

МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ
ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА
КАТЕДРА „ПРОТЕТИЧНА ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА”

Ръководител: проф. д-р Ангелина Влахова, дм

Д-р Елена Костадинова Василева

**Сравняване на два вида прескерамика с
различен състав на кристалната фаза**

АВТОРЕФЕРАТ

**на дисертационен труд за присъждане
на образователна и научна степен „доктор”**

Докторска програма: „Протетична дентална медицина“

Научен ръководител: Проф. д-р Ангелина Влахова, дм

Пловдив, 2021 г.

Дисертационният труд съдържа 233 компютърни страници, от които 36 страници са библиография и 21 съдържат приложения. В библиографията са включени 291 литературни източника, от които 33 са на кирилица.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на разширен катедрен съвет на катедра „Протетична дентална медицина“ на ФДМ, МУ – Пловдив, състоял се на 19.07.2021 г.

Дисертационният труд е насрочен за защита пред научно жури в състав:

Външни членове:

Проф. д-р Стефан Сиромашки, дм

Проф. д-р Божидар Йорданов, дм

Доц. д-р Тодор Узунов, дм

Вътрешни членове:

Проф. д-р Явор Калъчев, дм

Доц. д-р Илиан Христов, дм

Резервни членове:

Доц. д-р Ивета Катрева, дм

Доц. д-р Силвия Кръстева, дм

Материалите по защитата са на разположение в Научен отдел към МУ-Пловдив, бул. „Васил Априлов“ 15А и са публикувани на интернет страницата на МУ-Пловдив – www.mu-plovdiv.bg.

*Номерата на таблиците, фигурите и диаграмите не съответстват с тези от дисертационния труд.

СЪДЪРЖАНИЕ

1. ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ.....	
2. ВЪВЕДЕНИЕ.....	5
3. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ.....	6
4. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ.....	7
5. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ.....	21
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	53
7. ИЗВОДИ.....	56
8. ПРИНОСИ.....	58
9. ПУБЛИКАЦИИ И УЧАСТИЯ.....	59

Използвани съкращения в текста:

1. АФМ - атомно – силов микроскоп
2. Al_2O_3 - Керамика на основата на алуминиев оксид
3. ИКК - Изцялокерамични конструкции
4. КМ - Керамични материали
5. КТР - Коефициент на топлинно разширение
6. K_{Ic} - Коефициент за оценка на фрактурна жилавост
7. ЛДСК - Литиево дисиликатна керамика
8. ЛК - Лабораторни композити
9. ЛСК - Литиево силикатна керамика
10. ЛДМ - лекари по дентална медицина
11. МКК - металокерамични конструкции
12. ТП - трансlucentен параметър
13. ФЖ - Фрактурна жилавост
14. CAD/CAM - Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing
15. HF - флуороводородна киселина
16. SEM - сканиращ електронен микроскоп
17. ZrO_2 - Керамика на основата на циркониев диоксид

Въведение

В съвременното ниво на развитие на естетичната дентална медицина, изискванията на зъболекарите към естетичните материали и тези на пациентите към естетиката на протезните конструкции стават все по-големи. Днес пациентите все повече държат на така наречената “невидима естетика”, като не липсват и такива, които искат новата им усмивка да бъде забелязана и високо оценена. Такава “естествена” и красива усмивка е комбинация, както от високия професионализъм и добрата техника на екипа зъболекар – зъботехник, така и от използването на подходящ материал за изработването на естетичните възстановявания.

След въвеждането им през 1960 г. металокерамичните конструкции доказват своята универсалност и здравина. Това ги налага като първи избор при протетично лечение. Въпреки добрите им механични качества, те не винаги покриват всички изисквания на пациентите. Днес тяхното приложение все по-често се измества от изцяло керамичните конструкции. Проверката на времето, късните клинични наблюдения и резултатите от приложението на нови алтернативни материали доказват, че стоматологичната керамика позволява изработването на възстановявания, които са едновременно здрави, дълготрайни и високоестетични.

Вниманието на научните изследвания постепенно се фокусира върху високоестетичните материали, по-специално върху керамиките на основата на литиевия дисиликат и циркониевия диоксид, за да хвърли светлина върху свойствата, показанията и ограниченията при използването им. Както *in vitro*, така и *in vivo* проучванията доказват техните изключителни предимства: несравними оптични и естетични свойства, висока биосъвместимост, механична устойчивост и благоприятно поведение при износване.

Стъклокерамиките са обект на непрекъснато усъвършенстване. Пример за това е новата подсилена с 10% циркониев диоксид литиево силикатна керамика – Celtra (Celtra Press & Duo, Dentsply Sirona, USA). Нововъведенията и подобренията в тази област дават надежда за изработването на идеалната изцялокерамична конструкция, която да е едновременно здрава, незабележима и да е възможно да се коригира и полира в условията на всеки един зъболекарски кабинет, без да се налага връщането и' в лабораторията за допълнително глазиране.

Цел и задачи на дисертационния труд

Целта на дисертационния труд е да бъде направена лабораторна сравнителна оценка на системите за прескерамика с кристална фаза от литиев дисиликат и литиев силикат.

За изпълнението на тази цел ние си поставихме следните **задачи**:

Задача №1. Анкетно проучване информираността на ЛДМ относно показанията и приложението на различните видове керамични системи.

Задача №2. Разработване на метод за определяне на пресуемостта на прескерамиките.

Задача №3. Лабораторно изследване и сравняване на оптични свойства (абсорбция, отражение на светлината и рефракционен индекс) на двата вида прескерамика.

Задача №4. Двумерно (2D) изследване на възможностите за полиране на образци от литиево дисиликатна и литиево силикатна прескерамика с класически профилометър.

Задача №5. Триизмерно (3D) изследване на възможностите за полиране на литиево дисиликатна и литиево силикатна прескерамики с атомно - силов микроскоп и сканиращ електронен микроскоп.

Материали и методи

Материали и методи по задача 1

За провеждането на анкетното проучване по първа задача бяха попълнени 106 анкетни карти. Проучването беше направено в периода 01.04.2018 г. – 01.12.2018 г. по време на национални форуми на Български зъболекарски съюз, конгреси и форуми на Българска академия по естетична стоматология.

Показателите в проучването условно бяха разделени в две групи:

1. Факторни променливи – възраст, пол, трудов стаж, специалност, населено място.
2. Резултативни променливи – познаване на вида керамични материали и технологии използвани при различните видове неподвижно протезиране; познаване на технологията и показанията на прескерамиките; знания за това от коя керамика могат да бъдат изработвани изцяло керамични мостови конструкции и до колко членни могат да бъдат те; какви действия се предприемат при корекция на вече циментирани в устата на пациента конструкции.

Събраната първична информация беше кодирана, въведена в компютърна база и обработена с помощта на специализирания статистически продукт SPSS, версия 17. За таблична и графична обработка бяха използвани продуктите на Microsoft Office.

При статистическата обработка на събраната първична информация бяха използвани:

- Непараметричен анализ – търсене на статистическа зависимост между два признака, измерени в качествени скали, чрез използване на χ^2 (критерия на съгласие на Пирсън, хи-квадрат).
- Дескриптивен анализ. Използвани бяха:
 - Едномерни таблици на честотното разпределение и на разновидността на признаците, характеризиращи различните параметри.
 - Вариационен анализ на количествени променливи – за изчисляване на средни стойности и показатели за разсейване на количествените признаци.
 - Двумерни таблици на честотното разпределение (крос-табулация) за търсене на връзка между категорийни величини.
 - Графичен анализ – за онагледяване на процесите и явленията.

Използвано беше критично ниво на значимост $p=0,05$. Нулевата хипотеза беше отхвърляна при стойност на $p>0,05$, а алтернативната хипотеза беше потвърждавана при $p<0,05$.

Материали и методи по задача 2

Обект на наблюдение бяха пресовани сложни стандартни прототипи на два вида прескерамика – литиево силикатна (Celtra Press на Dentsply Sirona, USA) и литиево дисиликатна (IPS E.max Press на Ivoclar Vivadent, Lichtenstein).

В анализът и оценката на пресованите восъчни прототипи беше включен процентът на изпълване на стандартните образци за пресоване. За изработването на групите опитни образци бяха използвани фабрични мрежести восъчни плаки с дебелина 5 mm, в които са разположени кръгли отвори с диаметър 2 mm. От тях бяха изрязани 40 квадратни образци с еднаква форма и размери 15 mm на 15 mm, по 20 за всеки вид керамика – литиево дисиликатна и литиево силикатна.



Фиг. 1 а) Литиево дисиликатна прескерамика IPS E.max Press (Ivoclar Vivadent)



1. б) Литиево силикатна прескерамика Celtra Press (Dentsply Sirona)

Първата група опитни образци беше пресована от литиево дисиликатна прескерамика IPS E.max Press произведена от Ivoclar Vivadent (Фиг. 1а), а втората група - от литиево силикатна прескерамика Celtra Press произведена от Dentsply Sirona (Фиг. 1б). Восъчните плаки бяха опаковани по две в муфа според изискванията на фирмите

производители на двата вида прескерамика (Фиг. 2). Пресоването беше извършено в автоматична пещ за пресоване Programat EP 3000 (Ivoclar Vivadent, Lichtenstein) (Фиг. 3).



*Фиг. 2 Подготвените за пресоване
восъчни прототипи*



*Фиг. 3 Апарат за пресоване на
стъклокерамика (Programat EP 3000,
Ivoclar Vivadent, Shaan, Liechtenstein)*

След изпълнение на термичния режим за пресоване на всяка керамика, образците бяха освободени от опаковъчната маса и процентът на изпълване на стандартната форма за пресоване беше оценен.

Материали и методи по задача 3

Обект на наблюдение бяха процесите на абсорбция, отражение на светлината и рефракционният индекс на образци, изработени от два вида прескерамика с различен състав на кристалната фаза.

Бяха изработени две групи опитни тела, първата - от литиево дисиликатна (IPS E.max Press, Ivoclar Vivadent, Lichtenstein), а втората - от литиево силикатна (Celtra Press, Dentsply Sirona, USA) прескерамики с еднакви цвят (A2) и полупрозрачност (НТ), с правоъгълна форма и размери размер 1,6 см на 1 см и дебелина 0,2 см (фиг.4). Признаците, които бяха наблюдавани са абсорбция, отражение и индекс на пречупване на светлината.

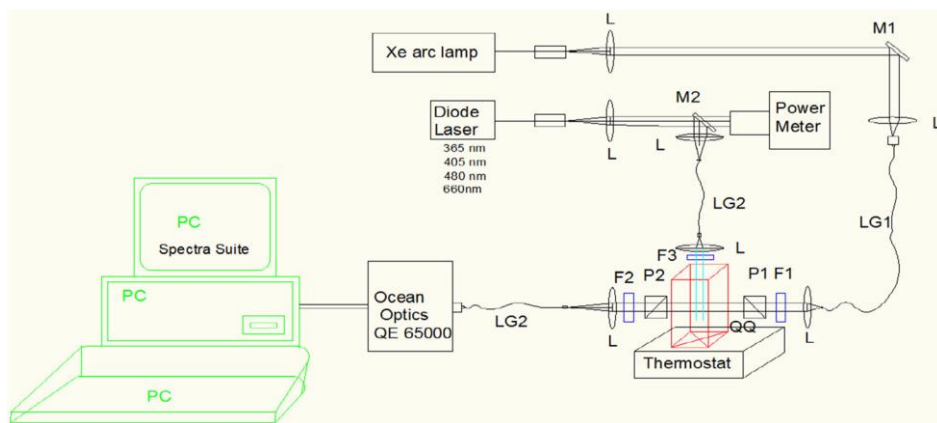


Фиг. 4. Пресованите опитни тела

Направи се спектрален анализ на опитните тела и бяха измерени поглъщането и отражението на лъчи с различна дължина на вълната от двата вида керамика при еднакви условия. За измерването се използва експериментална установка на фиброоптичен спектрометър, разработен на базата на Ocean Optics QE 65000 спектрометър (Фиг. 5). Установката е разработена и разположена в Института по Органична химия с център по Фитохимия, Българска Академия на Науките София.

За определянето на индексът на пречупване на светлината беше използван апарат M-2000[®] Spectroscopic Ellipsometer (J.L. Woollam Co. Inc., USA) (Фиг. 7).

Използвани бяха няколко оптични филтъра, за да пресъздадат и отчетат излъчванията в спектралния диапазон 275-800 nm. За измерването на флуоресценцията мощността на излъчваните вълни беше с постоянна сила, около 50 mW, и честотата 100 mW.cm⁻². Получените флуоресцентни сигнали бяха събрани от влакна, поставени под ъгъл от 90⁰ срещу излъчващия лъч. Спектралната резолюция на микроспектрометъра е около 1 nm. Спектрите бяха записани чрез специален софтуер Spectra Suite (“Ocean Optics”, Inc., Dunedin, FL, USA). Информацията беше анализирана и възпроизведена графично чрез компютърна програма Origin 8.0 (Microcal Software, Inc., Northampton, MA, USA). За измерване на прякото поглъщане (абсорбцията) на светлина от изследваните материали бе използван UV /vis спектрофотометър Lambda 25 (Фиг. 6) на фирмата Perkin Elmer, Orwalk, USA.



Фиг. 5 Оптична схема на експериментална установка за измерване оптични параметри на керамични материали с помощта на микроспектрофотометър и софтуерна програма Spectra Suite



Фиг. 6 Стандартен спектрофотометър Perkin Elmer model Lambda25 (Perkin Elmer, Orwalk, USA)

Определянето на индексът на пречупване на светлината на двата вида прескерамика беше направено в Институт по оптически материали и технологии, БАН. Използван беше апарат M-2000® Spectroscopic Ellipsometer (J.L. Woollam Co. Inc., USA) (Фиг. 7). M-2000 е спектроскопичен елипсомер, с помощта на който могат да бъдат направени измервания, обхващащи целия спектрален диапазон. Анализът на получените резултати се извършва от специален софтуер - WVASE32®, който позволява събиране,

анализ на данни, оптични симулации и рутинно калибриране. Измерването се извършва автоматично при следните условия:

Ъгъл на падане на светлината: 44° - 90°

Точност: $\pm 0,02^{\circ}$; Повторяемост: $< 0,005^{\circ}$

Хоризонтално монтиране на пробата

Автоматизирана z-височина

Максимален размер на пробата: диаметър 300 мм

Максимална дебелина на пробата: 20 мм



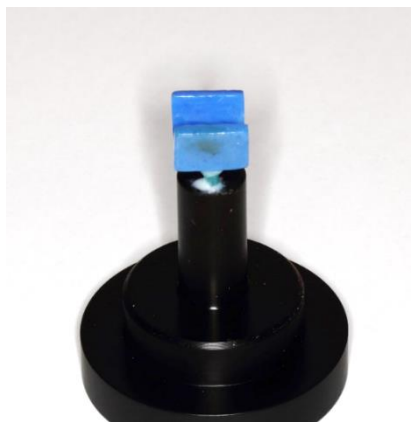
Фиг. 7 M-2000® Spectroscopic Ellipsometer (J.L. Woollam Co. Inc., USA)

Материали и методи по задача 4

Обект на наблюдение бяха настъпилите промени в параметрите на грапавост по повърхността на опитни тела, изработени от литиево дисиликатна IPS E.max Press и литиево силикатна Celtra Press прескерамика след различна обработка.

В зъботехническата лаборатория бяха изработени 20 опитни тела от восък с правоъгълна форма и размер 1,6 см на 0,8 см и дебелина 0,2 см. Те бяха опаковани и след това пресовани от двата вида керамика според технологичните изисквания на фирмите -

производител (Фиг. 8а и 8б). Пресованите образци бяха почистени от опаковъчната маса на пясъкоструиник, загладени и полирани. По една повърхност на опитно тяло от двата вида прескерамики беше оставена само полирана, а останалите образци бяха глазирани.



Фиг. 8 а. Восъчни прототипи



Фиг. 8б. Пресовани опитни тела

Материалите, които бяха използвани за обработка на образците са:

1. Диамантен турбинен пилител с цилиндрична форма и прав ъгъл при върха Komet (Komet dental, Germany), с червена кодировка и референтен номер 8837 314 012 (ISO 806 314 111514 012, LOT 534227) и диамантен пилител Komet със същата форма и зелена кодировка, с референтен номер 6837 314 012 (ISO 806 314 111534 012, LOT 835612) (Фиг. 9).



Фиг. 9 Диамантени пилители
Komet (Komet dental, Germany)



Фиг. 10 Комплект за полиране VITA ENAMIC
Polishing set clinical (Vita Zahnfabrik, Germany)

2. Двустъпкова система за клинично полиране за прескерамика - VITA ENAMIC Polishing set clinical (Vita Zahnfabrik, Germany). Комплектът съдържа шест

броя гумички разделени в две групи по три с различна форма според грапавостта им (с розова и сива кодировка) (Фиг.10).

3. Диамантена паста за клинично полиране на керамични конструкции Microdont (Microdont, Brazilia) с размер на частиците 6 микрона (Фиг. 11).



Фиг. 11 Диамантена паста за полиране на керамика (Microdont, Brazilia)

Измерването на параметрите на грапавостта беше направено според БДС ISO 4287/1, 1996 и DIN EN ISO 4287, 1997. Апаратът, който използвахме беше Sutronic 3+ (производство на Taylor-Hobson, United Kingdom) (Фиг. 12). Той представлява портативен профилометър, който измерва и възпроизвежда релефа на различни повърхности. Sutronic 3+ измерва повърхностните неравности при грапавост и не отчита по-широко разположените нередности, причинени от вълнообразност или кривина.



Фиг. 12 Sutronic 3+ (Taylor-Hobson, United Kongdom)

В лабораторни условия опитните образци бяха обработени в няколко стъпки: Първата стъпка беше обработването на по 2 опитни тела (двустранно) от всяка група с диамантен турбинен пилител с цилиндрична форма и прав ъгъл при върха с червена

кодировка, и по 2 - с турбинен диамантен пилител със същата форма и зелена кодировка за времетраене от 20 секунди за всеки образец под водно охлаждане. Целта на тази стъпка беше да се пресъздаде моментът на корекция на керамична конструкция. Бяха избрани пилители с червена и зелена кодировка, защото те се използват най-често в практиката.

Втората стъпка беше полирането на всеки образец с двустъпкова система за клинично полиране за прескерамика. С всяка от шестте гумички в комплекта образците бяха полирани по 60 секунди. В третият етап част от образците бяха полирани освен с шестте гумички и с диамантена полирна паста.

Изследването беше направено в Катедра Технология на машиностроенето и металорежещи машини, Машинно - технологичен факултет, Технически университет – София.

Изследвани бяха общо 6 групи опитни тела от двата вида прескерамика:

- 1 група (C0 и E0) - лабораторно полирана прескерамика, подготвена за глазиране;
- 2 група (C1 и E1) - глазирана прескерамика;
- 3 група (C2 и E2) - обработена с червен диамантен пилител, полирана с комплект гумички;
- 4 група (C3 и E3) - обработена със зелен диамантен пилител, полирана с комплект гумички;
- 5 група (C4 и E4) - обработена с червен диамантен пилител, полирана с комплект гумички и диамантена паста;
- 6 група (C5 и E5) - обработена със зелен диамантен пилител, полирана с комплект гумички и диамантена паста.

Измерването беше извършено с помощта на диамантена игла с размер при върха 5 микрометра, която преминава успоредно по повърхността на опитното тяло, което е поставено хоризонтално върху стабилна повърхност. Отчитането на стойностите беше направено в посока напречна на посоката на полиране. Изпиляването и полирането бяха направени по дължината на опитните тела, а измерването - по тяхната ширина. Показателите на грапавостта бяха определени по ProfEL ; $L_n = 4,0 \text{ mm}$ (8000 pt); Cut-of (I_c) = 0,8 mm. По протежението на всяка повърхност на опитните тела грапавостта беше измерена в по шест профила.

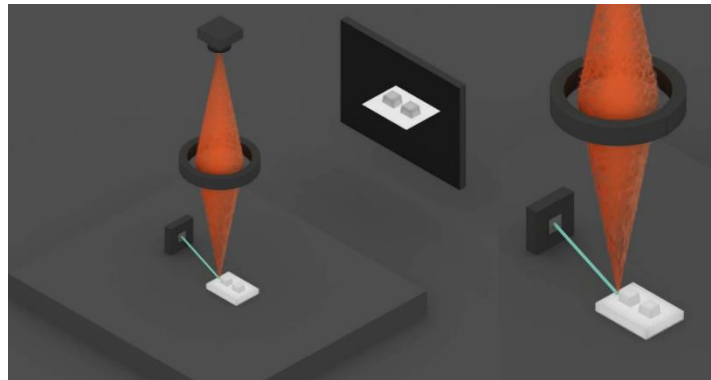
Анализът и оценката на профила на повърхността на образците включваше следните параметри на грапавостта:

1. Височинни параметри: средноаритметичното Ra и средно квадратичното отклонение Rq на профила на неравностите, както и Rz – височината на неравностите по 10 точки; максималната височина на грапавините $Rt = Rp + Rv$, определена от максималната височина Rp на издатините и дълбочина Rv на падините, както и средната височина на издатините Rpm от филтрирания профил на грапавините ;
2. Стъпкови параметри: средната стъпка на неравностите на профила по средната линия Rsm и средната стъпка на местните издатини – Rs ;
3. Структурни параметри: коефициентите на асиметрия Rsk и на формата Rku на кривата за разпределение на амплитудата на неравностите спрямо средната линия на профила;
4. Съотношението Tr , % на опорната дължина на профила в определена дълбочина на профила (крива на Abbott-Firestone), изразено чрез параметри Rk , Rpk и Rvk по ISO 13565-2, и определени върху кривата на опорната повърхнина. Параметърът Rk оценява стръмността на относителната опорна дължина на профила. По-полегатата крива на относителната опорна дължина на профила, респ. по-малки стойности на параметрите Rk и Rpk , предопределят по-висока износоустойчивост на повърхността в периода на нормално износване.
5. Максималната височина на вълнообразността на нефилтриран профил – Wt

Материали и методи по задача 5

Наблюдение на повърхностите на образци от двата вида прескерамика преди и след обработването им в с два вида диамантени пилители с различен размер на кристалите и комплект гумички за клинично полиране, с и без диамантена паста, със сканиращ електронен микроскоп (SEM). Оценка и сравнение на параметрите на грапавост с атомно-силов микроскоп (AFM).

Сканиращият електронният (SEM) микроскоп е вид микроскоп, който използва лъчите на електроните, за да образува изображение от изследвана проба. SEM има способност за многократно увеличение и по-голяма разделителна способност от светлинната микроскопия, като позволява да се изследват много малки обекти и фини детайли (Фиг. 13).



Фиг. 13 Сканиращ електронен микроскоп SU5000 (HITACHI, Germany) и принцип на работа на SEM (Wikimedia Commons)

За целта на изследването се използваха същите опитни образци с правоъгълна форма и размер 1,6 см на 0,8 см и дебелина 0,2 см от два вида прескерамики (литиево силикатна и литиево дисиликатна) от задача 4. Те бяха разделени отново в шест групи.

За наблюдението на опитните тела със сканиращ електронен микроскоп първо беше необходимо керамичните повърхности да бъдат добре почистени, подсушени и покрити със злато, поради това, че керамиката не провежда електричество. Недостатък на това покриване е, че топографията на повърхността води до вариации в дебелината на покриващият слой и това влияе на полученото изображение. По едно опитно тяло от всеки вид обработка беше наблюдавано със SEM (SU5000, HITACHI, Krefeld, Germany) при различни увеличения – 5 μm , 50 μm , 500 μm с резолюция 8k, 60k, 100k и 700k. Топографското изображение на глазираната повърхност беше сравнено с изображенията на обработените повърхности.

Атомно – силовата микроскопия беше направена в следната последователност: за определяне на изходни стойности се измери първо грапавостта на глазираните образци. Второто измерване се направи на опитните тела, които бяха само полирани, без да се глазират. Третото и четвърто измерване беше направено на обработените с червен и зелен пилител и полирани само с гумичка опитни тела. В тези четири групи полирането беше извършено без помощта на диамантена полирна паста. Направени бяха пето и шесто измерване. Опитните тела за него отново бяха разделени в две групи обработени с червен и зелен диамантен пилител. Последващото полиране беше извършено със същия

сет полирни гумички за 6 минути (по 1 минута с всяка отделна гумичка), но този път беше използвана и диамантена полирна паста.

Режими на работа при атомно-силовата микроскопия:

– *Статичен режим*: основава се на приплъзването на работния накрайник (игла) върху повърхността на образеца.

– *Динамичен режим*: основава се на докосването на работния накрайник в отделни точки от изследваната повърхност, намиращи се през точно определени разстояния.

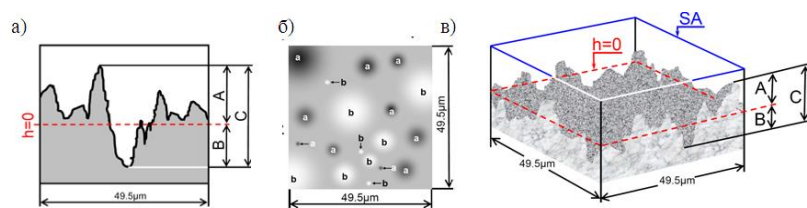
Параметри при атомно-силовата микроскопия:

И при двата режима на работа, чрез управляващия компютър се задават параметрите на придвижване на иглата, както и на записа на получената информация. Основните параметри са, както следва (Фиг. 14):

– *Площ на зоната за наблюдение* (задава се линеен размер на страна на квадрат).

– *Разрешителна способност* – броят на точките за една линия, за които компютърът събира данни (тъй като зоните за наблюдение винаги са квадратни, броят на линиите винаги е равен на броя на точките за една линия)

– *Скорост на записа* – дава се като време, за което да се изпише една линия (да се съберат данни за профила на една линия от началото до края).



Фиг. 14 Топографско изображение на дадена повърхност (а), изображение на измервателните точки (б), триизмерно изображение на дадена повърхност (в), където SA – работна площ; h – ниво на нулевата (отправна) равнина; A – издатини; B – вдлъбнатини; C – максимална грапавост $C = A + B$; a – издатини; b – вдлъбнатини.



Фиг. 15 Атомно-силов микроскоп Easyscan 2 (Nanosurf, Switzerland)

Описание на апаратурно оформление и режима на наблюдение:

2.2.1. Наблюденията се правеха с апарат “Easyscan 2”, на фирмата “Nanosurf” - Швейцария. Приборът е снабден с работен накрайник TAP 190-A1 G, изработен във фирмата „Budgetsensors” (България) (Фиг. 15).

2.2.2. Изображенията се правеха при следните условия:

- **Работна площ за изображение** – квадратна зона с линеен размер 49.5 μm

- **Разделителна способност** – Площта се раздели на 256 точки за линия по 256 линии. Скоростта на записа - от 5 до 10 s/линия.

- **Режим на сканиране** - динамичен режим с честота 17 kHz. и амплитуда 600 до 1200 mV непрекъснат режим от горе надолу и от долу на горе, при снемане на данни от ляво на дясно и от дясно на ляво

Анализът и оценката профилът на повърхността на образците включваше следните параметри на грапавостта:

S_a – средно-аритметична стойност:

Определя се като средноаритметичната стойност на модулите от дължините на всички вектори от една линия (N), по всички линии (M).

$$S_a = \frac{1}{MN} \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{l=0}^{N-1} |z(x_k, y_l)|$$

S_m – средно-значима стойност:

Определя се като средноаритметичната стойност на дължините (като се има пред вид техния положителен или отрицателен знак) на всички вектори от една линия (N), по всички линии (M).

$$S_m = \frac{1}{MN} \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{l=0}^{N-1} z(x_k, y_l)$$

S_q – средно-квадратична стойност:

$$S_q = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{l=0}^{N-1} z(x_k, y_l)^2}$$

S_v – **падина**: Това е стойността на най-дълбоката точка спрямо базовата линия (т.е. най-дългият отрицателен вектор).

S_p – **издатина**: Това е стойността на най-високата точка спрямо базовата линия (т.е. най-дългият положителен вектор).

S_y – това е сумарното разстояние между най-дълбоката и най-високата точка.

$$S_y = S_p - S_v$$

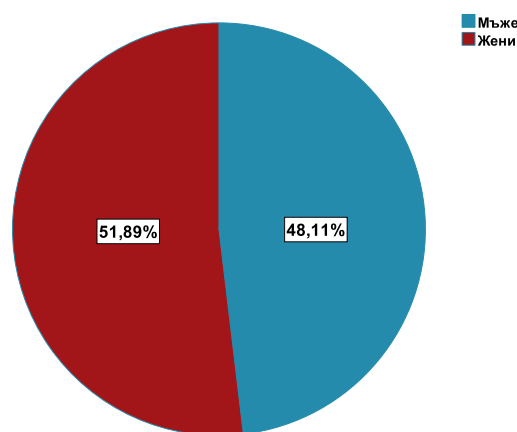
Резултати и обсъждане

Резултати и обсъждане по Задача №1

В резултат на Задача №1 беше анализирана информираността на ЛДМ относно показанията и технологията на различните видове керамични материали, показанията за изработване на мостови конструкции от прескерамика и клиничния протокол, който използват, при необходимост от корекция на керамична конструкция след циментирането и' в устата.

Характеристика на контингента по факториални признаци

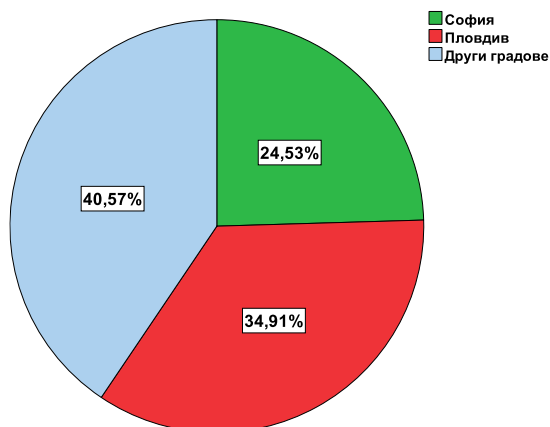
Анкетирани са общо 106 ЛДМ от различни градове в България. От анкетираните лица 51,9±0,07 % са жени, 48,1±0,07 % са мъже. При направената съпоставка по полов признак се потвърди наличието на нормално разпределение по този признак $\chi=3,603$ ($P<0,01$) (Диаграма 1).



Диаграма 1. Разпределение по пол

За нуждите на изследването и по-равномерното разпределение на резултатите по факториален признак „местожителство”, в последващия анализ, градовете: Асеновград, Бургас, Сливен, Ямбол, Пазарджик, Севлиево, Дупница, Димитровград, Стара Загора, Петрич, Смолян, Хасково и Р. Македония, бяха обединени под наименованието „Други

градове” (Диаграма 2). При направената съпоставка по признак „местожителство” се потвърди нормалното разпределение, чрез теста на Колмогоров-Смирнов, където $u=2,745$ ($P<0,001$).



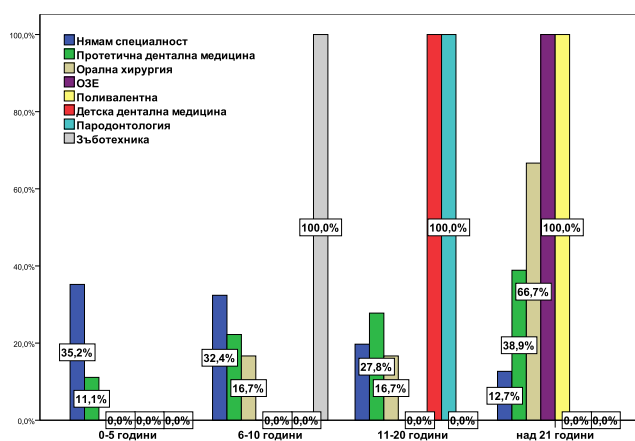
Диаграма 2. Разпределение по местожителство.

Процентното разпределение по факториален признак „трудов стаж”, е с най-голямо процентно разпределение при лекарите по дентална медицина с трудов стаж от 6 до 10 години 27,4%. При направената съпоставка по признак „трудов стаж” се потвърди нормалност на разпределението $u=1,975$ ($P<0,001$).

Таблица 1. Разпределение по трудов стаж.

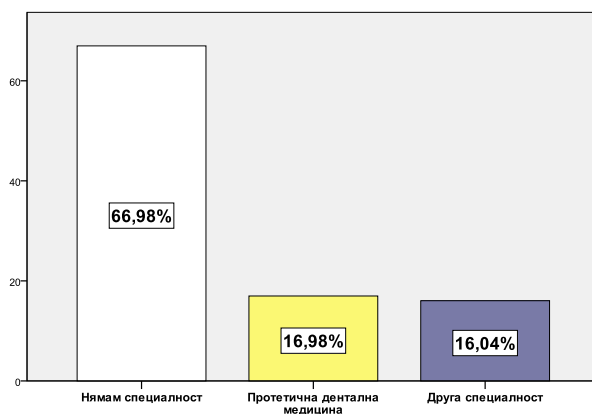
Трудов стаж	N	%	Mean	SEM	SD	U	P
От 0 до 5 години	27	25,5	2,48	0,111	1,140	1,975	0,001
от 6 до 10 години	29	27,4					
от 11 до 20 години	22	20,8					
Над 21 години	28	26,4					
Общо	106	100,0					

Чрез непараметричния анализ отбелязваме, че с най-голямо представителство, е групата на специалистите над 21 години трудов стаж, свързана с отделните специалности (Диаграма 3).



Диаграма 3. Разпределение по специалност и трудов стаж

От разпределението по факториален признак „Специалност”, можем да заключим, че най-големият брой изследвани лица $66,98 \pm 0,17\%$ нямат специалност, следвани от специалистите от Протетична дентална медицина $17 \pm 0,33\%$ и Други специалности $16,04 \pm 0,34\%$ (Диаграма 4).



Диаграма 4. Разпределение по специалност

ХАРАКТЕРИСТИКА НА ИЗСЛЕДВАНИТЕ ЛИЦА ПО РЕЗУЛТАТИВНИ ПРИЗНАЦИ

Разпределение на резултатите, свързани с най-често изработвани металокерамични конструкции (марка) от изследваните лица

Таблица 2. Най-често използваните керамики за металокерамични конструкции

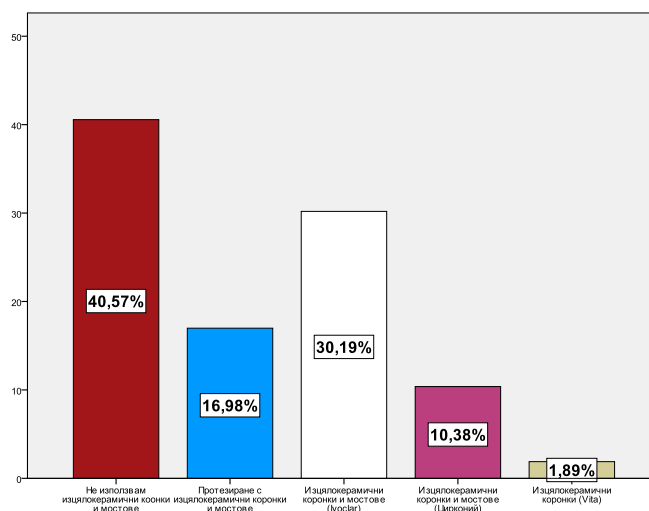
Отговори на въпрос № 6.1	N	%	Mean	SEM	SD	u	P
Не изработвам металокерамични продукти	13	12,3	3,42	0,197	2,028	2,865	0,000
Протезиране с металокерамични конструкции	42	39,6					
Металокерамика (HeraCeram, Kulzer, Germany)	5	4,7					
Металокерамика (Ceramco, Dentsply Sirona, USA)	15	14,2					
Металокерамика (Vita, Vita Zahnfabrik, Germany)	14	13,2					
Металокерамика (Ivoclar Vivadent, Lichtenstein)	17	16,0					
Общо	106	100,0					

Процентното разпределение по резултативен признак „най-често използвани керамики за металокерамични конструкции” (Табл. 2), е с най-голямо процентно разпределение за отговор „Протезиране с металокерамични конструкции” $39,6 \pm 0,32\%$. С близко процентно разпределение са отговорите „Металокерамични конструкции (Ivoclar Vivadent, Lichtenstein)” $16 \pm 0,51\%$, „Металокерамични конструкции (Ceramco, Dentsply Sirona, USA)” $14,2 \pm 0,54\%$, „Металокерамични конструкции (Vita, Vita Zahnfabrik, Germany)” и „Не изработвам металокерамични конструкции” са $13,2 \pm 0,56\%$. С най-голямо процентно разпределение са ЛДМ отговорили, че изработват МК конструкции, но без да споменат фирменото наименование на кермиката. Причината за това най-вероятно е, че ЛДМ не са запознати с продуктите, с които работят зъботехниците им при изработването на МКК. Чрез непараметричния анализ и критерия за съгласие на Пирсън, се доказва нулевата хипотеза, че разпределението на изследваните лица по „най-често използвани металокерамични материали” и трудов стаж, не са в статистически значима връзка по качествен признак $\chi^2 = 27,252/P > 0.05/$.

Разпределение на резултатите, свързани с най-често използвани керамики за изцяло керамични конструкции (марка) от изследваните лица

Процентното разпределение по резултативен признак „най-често използвани изцяло керамични конструкции”, е с най-голямо процентно разпределение $40,6 \pm 0,19\%$,

за отговор „Не използвам изцяло керамични коронки и мостове”. С близко процентно разпределение са отговорите „Изцяло керамични коронки и мостове (Ivoclar Vivadent, Lichtenstein)” $30,2\pm 0,07$ %. С най-нисък процент $1,9\pm 0,86$ % са отговорите „Изцяло керамични коронки (Vita, Vita Zahnfabric, Germany)” (Диаграма 5).



Диаграма 5. Най-често използвани керамики за изцяло керамични конструкции

Оценката на познанията на ЛДМ по отношение на различните видове керамични материали и тяхната технология изисква подробен анализ поради присъствието на изобилие от керамични материали, както вече добре позати и утвърдени (керамиките на фирмите Vita, Ivoclar Vivadent и др.), така и нови и налагащи се (хибридни керамики, Celtra Press и Celtra Duo на Dentsply Sirona и др.) на пазара. Наблюдават се значителни пропуски в информираността за това кой керамичен материал по каква технология се обработва в зъботехническата лаборатория, както и за какви конструкции е подходящ даден вид керамика. Масово е незнанието на ЛДМ с какви керамични материали (вид и производител) работи зъботехникът им. Дефицитът на подобни познания не позволява на стоматологът да оказва контрол върху качеството на керамичните конструкции, които поставя в устата на пациентите си. Това не му дава и възможност да има изисквания към материала, съответстващ адекватно на конкретната клинична ситуация.

Разпределение на резултатите, свързани с най-често използвани материали за фасетни конструкции от изследваните лица

Таблица 3. Най-често използваните керамични материали за фасети

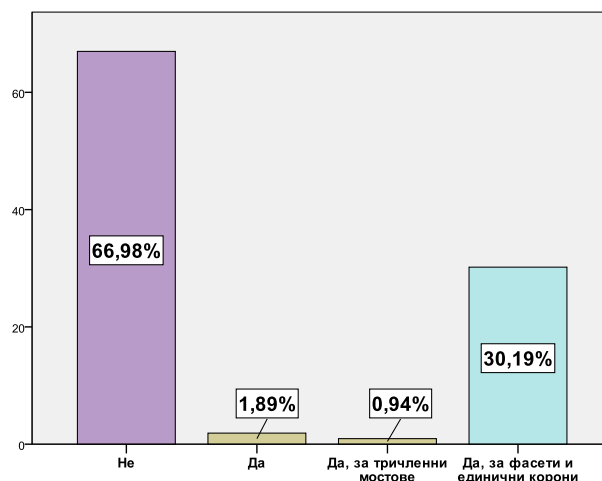
Специалност	N	%	Mean	SEM	SD	u	P
Не изработвам фасети	82	77,4	1,46	0,096	0,987	4,672	0,000
Протезиране с фасети	6	5,7					
Фасети (E,max Press, Ivoclar Vivadent, Lichtenstein)	15	14,2					
Фасети (Vita, Vita Zahnfabrik, Germany)	1	0,9					
Фсети (Hera Ceram, Kulzer, Germany)	2	1,9					
Общо	106	100,0					

Процентното разпределение по резултативен признак „най-често използвани КМ за фасети” (Табл. 3), е с най-голямо процентно разпределение за отговор „Не изработвам фасети” $77,4 \pm 0,11\%$. На второто място по процентно разпределение е отговор „Фасети (E.max Press, Ivoclar Vivadent, Lichtenstein)” $14,2 \pm 0,26\%$. Съответно с близко процентно разпределение са отговорите „Протезиране с фасети (без посочване на конкретна марка)” $5,7 \pm 0,41\%$ (6 изследвани лица), „Фасети (HeraCeram, Kulzer, Germany)” $1,9 \pm 0,72\%$ и отговор „Фасети (Vita Zahnfabric, Germany)” $0,9 \pm 1,04\%$.

Непознаването на керамичните материали и технологията им донякъде може да бъде и причина и за това, че по-малка част ит ЛДМ ги изработват. $40,6\%$ от анкетиранияте казват, че не изработват изцялокерамични коронки и мостове, а $77,4\%$ - не изработват фасети. Металокерамичните конструкции остават най-изработвани (само $12,3\%$ не изработват такива) най-вероятно заради улеснената им технология и широките им показания. Не на последно място трябва да се има предвид и финансовата инвестиция, както за пациента, така и за стоматолога и зъботехника в оборудване за изработване на изцялокерамични консрукции, която не е никак малка.

Разпределение на резултатите, свързани с най-често изработвани конструкции от прескерамика от изследваните лица

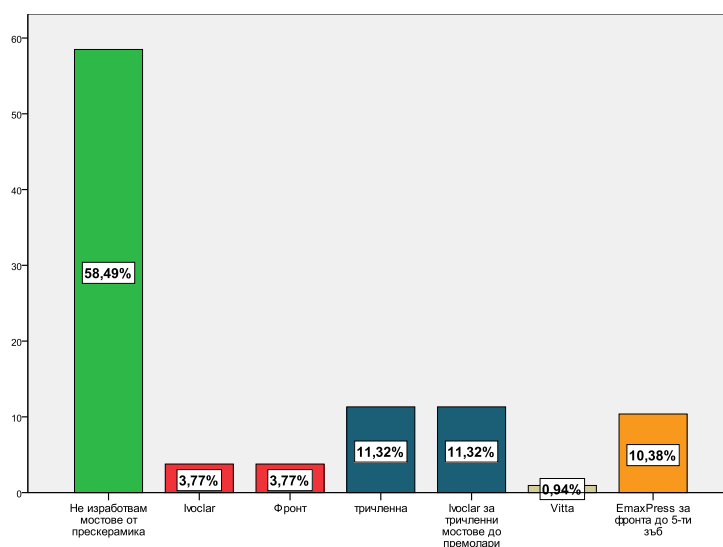
На въпроса: „Използвате ли прескерамика за естетични възстановявания и за какви конструкции?“, процентното разпределение на отговорите е показано в Диаграма 6.



Диаграма 6. Най-често използвани конструкции от прескерамика

Разпределение на резултатите, свързани с най-често предпочитана прескерамика за мостови конструкции от изследваните лица

На въпросът: „От коя прескерамика могат да се изработват мостови конструкции? В коя област и до колко члена трябва да са те?“ процентното разпределение по резултативен признак на отговорите на участвалите ЛДМ е най-голямо за отговор „Не изработвам мостове от прескерамика“ $58,5 \pm 0,28\%$ (Диагр. 7).

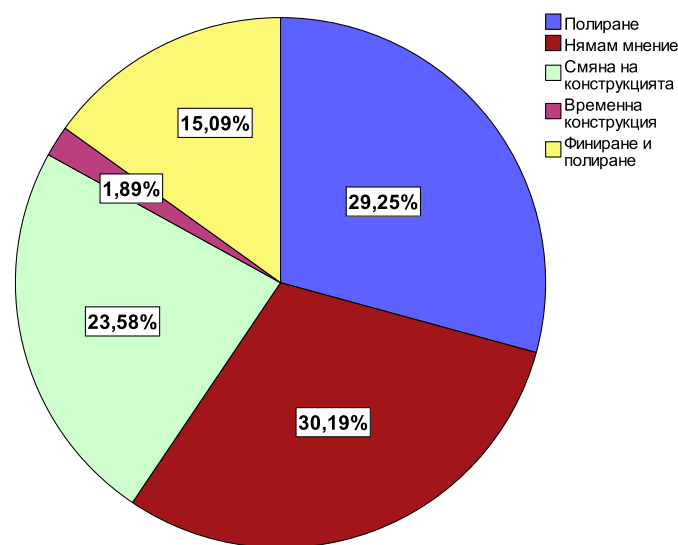


Диаграма 7. Най-често предпочитаната прескерамика за мостови конструкции

Разпределение на резултатите, свързани с най-често използвани техники за корекции на керамични конструкции от изследваните лица

Последният въпрос от анкетата е свързан с поведението на ЛДМ при изпиляване на вече циментирана керамична конструкция. Това е една неприятна ситуация, която доста често затруднява клиницистите и може да доведе до компрометиране на цялостното лечение и дори подмяна на конструкцията.

Процентното разпределение по резултативен признак на отговорите на въпроса: „Какво бихте предприели ако се наложи да изпилявате керамичните конструкции след тяхното циментиране?“, е най-голямо за отговор „Финиране и полиране“ $44,3 \pm 0,24\%$. На второто място е отговорът „Нямам мнение“ $29,2 \pm 0,26\%$. С близко процентно разпределение е отговорът „Смяна на конструкцията“ $23,6 \pm 0,31\%$. Само две лица са отговорили „Временна конструкция“ $1,9 \pm 0,97\%$ (Диаграма 8).



Диаграма 8. Най-често използвани техники при корекции на керамични конструкции

Според Кисов, познаването на показанията на всеки материал е от изключителна важност за качествата и клиничната дълготрайност на всяка конструкция. Неслучайно разнообразието от керамични материали на пазара е огромно. Всяка фирма производител на такива е създала продукти както за изработването на металокерамични конструкции, така и за изработването на изцяло керамични.

Оценката на познанията на ЛДМ по отношение на различните видове керамични материали и тяхната технология изисква подробен анализ поради присъствието на

изобилие от керамични материали, както вече добре позати и утвърдени (карамиките на фирмите Vita, Ivoclar Vivadent и др.), така и нови и налагащи се (хибридни керамики, Celtra Press и Celtra Duo на Dentsply Sirona и др.) на пазара (Ив. Атанасов, Хр. Кисов). Наблюдават се значителни пропуски в информираността за това кой керамичен материал по каква технология се обработва в зъботехническата лаборатория, както и за какви конструкции е подходящ даден вид керамика. Масова е неинформираността на ЛДМ с какви керамични материали (вид и производител) работи зъботехникът им. Дефицитът на подобни познания не позволява на стоматологът да оказва контрол върху качеството на керамичните конструкции, които поставя в устата на пациентите си. Това не му дава и възможност да има изисквания към материала, съответстващ адекватно на конкретната клинична ситуация (Ковачевска и кол., Denry et al., Oden et al., Saridag et al.).

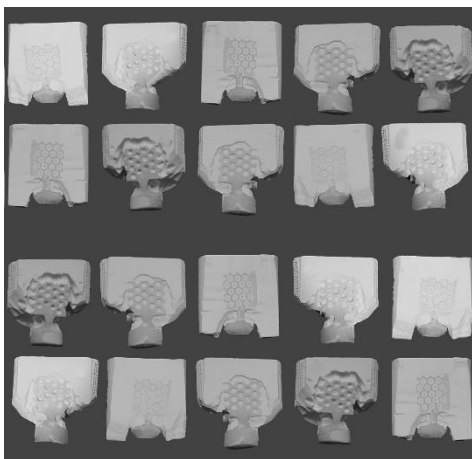
По отношение на отговорите на ЛДМ свързани с използването на прескерамика в работата им можем да заключим, че този вид материал все още не е достатъчно застъпен в България. Най-вероятно това се дължи на непознаване на технологията, показанията и качествата му. Остава пропусната и една от основните възможности на тези материали, изработването на тричленни мостови конструкции до областта на вторите премолари, което е едно от основните ограничения при изработването изцялокерамичните конструкции. Керамиката на циркониевия диоксид остава предпочитан материал пред прескерамиките, въпреки доказаното превъзходство в качествата на втората.

Познаването на възможностите за клинично полиране на всеки вид материал е от изключителна важност особено за ЛДМ, които изработват естетични неподвижни протетични конструкции. В направено изследване на Божкова и кол., 2017 г. е проучено значението на оклузиата след протетично лечение. Правилните оклузо-артикуляционни контакти са от първостепенно значение за дълготрайността на всяка конструкция и нормалното функциониране на дъвкателният апарат. От изключителна важност е те да се коригират и възстановят, когато са нарушени след окончателното и' циментиране. Отговорите на зададеният въпрос водят до извода, че ЛДМ или не знаят какво да правят или се страхуват да коригират вече фиксираната конструкция заради очакваните усложнения след това (Amaya-Pajares et al., da Silva et al., Sarikaya et al.). Много малка част от тях предприемат стъпката да коригират и полират конструкцията. Доста по-голям процент са на мнение, че трябва да я свалят и сменят. Тази стъпка е доста нерентабилна, имайки предвид цената на една такава конструкция и условията, в които живеем.

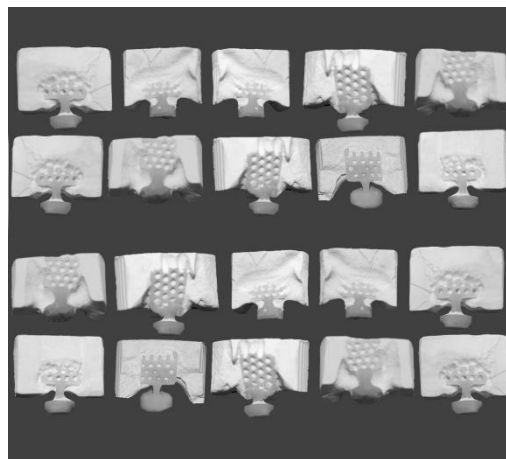
Резултати и обсъждане по Задача №2.

В резултат на Задача №2. бяха изработени 2 групи от по 20 опитни образеца за оценка на пресуемостта на два вида прескерамики с различен състав на кристалната фаза – литиев дисиликат (ЛДСК) (IPS E.max Press на Ivoclar Vivadent, Lichtenstein) и литиев силикат (ЛСК) (Celtra Press на Dentsply Sirona, USA). Задачата беше изпълнена по традиционния метод за опаковане и пресоване на восъчни прототипи. При изработването на опитната постановка бяха спазени изискванията на фирмите производители за обработка на материалите им. Двете групи опитни образци бяха изработени след пресоване на восъчни прототипи с размери 15 mm дължина, 15 mm широчина и 2 mm дебелина.

След разопаковането на пресованите форми се оцени пресуемостта на двата вида керамика в проценти, като при цялостно изпълване на формата може да се приеме, че е налице коефициент на пресуемост – 100. Резултатите от оценката на представения метод дават основание да се приеме, че ЛСК се отличава с по-добра пресуемост, тъй като с нея бяха изпълнени напълно всички подробности на по-голяма част от образците за пресоване – т.е. пресуемостта ѝ може да се определи като 100% (Фиг. 16). При ЛДСК се получи пълно възпроизвеждане на прототипа само при 4 от пресованията (Фиг. 16б). Въпреки излишъка от керамичен материал се наблюдаваше недостигът му във върховите части на образеца.



Фиг. 16а. ЛСК



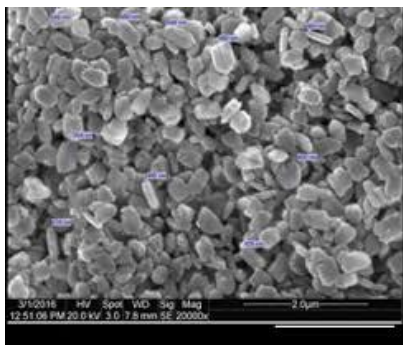
Фиг. 16б. ЛДСК

Фиг. 16 Пресованите от ЛСК (Celtra Press, Dentsply Sirona, USA) и ЛДСК (E.max Press, Ivoclar Vivadent, Lichtenstein) мрежести образци; Фиг. 16а. ЛСК; Фиг. 16б. ЛДСК

Подобно на тънколивкостта при металите, пресуемостта при стъклокерамиките, които се обработват чрез пресоване, е важна за получаването на точни и бездефектни конструкции (Хр. Кисов). Тя е технологичното свойство, от което зависи успеха от използването на прескерамиките. За пръв път за „пресуемост“ се споменава в България през 1981 г., това е способността на прахове (метални, керамични) да се уплътняват под действие на определено налягане и способността на получените брикети да запазват формата си. Първото се определя от пластичността на праховите часици – колкото са по-пластични толкова по-добре се уплътняват, а второто свойство зависи от формата на частиците (Тодоров и кол.). Изследването на това качество на стъклокерамиките може би не представлява интерес до момента поради скорото изтичане на патента на Ivoclar Vivadent за състава на прескерамита им. Отпадането на това ограничение би трябвало да доведе до разработката на нови материали за пресоване. Наличието на повече такива би довело до нуждата да се сравнява тяхната пресуемост, за да могат да се конкретизират показанията им.

Пресоването на конструкции, които идеално да възпроизвеждат въсърният прототип се определя от пресуемостта на стъклокерамичния материал. Тя се влияе в различна степен от редица фактори: от температурата, при която керамиката се пресова, от нейната структура, химичния състав, от относителната ѝ плътност и от други фактори, които оказват в една или друга степен влияние върху крайния резултат. Дори и при стриктно спазване на технологичните принципи за обработка на даден керамичен материал съществуват ограничения в употребата му, свързани с възможността му да пресъздава сложни форми (Хр. Кисов, Тодоров и кол.).

В достъпната литература не бяха намерени данни за пресуемостта на стъклокерамичните материали. По данни на фирмата производител на ЛДСК (Ivoclar Vivadent, Lichtenstein), с нея могат да се пресоват образци с минимална дебелина 4 mm. В блокчетата литиево силикатна керамика преди тяхното пресоване кристалите са с размер от порядъка на 0.5 μm (Фиг. 17а). С по-малкия размер на литиево силикатните кристали се обяснява улесненото пресоване на обекти с по-малка дебелина и по-сложна форма (Dentsply Sirona, USA). В блокчетата от литиево дисиликатна керамика преди пресоване литиево дисиликатните кристали са с размер 1.8 μm (Фиг. 18а) (Хр. Кисов).

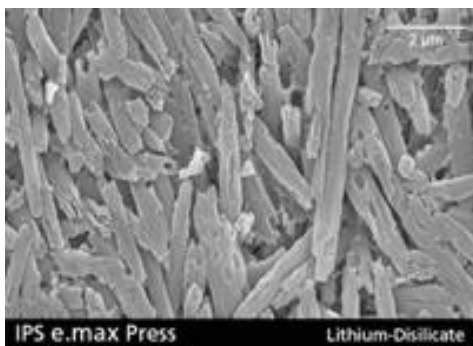


17а. ЛСК преди пресоване

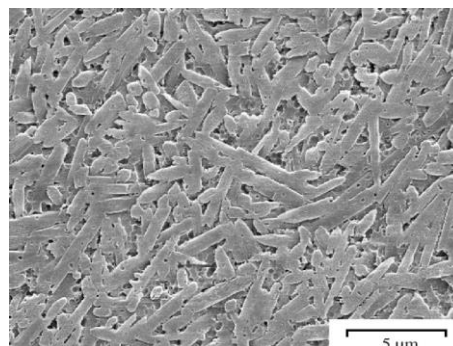


17б. ЛСК след пресоване

Фиг. 17 Кристален строеж на ЛСК преди и след пресоване, 17а. преди пресоване; 17б. след пресоване



18а. ЛДСК преди пресоване



18б. ЛДСК след пресоване

Фиг. 18 Кристален строеж на ЛДСК преди или след пресоване: 18а. преди пресоване; 18б. след пресоване

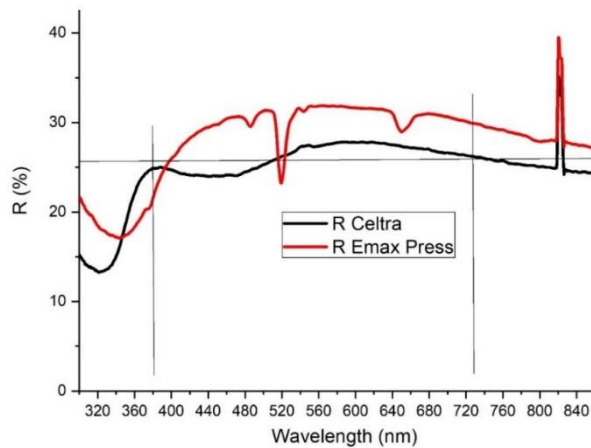
Резултати и обсъждане по Задача №3.

При изследването на отражението на светлината от повърхността на образци от подсилена с 10 % ZrO_2 ЛСК (Celtra Press, Dentsply Sirona, USA) и ЛДСК (E.max Press, Ivoclar Vivadent, Lichtenstein), бяха получени следните резултати:

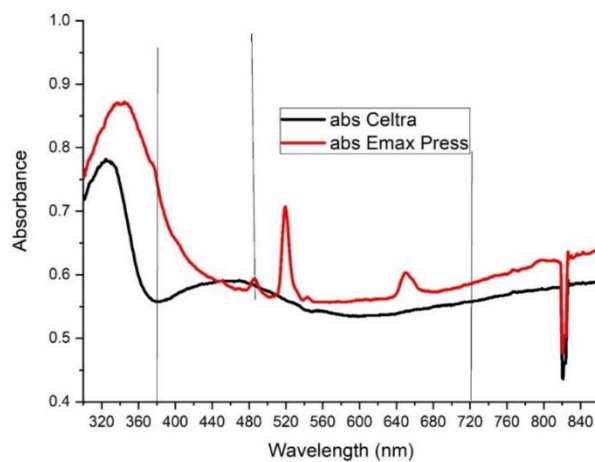
На Фиг. 19 и Фиг. 20 са представени съответно спектрите на отражение и на коефициентите на поглъщане на полирани опитни тела с размери 15x15x2 мм, изработени от изследваните керамики. Измерванията са направени с помощта на широкоспектърния светлинен източник. В диапазона на спектралната чувствителност на

човешкото око (380-720 nm) стойностите на измерените оптични показатели са обобщени и са показани в Табл. 4. От приведените стойности на тези параметри се вижда, че на по-ниския показател на пречупване, измерен за керамиката Celtra Press, съответстват и по-ниски стойности за коефициента на отражение и степента на поглъщане на светлината от тази керамика.

В измерените спектрални зависимости на коефициента на отражение и поглъщане за керамиката E.max Press се наблюдават пикове в стойностите на тези параметри на дължини на вълната от 480, 520 и 640 nm. Наличието на тези пикове може да бъде отнесено към наличието на флуоресциращи съставки в състава на тази керамика.



Фиг. 19 Измерени коефициенти на отражение на керамичните материали

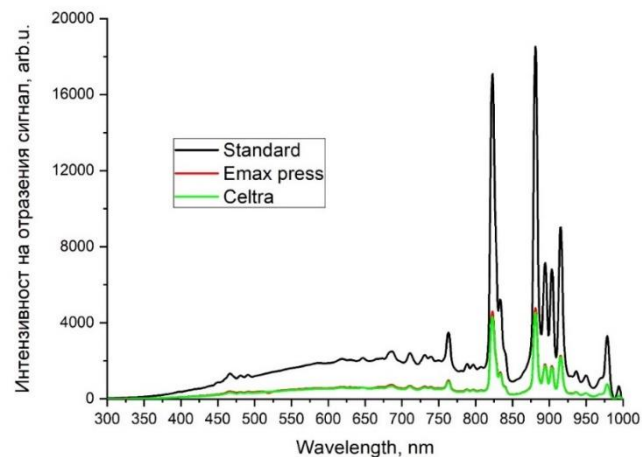


Фиг. 20 Спектрална зависимост на поглъщането на изследваните прескерамики

Таблица 4. Стойности на измерените оптични показатели

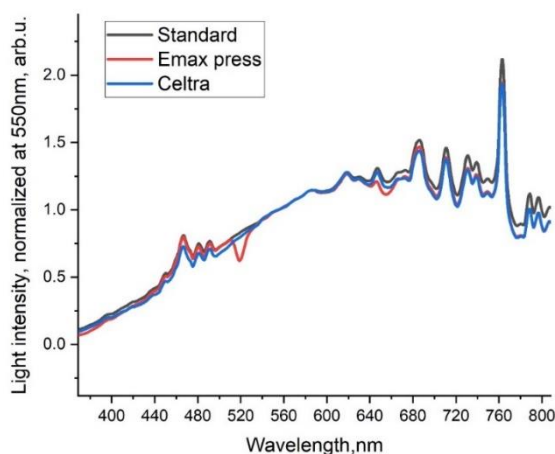
Тип керамика	Показател на пречупване	Коефициент на отражение, %	Поглъщане
Celtra	1.49 ± 0.02	26 ± 1.8	0.56 ± 0.03
E.max Press	1.55 ± 0.016	28.5 ± 4.2	0.6 ± 0.12

С цел да се определи дали наличието на тези пикове в спектрите на поглъщане и отражение ще имат отражение върху цветовото възприятие при отразяване на светлината от повърхностите на керамиките бяха измерени спектрите на отражение от изследваните керамики и сравнени с тези от условен стандарт за бял цвят на фирма SHIMADZU, Япония. На Фиг. 21 са приведени спектрите на отражение от двата материала. От тях можем да отчетем, че и двете керамики отразяват почти в еднаква степен попадналата светлина, за което показват и много близките стойности на коефициентите на отражение.



Фиг. 21 Спектри на отражение на изследваните керамики в диапазона 200-1000 nm при осветяване с ксенонова лампа.

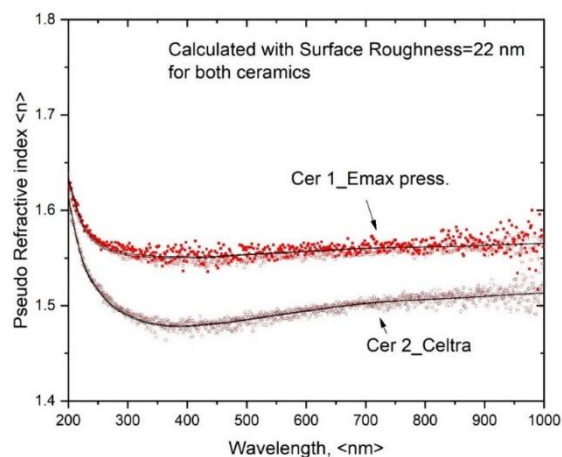
На Фиг. 22 са показани нормираните спектри на тези материали. Вижда се, че в областта 540-620 nm практически двете керамики имат същата отразяваща способност на стандартния материал и в този диапазон на осветяване не биха давали индикации за отличие на цветоусещането по отношение на материала, с който ги сравняваме.



Фиг. 22 Нормирани спектри на отражение ($\lambda_{norm}=560$ nm, отговаряща на максималната чувствителност на човешкото око) на изследваните керамики и стандартен материал за изследване отражателни свойства на твърди материали на фирма SHIMADZU, Япония.

За оценка на цветоусещането в другите спектрални области на Фиг. 23 е приведена графика за степента на отличие на изследваните керамики от условен стандарт за бял цвят. От зависимостта на този показател може да се заключи, че при осветяване на изследваните материали в синята-зелената област (400-520nm) биха се наблюдавали отличия в цветовото възприятие между двата материала. В по-малка степен това отличие би се наблюдавало в диапазона 620-700 nm, докато за диапазона 540-640 nm двете керамики са практически неразличими цветово.

Коефициентът на пречупване на емайла е 1,52. На Фиг. 23 са показани получените от проведените измервания спектрални зависимости на показателите на пречупване на двете керамики. Стойностите на показателите на пречупване се различават с около 0.05 в почти целия видим спектрален диапазон (400-700 nm) и нарастват незначително към червената и инфрачервената област на оптичния диапазон. Не се отчитат съществени флуктуации на показателите в диапазона 200-1000 nm. Такава разлика не би могла да се отчете от човешкото око, което прави разлика в цвета при стойности, по-големи от 1 (Thilagar et al.). ЛСК в различните диапазони се приближава повече до коефициента на пречупване на емайла, дори в диапазонът от 250 и 1000 nm съвпада с него. Докато при ЛДСК се вижда едно надвишаване на стойността в целият изследван диапазон.



Фиг. 23 Спектрална зависимост на показателите на пречупване на изследваните керамични материали

За приемливи от естетическа гледна точка можем да считаме конструкции, резултатите от които водят до неотличими разлики по отношение оптичните свойства между тези на естествените зъби и на изкуствените материали използвани за възстановяване на зъбните структури (Thilagar et al.). От тук следва, че за правилното избиране на реставрационен материал, особено при работа с керамични такива, е необходимо да се познават техните оптични свойства и те да могат да се сравняват с тези на естествените зъби.

При сравняването на показатели (кофициенти на поглъщане, отражение и пречупване на светлината) керамични проби с еднаква полупрозрачност разликите на оптичните свойства на двата материала са несъществени. Ние не попаднахме на изследване, което до момента да сравни оптичните показатели на двата материала. Производителите на ЛСК (Dentsply Sirona, USA) твърдят, че техният материал има подобрени оптични показатели, свързани с размера на частиците (литиево силикатни кристали с големина 1.4 μm и литиево фосфатни кристали с размер 0.3 μm), който е по-близък да размера на дължината на вълната на видимата светлина (Хр. Кисов). Вероятно на това се дължи по-голямата стабилност при различните изследвания на ЛСК. При ЛДСК се наблюдава наличието на пикове в някои от областите на видимия спектър, което свързваме с химичния състав на керамиката. Изследването потвърди твърдението на Samra et al., 2008 г., че структурата на материала оказва влияние върху оптичните му свойства.

Резултати и обсъждане по Задача №4.

Бяха направени измервания на разделените в шест групи опитни образци от двата вида прескерамика с различен състав на кристалната фаза: литиево дисиликатна и литиево силикатна. Те бяха изследвани със Sutronic 3+ при едни и същи условия (на всеки образец бяха направени по 6 измервания, показателите на грапавостта бяха определени по ProfEL ; $L_n = 4,0 \text{ mm}$ (8000 pt); Cut-of (l_c) = 0,8 mm). Резултатите бяха обобщени и за всяка група бяха получени следните средни стойности на параметрите на грапавост (Таблица 5):

Таблица 5. Обобщение на параметрите на грапавостта, измерени със Sutronic 3+

Образец №	Ra	Rt	Rpm	Rs	Rsm	Rsk	Rku	Rk	Wt
C0(1гр.)	0,66 μm	7,85 μm	1,65 μm	42,8 μm	79,2 μm	-1,63	9,46	1,9 μm	14,15 μm
E0(1гр.)	1,3 μm	9,67 μm	3,3 μm	39,5 μm	120 μm	-0,47	3,52	4,6 μm	17,65 μm
C1(2гр.)	0,085 μm	0,613 μm	0,23 μm	7,6 μm	23,61 μm	0,13	3,025	0,44 μm	4,54 μm
E1(2гр.)	0,135 μm	0,93 μm	0,173 μm	0,62 μm	28 μm	0,01	2,6	0,62 μm	8,48 μm
C2(3гр.)	0,91 μm	9,92 μm	2,05 μm	38,4 μm	135 μm	-1,46	7,67	2,2 μm	9,05 μm
E2(3гр.)	0,501 μm	3,935 μm	1,09 μm	25,3 μm	128,5 μm	-0,72	3,72	1,43 μm	1,97 μm
C3(4гр.)	1,70 μm	14,42 μm	3,03 μm	53,2 μm	191 μm	-1,22	5,25	4,82 μm	12,185 μm
E3(4гр.)	2,69 μm	17,90 μm	5,1 μm	40 μm	199 μm	-0,72	3,3	9,3 μm	16,87 μm
C4(5гр.)	0,942 μm	10,62 μm	1,86 μm	45,25 μm	132 μm	-2,11	10,65	2,58 μm	13,76 μm
E4(5гр.)	0,83 μm	7,33 μm	2,11 μm	24,27 μm	72,8 μm	-0,63	4,44	2,58 μm	8,73 μm
C5(6гр.)	1,75 μm	14,55 μm	3,07 μm	52,9 μm	223 μm	-1,16	5,23	5,22 μm	15,26 μm
E5(6гр.)	2,65 μm	18,17 μm	4,81 μm	59,5 μm	219,6 μm	-0,86	3,78	7,72 μm	11,97 μm

Сравнявайки необработената (изходна) повърхност при образец C1 и E1 се вижда, че изходната повърхност на ЛСК ($R_a = 0,677 \mu\text{m}$, $R_t = 4,87 \mu\text{m}$, $W_t = 7,18 \mu\text{m}$) е по-гладка от тази на ЛДСК ($R_a = 1,096 \mu\text{m}$, $R_t = 9,083 \mu\text{m}$, $W_t = 12,93 \mu\text{m}$).

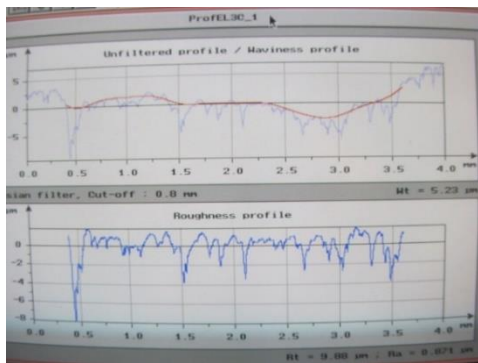
Като общ извод: глазираната страна на E1 е малко по-груба в сравнение с тази на C1. Това се вижда ясно от височинните параметри R_a , R_t , R_q , R_z , които са близки по стойности за двата образца, но все пак параметрите при C1 имат по-малки стойности от тези при E1.

Стъпковите параметри R_s и R_{sm} при двата образца са близки по стойности, което предполага, че процесът на глазиране запълва и заглажда изходните микронеровности, с което се намаляват стъпковите параметри. И при двата образца параметрите R_s и R_{sm} от глазираната страна са значително по-малки в сравнение със същите от обратната (неглазирана) страна.

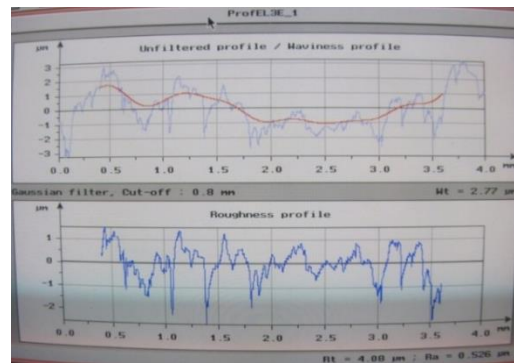
При двата образца структурните параметри: коефициентите R_{sk} и R_{ku} също са съизмерими и близки по стойности. И при двата образца коефициентът R_{sk} е близък до нула, с малки отклонения в плюс (+) или минус (-), което означава, че по-голямата част от издатините и падините от профила на неравностите са концентрирани около средната линия на профила, т.е. кривата на разпределение на плътността на издатините и падините има *Гаусово разпределение*.

Трябва да се отбележи, че в честотните спектри и на двата образца с най-голяма амплитуда са ниските честоти, което показва, че липсва периодическа компонента (съставяща) в получените профилограми. Освен това има и устойчивост на разпределение на амплитудите на ниските честоти в спектрограмите при всички измервания (сечения) на образците.

За образци 2С и 2Е (обработени с диамантен пилител с червена кодировка и гумички) (Фиг. 24а. и 24б.) – обработената част на образец 2Е е по-гладка, а на образец 2С е по-груба; Това се вижда както от височинните R_a и R_t , така и от стъпковите параметри R_s и R_{sm} , които са по-малки при образец 2Е в сравнение с тези при образец 2С. Аналогично и при структурните параметри: коефициентите R_{sk} и R_{ku} са по-малки за образец 1Е в сравнение с тези при образец 2С. За образец 2Е коефициента $R_{ku} = 3,72$ е близък до оптимума $R_{ku} = 3$. Това означава, че по-голямата част от издатините и падините от профила на неравностите са концентрирани около средната линия на профила, т.е. кривата на разпределение на плътността на издатините и падините има Гаусово разпределение. Параметърът $R_k = 1,43$ при образец 2Е е по-малък от същия $R_k = 2,2$ при 2С, което означава, че кривата на относителната опорна дължина на профила при 2Е е по-полегата, има по-добра опорна площ (повече материал и по-големи радиуси на закръгление във върховете на издатините) и респективно по-висока износоустойчивост от тази при образец 2С.



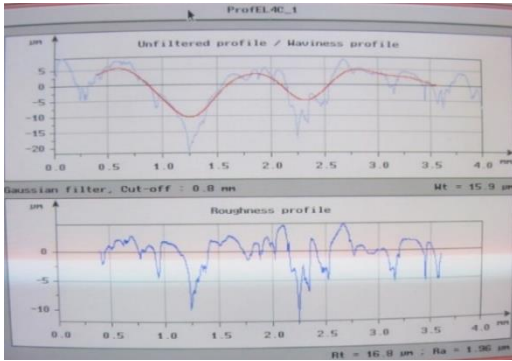
Фиг. 24а. Образец С2



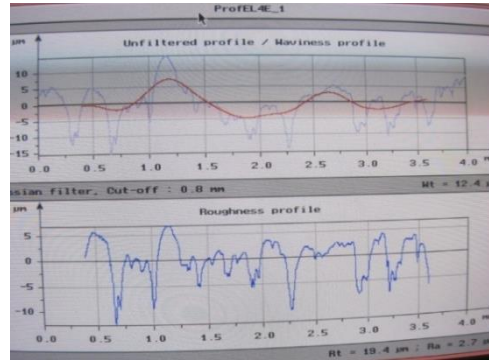
Фиг. 24б. Образец Е2

Фиг. 24 Профил на граповостта на образци С2 и Е2 (обработени с диамантен пилител с червена кодировка и гумички); Фиг. 24а. Образец С2; Фиг. 24б. Образец Е2

За образци 3С и 3Е (обработени с диамантен пилител със зелена кодировка и гумички) (Фиг. 25а. и 25б.) – обработената част на образец 3С е по-гладка, а на образец 3Е е по-груба. Тук височинните параметри R_a , R_t , R_{pm} са по-малки при образец 3С в сравнение с тези при образец 3Е. При стъпковите параметри средната стъпка R_{sm} също е по-малка при 3С, но стъпката на местните издатини $R_s = 53,2 \mu\text{m}$ е по-голяма от стъпката $R_s = 40 \mu\text{m}$ при 3Е. При структурните параметри коефициентите R_{sk} и R_{ku} са по-малки за образец 2Е в сравнение с тези при образец 3С. За 2Е коефициента $R_{ku} = 3,3$ е близък до оптимума $R_{ku} = 3$, докато при 3С е по-голям – $R_{ku} = 5,25$. Това означава, че при 3Е по-голямата част от издатините и падините от профила на неравностите са концентрирани около средната линия на профила и има Гаусово разпределение на кривата на разпределение на плътността на издатините и падините. И тук, при двата образца 3Е и 3С коефициентът $R_{sk} < 0$, което е по-благоприятно. Параметърът $R_k = 4,82$ при образец 3С е по-малък от същия $R_k = 9,3$ при 3Е, което означава, че кривата на относителната опорна дължина на профила при 3С е по-полегата, има по-добра опорна площ (повече материал и по-големи радиуси на закръгление във върховете на издатините) и по-висока износоустойчивост от тази при образец 3Е.



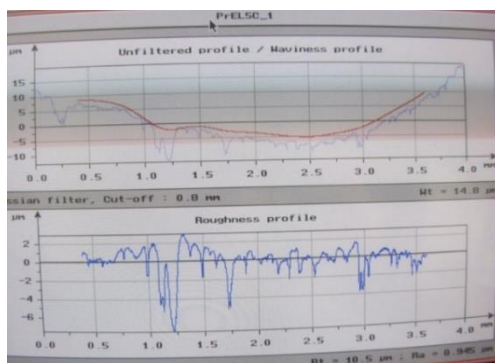
Фиг. 25а. Образец С3



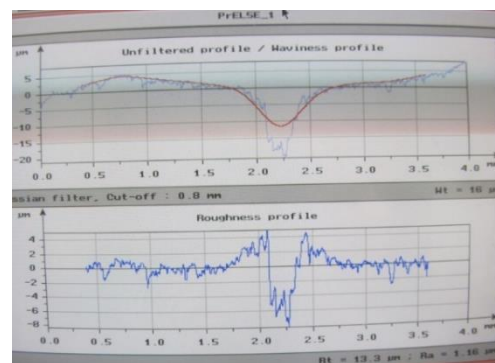
Фиг. 25б. Образец Е3

Фиг. 25 Профил на грапавостта на образци С3 и Е3 (обработени с диамантен пилител със зелена кодировка и гумички); Фиг. 25а. Образец С3; Фиг. 25б. Образец Е3

За образци 4С и 4Е (обработени с диамантен пилител с червена кодировка, гумички и диамантена паста)(Фиг. 26а. и 26б.) – обработената част на образец 4Е е малко по-гладка, а на образец 4С е малко по-груба. Това се вижда както от височинните параметри Ra и Rt , така и от стъпковите Rs и Rsm , които при образец 4Е са по-малки, в сравнение с тези при образец 4С. Аналогично и при структурните параметри: коефициентите Rsk и Rku са по-малки за образец 4Е в сравнение с тези при образец 4С. За образец 4Е коефициента $Rku = 4,44$ е по-близък до оптимума $Rku = 3$. Това означава, че кривата на разпределение на плътността на издатините и падините има *Гаусово разпределение*. Кривите на относителната опорна дължина на профила при образец 4Е са по-полегати, неравностите имат по-добра опорна площ и респ. по-висока износоустойчивост от тази при образец 4С.



Фиг. 26а. Образец С4

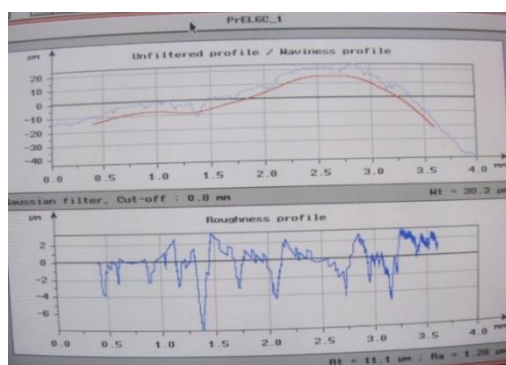


Фиг. 26б. Образец Е4

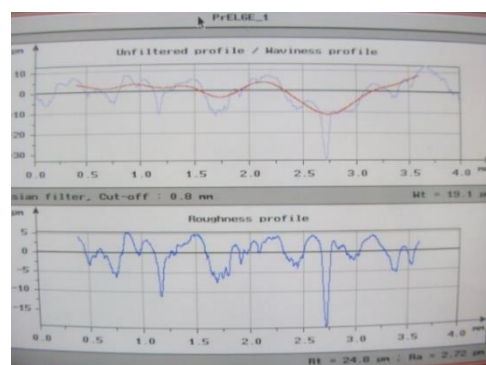
Фиг. 26 Профил на грапавостта на образци С4 и Е4 (обработени с диамантен пилител с червена кодировка, гумички и диамантена паста); Фиг. 26а. Образец С4; Фиг. 26б. Образец Е4

За образци 5С и 5Е (обработени с диамантен пилител със зелена кодировка, гумички и диамантена паста)(Фиг. 27а. и 27б.) – обработената част на образец 5С е по-гладка, а на образец 5Е е по-груба. Тук височинните параметри R_a , R_t , R_{pm} са по-малки при образец 5С в сравнение с тези при образец 5Е. При стъпковите параметри, стъпката на местните издатини при 5С - $R_s = 52,9 \mu m$ е по-малка от стъпката $R_s = 59,5 \mu m$ при 5Е. При средната стъпка R_{sm} на неравностите има почти равенство при двата образца – $R_{sm} = 223 \mu m \approx R_{sm} \approx 220 \mu m$. При структурните параметри коефициентите R_{sk} и R_{ku} са по-малки за образец 5Е в сравнение с тези при образец 5С. За 5Е коефициента $R_{ku} = 3,78$ е близък до оптимума $R_{ku} = 3$, докато при 5С е по-голям – $R_{ku} = 5,23$. Това означава, че при 5Е по-голямата част от издатините и падините от профила на неравностите са концентрирани около средната линия на профила и има Гаусово разпределение на кривата на разпределение на плътността на издатините и падините. При образец 5С коефициентът $R_{ku} = 5,23$ е по-голям, кривата на разпределение на плътността има по-голяма острота, което означава, че има по-голям брой високи издатини и дълбоки падини в неравностите. При образец 5С коефициента $R_{sk} = -1,16$ е по-голям от $R_{sk} = -0,86$ при образец 5Е, което означава, че издатините в образец 5С имат малко по-голяма опорна площ. И тук, при двата образца 5Е и 5С коефициентът $R_{sk} < 0$, което е по-благоприятно.

При сравняването на получените резултати между групите образци 2 и 3, и 4 и 5 като извод бихме могли да направим, че при клинично полиране с гумички и диамантена паста се постига по-грапава повърхност в сравнение с полиране само с гумички.



Фиг. 27а. Образец 5С



Фиг. 27б. Образец 5Е

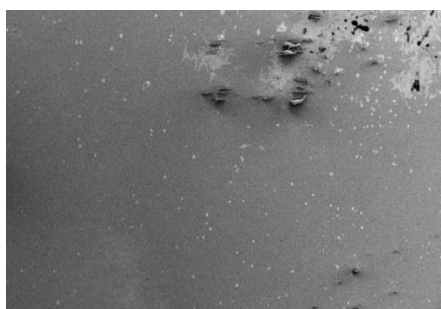
Фиг. 27 Профил на грапавостта на образци 5С и 5Е (обработени с диамантен пилител със зелена кодировка, гумички и диамантена паста); Фиг. 27а. Образец 5С; Фиг. 27б. Образец 5Е

Използването на параметрите на грапавостта, в частност Ra (средноаритметично отклонение на профила на неравностите), се прави често в стоматологията, за да се оцени на грапавостта на дадена повърхност особено чрез класическа профилометрия (Alhabdan & El-Hadjazi). Sarikaya et al. заявява, че параметърът Ra описва цялостната грапавост на повърхността и може да бъде дефиниран като средна аритметична стойност на всички абсолютни стойности на профила на грапавостта в рамките на дадено измерване. Измерванията се правят лесно и апаратите са достъпни. Сравнявайки именно стойностите на параметъра Ra се вижда, че почти при всички начини на обработка на керамичната повърхност стойностите му са по-ниски при подсилената с цирконий литиево силикатна прескерамика. Единствено при образците обработени с червен диамантен пилител и полирани с комплект гумички с и без диамантена полирна паста, стойностите на Ra са по-ниски за ЛДСК.

След това същите опитни образци бяха изследвани с атомно-силов и сканиращ електронен микроскопи, за да можем да сравним резултатите от класическия (2D) и съвременния (3D) метод.

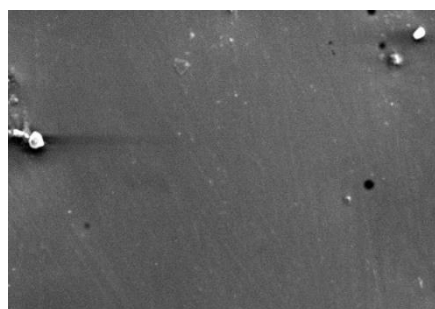
Резултати и обсъждане по Задача №5.

При наблюдение със сканиращ електронен микроскоп при увеличение 500 μ m и резолюция 100k беше видно следното:



Фиг. 28а. Глазирана ЛСК

прескерамика



Фиг. 28б. Глазирана ЛДСК

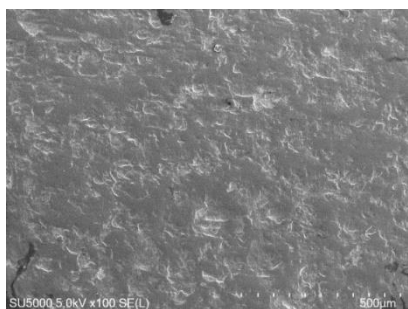
прескерамика

Фиг. 28 Глазирана литиево силикатна и литиево дисиликатна прескерамика;

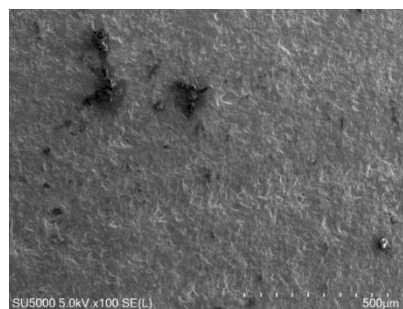
Фиг. 28а. Глазирана ЛСК; Фиг. 28б. Глазирана ЛДСК.

При глазираните образци от двата вида прескерамика беше наблюдавана гладка повърхност без никакви грапавини и неравности. Наблюдаваните малки зрънца най-вероятно се дължат на златното покритие (Фиг. 28а. и 28б.).

При обработените керамични повърхности беше отчетена видима разлика между изходната глазирана повърхност и обработените и полрани образци. Беше видно следното:

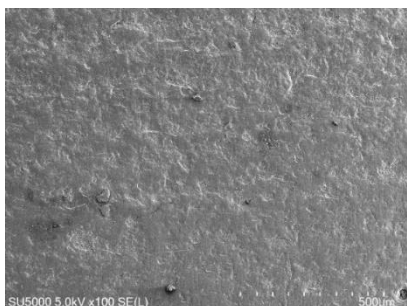


Фиг. 29а. ЛСК

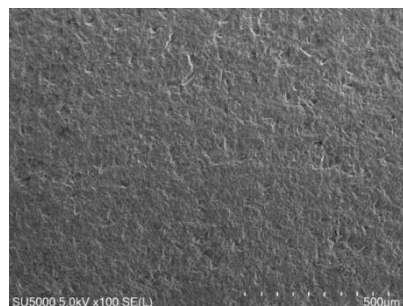


Фиг. 29б. ЛДСК

Фиг. 30 Литиево силикатна и литиево дисиликатна прескерамика – глазиране, изпийаване с диамантен пилител (червена маркировка), полиране с гумички; Фиг. 29а. ЛСК; Фиг. 29б. ЛДСК

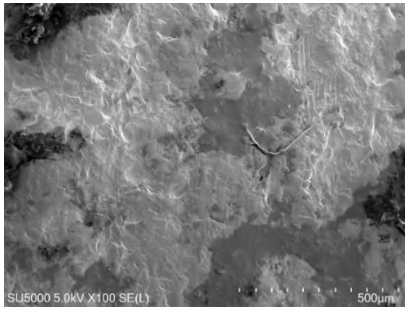


Фиг. 30а. ЛСК

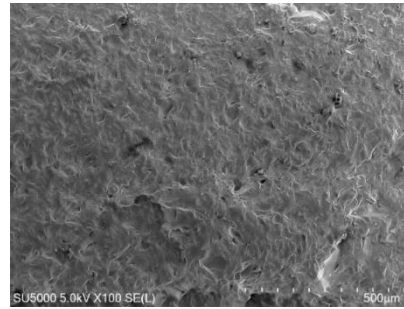


Фиг. 30б. ЛДСК

Фиг. 30 Литиево силикатна и литиево дисиликатна прескерамика – глазиране, изпийаване с диамантен пилител (зелена маркировка), полиране с гумички; Фиг. 30а. ЛСК; Фиг. 30б. ЛДСК

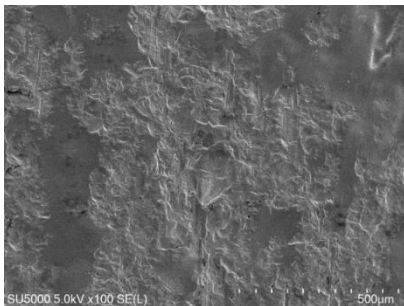


Фиг. 31а. ЛСК

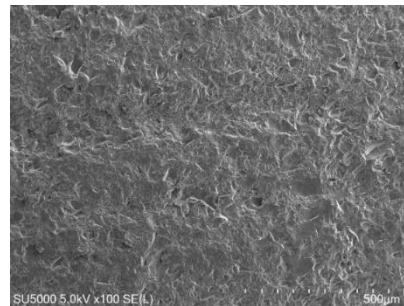


Фиг. 31б. ЛДСК

Фиг. 31 Литиево силикатна и литиево дисиликатна прескерамика – глазиране, изпильване с диамантен пилител (червена маркировка), полиране с гумички и диамантена паста; Фиг. 31а. ЛСК; Фиг. 31б. ЛДСК



Фиг. 32а. ЛСК



Фиг. 32б. ЛДСК

Фиг. 32 Литиево силикатна и литиево дисиликатна прескерамика – глазиране, изпильване с диамантен пилител (зелена маркировка), полиране с гумички и диамантена паста; Фиг. 32а. ЛСК; Фиг. 32б. ЛДСК.

Нито един от начините на обработка не можа да пресъздаде топографията на глазираните каремични повърхности. При използването на диамантен пилител със зелена кодировка повърхността е видимо по-грапава отколкото при използването на пилител с червена кодировка (Фиг. 29, 30, 31, 32). Добавянето на диамантена паста при полирането и при двата вида стъклокерамика подобрява гладкостта на релефа на повърхността (Фиг. 31 и 32). При ЛСК на места по повърхността на образца бяха наблюдавани малки участъци, които се доближаваха до вида на глазираната керамична повърхност (Фиг.33). При съпоставяне на различните видове обработка на двата вида прескерамика повърхностите на ЛСК са по-гладки от тези на ЛДСК.

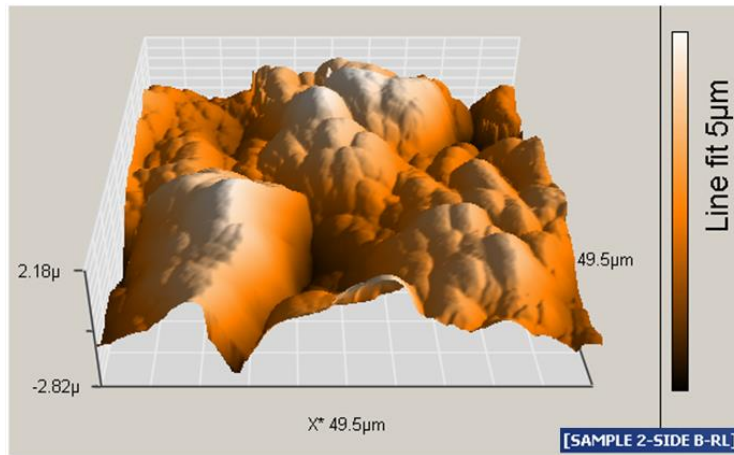
След измерването на релефа и заснемането на повърхностите на 44 образца разделени в 6 групи от литиево силикатна и литиево дисиликатна прескерамики с

атомно-силов микроскоп, които бяха обработени по различен начин от лабораторията получихме следните резултати (Таблица 6):

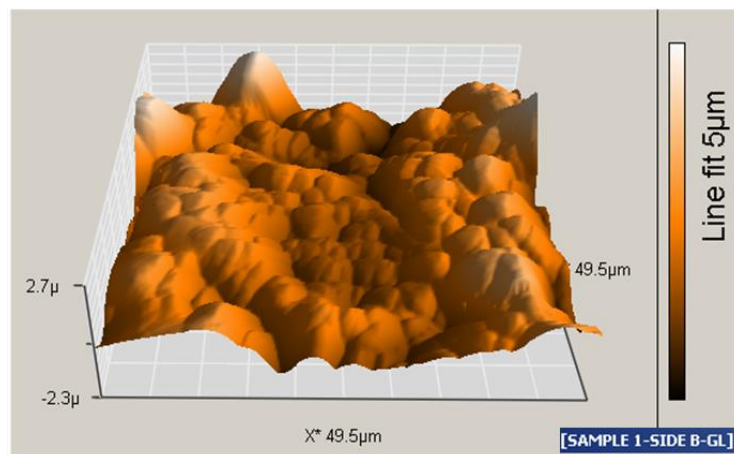
Таблица 6. Числови стойности на показателите на грапавостта, определена с атомно-силов микроскоп

	Area	Sa	Sq	Sy	Sp	Sv	Sm
Образец 1(C0)	2.462 nm ²	702.4 nm	865.61 nm	4.7784 <i>μm</i>	2036.5 nm	-2741.9 nm	149.15 pm
Образец 2(E0)	2.462 nm ²	506.47 nm	644.57 nm	5.4926 <i>μm</i>	2501.9 nm	-2990.7 nm	127.91 pm
Образец 3(C1)	2.462 nm ²	12.947 nm	18.077 nm	143.13 nm	46.538 nm	-96.59 nm	-14.625 fm
Образец 4(E1)	2.472 nm ²	30.048nm	36.176 nm	143.13 nm	116.82 nm	-112.99 nm	212.9 pm
Образец 5(C2)	2.462 nm ²	114.61 nm	156.41 nm	1075.4 nm	435.27 nm	-610.11 nm	212.64 pm
Образец 6(E2)	2.462 nm ²	300.26 nm	391.08 nm	2845.3 nm	978.36 nm	-1.867 <i>μm</i>	212.89 pm
Образец 7(C3)	2.462 nm ²	293.43 nm	374.69 nm	2361.8 nm	892.53 nm	1469.3 nm	212.78 pm
Образец 8(E3)	2.462 nm ²	458.51 nm	584.72 nm	3.4581 <i>μm</i>	1780.5 nm	-1677.6 nm	211.69 pm
Образец 9(C4)	2.462 nm ²	48.666 nm	71.324 nm	758.03 nm	305.75 nm	-452.28 nm	199.02 pm
Образец10(E4)	2.462 nm ²	91.213 nm	114 nm	740.35 nm	330.66 nm	-409.56 nm	164.56 pm
Образец11(C5)	2.462 nm ²	388.48 nm	503.05 nm	3127.7 nm	1216.1 nm	-1911.7 nm	212.72 pm
Образец12(E5)	2.462 nm ²	306.72 nm	370.46 nm	1918.2 nm	676.56 nm	-1241.6 nm	173.01 pm

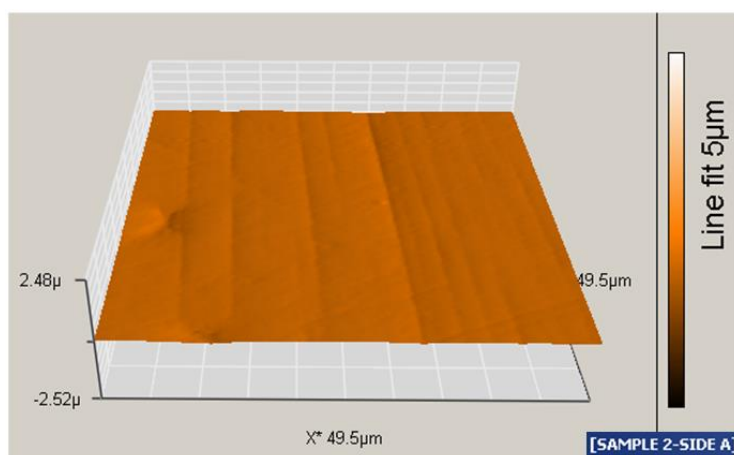
Заснетите повърхности при изследването на опитните образци с атомно-силов микроскоп са показани на фигури: 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 и 44.



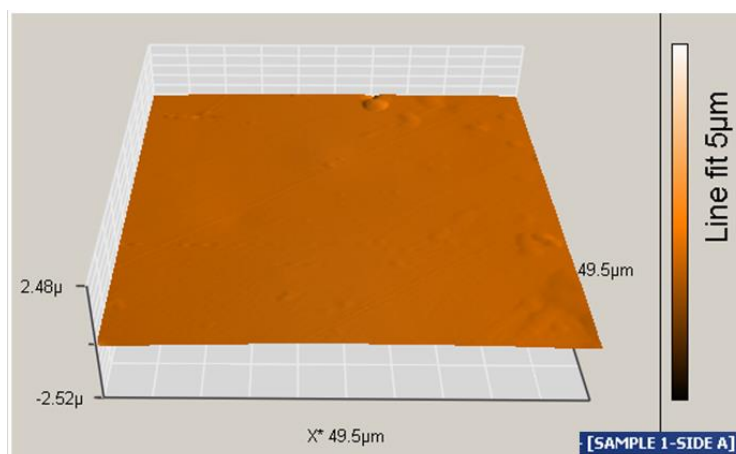
Фиг. 33 Образец 1: литиево силикатна прескерамика (Celtra Press) – лабораторно полирана



Фиг. 34 Образец 2: Литиево дисиликатна прескерамика (E.max Press) – лабораторно полирана

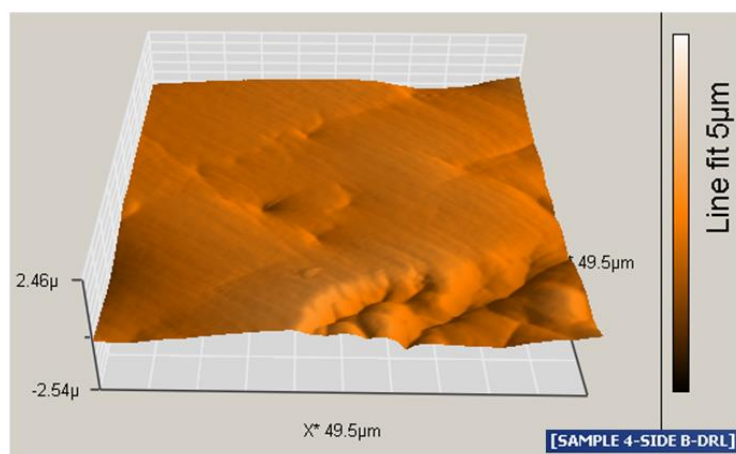


Фиг. 35 Образец 3: Литиево силикатна прескерамика – глазирана

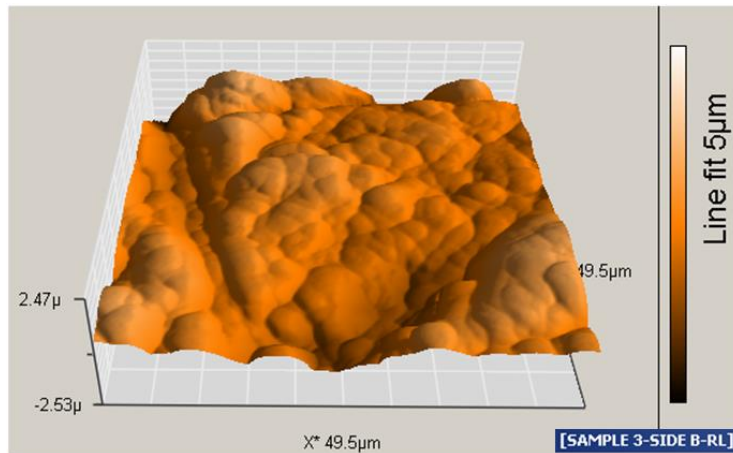


Фиг. 36 Образец 4: Литиево дисиликатна прескерамика – глазирана

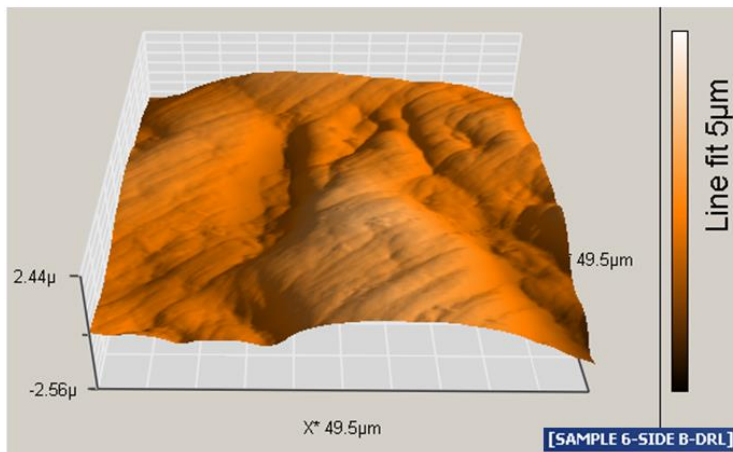
Сравнявайки стойностите на параметрите на грапавостта и наблюдавайки микроскопските снимки (Фиг. 35 и 36) се вижда, че при глазираната повърхност на литиево силикатната прескерамика стойностите им са значително по-ниски, което показва по-голяма гладкост спрямо тази на глазираната повърхност на литиево дисиликатната.



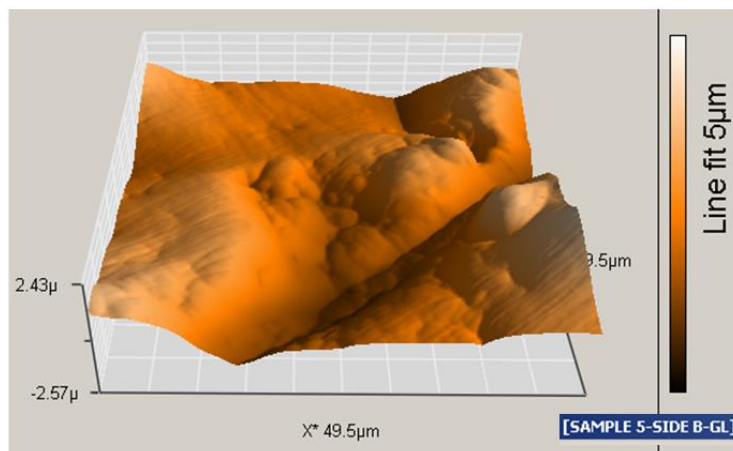
Фиг. 37 Образец 5: Литиево силикатна прескерамика – глазиране, изпиляване с диамантен пилител (червена маркировка), полиране с гумички.



Фиг. 38 Образец 6: Литиево дисиликатна прескерамика – глазиране, изпияване с диамантен пилител (червена маркировка), полиране с гумички.

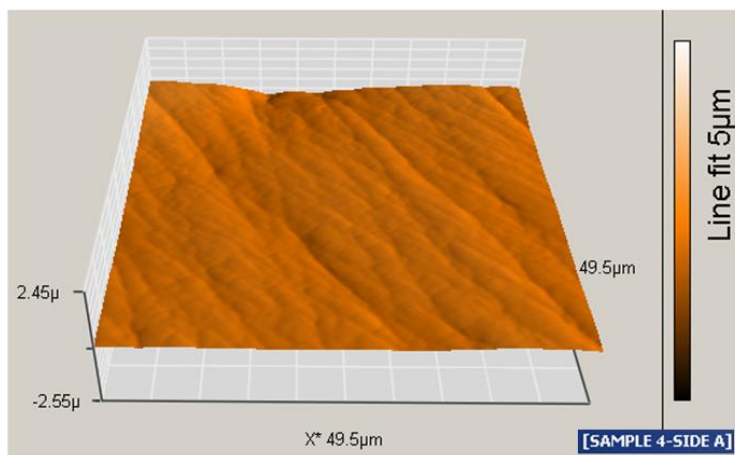


Фиг. 39 Образец 7: Литиево силикатна прескерамика – глазиране, изпияване с диамантен пилител (зелена маркировка), полиране с гумички.

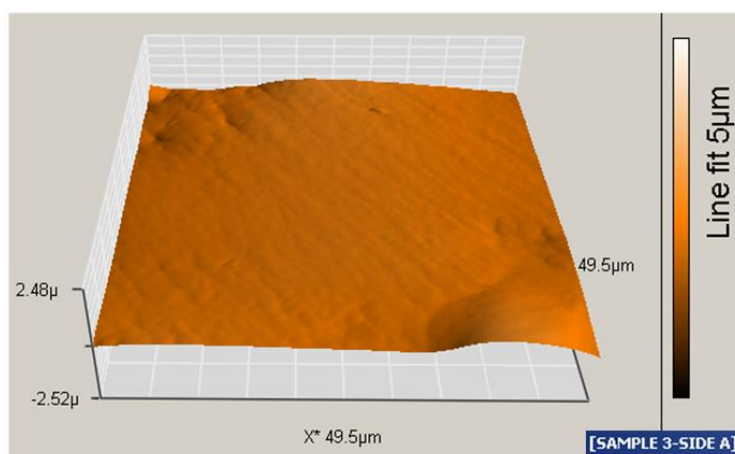


Фиг. 40 Образец 8: Литиево дисиликатна прескерамика – глазиране, изпияване с диамантен пилител (зелена маркировка), полиране с гумички.

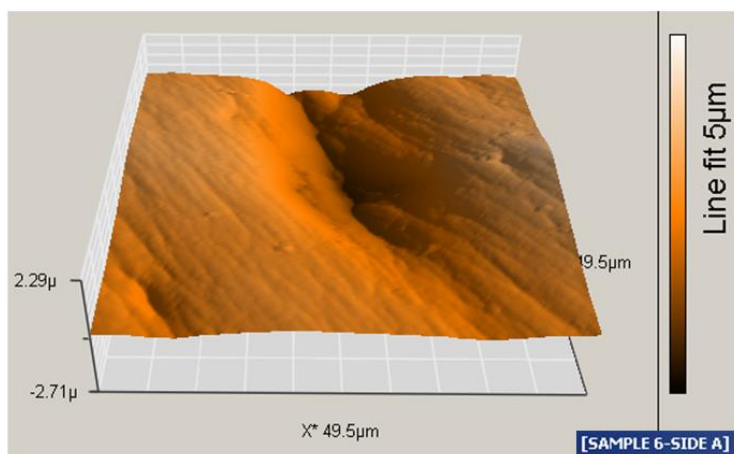
При полирането с диамантена паста (Фиг. 41, 42, 43 и 44) и без такава (Фиг. 37, 38, 39 и 40) се наблюдават по-гладки повърхности при използването на диамантената паста. При използването на пилител с червена кодировка и последващо полиране се забелязва по-гладка повърхност при образците от литиево дисиликатна керамика.



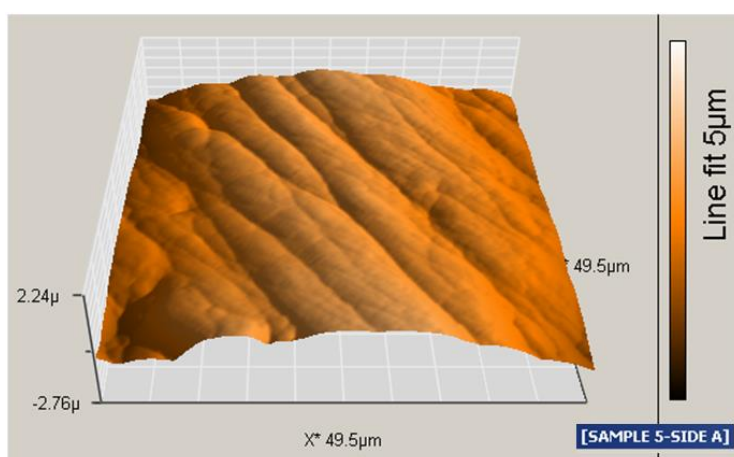
Фиг. 41 Образец 9: Литиево силикатна прескерамика – глазиране, изпийаване с диамантен пилител (червена маркировка), полиране с гумички и диамантена паста.



Фиг. 42 Образец 10: Литиево дисиликатна прескерамика – глазиране, изпийаване с диамантен пилител (червена маркировка), полиране с гумички и диамантена паста.



Фиг. 43 Образец 11: Литиево силикатна прескерамика – глазиране, изпиляване с диамантен пилител (зелена маркировка), полиране с гумички и диамантена паста.



Фиг. 44 Образец 12: Литиево дисиликатна прескерамика – глазиране, изпиляване с диамантен пилител (зелена маркировка), полиране с гумички и диамантена паста

Често се налага стоматологът да извършва корекции върху керамичните възстановявания, за което използва диамантени пилители. Това води до нарушаване на повърхностния слой (глазурата) на конструкцията. Тези корекции са наложителни при наличието на предварителни оклузални контакти и неточни контури на керамичното възстановяване.

Нарушаването на повърхностния стъклен слой на керамиката увеличава грапавостта на повърхността и води до неприятни, понякога дори фатални усложнения: износване на зъби антагонисти, задържане на плака и възпаление на гингивата, оцветяване и незадоволителна естетика, фрактура. Поради тези причини изследователите са доказали необходимостта от реглазиране на конструкцията или нейното полиране, което е алтернативен вариант, водещ до по-гладка повърхност

(Alhabdan & El-Hadjazi). Реглазирането се извършва преди циментирането на възстановяването и налага връщането му в лабораторията. Това не винаги е възможно, особено ако корекцията е направена след постоянното фиксиране на конструкцията. В този случай полирането е единствената алтернатива.

Ефективността на системите за полиране на керамика е спорен въпрос в литературата (Ahmed et al. , Amaya-Pajares et al. , Camacho et al. , da Silva et al. , Maciel et al. и др.). Alhabdan и Hejazi, 2015 г., Raimondo et al., 1990 при изследване на конструкции от E.max, твърдят, че при полиране на керамиката с определен вид дискове се получава повърхност по-гладка и от глазираната. Няколко проучвания съобщават, че крайният резултат след полиране не може да се сравнява с този след реглазиране. Voaventura et al., 2013 г. правят изследване върху различни видове керамични материали и доказват, че въпреки различните методи на полиране, параметрите на грапавост винаги са с по-големи стойности от тези при глазираната керамика. Нашето изследване потвърди проучванията които твърдят, че полирането след корекция на керамичната повърхност не може да постигне гладкостта на едно глазиране. Съществуват различни алтернативни техники за полиране на керамика (Albakry et al, Al-Wahadni et al, Camacho et al, Lochbauer et al) всяка, от които включва определен вид консумативи за полиране използвани в определена последователност. На пазара се предлагат различни комплекти специално създадени за полиране на керамични възстановявания. Те са съставени от голямо разнообразие от материали: диамантени пилители, каучукови гумички, дискове от филц и диамантени полирни паста.

Видът на керамичният материал също е определящ за възможностите му за полиране (Odatsu et al. , Sasahara et al.). Отчетените стойности при класическата контактна профилометрия показваха, че при образците обработени с червен диамантен пилител и полирани с комплект за полиране с и без диамантена паста, стойностите на параметрите на грапавостта са по-ниски за ЛДСК. При изследването с AFM обаче стойностите при ЛСК бяха по-ниски. При наблюдението със СЕМ повърхността на ЛСК също изглежда по-гладка от тази на ЛДСК. Получените стойности показват, че кристалната фаза и размера на частиците на стъклокерамичния материал са от значение при обработването на неговата повърхност. Сравнявайки резултатите от двата метода се забелязва и разлика в получените стойности при полиране с и без диамантена паста. При класическата профилометрия се отчита по-гладка повърхност при полиране без паста и при двата вида керамични материала. При изследването с атомно-силовия микроскоп

резултатите върху абсолютно същите образци показват по-гладка повърхност при полиране с гумички и диамантена паста. Въпреки че при двата метода се сравняват различни параметри на грапавостта, от снимките е видно, че повърхностите полирани и с диамантена паста са по-гладки, което показва по-голямата прецизност на по-съвременната техника, какъвто е атомно-силовият микроскоп.

Camacho et al., 2003 г., Lochbauer et al., 2008 г., Steiner et al., 2015 г. потвърждават, че използването на диамантена полирна паста прави полираната повърхност по-гладка. Martinez-Gomis et al., 2003 г. пък твърдят обратното, че прави повърхността по-грапава. Резултатите на нашето изследване и по двата метода доказват, че когато се използва диамантен пилител с червена кодировка, добавянето на паста при полирането и на двата вида прескерамика наистина допринася за по-голямата гладкост на повърхността. Въпреки отделеното време за полиране не успяхме да постигнем гладкостта на глазираната керамична повърхност. След направената корекция с пилител и полирането керамичните повърхности все пак са по-гладки от тези, които са полирани лабораторно.

Производителите на подсилената с ZrO_2 ЛСК Celtra Press (Dentsply Sirona, USA) твърдят в характеристиките на своя продукт, че при него може да се постигне идеално полиране и в клинични условия. Нашето проучване показва, че в почти всички групи стойностите измерени при ЛСК са по-ниски от тези при ЛДСК, но независимо от метода на полиране разлика между глазираната и полираната керамична повърхност има. Подобрите възможности за полиране на ЛСК се дължат на размера на кристалите на керамичният материал след пресоване - кристалната фаза е съставена от литиево силикатни кристали с големина $1.4 \mu m$ (Кисов). В структурата на пресованата литиево дисиликатна керамика се наблюдават кристали с големина $4.2 \mu m$ (Кисов), по-големият размер на кристалите е предпоставка за по-трудно полиране на керамичния материал.

Като обобщение на нашите резултати и след съпоставката с литературните данни (Bollen et al., Camacho et al., da Silva et al., Martinez-Gomis et al., Ramadhan et al., Turgut et al.) може да се заключи, че след направена корекция на глазираната керамична повърхност, независимо какви пилител и протокол за полиране се използват е невъзможно да се постигне първоначалната гладкост на повърхността и при двата керамични материала.

Заклучение

Целта, поставена в дисертационния труд, да се направи лабораторна сравнителна оценка на системите за прескерамика с кристална фаза от литиев дисиликат и литиев силикат, е изпълнена и могат да се направят следните заключения:

По първа задача:

1. ЛДМ не са запознати с технологията на обработка на различните керамични материали.
2. Голяма част от ЛДМ не изработват изцяло керамични конструкции (коронки, фасети, мостови конструкции).
3. В основната си част ЛДМ не са запознати с предимствата и показанията на прескерамиките.
4. Корекцията на керамичните възстановявания след циментирането им е сериозен клиничен проблем за ЛДМ.
5. Най-често използваната техника при налагаща се корекция на керамичната конструкция в устата на пациента е финиране и полиране.

По втора задача:

1. ЛСК имат по-добра пресуемост от ЛДСК.
2. Склоността към пресоване на стъклокерамичните материали може да се определя от размера на кристалите им.
3. Видът на кристалната фаза е от значение за пресуемостта на стъклокерамиките.

По трета задача:

1. Като фундаментална характеристика на всеки материал е неговия показател на пречупване за съответната дължина на вълната. От него зависят почти всички останали оптични характеристики на изследвания обект.
2. Стойностите на показателите на пречупване на двете керамики се различават с около 0.05 в почти целия видим спектрален диапазон (400-700 nm) и нарастват незначително към червената и инфрачервената област на оптичния диапазон.
3. На по-ниския показател на пречупване, измерен за ЛСК, съответстват и по-ниски стойности за коефициента на отражение и степента на поглъщане на светлината.

4. В измерените спектрални зависимости на коефициента на отражение и поглъщане за ЛДСК се наблюдават пикове в стойностите на тези параметри на дължини на вълната от 480, 520 и 640 nm. Наличието на тези пикове може да бъде отнесено към наличието на флуорофлори (флуоресциращи съставки) в състава на тази керамика.
5. И двата вида прескерамики отразяват почти в еднаква степен попадналата светлина, за което указват и много близките стойности на коефициентите на отражение.
6. В областта 540-620 nm практически двете керамики имат същата отразяваща способност на стандартния материал и в този диапазон на осветяване не биха давали индикации за отличие на цветоусещането по отношение на материала, с който ги сравняваме.
7. При осветяване на изследваните материали в синята-зелената област (400-520 nm) биха се наблюдавали отличия в цветовото възприятие между двата материала. В по-малка степен това отличие би се наблюдавало в диапазона 620-700 nm, докато за диапазона 540-640 nm двете керамики са практически неразличими цветово.

По четвърта задача:

1. След обработване на керамичната повърхност, независимо от използваният протокол за полиране, не може да се постигне гладкостта на глазираната керамична повърхност.
2. Размерът на частиците на керамичният материал оказва влияние върху релефа на повърхността.
3. Видът на използваният пилител, добавянето на диамантена полирна паста и времето отделено за полиране оказват влияние върху релефа на керамичната повърхност.

По пета задача:

1. Размерът на кристалите на пилителят, с който се прави корекцията е от значение за получената гладкост на конструкцията след полиране. Използването на по-финозърнести пилители води до получаването на по-гладка повърхност след полиране.
2. Видът на протокола на полиране оказва влияние върху финалните резултати.

3. Полирането с помощта на комплект за полиране и диамантена паста води до по-гладка повърхност от полирането само с комплект за полиране.
4. Независимо от протокола на полиране, максимално гладка повърхност може да се получи единствено чрез реллазиране на коригираната керамична повърхност
5. Видът на кристалната фаза и размерът на кристалите оказват влияние върху полируемостта на керамичния материал. ЛСК имат по-добра възможност за полиране от ЛДСК.
6. Процесът на полиране не води до загряване на керамичната повърхност.

Изводи

1. Налице е значителен информационен дефицит по отношение на показанията и противоположенията на различните керамични материали. ЛДМ масово не са запознати с материалите, от които се изработват керамичните конструкции в зъботехническите лаборатории, с които работят.
2. Все още приложението на изцяло керамичните коронки и мостове, както и на фасетите и слабо застъпено при протетично лечение в стоматологичните практики в България. Познанията на ЛДМ за прескерамиките и в частност за възможността за изработване на тричленни мостове от тях са ограничени.
3. Корекцията на вече циментирана конструкция, изработена от керамика, е предизвикателство за всеки ЛДМ. Тези, които се осмеляват на тази стъпка, правят корекцията най-често с финиране и полиране.
4. Пресуемостта на стъклокерамичните материали, обработвани чрез пресоване, е изключително важно свойство за получаването на точни и бездефектни конструкции. Спазването на работния протокол, определен от фирмата производител на използваната прескерамика, е от основно значение за крайният успех при работа с тези материали.
5. Пълното пресоване на дадена конструкция се определя от размерът на кристалите на използваната прескерамика. При по-малък размер на кристалите точността на възпроизвеждане на конструкцията е по-голяма. ЛСК се отличава с по-добра пресуемост, което се определя от по-малкия размер на кристалите в структурата ѝ.
6. Оптичните свойства на керамичните материали са от изключителна важност за пресъздаването на естесвената керамична реставрация. ЛСК и ЛДСК имат сходни стойности на показателите на пречупване на светлината – разликата в стойностите между двете е 0,05 в почти целия видим спектър, като нараства незначително в червения и инфрачервения диапазон.
7. Стойности за коефициента на отражение и степента на поглъщане на светлината са по-ниски при ЛСК.
8. В измерените спектрални зависимости на коефициента на отражение и поглъщане на ЛДСК се наблюдават пикове в стойностите на тези параметри на дължини на вълната от 480, 520 и 640 nm. Наличието на тези пикове се определя от

добавянето на флуорофлори (флуоресциращи съставки) в състава на тази керамика.

9. Спектрите на отражение на ЛСК И ЛДСК в диапазона 200-1000 nm при осветяване с ксенонова лампа почти напълно се припокриват, което показва, че двата вида керамични материала отразяват почти в еднаква степен попадналата светлина.
10. В областта 540-620 nm практически двете керамики имат същата отразяваща способност на стандартния материал и в този диапазон на осветяване не биха давали индикации за отличие на цветоусещането по отношение на материала, с който ги сравняваме.
11. При осветяване на изследваните материали в синята-зелената област (400-520 nm) се наблюдава разлика в цветовото възприятие между двата материала. ЛСК покрива в по-голяма част стандартите.
12. Оптичните свойства на керамичните материали зависят от размера на частиците им.
13. Налагането на корекция на керамична конструкция, изработена от прескерамика, в клинични условия води до качествена промяна на повърхностния релеф и количествените показатели на грапавост създадени в зъботехническата лаборатория. Големият брой променливи, които влияят на финалния резултат трябва да се имат в предвид при полирането. Необходима е стандартизация на методиката.
14. Използването на диамантена полирна паста, след корекция в клинични условия на прескерамична конструкция, прави керамичната повърхност по-гладка в сравнение с полиране без паста.
15. За получаване на идеално гладка повърхност е препоръчително всички корекции върху керамичните конструкции да се правят преди циментирането им, за да могат те да бъдат изпратени за релазирание в зъботехническата лаборатория преди окончателното им циментиране.

Приноси

Приноси с потвърдителен характер

1. За пръв път в България се проведе анкетно проучване на информираността сред ЛДМ относно различните видове керамични материали и употребата им, установяващ дефицит на знания свързани с показанията и приложението им.
2. За пръв път у нас се създава метод за определяне на пресуемостта на стъклокерамиките, обработвани чрез пресоване.
3. За пръв път у нас се сравняват свойства на два вида прескерамики с различен състав на кристалната фаза.
4. За пръв път у нас се направи изследване на някои от качествата (оптични, механични) на прескерамика с кристална фаза от литиев силикат, подсилена с 10% циркониев диоксид.
5. Потвърждава се твърдението, че полирането на керамичната повърхност след направена корекция не може да постигне гладкостта на глазирането.
6. Доказа се твърдението, че размерът на частиците в състава на керамичния материал оказва влиятелно влияние върху свойствата му.
7. Доказа се, че ЛДСК и ЛСК имат отлични оптични свойства за пресъздаване на естетика.

Приноси с научно-приложен характер

1. Доказва се, че ЛСК имат по-добри възможности за полиране от ЛДСК.
2. Разработен е метод за оценка на пресуемостта на керамичните материали.
3. Доказва се, че полирането с употребата на диамантена паста при ЛСК и ЛДСК прави керамичната повърхност по-гладка

Публикации и участия, свързани с дисертационния труд

Пълнотекстови публикации:

1. **Василева, Е.**, Хр. Кисов, Св. Александров, Й. Станев. Метод оценки прессуемости стеклокерамических материалов. Актуальные вопросы современной стоматологии К 110-летию со дня рождения профессора В. Ю. Курляндского, 05. Декабря 2018, с. 64-66
2. **Василева, Е.**, Хр. Кисов, Р. Атаир, Д. Макакова-Тилова. Използвани керамични системи в неподвижното протезиране в България (анкетно проучване). Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив. Серия Г. Медицина, фармация и дентална медицина, Том XXIII, 2019, с. 460-464
3. **Василева, Е.**, А. Влахова, Р. Атаир, С. Янков. Сравняване на възможностите за полиране на два вида прескерамика с различен състав на кристалната фаза. Сборник научни съобщения Наука и Младост, 2020, с. 146-150
4. **Vasileva, E.**, A. Vlahova, I. Hristov, St. Yankov, Z. Tomova, Zh. Georgiev, “Polishing of zirconia reinforced lithium silicate press ceramics. An in vitro study” Journal of International Dental and Medical Research, 2021;14(2) **ISSN 1309 – 100X; IF 0.25**

Участия:

1. **Василева, Е.**, Хр. Кисов, Р. Атаир, Д. Макакова-Тилова. Използвани керамични системи в неподвижното протезиране в България (анкетно проучване). Орална презентация „Дни на науката 2018“, 02-03.11.2018 г.
2. **Василева, Е.**, Хр. Кисов, Св. Александров, Й. Станев. Метод оценки прессуемости стеклокерамических материалов. Международная научная конференция, посвященная –летию со дня рождения профессора В. Ю. Курляндского, гр. Москва, Русия. 05.12.2018 г.
3. **Василева, Е.**, А. Влахова, Р. Атаир, С. Янков. Сравняване на възможностите за полиране на два вида прескерамика с различен състав на кристалната фаза. Орална презентация. „Наука и младост 2020“

Приключен Вътреуниверситетски проект - НО - 10/2020 към МУ – Пловдив на тема: “Сравнителна оценка на полируемостта на системите за прескерамика с литиево дисиликатна и литиево силикатна кристална фаза”.