МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА

Катедра „Протетична дентална медицина“

Ръководител катедра: Проф. д-р Андон Филчев, дмн

Д-р Спартак Спасов Янакиев

АДХЕЗИЯ НА КЕРАМИКА КЪМ КОМПОЗИТЕН МАТЕРИАЛ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане
на образователна и научна степен „доктор“
Научна специалност: 03.03.03.

Научен ръководител: Проф. д-р Божидар Йорданов, доктор

София, 2017 год.

Дисертационният труд се състои от 220 страници и е онагледен с 50 таблици, 94 графики и 3 приложения.

В библиографията са включени 289 литературни източника, от които 28 на кирилица и 261 на латиница.

Публичната защита ще се състои на **22.05.2017 год**. **от 13.30ч**. в първа аудитория на ФДМ, МУ - София, съгласно чл. 76 и чл. 77 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Медицински университет – София, и заповед № РК36-599/03.04.2017г. на Ректора на МУ – София на открито заседание на научното жури в състав:

Председател:

Проф. д-р Божидар Йорданов, доктор – вътрешен член и научен ръководител

Членове:

Проф. д-р Иван Анастасов, доктор – вътрешен член и рецензент

Проф. д-р Георги Тодоров, доктор – външен член и рецензент

Проф. д-р Явор Калъчев, доктор – външен член

Доц. д-р Методи Абаджиев, дмн – външен член

Материалите по защитата са на разположение в библиотеката на ФДМ към МУ – София и са публикувани на страницата на МУ – София.

Забележка: В автореферата номерата на таблиците и фигурите не съответстват на номерата в дисертационния труд.

Съдържание:

I. ВЪВЕДЕНИЕ 5
II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ 7
III. МАТЕРИАЛ 8
IV. МЕТОДИКИ 10
IV. РЕЗУЛТАТИ 34
VI. ОБСЪЖДАНЕ 68
VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ 77
VIII. ИЗВОДИ 82
IX. ПРИНОСИ.....84
X. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ И УЧАСТИЯ В КОНГРЕСИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....86

Съкращения, използвани в текста

АК	- Алуминиева керамика
КДПЦ	- Композитен двойнополимеризиращ цимент
КМ	- Композиционен материал
КП	- Керамичен праймер
КСПЦ	- Композитен светлинно-полимеризиращ цимент
КСЦ	- Композитен самоадхезивен цимент
КУЛС	- Керамика с увеличено левцитно съдържание
ЛДСК	- Литиево дисиликатна керамика
МК	- Металокерамика
МКомп	- Метал-композит
МП	- Метал-пластмаса
СЕМ	- Сканиращ електронен микроскоп
СЙЦ	- Стъклено-йономерен цимент
ССА	- Силанов свързващ агент
ФК	- Фосфорна киселина
ФП	- Фелдшпатов порцелан
ХСЙЦ	- Хибриден стъклено-йономерен цимент
ЦД	- Циркониев диоксид
ЦФЦ	- Цинк-фосфатен цимент
AHB	- Амониев хидроген бифлуорид
APF	- Подкиселен фосфат флуорид
CAD/CAM	- Computer aided design/computer aided manufacturing
HF	- Флуороводородна киселина
γ-MPS, MPS	- 3-Метакрилокси пропил тримеокси силан

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Упехът на протетичните реставрации се определя от постигането в оптимална степен на функционалните, профилактичните и естетичните изисквания към тях. Дълготрайни резултати в това отношение се осигуряват чрез употребата на материали, като денталната керамика и композитните материали, които отговарят на тези изисквания.

Съществен фактор за клиничната дълготрайност на керамичните конструкции е тяхното фиксиране към твърдите зъбни тъкани. Ефективността на циментирането зависи от структурата и химичния състав на керамиката и цимента от една страна и подготовката на протезната конструкция и зъбните тъкани от друга. Самата подготовка също зависи от вида на цимента и материала, подлежащ на свързване към него. От друга страна сред най-често срещаните проблеми при металокерамичните и керамичните протезни възстановявания е фрактурирането на инкрустационния порцелан.

Композитите са материал на избор при циментиране на изцяло керамични конструкции и поправка на отчупена керамика. Адхезията им към керамичната повърхност се определя като микромеханична и химична и зависи от вида на композита и керамиката. Някои керамики са податливи на действието на ецващи агенти и могат да образуват химична връзка с композитните материали чрез посредничеството на силанов свързващ агент.

Употребата на флуороводородна киселина като ецващ агент е един от важните фактори за постигане на здрава и дълготрайна връзка между композит и керамика. Научните данни обаче показват категорично високия здравен риск за лекуващия екип и пациента, дължащ се на тежката клинична картина, която може да се развие при контакт на киселината с кожата и очите или попадането ѝ в храносмилателния тракт.

Решаването на този проблем е обект на изследване на няколко авторски колектива. Усилията са насочени към търсенето на подходящ температурен режим на постсиланизационно топлинно третиране на керамичната повърхност. Авторите обаче нямат единно мнение относно

предложените температурни режими, което обуславя необходимостта от допълнителни проучвания на проблема.

Липсват данни в научната литература за наличието на подходящ, специално предвиден за целта апарат за термична обработка на силана.

Всичко това ни дава основание да считаме, че усилията в тази насока са оправдани и ще повишат качеството и дълготрайността на керамичните и металокерамичните протезни конструкции.

II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Цел: Целта на настоящия дисертационен труд е, чрез подходящи температурни режими на третиране на покритата със силан керамична повърхност да се повиши здравината на връзката между керамика и композит при фиксиране на керамични конструкции и при поправки на фрактурирана керамика от металокерамични и керамични конструкции, за да се увеличи клиничната им дълготрайност и да се елиминира употребата на флуороводородната киселина като ецващ агент, с което ще се намали здравния риск за лекуващия екип и пациента.

За изпълнение на така формулираната цел си поставихме следните задачи:

Задача 1. Да се състави анкета до лекарите по дентална медицина относно честотата и вида на използваните изцяло керамични и металокерамични протезни конструкции, честотата на фрактуриране на порцелана и методите за обработване на керамичната повърхност за свързване с композитни материали.

Задача 2. Да се извърши електронно-микроскопско изследване на керамични опитни образци, обработени с ецващ агент и да се изследва дебелината и морфологията на силановия слой при различни температурни третирания на силана.

Задача 3. Да се конструира апарат за подаване на горещ въздух с регулируема температура.

Задача 4. Да се изследва здравината на връзката между три вида керамика и композитен материал при различни методи на обработка на опитните образци.

Задача 5. Да се разработи и изследва нова методика за подготовка на керамичната повърхност за свързване с композиционен материал.

СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

III. МАТЕРИАЛ

За целите на настоящия дисертационен труд беше съставена анкета до 206 лекари по дентална медицина. От тях 66,33% жени и 33,67% мъже на възраст между 24 и 70 години. Анкетните карти бяха предоставени за попълване на лекари по дентална медицина в три областни града - София, Плевен и Велико Търново, в периода 09.2012 – 05.2013 г.

За извършване на електронно-микроскопското изследване бяха изработени по 14 керамични образеца от три вида керамика: Heraceram press (прес керамика, Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany), EX-3 (синтетичен фелдшпатов порцелан за инкрустация на метална инфраструктура, Kuraray Noritake Dental, Japan), литиево дисиликатна прес керамика E.max press (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein). След обработка с флуороводородна киселина (IPS Ceramic Etching gel, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein) образците бяха подготвени за СЕМ изследване. Лабораторните материали използвани при изработването на образците са същите, които са използвани при работата по четвърта задача. Наблюдаваните промени бяха фотодокументирани. За изследване на дебелината и морфологията на силановия слой бяха използвани покривни стъкла и силанов свързващ агент (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein).

При конструирането на апарата за горещ въздух с регулируема температура бяха използвани нагревателен блок от пистолет за горещ въздух, регулатор на мощността, алуминиев радиатор, термометър с термодвойка тип К, силиконова тръба, ръкохватка от полиацетат и крепежни елементи. За да се осигури възможност за почистване и дезинфекция така изолираните тръби се покриха с термосвиваем PVC шлаух. Всички компоненти на апарата, с изключение на тръбите и ръкохватката са позиционирани в кутия от студено валцована стомана с дебелина 2мм.

За да се установи ефективността на различните методи на повърхностна обработка на керамичната повърхност, като част от подготовката за свързването й с композит бяха изработени общо 243 опитни образеца, по 81 от всеки от следните видове керамика: Heraceram press, EX-3, E.max press. Това се извърши с помощта на матрици от дублажен адитивен силикон Elite Double 8 (Zhermack Technical, Badia Polesine, Italy).

Използваните опаковъчни маси бяха Heravest press (Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany) за Heraceram press и IPS Press Vest Speed (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein) за E.max press.

За подгряване на муфите беше използвана муфелна пещ (VOP, Ботевград, България).

Опитните тела от трите вида керамика се подложиха на температурен режим на обработка в пещ CeramicMaster Press (VOP,Ботевград, България).

Те бяха разпределени в 9 групи по 9 образеца. Образците от прес керамика бяха почистени от опаковъчната маса с 30 μm силициев диоксид Zeta sand (Zhermack Technical, Badia Polesine, Italy) на пясъкоструен апарат Krupp. Групите бяха стандартизирани по отношение на размера на повърхността им, подлежаща на свързване с композита с помощта на диамантени дискове и гумички с намаляваща абразивност. Финалната обработка беше извършена с полирна гума Drendel + Zweiling (LOT 060907). За химична обработка на керамиката се използва 5% флуороводородна киселина IPS Ceramic Etching Gel (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lichtenstein) и силанов свързващ агент (Monpobond Plus). Беше нанесен адехзив Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, USA). След съответното третиране към опитните образци беше нанесен композиционен материал Filtek Z250 (3M ESPE, St. Paul, USA), цвят A2 и получените тестови единици се подложиха на изследване за якост на опън.

IV. МЕТОДИКИ

1. Методика по първа задача

Разработен е анкетен лист, съдържащ 23 въпроса, отговорът на които дава информация за:

1) Социодемографските характеристики на анкетираните лица (пол, възраст, от колко време работят с безметални конструкции – въпроси № 1, 2, 18).

2) Видовете естетични конструкции, които изработват и предпочитаните материали (въпроси № 3-6).

3) Методите за обработка на керамиките, съдържащи силициев диоксид (въпроси № 7-11).

4) Честотата на случаите на отчупена керамика от металокерамичните и керамичните конструкции и отлепени изцяло керамични реставрации (въпроси № 12, 19).

5) Честотата на интраорални поправки на отчупена керамика и методите на обработка на останалата в устата част преди нанасянето на композит (въпроси № 13, 14).

6) Средната издръжливост на направените поправки и недостатъците на използваните методи (въпроси № 15, 16).

7) Методите за обработка на високоякостните керамики с изцяло кристална фаза (въпрос №17).

8) Видовете цименти, използвани за фиксиране на различните видове изцяло керамични конструкции (въпроси №20, 21).

9) Познаването на рисковете, свързани с употребата на флуороводородна киселина и първичните медицински мерки при контаминация с нея (въпроси № 22, 23).

Анкетата е представена в приложение 1.

2. Методика по втора задача

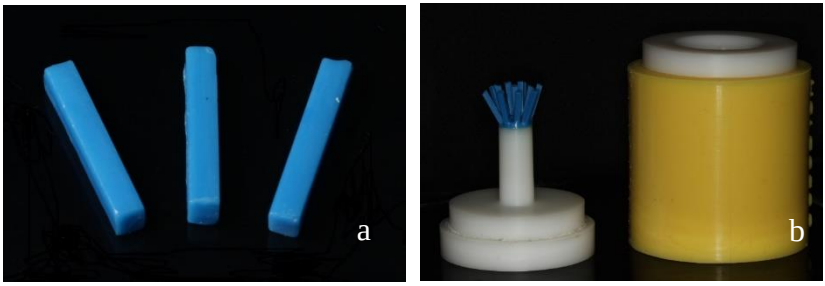
От всеки вид керамика бяха изработени по 14 опитни тела с форма на правоъгълен паралелепипед със сечение 2x2mm и дължина 5-7 mm.

За изработването на опитните образци бяха използвани матрици от дублажен адитивен силикон (фиг. 1).



Фиг. 1. Матрица от дублажен адитивен силикон

От Heraceram Press бяха изработени восъчни пръчици от моделажен восък с форма на правоъгълен паралелепипед със сечение 2x2mm и дължина 10mm (фиг. 2).



Фиг. 2. Етапи от изработването на керамичните образци:а) Восъчни прототипи от моделажен восък; b) Подготвени за опаковане восъчни прототипи

Восъчните прототипи се опаковаха в огнеупорна опаковъчна маса Heravest press в 200 грамови муфи при съотношение течност:дестилирана вода 40ml:10ml, според инструкциите на производителя. След 30 мин. муфата беше освободена от силиконовия калъп и беше поставена за 40 мин. в муфелна пещ (VOP, България, фиг. 12), предварително загрята на 850ºC. Керамиката беше пресована според инструкциите на производителя в пещ за керамика Ceramic Master (VOP, България, фиг. 12). Образците бяха освободени от муфата според инструкциите на производителя и бяха

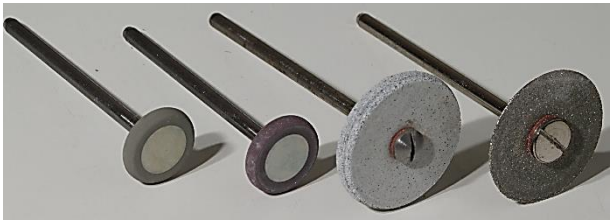
почистени от опаковъчната маса с 30μm силициев диоксид при налягане 2,5 Bar и разстояние 1 cm. Образците бяха обработени с диамантен диск, монтиран на зъботехнически микромотор до стандартни размери - сечение 2x2мм и дължина 5-7 мм.

От E.max press бяха изработени восъчни пръчки по аналогична технология и размери с Heraceram Press. Восъчните прототипи се опаковаха в огнеупорна опаковъчна маса IPS Press Vest Speed в 200 грамови муфи при съотношение течност:дестилирана вода 32ml:22ml според инструкциите на производителя. Загряването на муфите се извърши в муфелна пещ при температура 850ºC за 60 мин. Керамиката беше пресована според инструкциите на производителя със следния температурен режим: стартова температура 700ºC, скорост на покачване на температурата 60ºC/min., T 930ºC, H 25 min., V1 500ºC, V2 930ºC. Последващите етапи на подготовка на образците са същите като вече описаните при изработването на образците от Heraceram press.

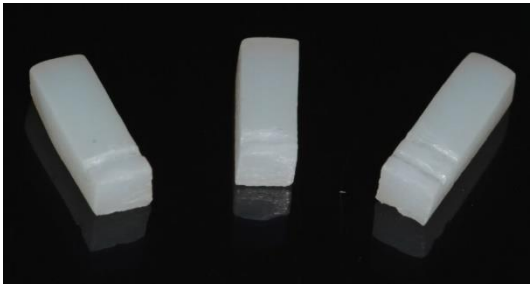
Фелдшаптовата керамика EX-3 беше размесена с дестилирана вода до получаването на хомогенна маса. Чрез последователно нанасяне и кондензиране на керамичната маса се оформиха тела с размери 2x2mm и дължина 23mm. Те бяха извадени внимателно от силиконовата матрица и се поставиха върху термоустойчива плочка, след което се синтероваха при следния температурен режим: сушене 10 min., стартова температура 600ºC, старт на вакуума при 600ºC, скорост на нарастване 45ºC/min., изключване на вакуума при 940ºC, температура на печене 950ºC, охлаждане 4 min. Корекционно синтероване се извърши при следния температурен режим: сушене 7 min., стартова температура 600 ºC, старт на вакуума при 600ºC, скорост на нарастване 45ºC/min., изключване на вакуума при 910ºC, температура на печене 920ºC, охлаждане 4 min. Последва стандартизиране на размерите и повърхностна обработка по описаната вече последователност.

Една от страните на опитните тела бе подложена на полиране с гумички с три степени на абразивност, до получаването на огледална повърхност (фиг. 3 и 4). Финалната обработка беше извършена с полирна гума Drendel + Zweiling (LOT 060907).

Образците от всеки вид керамика се разделиха на две групи по седем образеца. Първата група образци беше обработена с флуороводородна киселина, както следва: Heraceram Press и EX-3 за 120 сек., а E.max Press за 20 сек. (групи EHF, EXHF, HHF), докато втората група беше изследвана при полирана повърхност (групи EP, EXP, HP). След обработката образците и от двете групи на трите вида керамика бяха почистени в ултразвукова ваничка с дестилирана вода за 10 мин.



Фиг. 3. Комплект инструменти за шлифоване и полиране



Фиг. 4. Опитни керамични образци за СЕМ изследване на повърхностната морфология

Изследването на образците се осъществи в изследователска лаборатория в Геологопроучвателен факултет, МГУ „Св. Иван Рилски“ – София. Опитните образци бяха монтирани върху специални плочки, след което бяха покрити с въглерод за осигуряване на електропроводимост в апарат JEOL JEC-530 (Jeol Ltd., Tokyo, Japan) (фиг. 6). Плочките бяха фиксирани в съответните държачи (фиг. 5) и наблюдавани на сканиращ електронен микроскоп JEOL JSM-6010PLUS/LA (Jeol Ltd., Tokyo, Japan) (фиг. 6)



Фиг. 5. Опитни образци, монтирани върху плочки в държача





Фиг. 6. Сканиращ електронен микроскоп JEOL JSM-6010PLUS/LA и апарат за карбоново покритие JEOL JEC-530, използвани в проучването

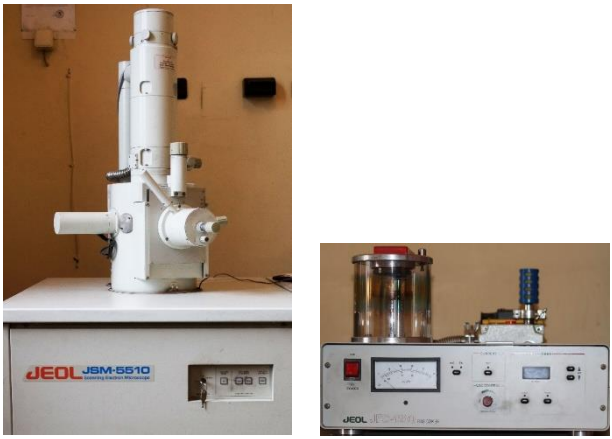
За електронно-микроскопското изследване, силановият свързващ агент беше нанесен върху субстрат - покривно стъкло 22/22мм. (Gerhard Menzel Glasbearbeitungswerk B.V. & Co. KG, Braunschweig, Germany, фиг. 7). Стъклата бяха почистени в ултразвукова ваничка с дестилирана вода и подсушени с въздух. На всяко покривно стъкло беше поставена капка силан, която беше оставена да се разстели върху субстрата. Обемът на капката беконтролиран чрез фабричния дозатор на бутилката. След една минута силанът беше подложен на някое от следните третирания:



Фиг. 7. Покривни стъкла 22x22 мм

1. Въздух на 20ºC – група S20
2. Горещ въздух на 38ºC – група S38
3. Горещ въздух на 50ºC – група S50
4. Горещ въздух на 100ºC – група S100
5. Горещ въздух на 120ºC – група S120

Образците бяха счупени непосредствено преди микроскопското изследване, за да са налични пресни срезови повърхности. Те бяха покрити със злато за подобрена проводимост в апарат Jeol JFC 1200 (Jeol Ltd., Tokyo, Japan) и наблюдавани със сканиращ електронен микроскоп Jeol JSM 5510 (Jeol Ltd., Tokyo, Japan) (фиг. 8). Покритието със злато е по-подходящо от покритието с въглерод поради органичния характер на силана. Изследването се извърши в лаборатория за рентгеноструктурен анализ във Факултета по химия и фармация към СУ „Св. Климент Охридски“.



Фиг. 8. Сканиращ електронен микроскоп JEOL JSM-5510 и апарат за златно покритие JEOL JFC 1200, използвани в проучването

3. Методика по трета задача

За конструиране на апарата се извърши следното:

1. Проучиха се наличните на пазара апарати за обработване на материали с горещ въздух.

Като основно изискване към апарата поставихме възможността да генерира въздух с регулируема температура в температурния диапазон от 38ºC до 120ºC и да поддържа тази температура постоянна в рамките поне на две минути. Захранващото напрежение е необходимо да отговаря на българските стандарти - 220V, 50 Hz.

2. Бяха анализирани данните в научната литература относно апаратите, използвани за топлинна обработка на силановите свързващи агенти.

3. Анализираха се изискванията към апарата и се определиха компонентите, които да осигурят постигането на тези изисквания.

За контрол на температурата бе необходимо отчитането да става при изхода на отвеждащата тръба. Температурният диапазон за обработване на керамиката е от 38ºC до 120ºC, което налага термометърът да функционира в тези граници с необходим резерв. Друга необходима характеристика на апарата е постепенното, фино регулиране на подаваната температура.

Бяха използвани фабрични нагреватели, които се реконструираха за максимално изпълнение на поставените изисквания. За целта към нагревателите бе необходимо да се свърже регулатор на мощността, позволяващ консумация над реално използваната.

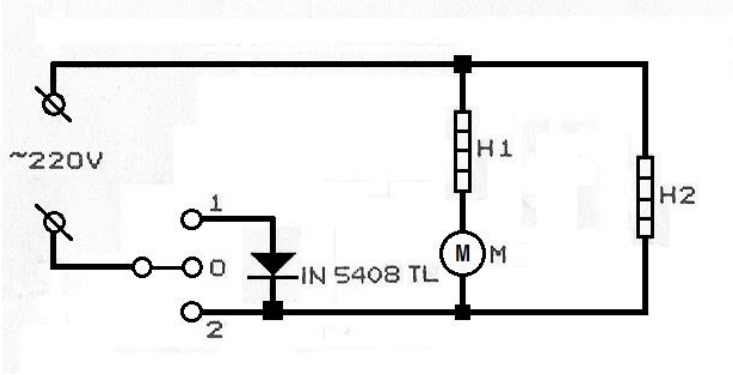
Апаратът за горещ въздух се състои от следните основни компоненти:

1. Нагревателен блок:

Нагревателният блок се състои от два канталови нагревателни елемента – малък с мощност 200 W (H1), голям с мощност 1260 W (H2) и електромотор (M) с мощност 40 W.

Към нагревателния блок бе прикрепен електромотор с турбина за обдухване на нагревателните елементи и насочване на темпериранатa струя към изхода на блока. Захранващото напрежение е 220V, 50 Hz, максималната мощност е 1500 W (при едновременна работа на двата нагревателя). Апаратът може да оперира при два работни режима. Първият режим се характеризира с максимална генерирана температура - 250ºC и дебит на

въздуха 250 l/min. Максимална температура при втори режим е 500ºC, а дебитът на въздуха - 500 l/min. Блокът е организиран по следния начин: малкият нагревател е свързан последователно с електромотора на турбината, а големият е свързан успоредно с кръга на малкия (фиг. 9).



Фиг. 9. Принципна електрическа схема на нагревателния блок

При първия режим работят двата нагревателя и електромотора. Мощността им е намалена наполовина от изправителен диод IN 5408 TL. При втория режим се изключва диода от веригата, и нагревателите, и електромоторът работят на пълна мощност.

2. Регулатор на мощност TM-EL 903:

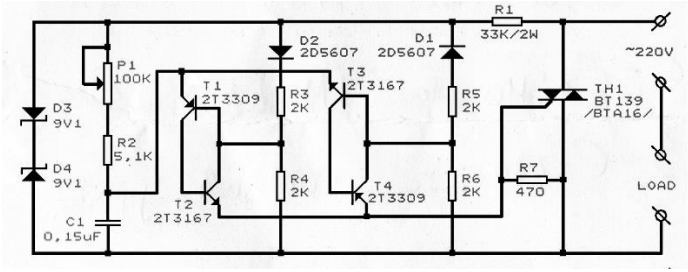
Използва се за плавно изменение на товара в различни електрически уреди с по-голяма мощност. Обхватът на регулиране е от нула до максималната мощност за двата полупериода на захранващото напрежение. Регулаторът е със следните технически характеристики:

-захранващо напрежение - 220V, 50Hz

-максимална мощност на товара – 3,5 kW

-обхват на регулиране – от 0 до максимална мощност

Схемата на регулатора е показана на фиг.10.



Фиг. 10. Принципна електрическа схема на регулатора на мощността TM-EL 903

Управлението на мощността се извършва по фазовоимпулсния метод, при който ток през товара тече само за определена част от всеки полупериод. Тази част може да се регулира и с това да се променя мощността. Управляващите импулси за семистора TH1 се формират от две вериги:

- За положителния полупериод - от групата елементи T1, T2, D2, R3, R4
- За отрицателния полупериод - от групата елементи T3, T4, D1, R5 и R6.

Транзисторите T1 и T2 (T3 и T4) са свързани аналогично на еднопреходен транзистор (двубазов диод) с различна полярност. При повишаване на напрежението върху C1 до определено ниво се отпушва съответния еднопреходен транзистор и се подава импулс към управляващия извод на семистора. Елементите P1, R2, C1 образуват времезадаваща верига. С потенциометър P1 се променя нивото на напрежението, до което се зарежда C1, а от там и момента на отпушване на семистора. Елементите R1, D3 и D4 съставят стабилизатор на напрежение, захранващ схемата.

3. Термометър модел TM902C:

Термометърът работи с термодвойка тип K (NiCe-NiAl). Има стандартна букса за термодвойка тип K, LCD дисплей, LSI интегрирана електронна схема. Уредът е компактен и лек, с висока точност и широк измервателен обхват. Стандартно е окомплектован с термодвойка TP-01, която е подходяща за измерване на температури до 250ºC. Техническите характеристики на термометъра са следните:

• Захранване – батерия 6F22, 9 V
• Консумация – 14 mW
• Импенданс – 10 MΩ
• Влажност - <80% RH
• Резолюция на дисплея - 1ºC.

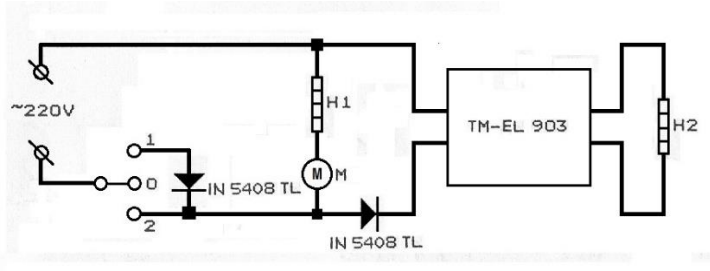
Точността на измерване на термометъра в съответните температурни диапазони е следната:

• От -50ºC до - 40ºC - ±4ºC
• От -40ºC до -20ºC - ±3ºC
• От -20ºC до 0ºC - ±2ºC
• От 0ºC до 250ºC - ± (0.75% +1ºC)

Към изхода на нагревателния блок е свързан прецизен накрайник от неръждаема стомана, осъществяващ прехода от Ø34 към Ø10. Към него е свързана силиконова тръба с вътрешен диаметър 10mm, дължина 600mm, дебелина на стената 2mm и максимална работна температура 200ºC. Силиконовата тръба отвежда горещия въздух от нагревателите към работната ръкохватка.

За постигане на желаните граници на работна температура към по-мощния нагревател е свързан регулатора на мощността. При първия режим работят последователно свързани изправителният диод, малкият нагревател и електромоторът и успоредно на тази верига регулаторът на мощността с големия нагревател. Тъй като достигнатият по този начин диапазон на работната температура бе над изисквания, към кръга на регулатора и големия нагревател е прибавен втори изправителен диод, който е в посоката на първия и е включен във веригата и при двата режима на работа. При втория режим са активни последователно свързани малкият нагревател и електромоторът и успоредно на тях вторият изправителен диод, регулаторът на мощността и големият нагревател. Двата диода запушват общ полупериод при първия режим на работа. При проведените пробни тестове на апарата се установи, че желаната минимална температура се достига при показания на потенциометъра 80 kΩ, а максималната при показания - 50 kΩ. За концентриране на изходната температура в желаните граници на

температурата и за по-прецизна механична настройка на температурните режими потенциометърът P1 бе заменен от последователно свързани резистор 50 kΩ и три потенциометъра от по 10 kΩ. Цялата схема е подсигурена с два предпазни бушона тип 5x20 от 3.15A (фиг. 11).



Фиг. 11. Принципна електрическа схема на апарата

Необходимо беше компонентите да се позиционират в кутия с достатъчно добри механични качества, осигуряваща едновременно надеждност на апарата и възможност за създаването на нарези в стените.

Елементите на апарата, с изключение на силиконовата тръба и ръкохватката, се поставиха в специално проектирана за целта кутия. За нейната изработката се използва студено валцована ламарина от черна стомана с дебелина 2мм. Детайлите бяха изчертани на Solid Works, след което са лазерно срязани и сгънати на абкант. Кутията бе разделена на две отделения. Нагревателният блок се позиционира отделно от всички останали елементи на изделието, заради топлината, която отделя при работа. Зад турбината бе предвидена желюза, чрез която да се регулира дебита на входящия въздух. Върху кутията бяха изрязани отвори с обща форма на окръжност и централен отвор. Изрязана бе и шайба, която да дублира контурите им. Шайбата е закрепена към кутията с винт, който преминава свободно през нея и пружинка, която я притиска към кутията. Чрез въртеливи движения на шайбата се увеличава и намалява общото сечение на получените отвори. Кутията беше подложена на прахово боядисване.

Предимство на апарата би била възможността да се използва при интраорални поправки, т.е. наличието на достатъчно дълъг шлаух, позволяващ отвеждането на генерираната топлина до устата на пациента. За целта са необходими термоустойчиви, гъвкави и пластични материали.

Ръкохватка, предвидена да влезе в контакт с устните тъкани е необходимо да бъде автоклавируема. Прототип на ръкохватката беше изготвен от Илиян Цачев от фирма Oviron Electronics (Варна, България), специализирана в производството на българска медицинска апаратура. Проектът беше изчертан на Autocad и е представен в приложение 2. Материалът, от който се изработи ръкохватката е специално предвиден за медицински изделия - полиацетат Tecaform AH POM. Ръкохватката беше стругована от пластмасова пръчка с диметър 20 мм с помощта на кобалтов профилен нож номер две и свредла за пластмаса с Ø6 и Ø4.

От гледна точка предпазване от предаване на инфекции освен необходимостта от автоклавируема ръкохватка е важна възможността за дезинфекция на частите на апарата. Тя може да се осъществи чрез подходящи дезинфектанти за повърхности под формата на аерозол или предварително напоени кърпички .

4. Бяха проведени няколкократни пробни теста.

Разработването на апарата се реализира благодарение на съвместната работа с доц. Ангел Зъбчев (МЕМФ, МГУ „Св. Иван Рилски“ – София) и Диян Касабов (завършил специалност „Зъботехник“ в Медицински колеж „Й. Филаретова“, МУ-София).

4. Методика по четвърта задача

За изработването на опитните образци бяха използвани матрици от дублажен адитивен силикон (фиг. 1)

От Heraceram Press бяха изработени восъчни пръчици от моделажен восък с форма на правоъгълен паралелепипед със сечение 2x2mm и дължина 10mm (фиг. 2).

Восъчните прототипи се опаковаха в огнеупорна опаковъчна маса Heravest press в 200 грамови муфи при съотношение течност:дестилирана вода 40ml:10ml, според инструкциите на производителя. След 30 мин. муфата беше освободена от силиконовия калъп и беше поставена за 40 мин. в муфелна пещ (VOP, фиг. 12), предварително загрята на 850ºC. Керамиката беше пресована според инструкциите на производителя в пещ за керамика Ceramic Master(VOP, фиг. 12).





Фиг. 12. Муфелна пещ и пещ за пресоване на керамика

Образците бяха освободени от муфата според инструкциите на производителя и бяха почистени от опаковъчната маса с 30μm силициев диоксид при налягане 2,5 Bar и разстояние 1 cm. Размерите на опитните тела бяха стандартизирани до размери 2x2mm с точност до ± 0,05mm. Челото на всеки образец беше обработено с диамантен диск и последователност от полирни гумички с три степени на абразивност, до получаването на огледална повърхност (фиг. 3). Финалната обработка беше извършена с полирна гума Drendel + Zweiling (LOT 060907).

От E.max press бяха изработени восъчни пръчки по аналогична технология и размери с Heraceram Press. Восъчните прототипи се опаковаха в огнеупорна опаковъчна маса IPS Press Vest Speed в 200 грамови муфи при съотношение течност:дестилирана вода 32 ml:22 ml, според инструкциите на производителя. Загряването на муфите се извърши в муфелна пещ при температура 850ºC за 60 мин. Керамиката беше пресована според

инструкциите на производителя със следния температурен режим: стартова температура 700ºC, скорост на покачване на температурата 60ºC/min., T 930ºC, H 25 min., V1 500ºC, V2 930ºC. Последващите етапи на подготовка на образците са същите като вече описаните при изработването на образците от Heraceram press.

Фелдшаптовата керамика EX-3 беше размесена с дестилирана вода до получаването на хомогенна маса. Чрез последователно нанасяне и кондензиране на керамичната маса се оформиха тела с размери 2x2mm и дължина 23mm. Те бяха извадени внимателно от силиконовата матрица и се поставиха върху термоустойчива плочка, след което се синтероваха при следния температурен режим: сушене 10 min., стартова температура 600ºC, старт на вакуума при 600ºC, скорост на нарастване 45ºC/min., изключване на вакуума при 940ºC, температура на печене 950ºC, охлаждане 4 min. Корекционно синтероване се извърши при следния температурен режим: сушене 7 min., стартова температура 600 ºC, старт на вакуума при 600ºC, скорост на нарастване 45ºC/min., изключване на вакуума при 910ºC, температура на печене 920ºC, охлаждане 4 min. Последва стандартизиране на размерите и повърхностна обработка по описаната вече последователност.

Получените 81 образеца от всеки вид керамика се разпределиха по равно, в 9 групи по 9 броя. След почистване в утразвукова ваничка с дестилирана вода за 5 минути, всяка група беше подложена на едно от следните повърхностни третирания:

1-ви метод. Без последващо третиране (групи EC, EXC, HC - контролни групи).

2-ри метод. Нанасяне на 5% HF за 120 сек., промивка с водно-въздушен спрей за 20 сек., нанасяне на силан за 15 сек., престой на силана за 60 сек., продухване с въздух на стайна температура за 60 сек., нанасяне на адхезив за 15 сек. и полимеризация за 20 сек. Образците от E.max Press бяха ецнати за 20 сек. според инструкциите на производителя (групи EHF, EXHF, HHF).

3-ти метод. Нанасяне на силан за 15 сек., престой на силана за 60 сек., продухване с въздух на стайна температура (20ºC) за 60 сек., нанасяне на адхезив за 15 сек. и полимеризация за 20 сек. (групи ES20, EXS20, HS20).

4-ти метод. Нанасяне на силан за 15 сек., престой на силана за 60 сек., продухване с въздух на 38ºC за 60 сек., нанасяне на адхезив за 15 сек. и полимеризация за 20 сек. (групи ES38, EXS38, HS38).

5-ти метод. Разграпавяване с диамантен пилител със зелена маркировка при водно охлаждане и скорост 150000 об/мин., подсушаване с въздух, нанасяне на силан за 15 сек., престой на силана за 60 сек., продухване с въздух на 38ºC за 60 сек., нанасяне на адхезив за 15 сек. и полимеризация за 20 сек. (групи ER38, EXR38, HR38).

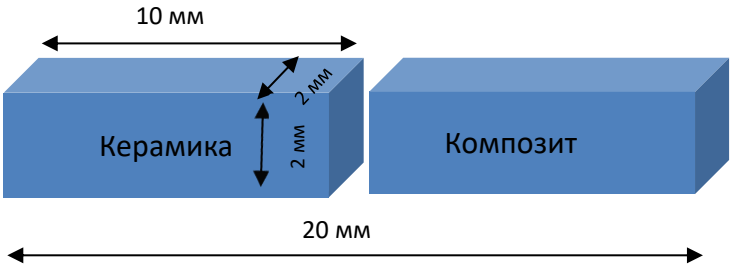
6-ти метод. Нанасяне на силан за 15 сек., престой на силана за 60 сек., продухване с въздух на 50ºC за 60 сек., нанасяне на адхезив за 15 сек. и полимеризация за 20 сек. (групи ES50, EXS50, HS50)

7-ми метод. Нанасяне на силан за 15 сек., престой на силана за 60 сек., продухване с въздух на 100ºC за 60 сек., нанасяне на адхезив за 15 сек. и полимеризация за 20 сек. (групи ES100, EXS100, HS100).

8-ми метод. Нанасяне на силан за 15 сек., престой на силана за 60 сек., продухване с въздух на 120ºC за 60 сек., нанасяне на адхезив за 15 сек. и полимеризация за 20 сек. (групи ES120, EXS120, HS120).

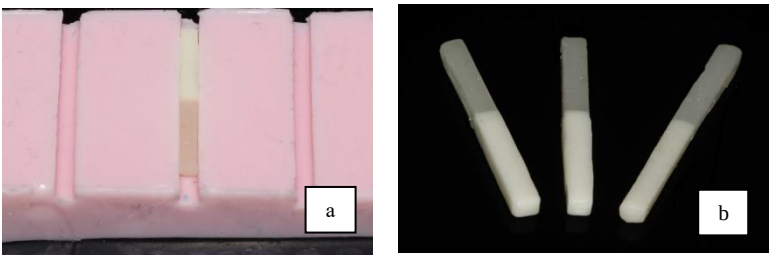
9-ти метод. Нанасяне на силан за 15 сек., престой на силана за 60 сек., продухване с въздух на 38ºC за 30 сек., промивка с вода за 20 сек., продухване с въздух на 38ºC за 30 сек., нанасяне на адхезив за 15 сек. и полимеризация за 20 сек. (групи ES38H, EXS38H, HS38H).

След обработката опитните тела бяха поставени в силиконова матрица и към челната им повърхност беше нанесен композитният материал до оформянето на гредички с дължина приблизително 20мм (фиг. 13).



Фиг. 13. Схематично представяне на опитните образци за тестване на якост на опън

КМ беше фотополимеризиран за 20 сек., след което опитното тяло се отстрани от матрицата и се фотополимеризира допълнително за 40 сек. Етапите на изработка са представени на фиг. 14.



Фиг. 14. Изработване на опитните тела: а) Нанасяне на фотополимеризиращ композит в силиконовата матрица; б) Готови за тестване на якост на опън опитни тела

Опитните тела се подложиха на тестване за якост на опън в якост изпитваща машина LMT-100 (LAM Technologies, Florence, Italy) при скорост на натоварването 1 mm/min. (фиг. 15).



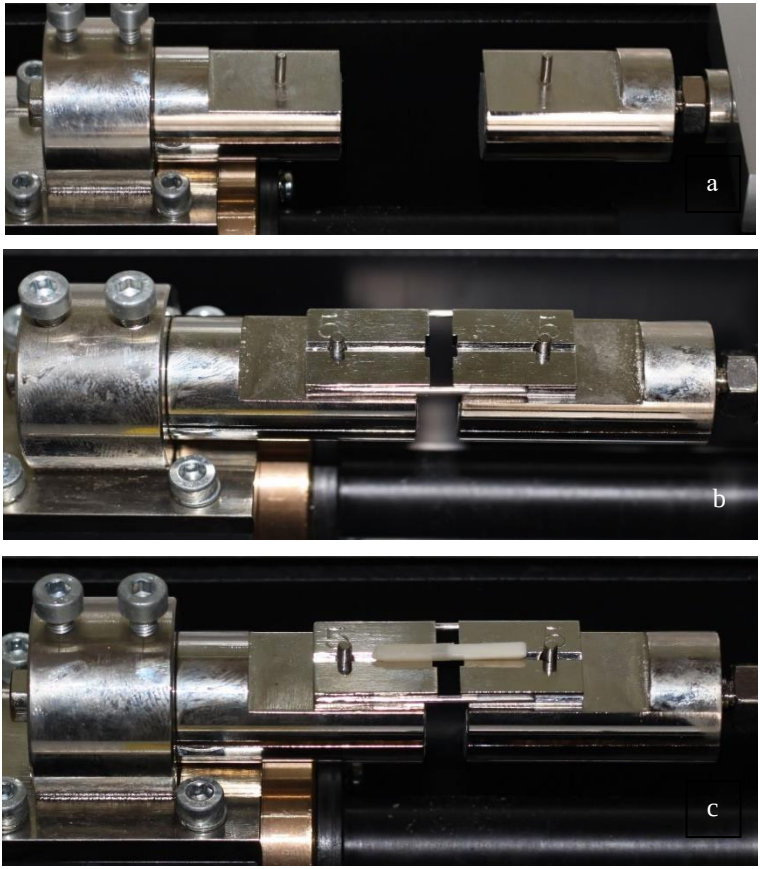
Фиг. 15. Якост изпитваща машина LTM 100.

Успоредността на прилаганите сили се осигури чрез фиксиране на опитното тяло в специално предвидени за целта улеи в монтажните пластинки и направляващите щифтове, разположени от двете страни на пластините (фиг. 16). Изследванията бяха извършени в ЛЕИДМ на ФДМ към МУ – София.

Формираните групи са представени в табл. 1.

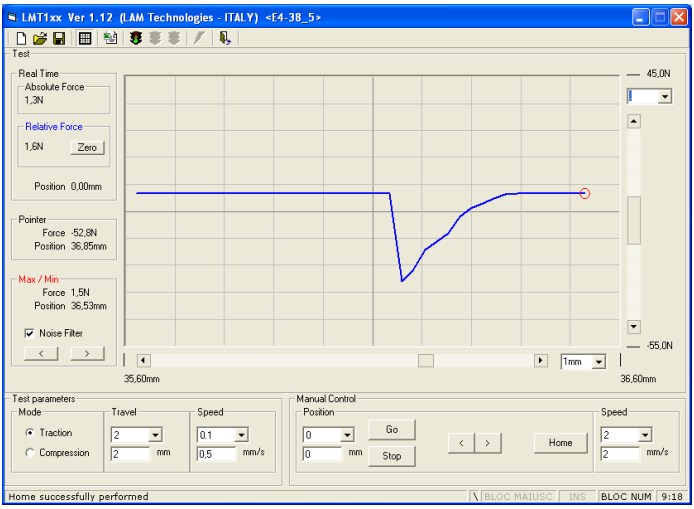
Тестови групи в четвърта задача според метода на третиране ***Таблица 1***

Метод на третиране / Вид на керамиката	1-ви	2-ри	3-ти	4-ти	5-ти	6-ти	7-ми	8-ми	9-ти
E.max Press	EC	EHF	ES20	ES38	ER38	ES50	ES100	ES120	ES38H
EX-3	EXC	EXHF	EXS20	EXS38	EXR38	EXS50	EXS100	EXS120	EXS38 H
Heraceram Press	HC	HHF	HS20	HS38	HR38	HS50	HS100	HS120	HS38H



Фиг. 16. Фиксиране на образеца в якост изпитващата машина: а) Челюстите на апарата в покой; b) Фиксираните монтажни пластинки; c) Опитно тяло, фиксирано в апарата

Получените резултати бяха обработени със софтуер LTM1 ver.1.12 (LAM Technologies, Florence, Italy). На фиг. 17 е представена диаграма натоварване деформация, която софтуерът предоставя.



Фиг. 17. Диаграма натоварване-деформация и параметрите на изследването за якост на опън

5. Методика по пета задача

За разработването на нов метод за подготовка на керамичната повърхност се извърши следното:

1. Анализираха се използваните в научната литература методи на обработка, материали и източници на топлина.

2. Проучиха се работните температури и времето за третиране на силана, използвани от различните колективи.

3. Определихме основните недостатъци на използваните методи.

- Употреба на опасни за здравето на лекуващия екип и пациента материали
- Използване на висока температура.
- Невъзможност за интраорална употреба.

- Усложнена методика на работа или необходимост от специална апаратура
- Времеотнемаща процедура.

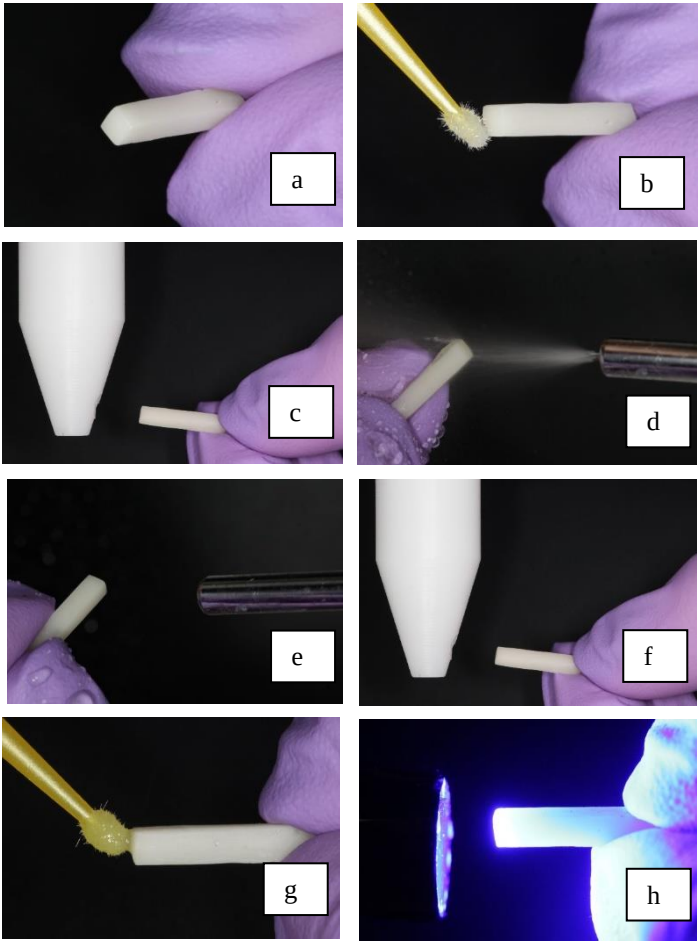
4. Формулираха се изисквания към новата методика.

Основното изискване към новата методика, е да осигури по-висока здравина на връзката между керамика и композит. Това трябва да стане без употребата на опасни за здравето материали (напр. HF). Като допълнително изискване поставихме възможността за интраорална употреба и сравнително лесна за изпълнение процедура.

Според данните в научната литература постигането на тези изисквания е възможно чрез прилагането на фактора „топлина". Като максимална приложима за интраорални поправки температура определихме 38 ºC. За да се намали вредното въздействие върху пулпата и меките тъкани определихме времето за термична обработка от една минута да бъде разделено на два пъти по 30 сек. с междинна промивка с вода или водновъздушен спрей. Стъпките по изпълнение на новата методика са следните :

1. Нанасяне на силан за 15 сек. (фиг. 18a).
2. Престой на силана за 60 сек. (фиг. 18b)
3. Продухване с въздух на 38ºC за 30 сек. (фиг. 18c)
4. Промивка с вода за 20 сек. подсушаване (фиг. 18d, 18e)
5. Продухване с въздух на 38ºC за 30 сек. (фиг. 18e)
6. Нанасяне на адхезив за 15 сек. (фиг. 18f)
7. Фотополимеризация за 20 сек. (фиг. 18g)

Керамичните образци, обработени по новата методика формират групи ES38H, EXS38H, HS38H (девети метод на третиране) при тестване за якост на опън в задача 4.

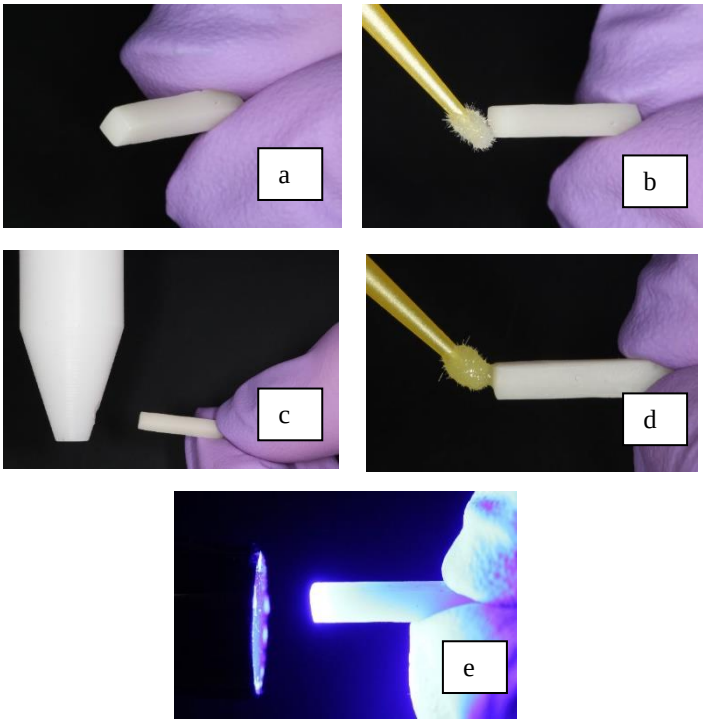


Фиг. 18. Етапи в обработка на керамичните образци от групи ES38H, EXS38H, HS38H: a) Полирана керамична гредичка; b) Нанасяна на силан за 15 сек., престой 60 сек.; c) Продухване с въздух на 38ºC за 30 сек.; d) Промивка с вода за 20 сек.; e) Подсушаване; f) Продухване с въздух на 38ºC за 30 сек., g) Нанасяне на адхезив за 15 сек.; h) Фотополимеризация за 20 сек.

В литературата използваните температури за обработка на силана са до 100°C. Тъй като температурата има значение за кондензацията на силановия слой включихме още една тестова група, неописана от други автори - 120°C. Тя не отговаря на условието за възможност за интраорално приложение, но може да осигури по-бърза и по-ефективна постсиланизационна обработка, елиминирайки употребата на опасни ецващи агенти. Новата методика включва следните стъпки:

1. Нанасяне на силан за 15 сек. (фиг. 19a)
2. Престой на силана за 60 сек. (фиг. 19b)
3. Продухване с въздух на 120ºC за 60 сек. (фиг. 19c)
4. Нанасяне на адхезив за 15 сек. (фиг. 19d)
5. Фотополимеризация за 20 сек. (фиг. 19e)

Керамичните образци обработени по тази методика формират групи ES120, EXS120, HS120 (осми метод на третиране) при тестване за якост на опън в задача 4.



Фиг. 19. Етапи в обработка на керамичните образци от групи ES120, EXS120, HS120: a) Полирана керамична гредичка; b) Нанасяна на силан за 15 сек., престой 60 сек.; c) Продухване с въздух на 120ºC за 60 сек. d) Нанасяне на адхезив за 15 сек.; e) Фотополимеризация за 20 сек.

6. Статистически методи

Използваните при обработката на данните статистически методи са:

А. Описателни методи и методи за оценка

1. Вариационен анализ на количествени променливи – средна стойност, стандартно отклонение, минимум, максимум, 95% доверителен интервал на средната стойност.

2. Честотен анализ на качествени променливи (номинални и рангови), който включва абсолютни честоти, относителни честоти (в проценти), кумулативни относителни честоти (в проценти).

3. Графични изображения.

Б. Методи за проверка на хипотези

1. Метод хи-квадрат (Chi-square test) или точен тест на Фишер (Fisher's exact test) – търсене на връзка между две качествени променливи.

2. Тест на Ман-Уитни - сравняване на две независими групи по отношение на характеристиките на количествена променлива, която няма нормално разпределение.

3. Тест на Крускал-Уолис - сравняване на повече от две независими групи по отношение на характеристиките на количествена променлива, която няма нормално разпределение.

4. Критерий на Колмогоров-Смирнов и Шапиро-Уилк - проверка за нормалност на разпределението на количествена променлива.

5. Еднофакторен дисперсионен анализ ANOVA – за проверка на хипотези за влияние на фактори с повече от две нива.

6. Post Hoc анализ с коефициенти на Bonferroni и Games-Howell - за множествено сравнение

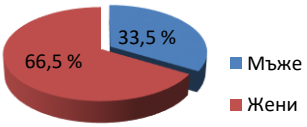
Използваното от нас критично ниво на значимост е $\alpha = 0.05$. Съответната нулева хипотеза се отхвърля, когато P стойността (P-value) е по-малка α. За обработка на данните от проучването беше използвана версията на SPSS – SPSS for Windows 13.0.

IV. РЕЗУЛТАТИ

1. Резултати по първа задача

1.1. Социодемографски характеристики на анкетираните лица

От анкетираните 206 лекари по дентална медицина 69 (33,5%) са мъже и 137 (66,5%) са жени (фиг. 20). Възрастовото раз-пределение на анкетираните лекари е представено на фиг. 21.



Фиг. 20. Разпределение на анкетираните лекари по пол

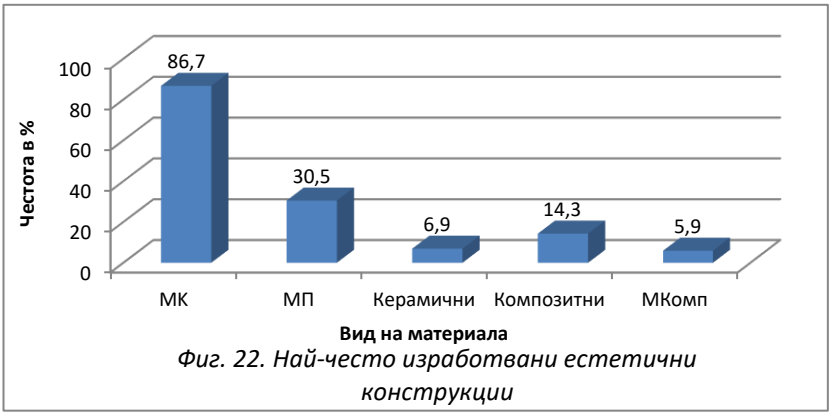


Фиг. 21. Възрастово разпределение на анкетираните лекари

1.2. Видовете естетични конструкции и предпочитани материали

От анкетираните лекари по дентална медицина 176 (86,7%) са посочили, че изработват предимно металокерамични конструкции. Шестдесет и двама (30,5%) са посочили, че изработват най-често метал-пластмасови конструкции, 29 (14,3%) - композитни, 14 (6,9%) изцяло керамични, 12 (5,9%) – метал-композитни. Сборът от процентите надхвърля

сто, защото някои от анкетираните са дали повече от един отговор (фиг. 22, N=203)



Фиг. 22. Най-често изработвани естетични конструкции

На въпроса “Изработвате ли безметални (керамични) конструкции – фасети, коронки, микропротези ?“ са отговорили 182 лекари по дентална медицина. От тях 72 (39,5%) изработват изцяло керамични конструкции и 110 (60,5%) не изработват (фиг. 23).



Фиг. 23. Изработвате ли керамични конструкции?

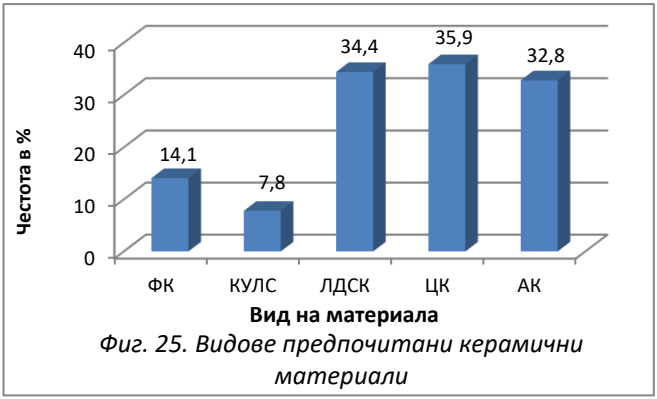
Средният брой години, от които лекарите работят с изцяло керамични конструкции е 6,7 години.

Най-много от лекарите - 49 (68,1%) – предпочитат керамиката като материал за обвивни корони, 35 (48,6%) изработват най-често частични корони и 24 (33,3%) фасети (фиг. 24). Сборът от процентите надхвърля сто, защото някои от анкетираните са дали повече от един отговор (N=72).



Фиг. 24. Честота на изработваните протезни конструкции

Резултатите относно предпочитаните от лекарите керамични материали са представени на фиг. 25. Трите най-често използвани керамики са циркониев диоксид - 23 (35,9%), литиево дисиликатна стъклокерамика - 22 (34,4%) и АК - 21 (32,8%). Сравнително малка част от анкетираните лекари са посочили, че изработват конструкции от фелдшпатов порцелан - 9 (14,1%), и керамика с увеличено левцитно съдържание – 5 (7,8%, N=64).



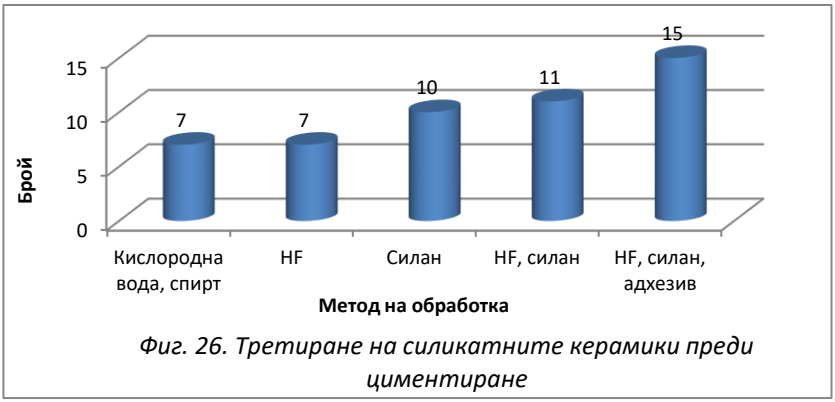
Фиг. 25. Видове предпочитани керамични материали

Установи се статистическа значима разлика между вида на предпочитаната керамика и възрастта (P=0,023).

1.3. Методи за обработка на керамиките, съдържащи силициев диоксид

На въпроса „Как обработвате вътрешната керамична повърхност на силикатните керамики /фелдшпатова, стъклокерамика/ преди циментиране?" са отговорили 62 колеги.

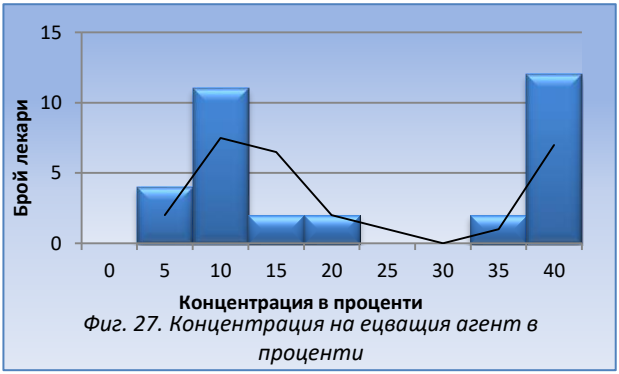
Основна част от лекарите - 45 (72,4%) - използват комбинация от два и повече материала за третиране на керамичната повърхност. Най-често прилаганите третирания са представени на фиг. 26 (N = 62).



Фиг. 26. Третиране на силикатните керамики преди циментиране

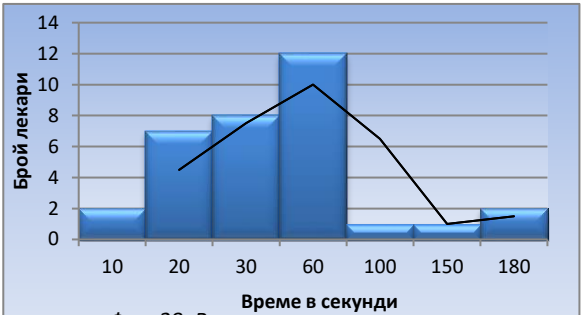
Анализът показва, че има статистическа значимост между методите за третиране на силикатните керамики преди циментиране и възрастта (P=0,045).

Разпределението на концентрацията на ецващия агент – HF и H_3PO_4 е представено на фиг. 27. Основна част от колегите използват ецващи агенти с концентрация 6-10% HF (11 лекари) или 36-37% H_3PO_4 (12 лекари).



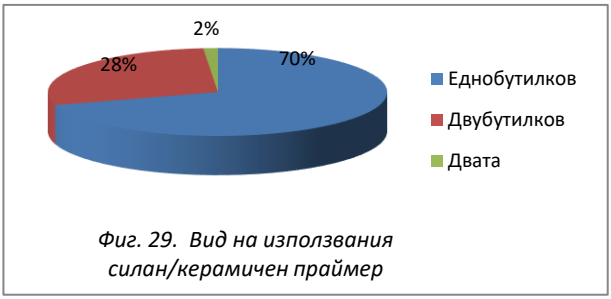
Фиг. 27. Концентрация на ецващия агент в проценти

Времето за ецване на керамиката е представено на фиг. 28. Основна част от колегите са посочили, че нанасят ецващия агент за 30-60 сек. (12 лекари). Осем лекари са посочили 20-30 сек., а 7 лекари - 10-20 сек.



Фиг. 28. Време за нанасяне на ецващия агент

Голяма част от колегите, използващи силан/керамичен прайм-мер (70%) предпочитат еднобутилкова форма на материала. По-малко от една трета (28%) използват двубутилкова форма, а два процента са отговорили, че в зависимост от случая използват и двете предлагани от производителите форми (фиг. 29, N=74).



Фиг. 29. Вид на използвания силан/керамичен праймер

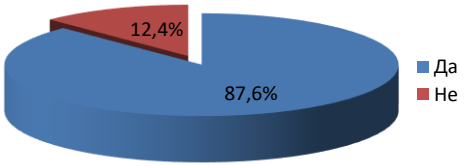
От отговорили 67 лекари, 21 (31,3%) нанасят силана за 30 сек., 17 (25,4%) го нанасят за 60 сек., 17 (25,4%) за 15 сек., 9 (13,4%) за 45 сек., 3 (4,2%) за 90 сек.

Установи се статистическа зависимост между времето за нанасяне и използваните методи за обработка (P=0,020).

От 65 лекари, след нанасяне на силана, основна част - 58 (82,8%) - използват подсушава-нето с въздух със стайна температура като единствен метод. Едва 4 (5,8%) прилагат топлина с горещ въздух, 2 (2,8%) нагряват протезните конструкции в пещ, четирима (5,8%) прилагат гореща вода, 2 (2,8%) промиват с вода.

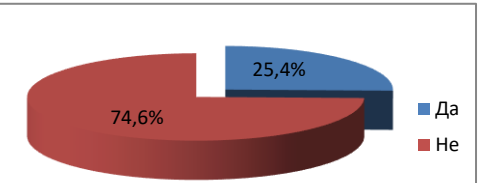
1.4. Честота на случаите на отчупена керамика от металокерамичните и керамичните конструкции и отлепени изцяло керамични реставрации.

От 193 лекари 169 (87,6 %) са отговорили, че са имали случаи на отчупена керамика и 24 (12,4%) посочват, че не са имали подобни неуспехи с металокерамични реставрации (фиг. 30, N=193).



Фиг. 30. Случаи на отчупена керамика от металокерамични конструкции

Нарушаване на адхезията на изцяло керамични коронки към зъбната структура е проблем, с които са се сблъскали 16 (25,4%) от 63 лекари. Четиридесет и седем (74,6 %) не са имали подобно усложнение в ежедневната си практика (фиг. 31, N=63).



Фиг. 31. Случаи на отлепени керамични конструкции

От колегите, които са имали случаи на отлепени изцяло керамични корони 92,3% са използвали еднобутилков силанов агент, докато 7,7% работят с двубутилкова форма. Установява се статистически значима зависимост (P=0,037).

1.5. Честотата на интраорални поправки на отчупена керамика и методите на обработка на останалата в устата част преди нанасянето на композит.

На въпроса дали са правили интраорални поправки на отчупена керамика са отговорили 189 лекари. От тях 123 (65,1%) са отговорили положително, а 66 (34,9%) не са извършвали тази манипулация (фиг. 32, N=189).



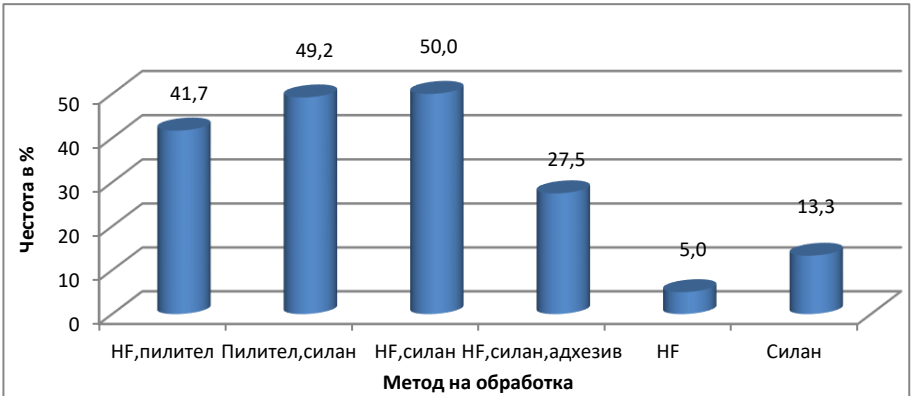
Фиг. 32. Интраорални поправки на отчупена керамика

Основна част от колегите включват в интраоралното третиране на керамиката повече от един метод. Повече от половината от лекарите - 80 (66,6%) включват като етап от обработката разграпавяване с пилител, като 50 анкетирани (41,6%) заедно с механичното разграпавяване използват и ецване с HF, а 59 (49,2%) го съчетават с използване на силан. Шестдесет лекари (50%) използват комбинацията HF и силан/КП за подобряване на връзката с композита, като тридесет и трима (27,5%) включват към така избраната комбинация от методи и адхезив. Шестнадест лекари (13,3%) използват силановите свързващи агенти самостоятелно, без флуороводородна киселина, като всички са посочили, че създават ретенционна керамична повърхност чрез пилители. Шест (5%) са лекарите, използващи самостоятелно HF без силанов агент, като 5 (4,2%) прилагат адхезив. Дванадесет лекари (10%) използват фосфорна киселина за обработка на керамиката, като четирима от тях в комбинация с HF (фиг. 33, N=101).

Установи се статистическа значимост между възрастта и методите на обработка на интраоралния порцелан при поправки (P=0,05).

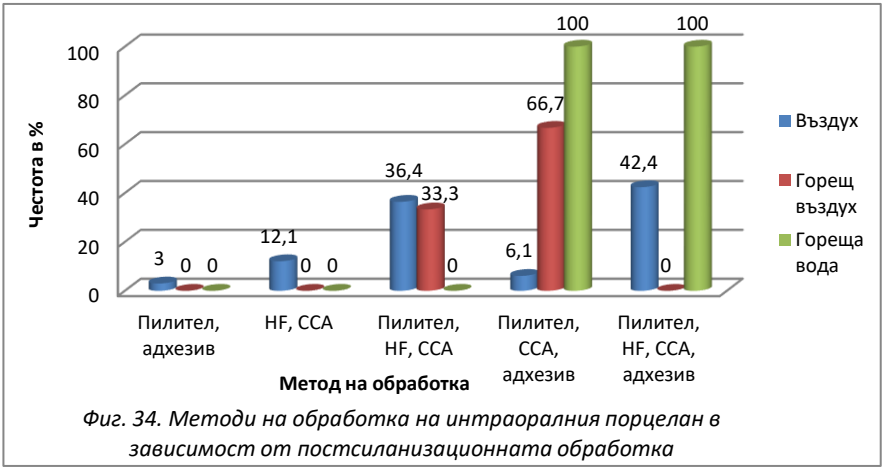
Установи се статистическа значимост между методите на обработка и вида на силана (P=0,033).

Установи се статистическа зависимост между обработката на интраоралния порцелан и времето за нанасяне на силана (P=0,016).



Фиг. 33. Методи на обработка на интраоралния керамичен фрагмент

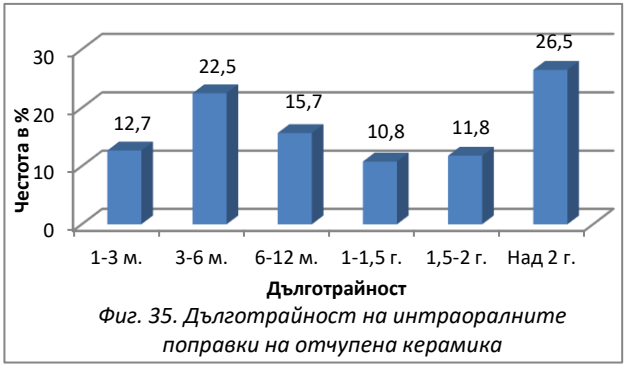
Установи се статистическа зависимост между обработката на интраоралната част и постсиланизационното третиране (P=0,035). Лекарите, които третират силана с топлинни методи използват още пилител и HF или пилител и адхезив в обработката на интраоралната част. За останалите групи методът на третиране на силана е само чрез въздух на стайна температура (фиг. 34, N=37).



Фиг. 34. Методи на обработка на интраоралния порцелан в зависимост от постсиланизационната обработка

1.6. Средната издръжливост на направените поправки и недостатъците на използваните методи.

Резултатите относно средната дълготрайност на клиничните поправки са представени на фиг. 35. От 102 лекари едва 27 (26,5%) посочват успеваемост на направените интраорални поправки над 2 години. Повече от половината лекари – 52 (50,9 %) са посочили, че възстановените фрактурирани фрагменти са с дълготрайност под една година, а при приблизително една трета - 36 (35,2%) - тя е под 6 месеца (фиг. 35, N = 102).



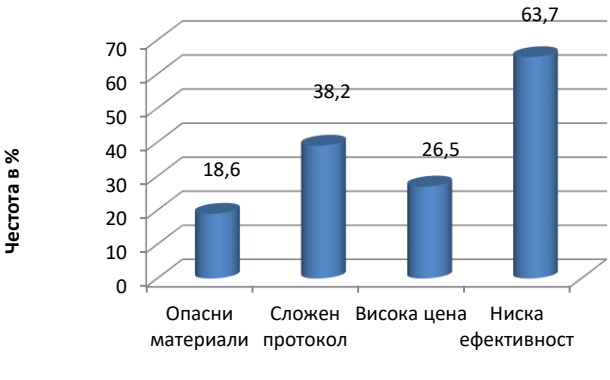
Фиг. 35. Дълготрайност на интраоралните поправки на отчупена керамика

Установи се статистическа значимост между методите на постсиланизационна обработка и дълготрайността на направените поправки (P=0,016).

Установи се статистическа значимост между дълготрайността на поправките и метода на обработка на интраоралния порцелан (P=0,013).

Успеваемост над две години лекарите постигат най-често чрез пилител, CCA и адхезив (33,3%), пилител, HF и CCA (25,0%) и HF, CCA (25,0%). За успеваемост 1,5–2 г. най-голям процент от лекарите използват пилител, CCA, адхезив (75%). За наличието на ниска дълготрайност докладват лекарите ползващи пилител, HF, CCA, адхезив-50,0% за 1-3 м. и 23,1% за 3-6 м. При успеваемост от 3 до 6 месеца лекарите използват пилител, CCA, адхезив (30,8%), HF, CCA (23,1%) и пилител и адхезив (23,1%).

Какви са основните недостатъци на използваните методи са посочили 106 лекари по дентална медицина. Част от тях са посочили повече от един недостатък, поради което сборът от процентите надхвърля сто. Като основен



Фиг. 36. Недостатъци на методите за интраорална поправка

проблем 65 (63,7%) от лекарите приемат ниската ефективност на методите за поправка. Следващият по значимост недостатък за колегите е сложната методика на поправките – 39 (38,2%). Високата цена е фактор за 27 (26,5%), а едва 19 (18,6%) посочват, че се използват опасни за здравето на пациента и лекуващия екип материали (фиг. 36, N=106).

Установи се статистическа значимост между мнението на лекарите относно основните недостатъци и дълготрайността на направените поправки (P=0,016).

За лекарите, посочващи дълготрайност над две години основен недостатък е сложният протокол на работа - 13 (36,1%) и използването на опасни материали – 9 (25,0%). За всички останали групи най-висок процент от лекарите отговарят, че основен недостатък е ниската ефективност. За същите групи използването на опасни материали е най-рядко посочваният недостатък, като единствено при лекарите, съобщаващи за дълготрайност от 1,5-2 г. процентът му е равен на тези, посочили висока цена на поправките (15,8%).

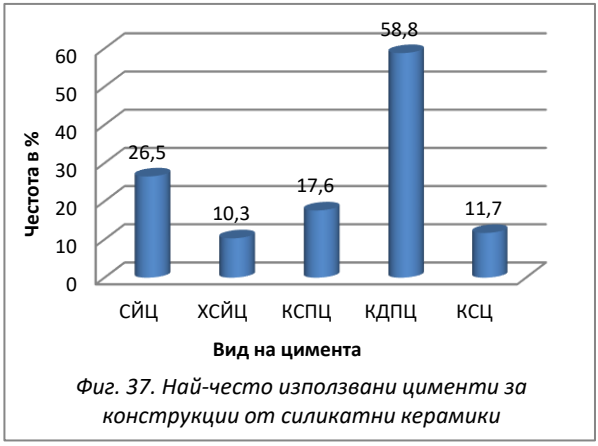
1.7. Методи на обработка на високоякостните керамики с изцяло кристална фаза

От 56 лекари, 24 (42,9%) използват само един метод за обработка на керамиките съдържащи само кристална фаза. Спиртът е единственият метод на обработка за 9 (37,5%) от лекарите, 7 (29,2%) използват само силан, 5 (20,8%) не прилагат допълни-телна обработка и 3 (12,5%) ецват керамиката с HF.

Тридесет и двама лекари по дентална медицина (57,1%) използват повече от един метод на обработка на керамичната повърхност. Трима (5,3%) са посочили, че използват системата за силициево покритие Rocatec. Двама (3,6%) са посочили, че комбинират системата Rocatec с нанасянето на силан. Също двама (3,6%) използват силан след третиране със Silicoater. Общият брой на колегите, използващи HF за третиране на този вид керамика е 17 (30,4%), като 12 (21,4%) нанасят и силанов свързващ агент.

1.8. Видове цименти, използвани за фиксиране на различните видове изцяло керамични конструкции

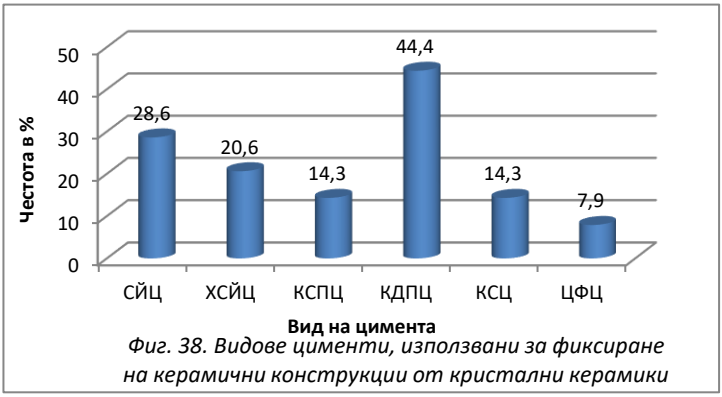
От отговорили общо 68 лекари, 40 (58,8%) циментират възстановяванията от силикатна керамика с композитен двойно полимеризиращ цимент, 18 (26,5%) със стъклено-йономерен цимент, 12 (17,6%) с композитен светлинно-полимеризиращ цимент, 8 (11,7%) с композитен само-адхезивен цимент и 7 (10,3%) с хибриден стъклено-йономерен цимент. Някои лекари са дали повече от един отговор (фиг. 37, N=68).



Фиг. 37. Най-често използвани цименти за конструкции от силикатни керамики

Данните относно циментирането на керамични конструкции, изцяло изградени от кристална фаза са представени на фиг. 38. Двадесет и осем

колеги (44,4%) циментират въз-становяванията с КДПЦ, 18 (28,6%) със СЙЦ, 9 (14,3%) с КСПЦ, 9 (14,3%) с КСЦ, 13 (20,6%) със ХСЙЦ и 5 (7,9%) с цинк-фосфатен цимент (ЦФЦ). Тринадесет лекари са посочили повече от един цимент в зависимост от клиничната ситуация, като най-често се предпочитат стъкленойономерните и двойно полимеризиращите композитни цименти (N=63).



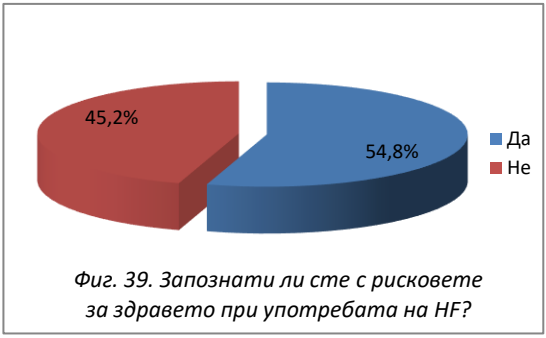
Фиг. 38. Видове цименти, използвани за фиксиране на керамични конструкции от кристални керамики

Установи се статистическа зависимост между познаването на рисковете при работа с HF и предпочитанията към вида цимент за фиксиране на силикатни керамики (P=0,018).

Установи се статистическа зависимост между познаването на първичните медицински мерки при контаминация с HF и предпочитанията към вида цимент за фиксиране на силикатни керамики (P=0,009).

1.9. Познаване на рисковете свързани с употребата на флуороводородна киселина и първичните медицински мерки при контаминация с нея.

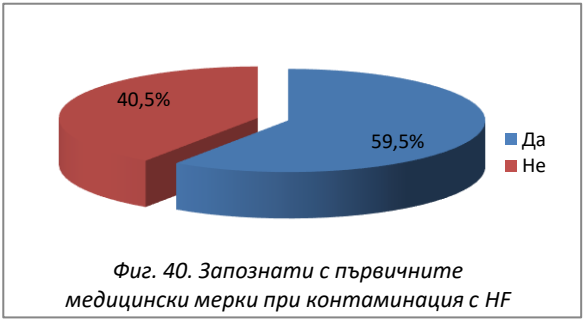
От 115 колеги 63 (54,8%) са запознати с възможните опасни ефекти на флуороводородната киселина. Почти половината (52 лекари, 45,2%) са отговорили, че нямат достатъчно информация относно HF и рисковете за здравето, които крие нейната употреба (фиг. 39, N=115).



Фиг. 39. Запознати ли сте с рисковете за здравето при употребата на HF?

Установи се статистическа зависимост между познаването на рисковете и възрастта на анкетираните (P=0,039).

От 116 отговорили, 69 (59,5%) са запознати с първичните медицински мерки за действие след контаминация с флуороводородна киселина. Четиридесет и седем (40,5%) са отговорили, че не са информирани в достатъчна степен какви действия да предприемат при възникване на такава ситуация (фиг. 40, N=116).



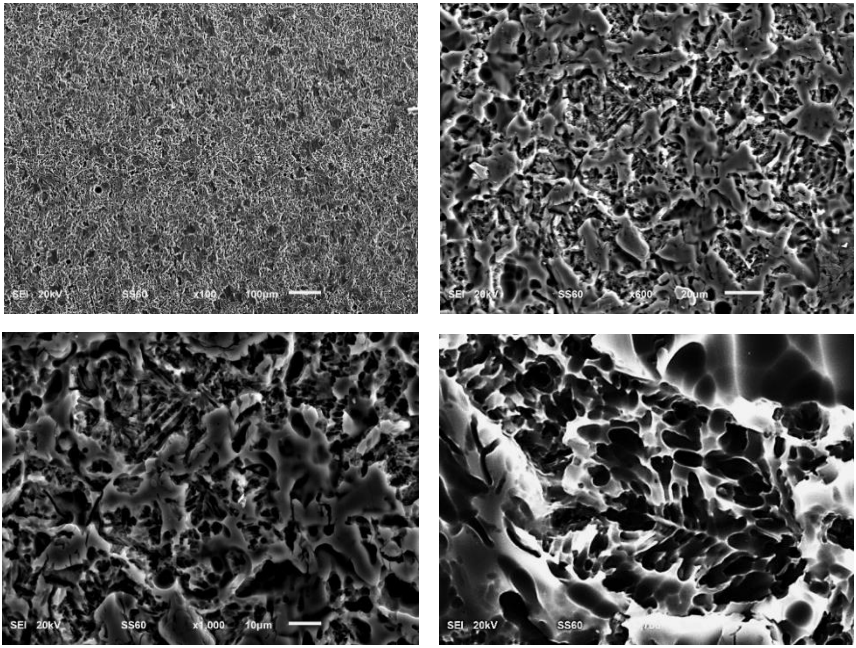
Фиг. 40. Запознати с първичните медицински мерки при контаминация с HF

Установи се статистическа значима зависимост между възрастта и информираността на лекарите относно първичните медицински мерки при контаминация с флуороводородна киселина (P=0,043).

2. Резултати по втора задача

На фиг. 41 са представени електронно-микроскопски снимки на образците от група EXHF. При образците от група EXHF се установи

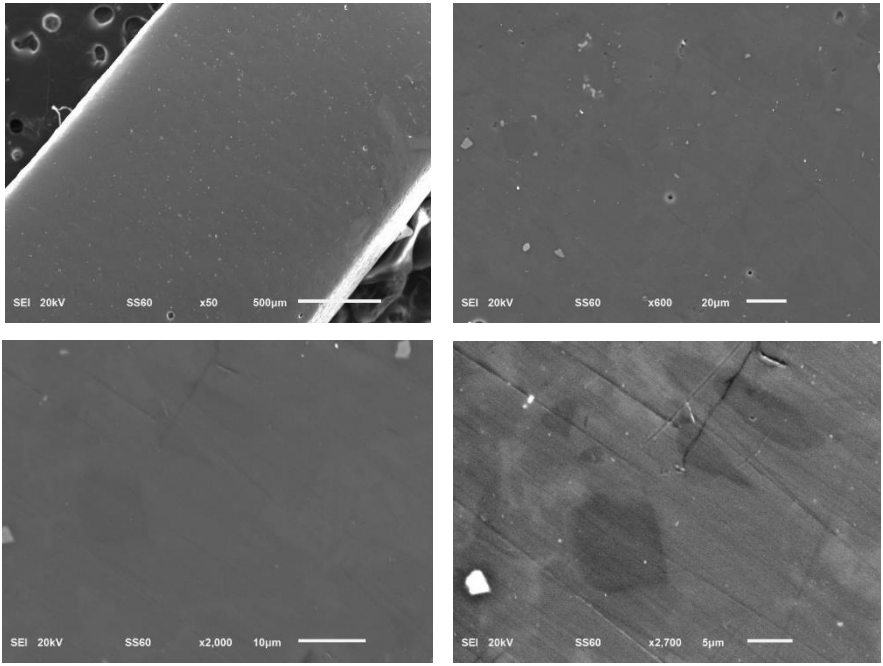
равномерно разграпевена повърхност. HF е разтворила стъкловидната фаза, като нереагиралите с киселината участъци, видими на снимките като **по-плоски структури с площ 5-20µm и силно разклонен ход, проминират над ямки и каналчета с различна големина**. Площите, отговарящи на разтворените от киселината участъци са също с неправилна форма и са с широчина от порядъка на 10-20µm и сложен криволичещ ход. При по-големите увеличения се забелязва, че в дълбочина на тези участъци има **микроямки с големина 1-2 µm, както и каналчета с дължина 5-10 µm и широчина под 2 µm**



Фиг. 41. СЕМ на група EXHF – x100, x600, x1000, x2700

При полираните образци се наблюдава гладка, полирана повърхност, с наличието на единични дефекти под формата на добре окръглени шупли,

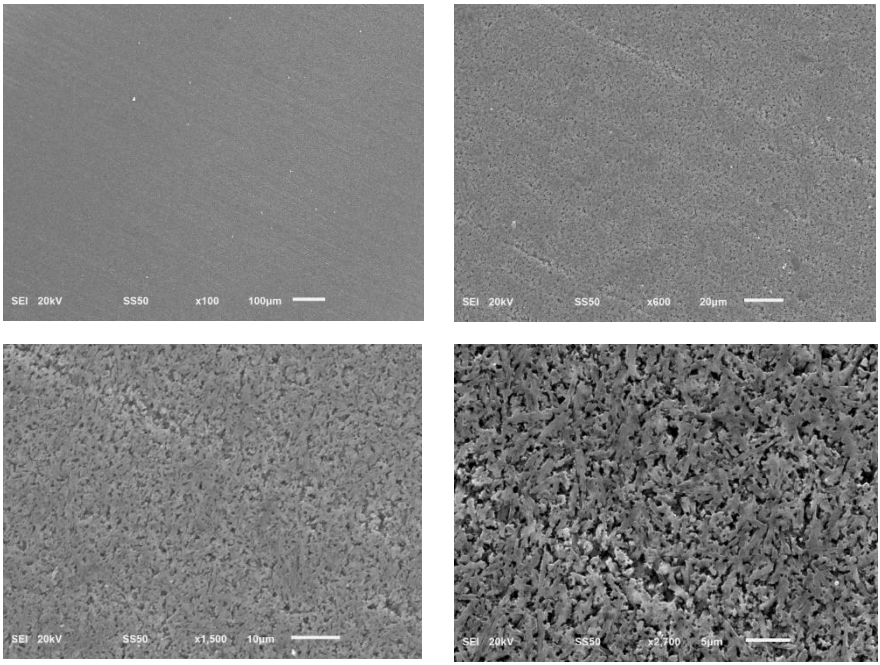
както и следи в резултат на полирането. При увеличение x2700 се вижда фазовата структура на керамиката (фиг. 42).



Фиг. 42. СЕМ на група EXP – x50, x600, x2000, x2700

На фиг. 43 са представени електронно-микроскопски снимки на керамични образци от E.max Press, ецнати с флуороводородна киселина за 20 сек. При увеличение x100 пъти трудно се забелязва разграпавяване на повърхността. При увеличение x600 се установяват формирани ямки с нерегулярно разположение . При увеличение x1500 и x2700 се виждат **оформените кристали от литиев дисиликат** с разнопосочна ориентация и разтворената между тях стъкловидна фаза. **Формираните ямки са с**

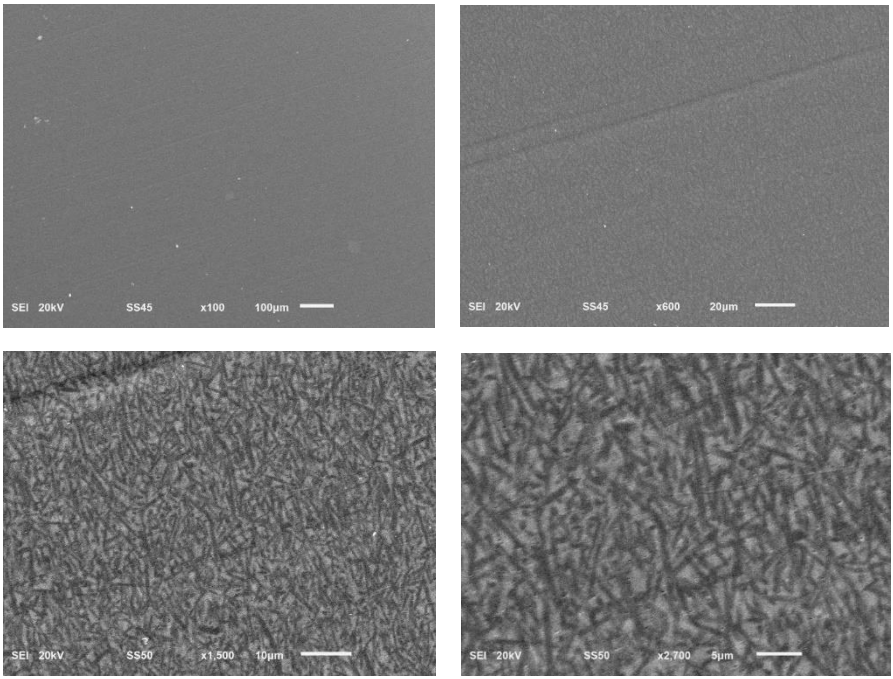
неправилна форма и размери под 2-3 µm. Наблюдават се и каналчета с вълнообразен ход и дължина около 5 µm (фиг. 43).



Фиг. 43. СЕМ на група EHF – x100, x600, x1500, x2700

При полираните образци, изработени от E.max Press се установи гладка, бездефектна повърхност с единични следи от полиращата процедура. При високи увеличения (x1000, x2700) се виждат кристалите от литиев дисиликат с дължина няколко микрометра и разнопосочна ориентация, и разположената между тях стъкловидна фаза (фиг. 44).

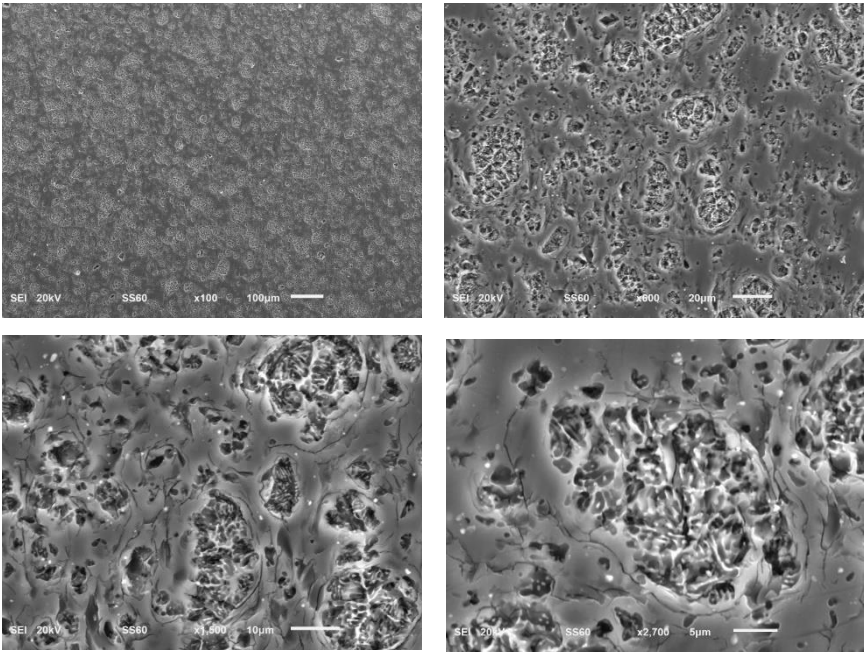
.



Фиг. 44. СЕМ на група ЕР – х100, х 600, х1500, х2700

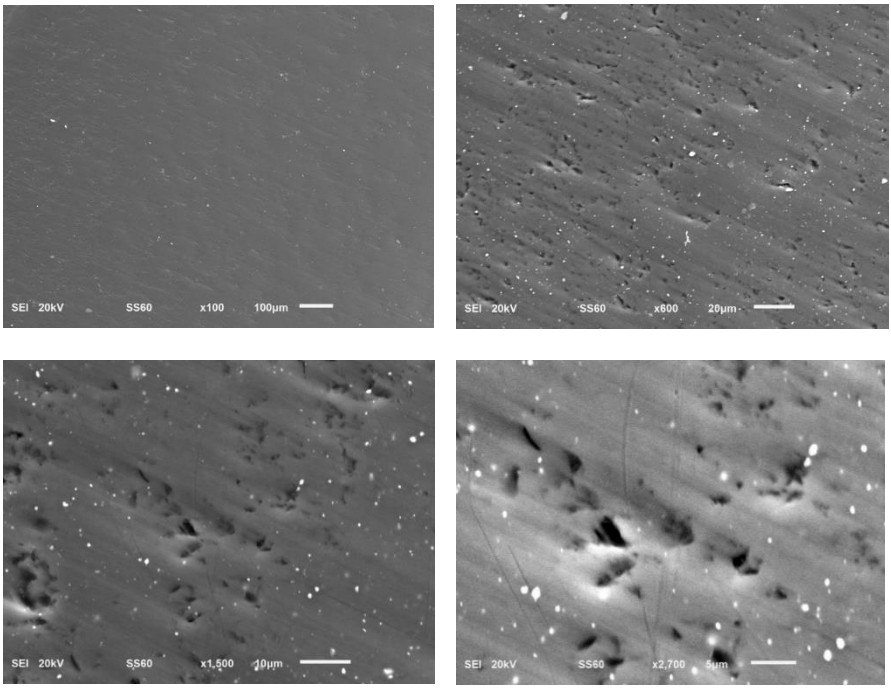
Ецнатите са HF образци от Heraceram Press са представени на фиг. 45. Още при ниски увеличения (до х300) се установи наличието на сравнително ясно оформени структури с неправилна овална и елипсовидна форма, отговарящи на разтворените от киселината участъци.

При по-голямо увеличение се установи, че това са **формирования, наподобяващи каверни**. На много места има частично разтворена структура под формата на **каналчета**, които в някои случаи обикалят почти напълно формираната каверна или се разполагат по границите на формираща се такава. **Размерите на каверните са 5-20µm и между тях има по-малки разтворени участъци под формата на ямки с диаметър под 5µm** (фиг. 45).



Фиг. 45. СЕМ на група HHF – x100, x600, x 1500, x2700

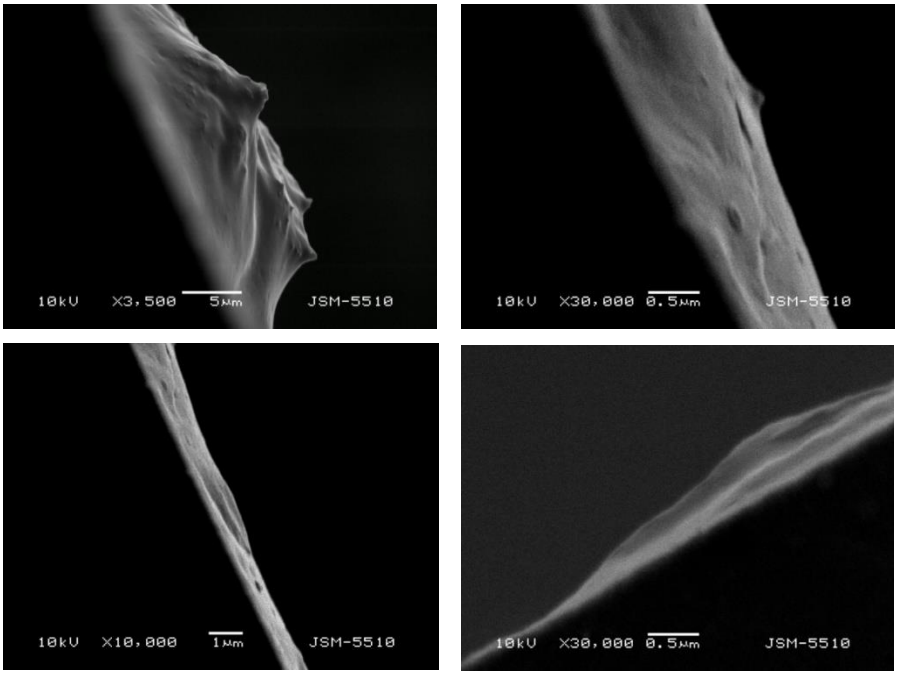
На фиг. 46 са представени полираните образци от Heraceram Press. При по-ниските увеличения се наблюдава гладка повърхност с единични следи от полиращата процедура. При увеличение x300 може да се установи наличието на дефекти по повърхността. При по-големи увеличения става ясно, че това са ямки с размери под 5µm, разположени сред добре полираните участъци (фиг. 46).



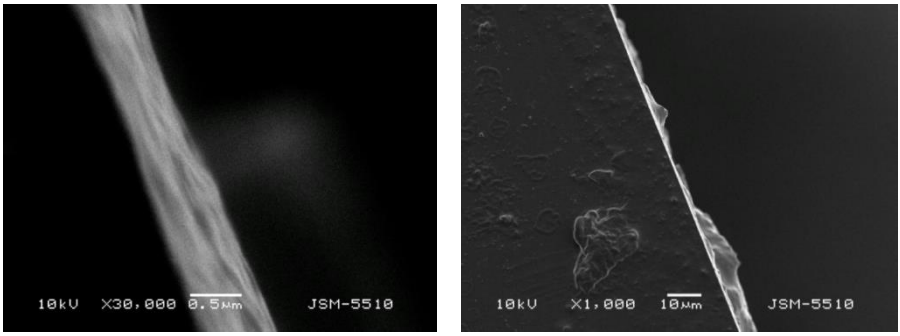
Фиг. 46 СЕМ на група НР – x100, x600, x1500, x2700

При електронно-микроскопското изследване на покрития със силан стъклен субстрат се установи следното:

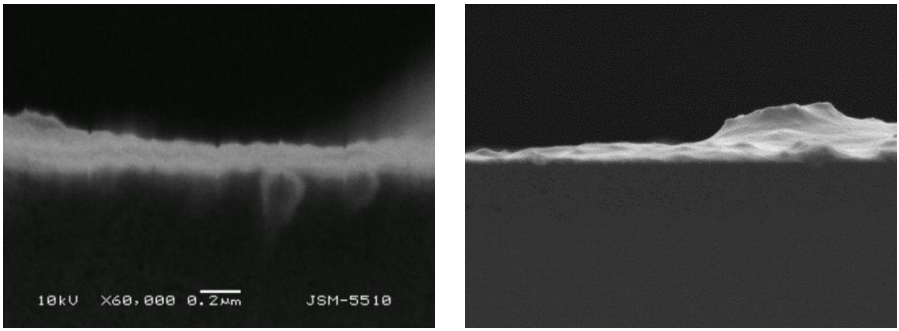
При образците, третирани с въздух на стайна температура се установи наличието на **неравномерно разпределен силанов слой** под формата на силанови **були с дебелина 0,5–10µm и тънки участъци от порядъка на 0,2-1µm** (фиг. 47).



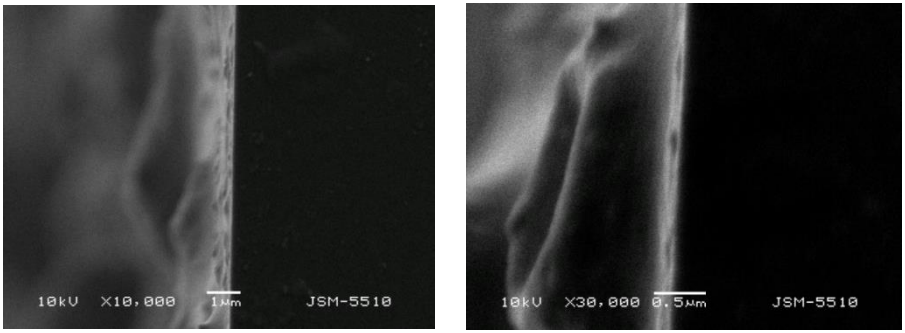
Фиг. 47. СЕМ на силановия слой на група S20.



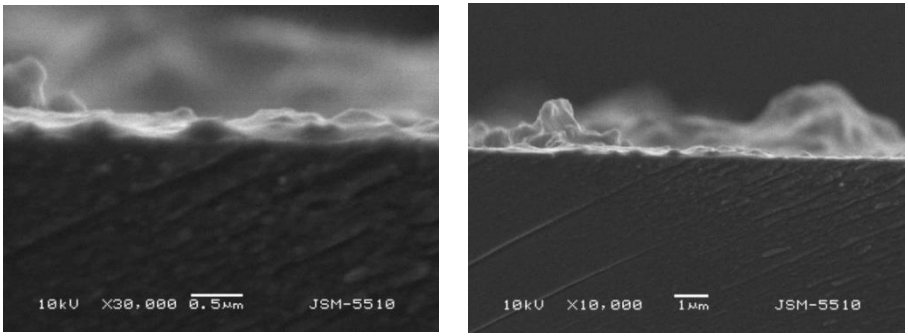
Фиг. 48. СЕМ на силановия слой на група S38.



Фиг. 49. СЕМ на силановия слой на група S50.



Фиг. 50. СЕМ на силановия слой на група S100.



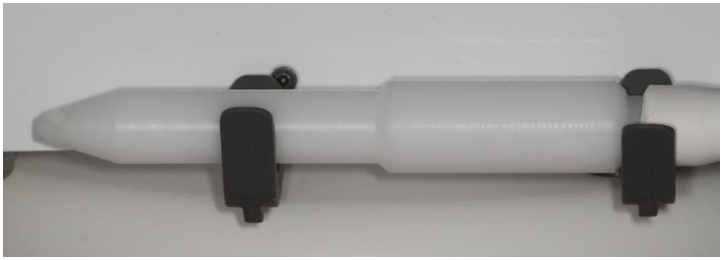
Фиг. 51. СЕМ на силановия слой на група S120.

При **група S38** се установи неравномерен силанов слой с дебелина **0,2-0,5µm** и наличието на були с размери до 10µm. При **група S50** се установи неравномерен силанов слой с дебелина около **0,2µm**. При **група S100** се установи неравномерен силанов слой с дебелина **0,2µm** и наличието на **були с размери до 5µm**. При **група S120** се установи неравномерен силанов слой с дебелина **0,1-0,2µm** и наличието на **були с размери до 3-4µm**. **Налице е тенденция за намаляване на дебелината на силановия слой** (фиг. 48 – 51).

3. Резултати по трета задача

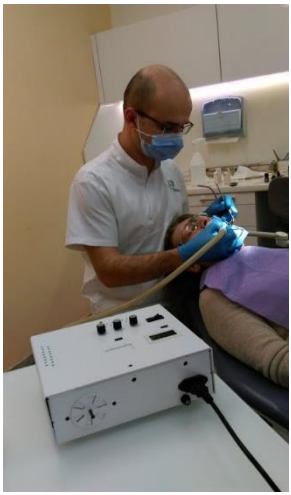
Конструираният от нас апарат включва следните основни компоненти: автоклавируема ръкохватка, силиконов маркуч с включен в него кабел на термометър, завършващ с термодвойка и стоманена кутия с позиционирани в нея останалите компоненти на апарата.

Автоклавируемата ръкохватка, **подходяща за интраорална и екстраорална употреба** е представена на фиг. 52. Ръкохватката е ергономична и се позиционира на предвидена за целта поставка, монтирана на апарата.



Фиг. 52. Ръкохватката, позиционирана върху предвидената за целта поставка

С апарата се работи по следния начин. Устройството се позиционира на помощната маса на лекаря или върху специално предвидена за целта масичка (фиг. 53).

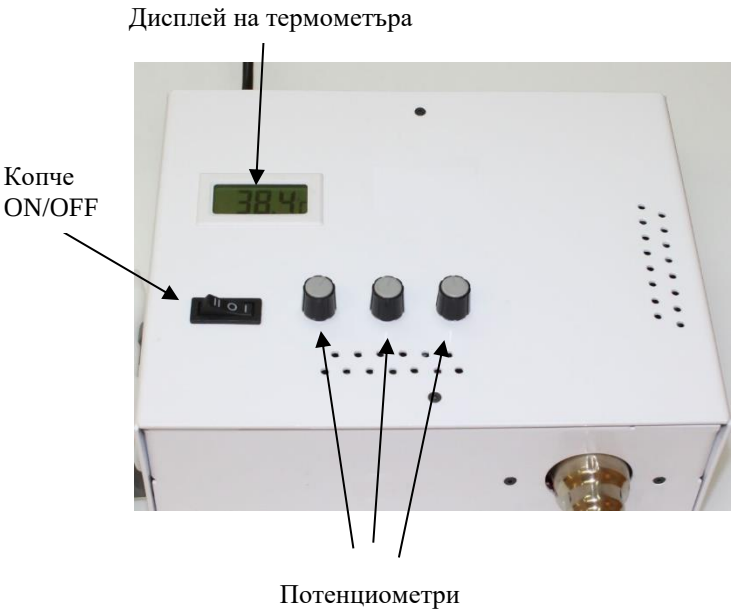




Фиг. 53. Апаратът се поставя на помощната маса на лекаря или върху специално предвидена за целта масичка.

Захранващият кабел се включва към електрическата мрежа. Апаратът се включва в работен режим, използвайки копчето ON/OFF (фиг. 54). Чрез трите потенциометъра на лицевия панел се настройва желаната температура, следейки показанията на термометъра, разположен над тях. Завъртането им по часовниковата стрелка ще доведе до повишаване на генерираната температура (фиг 54). След достигане на желаната температура отворът на накрайника се насочва към силанизирания обект, като е необходимо **разстоянието до него да е минимално – до 10мм**. Препоръчва се **времето** за постсиланизационна термична обработка да е **60-120 сек.**

След употреба апаратът се изключва. В зависимост от работната температура е възможно някои части, да са горещи, поради което, за да се избегне изгаряне, преди преместване на устройството е препоръчително да се остави да изстине.



Фиг. 54. Общ изглед на апарата

4. Резултати по четвърта задача

Сравнителен анализ на резултатите от прилаганите методи в рамките на един керамичен материал

Керамика Heraceram Press

От табл. 2 става ясно, че при Heraceram:

- Здравината на връзката между керамика и композит **във втора тест-група е най-голяма**, стойността е значимо по-голяма от тези в групи 1 и 9, но не се различава статистически от здравината получена в групи от 3 до 8 включително;
- Здравината на връзката между керамика и композит в групи от 3 до 8 е статистически еднаква, по-голяма от тази на образците от група 1, но не се различава статистически значимо от здравината получена в групи 2 и 9;

- Сигнификантно най-ниска здравина се установява в контролната група.

Разпределение на здравината на връзката - средна ($\overline{X}$) и стандартно отклонение (SD) в MPa, при различните методи на третиране на керамичен материал Heraceram Press ***Таблица 2***

Показатели / Метод на третиране	n	$\overline{X}$	SD
1	9	3,58[a]	1,72
2	9	19,10[b]	4,06
3	9	13,78[bd]	5,54
4	9	14,04[bd]	4,93
5	9	15,93[bd]	7,84
6	9	13,87[bd]	3,32
7	9	14,72[bd]	5,66
8	9	15,73[bd]	3,03
9	9	12,95[cd]	3,31

* еднаквите букви по вертикалите означават липса на статистически значима разлика, а различните – наличие на такава ($p<0,05$)

Керамика E.max Press

На табл. 3 се вижда, че при E.max Press:

- Здравината на връзката между керамика и композит в **група 8 е най-голяма,** стойността е значимо по-голяма от тези в групи 1, 6 и 7, но не се различава статистически от здравината получена при останалите методи;
- Здравината на връзката между керамика и композит в групи от 2 до 7 и група 9 е статистически еднаква, по-голяма от тази на контролната група, с изключение на здравината на група 4, която не се различава значимо от тази на контролната група;

- Сигнификантно най-ниска здравина спрямо останалите методи (без метод 4) се установява при метод 1.

Разпределение на здравината на връзката - средна ($\overline{X}$) и стандартно отклонение (SD) в MPa, при различните методи на третиране на керамичен материал E.max Press ***Таблица 3***

Показатели / Метод на третиране	n	$\overline{X}$	SD
1	9	5,20[a]	1,77
2	9	17,37[bc]	7,61
3	9	14,68[bc]	1,82
4	9	12,20[acd]	5,50
5	9	16,45[bc]	5,11
6	9	10,65[bd]	2,74
7	9	10,81[bd]	3,50
8	9	18,23[ce]	4,43
9	9	12,36[be]	3,20

* еднаквите букви по вертикалите означават липса на статистически значима разлика, а различните – наличие на такава ($p<0,05$)

Керамика EX-3

Резултатите от табл. 4 показват, че при EX-3:

- Здравината на връзката между керамика и композит **при метод 2 е значимо по-голяма от тези на всички останали методи**;
- Статистически достоверно най-ниски стойности на здравината се установяват в групи 1, 3 и 6, като единствено метод 6 е със здравина, неотличаваща се статистически от тези на останалите методи без метод 2;

- Здравината, получена в групи 4, 5, 7, 8 и 9 не се различава статистически.

Разпределение на здравината на връзката - средна ($\overline{X}$) и стандартно отклонение (SD) в MPa, при различните методи на третиране на керамичен материал EX-3 ***Таблица 4***

Показатели / Метод на третиране	n	$\overline{X}$	SD
1	9	3,51[a]	1,13
2	9	19,54[c]	4,82
3	9	8,85[a]	4,36
4	9	9,69[bde]	3,16
5	9	13,80[bdf]	2,49
6	9	8,75[aefg]	2,21
7	9	9,37[bdg]	3,43
8	9	11,31[bdg]	3,27
9	9	9,41[bdg]	3,69

* еднаквите букви по вертикалите означават липса на статистически значима разлика, а различните – наличие на такава ($p<0,05$)

Сравнителен анализ на резултатите при трите вида керамика, подложени на един и същ метод на третиране

Здравината на връзката между керамика и композит се влияе от вида на керамиката при 5 от използваните методи, а именно (табл. 5):

- При методи 1 и 3 здравината на връзката при E.max Press е сигнификантно по-голяма от тази при керамика EX-3, но не се различава статистически от тази на керамика Heraceram Press, която от своя страна не се различава значимо от тази на EX-3;

- При методи 6 и 7 здравината на връзката при Heraceram Press е статистически значимо по-голяма от тази при керамика EX-3, но не серазличава статистически от тази на керамика E.max Press, която от своя страна не се различава значимо от тази на EX-3;
- При метод 8 здравините на връзките при керамики Heraceram Press и E.max Press не се различават статистически помежду си и са значимо по-големи от тази при керамика EX-3.

Разпределение на здравината на връзката – средна ($\overline{X}$) и стандартно отклонение (SD) в MPa, при трите керамични материала ***Таблица 5***

Показатели / Метод на третиране	Heraceram Press (a)		E.max press (b)		EX-3 (c)		p		
	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	$\overline{X}$	SD	a/b	a/c	b/c
1	3,58	1,72	5,20	1,77	3,51	1,13	n.s.	n.s.	0,039
2	19,10	4,06	17,37	7,61	19,54	4,82	n.s.	n.s.	n.s.
3	13,78	5,54	14,68	1,82	8,85	4,36	n.s.	n.s.	0,034
4	15,93	7,84	12,20	5,50	9,69	3,16	n.s.	n.s.	n.s.
5	14,04	4,93	16,45	5,11	13,80	2,49	n.s.	n.s.	n.s.
6	13,87	3,32	10,65	2,74	8,75	2,21	n.s.	0,003	n.s.
7	14,72	5,66	10,81	3,50	9,37	3,43	n.s.	0,047	n.s.
8	15,73	3,03	18,23	4,43	11,31	3,27	n.s.	0,020	0,001
9	12,95	3,31	12,36	3,20	9,41	3,69	n.s.	n.s.	n.s.

* n.s. – липсва статистически значима разлика между групите (p>0,05)

Изследователските протоколи от тестването за якост на опън на образците от трите керамични материала са представени в приложение 3.

5. Резултати по пета задача

Новите методи за постсиланизационна обработка и приложението на така конструирания апарат за интраорални поправки и фиксиране на изцяло керамични конструкции могат да се демонстрират със следните клинични случаи:

Клинични случаи:

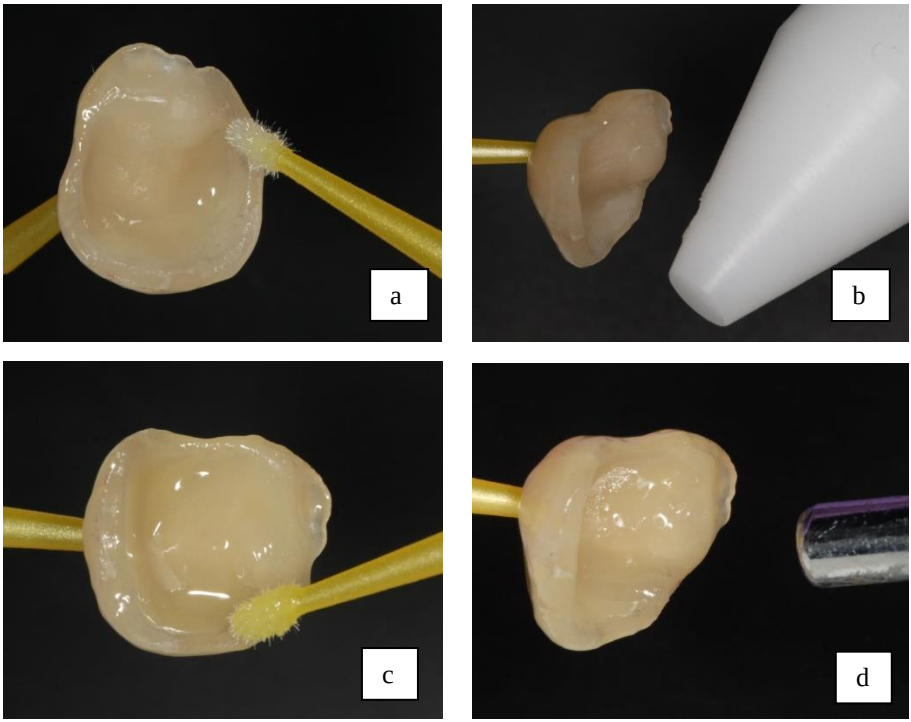
Клиничен случай 1: Изцяло керамични частични корони от E.max Press на зъби 36, 37.

Пациентът е мъж на 34 години.

Диагноза: Pulp chr. ulcerosa 36, Caries secunda profunda 37.

План на лечение: Ендодонтско лечение на 36 и 37. Индиректно възстановяване с изцяло керамични частични корони.

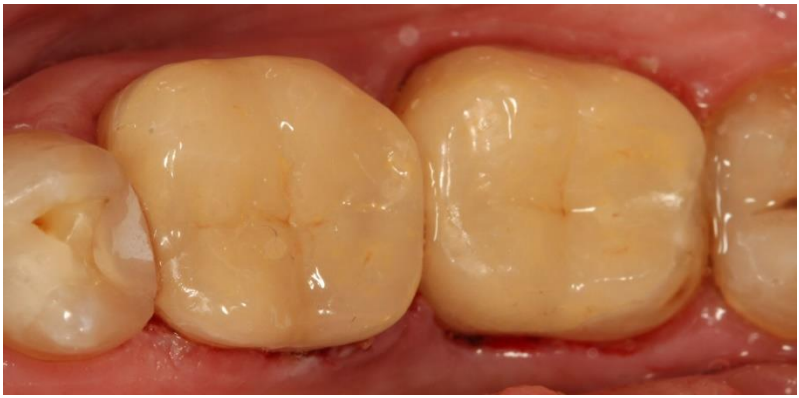
Беше извършено екзактно ендодонстко лечение, след което дентинът бе покрит с фотополимер. Поради обема на разрушените твърди зъбни тъкани беше предпочетен индиректен метод за дефинитивно възстановяване. След препарацията бяха изработени временни конструкции от акрилова пластмаса (Unifast III, GC Corporation, Tokyo, Japan). Отпечатъците бяха взети през следващото посещение с адитивен силикон Variotime (Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany). В зъботехническа лаборатория бяха изработени две дистални частични корони от E.max Press, цвят A 3,5 HT. Беше приложен следният протокол за обработка на конструкциите при циментиране на короните. Нанасяне на силан (Monobond Plus) за 60 сек., (според инструкциите на производителя). Силанът беше обработен с въздух с температура 120ºC за 60 сек., след което беше нанесен адхезив Adper Single Bond 2 (фиг. 55).



Фиг. 55. Етапи в обработката на изцялокерамичните частични корони: a) Нанасяне на силан; b) Термична обработка на силана с въздух с температура 120ºC за 60 сек.; c) Нанасяне на адхезив; d) Продухване на адхезива

След подходяща обработка на препарираните зъби с ортофосфорна киселина беше нанесен адхезив (Adper Single Bond 2) и конструкциите бяха циментирани с композит една по една.

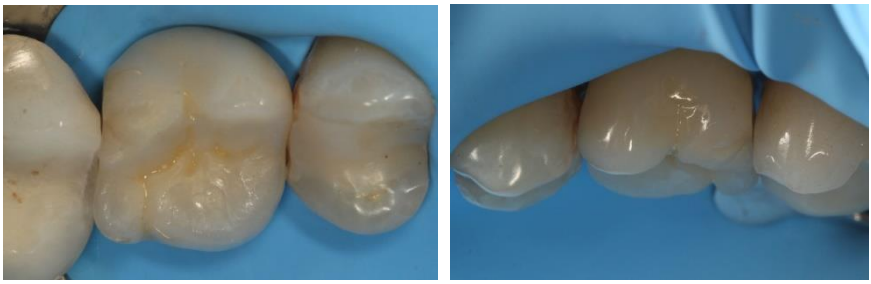
Финалната фотополимеризация се извърши за 60 сек. от всяка страна на зъба. Резултатът е представен на фиг.56.



Фиг. 56. Циментираните изцяло керамични частични корони от E.max Press

Клиничен случай 2: Интраорална поправка на фрактурирана керамика

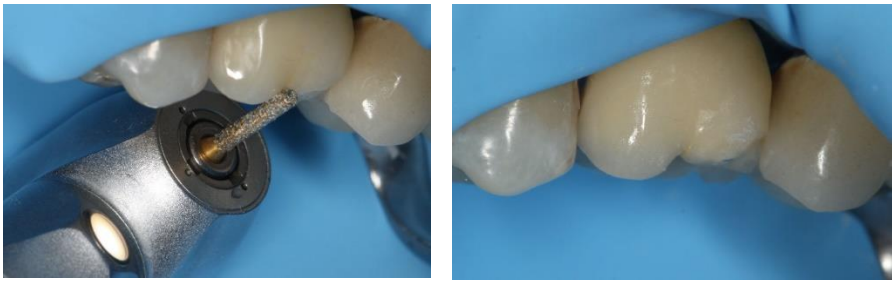
Пациентът е жена на 62 г. Оплакванията й са от отчупване на част от наскоро поставена корона, което й създава дискомфорт и дразни меките тъкани.



Фиг. 57. Инраорален изглед на фрактуриран дистовестибуларен туберкул на металокерамична обвивна корона на зъб 26.

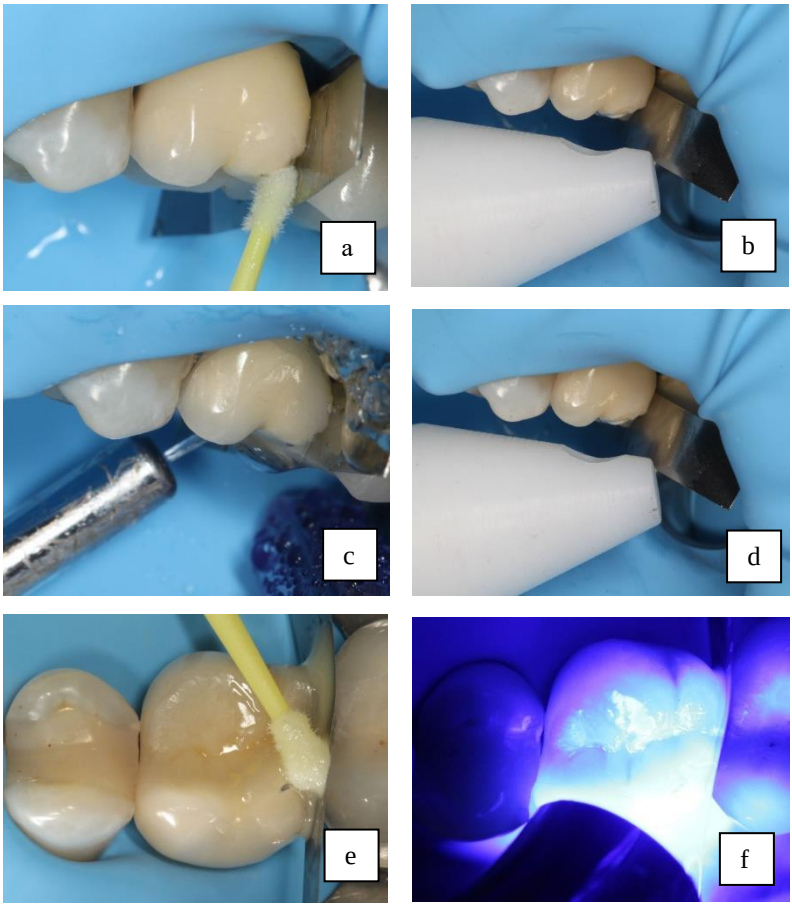
При огледа се установи фрактуриран дистовестибуларен туберкул на металокерамична обвивна корона, поставена на зъб 26 (фиг. 57).

Пациентката отказа употребата на опасни за здравето киселини и чрез информирано съгласие прие клиничната поправка да бъде изпълнена по предложената й нова методика. След изолация с кофердам фрактурираната област беше обработена с диамантен пилител със син маркерен пръстен под водно охлаждане, последвано от промивка с водно-въздушен спрей. Препарацията беше извършена изключително щадящо (фиг. 58).



Фиг. 58. Препарация с диамантен пилител със син маркерен пръстен

Тъй като фрактурираният участък обхващаше част от дисталния апроксимален ръб поставихме метална лента, която да сепарира зъби 26 и 27. Беше нанесен силан (Monobond Plus), и се изчака 60 сек. (според инструкциите на производителя). Силанът беше обработен с въздух с температура 38ºC за 30 сек., последвано от промивка с водно-въздушен спрей за 20 сек. и отново обработка с горещ въздух, с температура 38ºC за 30 сек. Беше нанесен адхезив Adper Single Bond 2 и последва фотополимеризация за 40 сек. (фиг. 59). Последва нанасяне на фотополимер (G-ænial, GC Corporation, Tokuo, Japan) цветове OA3 и A3. Финалната обработка беше извършена с полирни гумички, четки и полирна паста. Крайният резултат е представен на фиг. 60.



Фиг. 59. Етапи в обработката на инраоралната част: a) Нанасяне на силана; b) Обработка с горещ въздух за 30 сек.; c) Промивка с водно-въздушен спей за 20 сек.; d) Обработка с горещ въздух за 30 сек.; e) Нанасяне на адхезив; f) Фотополимеризация за 40 сек.




Фиг. 60. Завършената интраорална поправка

Резултатите от теста за якост на опън на така обработените керамични образци са представени заедно с резултатите на другите тест групи от задача 4.

Най-висока якост се постигна при Heraceram Press (12,95 MPa), а най-ниска при образците от EX-3 (9,41 MPa). Няма статистическа зависимост между ES38H, EXS38H и HS38H.

При групите, третирани с въздух на 120 ºC най-висока здравина на връзката се постигна при E.max Press (18,23 MPa), следвана от Heraceram Press(15,73 MPa) и EX-3 (11,31 MPa). Установи се статистически значима разлика между ES120 и EXS120, и между HS120 и EXS120.

VI. ОБСЪЖДАНЕ

1. Обсъждане по първа задача

Най-много от анкетираните лекари по дентална медицина 176 (86,7%) са посочили, че изработват предимно металокерамични конструкции. Комбинацията между двата материала осигурява изпълнение на функционалните, профилактичните и естетичните изисквания към протезните конструкции за дълъг период. Висок е процентът на лекарите, предпочитащи метал-пластмасови конструкции (30,5%), вероятно поради ниската им икономическа себестойност. Процентът на безметалните конструкции е 14,3% за композитните и 6,9% за керамичните възстановявания. Това може да се обясни с високите механични и естетични качества на съвременните композити, възможността за интраорални поправки и др. От друга страна вероятно част от лекарите (5,9%) предпочитат метал-композитните възстановявания като алтернатива на МК и МП.

Прави впечатление високият процент на лекарите, които не изработват изцяло керамични конструкции (60,5%). Единствено във възрастовия диапазон 51-55г. процентът на лекарите, изработващи изцяло керамични възстановявания е по-висок (54,5%).

Най-много колегите предпочитат керамиката като материал за обвивни корони, което вероятно се дължи на избора на други възстановителни материали (напр. композит) при по-ограничени възстановявания във фронталната и дисталната област на съзъбието. Изцяло керамичните обвивни корони могат да осигурят много добро цветово съответствие, както при витални, така и при девитализирани зъби, възстановени с фиброщифтове, стъклени фибро влакна или други естетични материали.

Резултатите показват, че лекарите предпочитат циркониевия диоксид, литиеводисиликатната керамика и алуминиева керамика при възстановяванията. Трите керамики са с повишени механични качества спрямо фелдшпатовия порцелан. Циркониевият диоксид е керамичният материал с най-универсални показания за приложение, включително и мостови протези в дисталната област на съзъбието. В технологично

отношение обработката и на трите материала е сравнително достъпно за повечето зъботехнически лаборатории.

От лекарите, изработващи изцяло керамични конструкции, преди циментиране най-много обработват керамичната повърхност с комбинация от HF, силан и адхезив, HF и силан или само силан.

При интраорални поправки най-често прилаганата обработка от лекарите между 24-40 г. и над 50 г. е пилител, HF, ССА, адхезив, съответно 42,9% и 30,5%.

Колегите използват флуороводородна киселина с концентрация между 6-10% и фосфорна киселина с концентрация 36-37% за време от 20 до 60 сек. Тези данни съвпадат с най-често използваните от авторите в научната литература концентрации и времена, като в същото време отразяват и необходимостта от съобразяване на параметрите с конкретния вид керамика.

Употребата на еднобутилковата форма на силановия свързващ агент вероятно представлява улеснение в клиничния протокол за повечето лекари, като същевременно осигурява достатъчна ефективност.

Най-често използваният метод за постсиланизационна обработка е **въздух на стайна температура (82,8%)**. Това е и най-достъпният метод, тъй като се използва въздух, генериран от компресорната уредба. От друга страна липсват апарати, чието специално предназначение е топлинна обработка на керамиката, а нагряването в пещ или промиването с гореща вода усложнява клиничния протокол.

За **наличие на керамични фрактури** при металокермичните и керамичните възстановявания съобщават **87,6% от лекарите**. Процентът е очаквано висок, поради факта, че фрактурите на инкрустационния порцелан са едно от най-честите усложнения в клиничната практика.

Процентът на лекарите, които са се сблъскали с друго от често срещаните усложнения – отлепяне на изцяло керамични корони е 25,4%. Нарушаването на адхезията при трите най-често използвани типа керамика е между 16,7% и 23,5%, като най-нисък е процентът при ЛДСК.

Лекарите, използващи **HF и силан или HF, силан и адхезив** най-често постигат висока **дълготрайност на връзката** между керамична корона и ТЗТ **– 88,9% и 83,3%** без отлепяне. Лекарите, използващи **само**

ССА са се сблъсквали по-често с **нарушаване на адхезията - 55,6%**, което показва, че самостоятелната му употреба не е достатъчно ефективна.

Установи се, че 92,3% от лекарите, които имат случаи на отлепени изцяло керамични корони използват еднобутилковата форма на силана. Получените резултати показват, че **двубутилковата форма на силана осигурява по-дълготрайна адхезия**.

Очаквано се установи, че повечето колеги са правили **интраоралнипоправки – 65,1%**. Най-много от колегите предпочитат многостъпков протокол при поправките, включващ пилител, HF, ССА и адхезив или пилител, HF и ССА.

Лекарите, използващи **само HF и силан** предпочитат по-често **двубутилкова форма на силана (75%)**.

Лекарите, използващи **топлинни методи** за третиране на силана прилагат най-често комбинацията пилител, ССА и адхезив, **т.е елиминират HF като ецващ агент**.

Като клинично успешни поправки на фрактурирана керамика приемаме тези с дълготрайност над две години. На това условие отговарят едва 26,5% от направените. За сравнение Ozcan M. и Niedermeier W. докладват за 89% успеваемост на използвания от тях метод до три години.

За клинично приемливи приемаме поправки с дълготрайност между 1 и 2 години – 22,6% от анкетираните. За клинично неуспешни определяме поправки с дълготрайност под една година – 50,9% от анкетираните, което показва, че има необходимост от подобряване на методите за обработка на интраоралния порцелан.

Най-висока успеваемост на клиничните поправки се установи при употребата на HF и ССА. **Дълготрайност над 1 година се установи след третиране с HF, ССА в 85,7%, пилител, HF, ССА при 50,1% и пилител, HF, ССА, адхезив при 64%** от анкетираните.

Основните не-достатъци на методите за поправка според лекарите са **ниската ефек-тивност (63,7%) и сложният протокол (38,2%)**. Някои от методите изискват по-сериозна инвестиция в апаратура и материали и 26,5% от лекарите са го посочили като основен недостатък. Въпреки честата употреба на HF при интраоралните корекции и познаването на рисковете при

работа с киселината едва 18,6% са посочили употребата на опасни материали като недостатък.

Най-голям процент от **информираните за рисковете при работа с HF** лекари са посочили, че за **фиксиране на силикатни керамики използват КДПЦ (57,7%)**, докато 44,4% от лекарите, незапознати с рискове употребяват СЙЦ. Сходна закономерност се установява относно познаването на първичните медицински мерки – **52,3% от незапознатите са посочили СЙЦ и 53,4% от запознатите са посочили КДПЦ**.

Високи са процентите на колегите, незапознати с рисковете при работа с флуороводородна киселина и първичните медицински мерки при инцидентно попадане на киселината в контакт с меките тъкани - 45,2% и 40,5%. Това налага необходимостта да се осигури информираност на лекарите.

2. Обсъждане по втора задача

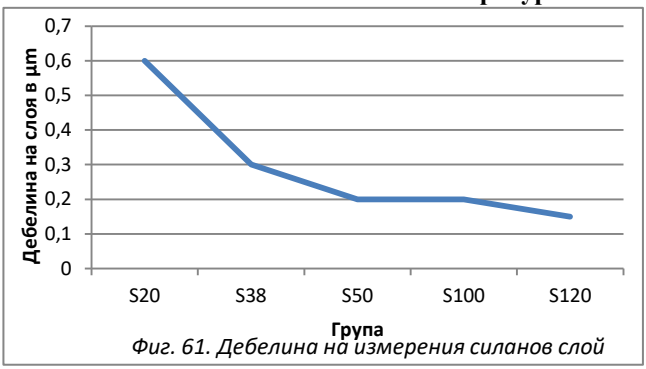
За изследване на повърхността на керамичните образци и измерване на дебелината и морфологията на силановия слой беше избран сканиращ електронен микроскоп. СЕМ е предпочитаният метод за изследване на керамичната повърхност в много проучвания, тъй като предоставя качествена и надеждна информация за повърхността на наблюдаваните обекти.

Очаквано се установиха промени в трите вида керамика в резултат на третирането с флуороводородна киселина. Електронно-микроскопската картина е различна и при трите керамични материала. Причината за това е в състава на материала и разпределението на кристалната и стъкловидната фаза.

Наличието на многобройни пори и канали в резултат на ецващата процедура е очаквана микроскопска картина, като аналогични промени са наблюдавани и от други авторски колективи. Описва се триизмерна структура, наподобяваща триизмерни дендрити или пчелна пита. При химичната обработка на образците от група HHF се установиха структури, наподобяващи каверни с различна големина, разположени сред неразтворена от киселината участъци.

Дебелината на силоксановия филм зависи от концентрацията на силана и факторите на третирането - температура, време и влажност на средата .

В проведеното от нас изследване беше наблюдавана **промяната на силановия слой в зависимост от температурата**. Установи се тенденция за **намаляване на дебелината на силановия слой и на силановите були с увеличаване на температурата**, без да може да се изведе точна линейна зависимост (фиг. 61). Дебелината на слоя може да ва-рира в зави-симост от температурата, времето за нанасяне и др. В литературата се докладва дебелина между 5nm и 500 nm, което обхваща като интервал получените от нас резултати от 150 – 600 nm.



Фиг. 61. Дебелина на измерения силанов слой

Документира се и **тенденцията на ССА да се разпределя неравномерно по повърхността**, което се демонстрира, както с различната дебелина на слоя, така и с образуването на були, които са разпръснати неравномерно по стъклената повърхност.

Изследвайки корелацията между дебелината на силановия слой и здравината на връзката керамика-композит се установява, че **най-тънък силанов слой се получава при 120ºС**. От друга страна най-здрава връзка в резултат на термична обработка на силана, изключвайки механичното разграпавяване и обработката с киселина, се получи при температура 120ºС и за трите вида керамика. Налице е положителна корелация между двата фактора. **За E.max Press, група ES120 е с най-висока средна якост на опън и се различава значимо от EXS120**.

3. Обсъждане по трета задача

От проучените методи за термична обработка на силана основна част от авторите използват стандартни апарати за подаване на горещ въздух или пещи. Един от авторските колективи прилага индивидуално конструиран апарат, генериращ температура 100ºС. Изследванията в отделните проучвания се извършват **само при една работна температура, която е в интервала 38-100 ºС**. Няма данни за възможностите на апаратите да покриват определен температурен диапазон.

Конструираният от нас апарат **генерира температура от 38 до 145ºС** и предоставя възможност за задържане на тази температура постоянна достатъчно дълго, съобразено с поставените изисквания и използваните от други колективи времена на обработка.

Регулацията на температурата се извършва чрез наличието на два работни режима и три потенциометъра, което осигурява широк диапазон на работната температура. Времето за достигане на желаната температура е в рамките на 1 до 4 мин.

Масата и размерите на апарата предполагат **лесното му пренасяне и позициониране в кабинета по дентална медицина**. Той може да бъде поставен на работен плот, отделна помощна масичка или на работната маса на лекаря.

Ръкохватката осигурява стабилност по време на работа и възможност за обработка на **малки площи от керамичната повърхност**.

Дисплеят на лицевата страна на кутията осигурява лесен контрол, както от страна на лекаря, така и от денталния асистент.

Контролът на инфекцията може да се осъществява чрез автоклавиране на ръкохватката при 121ºС и препарати за дезинфекция на повърхности, под формата на аерозол или кърпички, подходящи за останалата част от апарата.

Апаратът позволява **лесна употреба** и работа в предпочитания от лекаря по дентална медицина темпертурен режим.

Апаратът може да се използва във всички случаи, при които се налага термична обработка на силана – фиксиране на изцялокерамични конструкции, поправка на фрактурирана керамика, поправка на стари композитни възстановявания, лабораторни изследвания.

4. Обсъждане по четвърта задача

Резултатите от якостните тестове зависят от вида на теста, подготовката на образците, площта на връзката и др.

Очаквано най-ниска якост на опън се установи в контролната група и за трите керамични материала. Статистически значима разлика в тази група има между E.max Press и EX-3. Разглеждайки всеки керамичен материал поотделно **статистическа разлика се установи между контролните и всички останали групи с изключение на EC спрямо ER38 и EXC спрямо EXS20 и EXS50**.

В научната литература повечето автори изследват ролята на термичната обработка на силана, като използват за сравнение обработка с HF и силан. **Обработката с HF и силан осигури най-висока здравина на връзката при Heraceram Press и EX-3**, като при EX-3 получената стойност от 19,54 MPa е статистически по-голяма от всички останали групи в рамките на този керамичен материал, но не се различава ста-тистически от съответната група на **Heraceram Press (19,10 MPa) и E.max Press (17,1 MPa)**.

За Heraceram Press най-близки стойности до HHF се установиха при HR38 (15,93 MPa) и HS120 (15,73 MPa), без да има статистическа значима разлика между групите. Липса на статистически значима разлика се наблюдава и между HHF и останалите групи с изключение на HC и HS38H.

При този материал би могло да се използва обработка на разграпавената силанизирана повърхност с горещ въздух на 38°C или горещ въздух на 120°C преди циментиране и когато има възможност за екстраорални поправки.

Топлинната обработка на силана в група EX-3 не доведе до достатъчно високи резултати, които статистически да се доближат до постигнатите в EXHF. Това означава, че за този вид керамика най-подходящата обработка е комбинацията от флуороводородна киселина и силан.

Най-високи стойности на якостта на опън за литиево дисиликатната керамика се получиха след обработка на **силанизираната керамична повърхност с въздух на 120°C (18,23 MPa)**. Най-близки до нея са стойностите, получени в групи **EHF (17,37 MPa) и ER38 (16,45 MPa)**, като

не се установи статистическа разлика между трите групи. Липса на статистически значима разлика има и между EHF и ES20, ES38, ES38H. **Резултатите показват, че за E.max Press обработката с HF и силан може успешно да бъде заменена с третиране на силанизираната повърхност с горещ въздух на 120°C или разграпавяване и постсиланизационна обработка с въздух на 38°C.**

5. Обсъждане по пета задача

Научните данни, публикувани в литературата показват, че термичната обработка на силана подобрява адхезията между керамика и композит и според някои автори може дори да елиминира употребата на HF. Предложените от различните автори режими на постсиланизационна обработка включват струя горещ въздух, загряване в пещ и гореща вода. Времето за обработка е най-често 60 или 120 сек., като са възможни комбинации (напр. гореща вода и горещ въздух). Повечето колективи използват горещ въздух с температура 38°C, 45 ±5ºC , 50 ±5ºC или нагряване в пещ на 100 °C. Обикновено авторите използват един или два температурни режима, като сравняват резултатите с контроли полирани образци или обработка на керамичната повърхност с пясъкоструен апарат, флуороводородна киселина и силан. В публикуваните изследвания се проучва ролята на различните силанови агенти и различни керамични материали и комбинация между материали и методи за третиране.

В проведените от нас експерименти се изследват три керамични материала, един силанов свързващ агент и седем режима на постсиланизационна обработка, включващи температури 20°C, 38°C, 50°C, 100°C, 120°C, някои от тях в комбинация с разграпавяване с пилител или промивка с вода на стайна температура. Като контролни групи бяха използвани първа и втора тест група. Параметрите на обработката, свързани с нанасянето на силана, времето за престой и постсиланизационната обработка бяха стандартизирани за всички групи.

Въведените и тествани от нас експериментални постсиланизационни режими са:

1. Продухване с въздух на 38ºC за 30 сек., промивка с вода за 20 сек, продухване с въздух на 38ºC за 30 сек. и;

2. Продухване с въздух на 120ºC за 60 сек.

След постсиланизационната обработка се нанася адхезив за 15 сек, който се фотополимеризира за 20 сек.

Получените резултати за трите вида керамика показват, че първият експериментален метод дава сравнително ниски резултати и за трите керамични материала. Причината за това вероятно се дължи на невъзможността на водата на стайна температура да оптимизира кондензацията на силановия слой, както водата с температура 80°C, използвана от някои автори.

Обработката на силанизираните керамики с горещ въздух на 120ºC доведе до повишаване на здравината на връзката при трите керамични материала.

Най-високи якостни резултати при образците третирани с въздух на 120ºC се получиха за E.max Press (18,23 MPa). Тази стойност е най-висока от всички тестови групи, изработени от литиев дисиликат и не се различава значимо от стойността на EHF от 17,37 MPa. **Тя е статистически по-висока спрямо резултатите получени при HS120 и EX120**.

Употребата на флуороводородна киселина може да се замести с подходящо топлинно третиране на силана с въздух на 120ºC при керамичния материал E.max. При другите два изследвани от нас материала **е възможно елиминирането на киселината** от клиничния протокол **при следните случаи**:

- Алергии към киселината или някоя от нейните съставките.
- Невъзможност за изолация с кофердам.
- Открити зъбни тъкани и риск от контакт на киселината с тях.
- Пациенти, които категорично отказват употребата на опасни и корозивни материали.
- Пациенти с психични, неврологични или двигателни заболявания, при които има риск от контаминация с киселината.

В тези случаи може да се препоръча обработка на силана с температура 120ºC, когато обработката е извън устата или 38-50 ºC при интраорални поправки.

VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия дисертационен труд беше поставена следната цел:

Чрез подходящи температурни режими на третиране на покритата със силан керамична повърхност да се повиши здравината на връзката между керамика и композит при фиксиране на керамични конструкции и при поправки на фрактурирана керамика от металокерамични и керамични конструкции, за да се увеличи клиничната им дълготрайност и да се елиминира употребата на флуороводородната киселина като ецващ агент, с което ще се намали здравния риск за лекуващия екип и пациента. За изпълнение на целта бяха формулирани пет задачи.

На базата на изпълнените задачи и получените реултати могат да се направят следните заключения:

1. Заключения по първа задача

1.1. Установи се, че 86,7% от анкетираните лекари изработват най-често металокерамични конструкции.

1.2. Констатира се, че 39,5% от лекарите изработват изцяло керамични протезни конструкции.

1.3. Установи се, че 68,1% от лекарите предпочитат керамиката като материал за обвивни корони.

1.4. Трите най-често използвани керамики са циркониев диоксид, литиево дисиликатна стъклокерамика и алуминиева керамика .

1.5 Констатира се, че 87,6% от лекарите са имали случаи на отчупена керамика от изцяло керамични или металокерамични конструкции.

1.6. Констатира се, че 65,1% от лекарите са извършвали интраорални поправки на отчупена керамика.

1.7. Лекарите, използващи топлинни методи за третиране на силана прилагат най-често комбинацията пилител, ССА и адхезив, т.е елиминират HF като ецващ агент.

1.8. Интраорални поправки с клинична успеваемост над две години са 26,5% от направените.

1.9. Успеваемост над две години лекарите постигат най-често чрез пилител, ССА и адхезив (33,3%), пилител, HF и ССА (25,0%) и HF, ССА (25,0%). За успеваемост 1,5–2 г. най-голям процент от лекарите използват пилител, ССА, адхезив (75%).

1.10. Като основен недостатък на методите за интраорални поправки лекарите са посочили ниската ефективност 63,7%.

1.11. Установи се, че 45,2% от лекарите не са запознати с рисковете при работа с флуороводородна киселина, а 40,5% не са информирани какви действия да предприемат при контакт на киселината с тъканите.

2. Заключения по втора задача

2.1. В група EXHF се установиха разтворени от киселината участъци с неправилна форма, широчина от порядъка на 10-20μm и сложен криволичещ ход, в дълбочина на които се намират микроямки с размери 1-2 μm.

2.2. Наблюдават се също каналчета с разнопосочна ориентация, дължина 5-10 μm и широчина под 2 μm.

2.3. Площите, отговарящи на неразтворените от киселината участъци са с широчина от порядъка на 5-20μm и сложен криволичещ ход.

2.4. В група EHF се наблюдават множество ямки с неправилна форма, с размери до 2-3 μm и каналчета с вълнообразен ход и дължина около 5 μm, разположени сред литиево дисиликатни кристали.

2.5. Обработката на E.max Press с HF за 20сек. доведе до частично разтваряне на стъкловидната фаза, с непълна експозиция на кристалната структура.

2.6. В група HHF се установи наличието на каверни с неправилна окръглена или елипсовидна форма, с размери 5-20μm и по-малки разтворени участъци под формата на ямки с диаметър под 5 μm, разположени между кавернозните структури.

2.7. В група HHF се установиха каналчета, които в някои участъци обикалят почти напълно формираната каверна или се рзаполагат по границите на формираща се такава.

2.8. Установи се тенденция за намаляване на дебелината на силановия слой и на силановите були с увеличаване на температурата.

2.9. Най-тънък силанов слой се получава при обработка с въздух на 120ºC.

2.10. Дебелината на силановия слой варира средно между 0,6μm при стайна температура и 0,15μm при 120ºC.

3. Заключения по трета задача

3.1. Конструираният от нас апарат дава възможност за термична обработка на силана в температурния диапазон 38 до 145ºC.

3.2. Конструираният от нас апарат може да бъде приложен за повишаване на силата на свързване между композит и керамика при фиксиране на изцялокерамични конструкции и интраорални поправки на фрактурирана керамика, както и във всички случаи, при които е необходима термична обработка на силана.

3.3. Осигурена е необходимата мобилност на апарата.

3.4. Осигурена е възможността за автоклавиране на ръкохватката и дезинфекция на апарата.

3.5 Апаратът е лесен за употреба, не изисква специализирана подготовка за работа с него и може да се използва от всеки член на работния екип.

4. Заключения по четвърта задача

4.1. Най-ниска якост на опън се установи в контролната група и за трите керамични материала.

4.2. Обработката с HF и силан осигури най-висока здравина на връзката при Heraceram Press и EX-3.

4.3. За Heraceram Press най-близки стойности до HHF се установиха при HR38 (15,93 MPa) и HS120 (15,73 MPa) без да има статистическа значима разлика между групите.

4.4. Топлинната обработка на силана на EX-3 не доведе до достатъчно високи резултати, които статистически да се доближат до постигнатите в EXHF.

4.5. Най-високи стойности на якостта на опън за литиево дисиликатната керамика се получиха след обработка на силанизираната керамична повърхност с въздух на 120°C (18,23MPa).

4.6. Най-близки до нея са стойностите, получени в групи EHF (17,37MPa) и ER38 (16,45MPa), като не се установи статистическа разлика между трите групи.

4.7. Резултатите показват, че за E.max Press обработката с HF и силан може успешно да бъде заменена с третиране на силанизираната повърхност с горещ въздух на 120°C или разграпавяване и постсиланизационна обработка с въздух на 38°C.

4.8. Разграпавяването с пилител повиши здравината на връзката при образците, третирани с въздух с температура 38°C.

4.9. Силановият свързващ агент повиши здравината на връзката между керамика и композит за трите керамични материала.

4.10. Топлинната обработка на силана допринесе най-много за повишаване на здравината на връзката между керамика и композит при образците от E.max Press и най-малко за образците от EX-3.

5. Заключения по пета задача

5.1. Обработката на керамичните образци с въздух на 38°C, промивка с вода и отново въздух на 38°C доведе до повишаване на здравината на връзката между керамика и композит спрямо контролната група при трите керамики.

5.2. Обработката на силанизираните керамики с горещ въздух на 120ºC доведе до повишаване на здравината на връзката при трите керамични материала.

5.3. Най-високи якостни резултати при образците, третирани с въздух на 120ºC се получиха за E.max Press. Стойността е статистически по-висока спрямо резултатите получени при HS120 и EX120.

5.4. Обработката на литиево дисиликатната керамика с въздух на 120ºC би могла да замести третирането с HF и CCA преди циментиране на протезните конструкции или при екстраорални поправки.

5.5. За Heraceram Press с този метод се получи здравина на връзката от 15,73 MPa, което е много близка стойност до тази на HR38 (15,93MPa) и не се различава статистически от HHF (19,1MPa).

VIII. ИЗВОДИ

От изпълнението на поставените в дисертацията цел и задачи могат да се направят следните изводи:

1. Конструиран е апарат за подаване на горещ въздух с регулируема температура предназначен специално за дентални цели. Той е подходящ за всички случаи, при които е необходима термична обработка на силана – фиксиране на изцяло керамични конструкции, интраорална поправка на фрактурирана керамика, лабораторни изследвания и др.

2. Апробирани са две нови, оригинални методики за постсиланизационно термично третиране. Обработката с въздух с температура 120°C осигурява най-висока здравина на връзката от всички термични режими на обработка за трите изследвани керамични материала.

3. Установено е, че в резултат на ецването с флуороводородна киселина на керамичната повърхност, в зависимост от керамичния материал, се получават каналчета с разнопосочна ориентация, дължина 5-10 μm и широчина под 2 μm, ямки с размери 1-5 μm и каверни с неправилна окръглена или елипсовидна форма, с размери 5-20μm.

4. Установено е, че силановият свързващ агент, нанесен върху стъклен субстрат, в зависимост от температурата, създава неравномерен слой с дебелина между 0,6μm и 0,15μm.

5. Потвърдено е, че връзката между керамика и композит зависи от вида на керамичния материал и метода на подготовка на керамичната повърхност.

6. Установено е, че 86,7% от анкетираните лекари изработват най-често металокерамични конструкции и 87,6% са имали случаи на отчупена керамика от изцяло керамични или металокерамични конструкции.

7. Установено е, че 39,5% от лекарите изработват изцяло керамични конструкции, като най-често използваните материали са циркониев диоксид, литиев дисиликат и алуминиева керамика.

IX. ПРИНОСИ

I. Приноси с научно-приложен характер:

1. Разработен е апарат за подаване на горещ въздух с регулируема температура за постсиланизационна обработка на силана. Той е подходящ за всички случаи, при които е необходима термична обработка на силана – фиксиране на изцяло керамични конструкции, интраорална поправка на фрактурирана керамика, лабораторни изследвания и др.

2. Апробирани са две нови, оригинални методики за постсиланизационно термично третиране.

3. За първи път е направено систематично изследване на влиянието на фактора температура върху здравината на връзката между керамика и композит при пет температурни режима на постсиланизационно третиране.

4. Установено е, че за литиево дисиликатната керамика E.max Press е възможно обработката на керамичната повърхност с флуороводородна киселина и силан да бъде заменена успешно с нанасянето на силан и последващата му обработка с въздух с температура 120^{o}C.

5. За първи път в България е проведено анкетно проучване след лекарите по дентална медицина относно честотата и вида на изработваните керамични и металокерамични протезни конструкции.

6. За първи път в България е проведено анкетно проучване след лекарите по дентална медицина относно честотата на фрактуриране на порцелана на протезните конструкции и методите за обработване на керамичната повърхност за свързване с композитни материали.

II. Приноси с потвърдителен характер

1. Потвърдени са установените от други авторски колективи промени на керамичната повърхност в резултат на ецване с флуороводородна киселина.

2. Потвърдени са морфологичните особености на силановия слой при нанасянето му върху стъклен субстрат и последваща температурна обработка.

3. Потвърдено е, че якостта на свързване между керамика и композит зависи от вида на керамичния материал и метода на подготовка на керамичната повърхност.

4. Потвърдено е, че постсиланизационната термична обработка на силана повишава якостта на свързване между керамика и композит.

X. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ И УЧАСТИЯ В КОНГРЕСИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Публикации:

1. **Янакиев С.**, Б. Йорданов, В. Стоицев, Д. Касабов, Д. Панчев. Апарат за горещ въздух с регулируема температура. Здраве и Наука, 1(013), 2014, 67-70.

2. **Янакиев С.**, М. Маринова-Такорова, Г. Жегова, Б. Йорданов. Дентална керамика – минало, настояще и бъдеще (част 1). Исторически данни и класификация. Здраве и Наука, бр. 3(015), 2014 г.,34-36.

3. **Янакиев С.**, М. Маринова-Такорова, Г. Жегова, Б. Йорданов. Дентална керамика – минало, настояще и бъдеще (част 2). Видове керамични материали. „Здраве и Наука“ бр. 4(016), 2014 г., 23-26.

4. **Yanakiev S.**, B. Yordanov, V. Dikov. Influence of silane heat treatment on the tensile bond strength between EX-3 synthetic veneering porcelain and composite resin using five different activation temperatures. J of IMAB, 23,2017, 1, 1456-1459.

Участия в конгреси:

1. **Янакиев С**., Б. Йорданов, М. Маринова-Такорова, С. Сандова. Материали и методи за обработка на силикатните керамики преди циментиране. 15-ти юбилеен научен конгрес на БЗС, 11-14 юни 2015 г., Бургас, България.