перед фиксацией коронки из «IPS E. max CAD» нельзя подвергать пескоструйной обработке, а необходимо протравливать 5% плавиковой кислотой в течение 20 с [6]. Реставрации из «IPS E. max CAD» можно полировать до блеска с помощью силиконовых полиров. Протезы из этого материала рекомендуют фиксировать как традиционно – с помощью стеклоиономерного цемента, так и на композитный цемент двойного отверждения либо самоадгезивный самотвердеющий с возможностью полимеризации светом композитный цемент, а также на самотвердеющий композитный цемент с возможностью полимеризации светом [6–8, 17].

Некоторые исследователи считают, что высокая доля стекла в «Suprinity» и «Celtra Duo» обеспечивает высокую прозрачность и высокую опалесценцию, материалы обладают хорошими эстетическими свойствами [11, 17]. Благодаря своей сверхмелкой кристаллической структуре эта керамика легко шлифуется и полируется до зеркального блеска [11, 12, 17]. Блоки «Suprinity» имеют важное технологическое

Параметр оценки	"Mark II"	"IPS E. max CAD"	"Suprinity"	"Celtra Duo"
Спектр показаний	3	1	2	2
Разнообразие размеров блоков	2	1	3	3
Прочность на изгиб	4	3	1	2
Износостойкость	3	1	2	2
Эластичность	3	1	2	2
Плотность	2	1	1	1
Длительность шлифования	1	4	2	3
Цветовая палитра	2	1	3	4
Необходимость кристаллизации	1	3	2	2
Итого:	21	16	18	21

преимущество: благодаря своей термостойкости в отличие от своего «двойника» «Celtra Duo» [17] и дисиликата лития «IPS E. max CAD» [6, 7] они могут кристаллизоваться в печи без специальной поддерживающей пасты [10–12]. Для подготовки поверхности реставрации из «Suprinity» и «Celtra Duo» при фиксации необходимо травление 5% плавиковой кислотой в течение 30 с [10, 12, 17]. «Celtra Duo» и «Suprinity» рекомендуют фиксировать только адгезивно на цементы двойного отверждения [9–12, 17].

Модуль эластичности (Юнга) наиболее высокий у «IPS E. max CAD» – 95 ± 5 ГПа, на втором месте «Suprinity» и «Celtra Duo» – 70 ГПа и самый низкий модуль эластичности у «Mark II» – $45 \pm 0,5$ ГПа [6–8, 10–12, 21].

Коэффициент термического расширения (КТР) материала при изготовлении несъемных ортопедических конструкций должен максимально приближаться к КТР зубов, КТР эмали зуба – $10,59 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ и КТР дентина зуба – $11,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ [24, 25]. КТР у «Suprinity», равный $12,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, – самый высокий, более чем у естественного зуба. Несколько меньше КТР «Celtra Duo» – $11,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, еще меньше у «IPS E. max CAD» – $10,45 \pm 0,25 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ и «Mark II» – $9,4 \pm 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ [6–8, 10, 12, 21].

Плотность рассматриваемых керамических блоков практически одинакова: «Suprinity», «Celtra Duo», «IPS E. max CAD» – $2,5 \text{ г/см}^3$, «Mark II» – $2,44 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$ [6–8, 10, 12, 21].

Аппарат CEREC MCXL шлифует из блоков «Suprinity» одиночную коронку на моляр за 8:38 мин, из «Mark II» – за 9:26 мин, на третьем месте по скорости обработки «IPS E. max CAD» – 12:14 мин, и дольше всех готовится коронка из блока «Celtra Duo» – 14:30 мин [11].

Клинические исследования применения коронок из блоков «Mark II» показали высокую выживаемость одиночных коронок: 90% после 36 мес [26], 94,4% после 44,7 мес [1], 94,6% после 55 мес [2] и 88% после 96 мес [27]. Процент выживаемости вкладок был исследован через 18 лет [28] и составил 84,4. По данным работ [7, 8], после 7 лет выживаемость коронок и вкладок была равна 94%.

Лабораторные исследования фирмы «Ivoclar Vivadent» [7, 8] показали, что монолитный дисиликат лития, использованный по показаниям, чрезвычайно надежен. По сообщениям ряда авторов [29, 30], одиночные реставрации из дисиликата лития «IPS E. max CAD» отличаются высоким уровнем краткосрочного выживания (100%) после 24 мес. В клинических исследованиях [29, 31–35], в которых в общей сложности наблюдали за 237 коронками, установлено, что 97,9% протезов через 4 года соответствовали требованиям, процент несостоятельности составил 2,1, в том числе 0,4 скола и 1,7 трещины. В других работах [34] получен аналогичный результат в исследованиях на выживаемость – 96,3% после 51 мес. По данным работы [33], клиническая эффективность «IPS E. max CAD» выше, чем металлокерамики и других материалов для цельнокерамических протезов. По мнению автора сообщения [36], монолитные коронки из «IPS E. max CAD» выдерживают нагрузки, сопоставимые с нагрузками на коронки, сделанные из металлокерамики.

Согласно инструкциям фирм-изготовителей CEREC-блоков целесообразно применять блоки «Suprinity», «Celtra Duo», «IPS E. max CAD» с высокой транслюцентностью для эстетических реставраций на переднюю группу зубов: одиночные коронки и виниры. Блоки «Suprinity», «Celtra Duo», «IPS E. max CAD» с низкой транслюцентностью рекомендуются для изготовления одиночных реставраций на боковую группу зубов, в том числе коронок на имплантаты, вкладок.

Блоки «IPS E. max CAD» фирма-изготовитель рекомендует применять и для изготовления мостовидных CEREC-протезов протяженностью до 3 ед. до вторых премоляров.

«Mark II» подходит для вкладок, передних коронок и виниров [12, 18]. Прочность материала достаточна для одиночной коронки, но недостаточна для мостовидных протезов [19].

В табл. 1 в сравнительном аспекте представлены основные параметры изученных материалов.

Итак, по данным различных авторов, описаны несовпадающие данные о свойствах керамических CEREC-блоков. Мы

проанализировали 4 керамических материала для CEREC-блоков по 9 параметрам и составили ранжированный ряд по сумме мест, которые занял каждый изученный материал в каждом исследовании (табл. 2).

По сумме мест 1-е место занял материал «IPS E. max CAD», на 2-м месте – «Suprinity», на 3-м – «Celtra Duo» и «Mark II». На сегодняшний день не существует идеального реставрационного материала. Поэтому необходимо множество различных материалов, которые помогают восстановить зубной ряд в различных клинических ситуациях. Имеются блоки, подходящие для коронок передних зубов, с невысокой прочностью на изгиб и блоки для боковых зубов и мостовидных протезов, способных выдерживать нагрузку, требуемую для жевания. В каждой клинической ситуации нужно выбирать материал с наилучшими свойствами, необходимыми для конкретного клинического случая.

ЛИТЕРАТУРА

6. *Официальная брошюра «IPS E. max CAD» Ivoclar Vivadent*, Лихтенштейн.
10. Официальная брошюра «Suprinity» Vita Zahnfabrik, Германия. 08.2013.
12. *Официальная брошюра «Celtra DUO» Dentsply, Degudent GmbH, Германия.*
13. Захаров Д.З. Современные керамические материалы, используемые в ортопедической стоматологии для изготовления зубных протезов. *Стоматология*. 2009; 2: 80–2.
18. Вафин С.М. Сравнительные испытания керамических блоков «Vitablocs Mark II» и ситалловых блоков «Симет» на определение относительного предела прочности на сжатие и их микротвердости. В кн.: *Сборник трудов Конференции молодых ученых стоматологов-ортопедов, посвященной проф. В.Ю. Курляндскому*. М.; 2004.
21. *Официальная брошюра «Vitablocs» Vita Zahnfabrik, Германия. 03.2012.*
23. Jenatschke R., Fischer C. В центре внимания выбор материала. Новое в стоматологии. 2013; 7: 50–60.
24. Доменюк Д.А., Гаража С.Н., Иванчева Е.Н. Прогнозирование клинической эффективности цельнокерамических реставраций с учетом микроструктурных особенностей. *Российский стоматологический журнал*. 2010; 4: 10–2.

Поступила 19.09.14

REFERENCES

1. Bindl A.H., Luthy W.H. Mormann Strength and fracture pattern of monolithic CAD/CAM-generated posterior crowns. *Dent. Materials*. 2006; 22(1): 29–36.
2. Bindl A., Richter B., Mormann W. The proven, esthetic selection of CAD/CAM materials. *Int. J. Prosthodont*. 2005; 18: 219–24.
3. Fradeani M. Стеклокерамические реставрации на основе дисиликата лития. Показания к применению и методические рекомендации. *Квинтэссенция*. 2002; 2: 7–16.
4. McLaren E., Edwar A., Russell A. A new option for single or multi-unit all-ceramic anterior restoration. *Quintessence Dent. Technol*. 2010; 26: 69–81.
5. Tinschert J., Zvez D., Marx R., Anusavice K.J. Structural reliability of alumina-, feldspar-, leucite-, mica- and zirconia-based ceramics. *Dentistry*. 2000; 28(7): 529–35.
6. *Official brochure «IPS E. max CAD» Ivoclar Vivadent, Liechtenstein.*
7. *Scientific Documentation IPS E. max CAD P.1–16.*
8. *Scientific Report IPS E. max Vol. 02/2001–2013.*
9. Ostermann D. Результат революции в стеклокерамике – Vita Suprinity. *Зубной техник*. 2013; 6: 24–5.
10. *Official brochure «Suprinity» Vita Zahnfabrik, Germany. 08.2013.*
11. *J. Dent. Visionist*. 2013; 2: 1–19.
12. *Official brochure «Celtra DUO» Dentsply Degudent GmbH, Germany.*
13. Zakharov D.Z. Modern ceramic materials used in prosthetic dentistry for the fabrication of dentures. *Stomatologiya*. 2009; 2: 80–2. (in Russian)
14. Guazzato M., Albakry M., Ringer S.P., Swain M.V. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part I. Pressable and alumina glass-infiltrated ceramics. *Dent. Materials*. 2004; 20(5): 441–8.
15. Quinn J.B., Sundar V., Lloyd I.K. Influence of microstructure and chemistry on the fracture toughness of dental ceramics. *Dent. Materials*. 2003; 19(7): 603–11.
16. Denry I., Holloway J. Ceramics for dental applications: A review. *Materials*. 2010; 3(1): 351–68.

17. Zimmermann M., Mehl A., Reich S. New CAD/CAM materials and blocks for chairside procedures. *Int. J. Computer. Dent.* 2013; 16: 173–81.
18. Vafin S.M. Comparative tests of ceramic blocks “Vitablocs Mark” and sitallovy blocks “Simet” to determine the relative limit of the compressive strength and microhardness. In: *Proceedings of Conference of Young Scientists of Prosthetic Dentists Dedicated to Professor V.Yu. Kurlyandskiy. [Sbornik trudov Konferentsii molodykh uchenykh stomatologov-ortopedov, posvyashchennoy prof. V.Yu. Kurlyandskomu]*. Moscow; 2004.
19. McLaren E., Puri S. CEREC materials overview. Different selections for milling restorations. *CERECDoctors*. 2013; 1: 52–5.
20. Vich A., Sedda M., Del Siena F., Louca C., Ferrari M. Flexural resistance of Cerec CAD/CAM system ceramic blocks. Part 1: Chairside materials. *Am. J. Dentistry*. 2013; 26(5): 255–9.
21. *Official brochure “Vitablocs” Vita Zahnfabrik, Germany. 03.2012.*
22. Donovan T.E., Cho G.C. The role of all-ceramic crowns in contemporary restorative dentistry. *Am. Dent. Assoc. J.* 2003; 31(7): 565–9.
23. Jenatschke R., Fischer C. В центре внимания выбор материала. Новое в стоматологии. 2013; 7: 50–60.
24. Domyuk D.A., Garazha S.N., Ivancheva E.N. Prediction of clinical performance of all-ceramic restorations with regard to microstructural features. *Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal*. 2010; 4: 10–2. (in Russian)
25. Xu H. Measurement of thermal expansion coefficient of human teeth. *Aust. Dent. J.* 1989; 34(6): 530–5.
26. Chen S., Zhang Z.T. Three-year clinical observation and failure analysis of all-ceramic restorations made by chair-side computer aided design and computer aided manufacture system. *Chin. J. Stomatol.* 2007; 42(6): 337–9.
27. Mao Y., Gao Y., Wang Z.Y., Gao B., Ma C.F. An 8-year follow-up study of Cerec2 computer aided design and computer aided manufacture of all-ceramic crowns. *Chin. J. Stomatol.* 2008; 43(12): 752–3.
28. Reiss B. Klinische Überlebensrate von Restaurationen aus VITA-BLOCS for CEREC. *Int. J. Comp. Dentistry*. 2006; 9: 11–22.
29. Fasbinder D.J., Dennison J.B., Heys D., Neiva G. A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two-year report. *J. Am. Dent. Assoc.* 2010; 141: 10–4.
30. Reich S., Fischer S., Sobotta B., Klapper H.U., Gozdowski S. A preliminary study on the short-term efficacy of chairside computer-aided design/computer-assisted manufacturing-generated posterior lithium disilicate crowns. *Int. J. Prosthodont*. 2010; 23: 214–6.
31. Bindl A., Mormann W.H. Survival rate of mono-ceramic and ceramic-core CAD/CAM-generated anterior crowns over 2–5 years. *Eur. J. Oral Sci.* 2010; 112(2): 197–204.
32. Nathanson D. Clinical performance and fit of a milled ceramic crown system. *IADR Abstr.* 2008; 303: 101–12.
33. Pjetursson B.E., Sailer I., Zwahlen M. A systematic review of the survival and complication rates of all ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: single crowns. *Clin. Oral Implant. Res.* 2007; 3: 73–85.
34. Reich S., Schierz O. Chair-side generated posterior lithium disilicate crowns after 4 years. *Clin. Oral Invest. J.* 2012; 17(1): 275–84.
35. Richter J., Schweiger J., Gernet W., Beuer F. Clinical Performance of CAD/CAM-fabricated lithium disilicate restorations. *IADR Abstr.* 2009; 82: 98–101.
36. Schultheis S., Strub J.R., Gerds T.A., Guess P.C. Monolithic and bilayer CAD/CAM lithium-disilicate versus metal-ceramic fixed dental prostheses: comparison of fracture loads and failure modes after fatigue. *Clin. Oral Invest.* 2012; 23: 151–9.
37. Van Noort R. *An Introduction to Dental Materials*. Edinburgh: Mosby; 2002.
38. Strub J.R. *Fatigue Behaviour and Failure Modes of Monolithic CAD/CAM Hybrid-ceramic and All-ceramic Posterior Crown Restorations*; 2013.

Received 19.09.14

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

УДК 615.46.03:616.314-089.28]:001.891.573

Парунов В.А., Колесов П.А., Быкова М.В.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СОЧЛЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МОСТОВИДНЫХ ПРОТЕЗОВ ИЗ НОВОГО СПЛАВА «ПЛАГОДЕНТ-ПЛЮС»

ГБОУ ВПО «Московский медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», 127473, г. Москва

Внедрение в стоматологическую практику нового сплава влечет за собой проведение ряда экспериментальных исследований, которые позволят определить условия эффективного применения материала. Один из таких методов – математическое моделирование, позволяющее определить максимально допустимые нагрузки на конструкцию. Для полноценного построения математической модели необходимо учитывать такие параметры, как модуль Юнга, коэффициент Пуассона и предел текучести материалов на изгиб.

Цель работы – изучение распределения напряжений на мостовидный протез, изготовленный из сплава «ПЛАГОДЕНТ-ПЛЮС», при возникающих в полости рта функциональных нагрузках и определение минимально допустимых параметров площади сочленения элементов мостовидного протеза, в зависимости от протяженности дефекта.

Материал и методы. Для исследования взят новый сплав на основе золота «ПЛАГОДЕНТ-ПЛЮС», предназначенный для изготовления металлокерамических мостовидных протезов, и керамические массы различных фирм.

Модуль Юнга и коэффициент Пуассона для материалов определены с помощью сканирующей импульсной акустической микроскопии. Условный предел текучести на изгиб для сплава «ПЛАГОДЕНТ-ПЛЮС» получен при механических испытаниях в центре коллективного пользования «Материаловедение и металлургия» НИТУ МИСиС на универсальной испытательной машине Z250 фирмы Zwick.

Исследование напряженно-деформированного состояния методом конечных элементов проводили в программе Ansys Workbench 14.5. Для исследования были созданы виртуальные модели металлокерамического мостовидного протеза различной протяженности (3, 4 и 5 единиц).

Результаты. В результате исследований впервые получены данные об упругих свойствах сплава «ПЛАГОДЕНТ-ПЛЮС» и керамических масс различных фирм-производителей. Определены минимально допустимые площади сочленений в мостовидных протезах на каркасах из нового сплава «ПЛАГОДЕНТ-ПЛЮС» в зависимости от протяженности дефекта.

Ключевые слова: «Плагодент-плюс»; золото; мостовидные протезы; упругие свойства; предел текучести; напряженно-деформированное состояние; математическое моделирование.

Для цитирования: Российский стоматологический журнал. 2014; 18(6): 28–32.

Для корреспонденции: Парунов Виталий Анатольевич, e-mail: vparunov@mail.ru

For correspondence: Parunov Vitalii Anatol'evich, e-mail: vparunov@mail.ru