

**МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ПЛОВДИВ**  
**ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА**

---

**КАТЕДРА ОПЕРАТИВНО ЗЪБОЛЕЧЕНИЕ И ЕНДОДОНТИЯ**

**Ръководител: проф. д-р Ст. Владимиров, дм**



**д-р Валерия Александрова Александрова**

**БИОМЕХАНИЧНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ДИРЕКТНО  
ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА I И II КЛАС КАРИОЗНИ ДЕФЕКТИ  
ПРИ ПАЦИЕНТИ С БРУКСИЗЪМ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

*на дисертационен труд за присъждане на  
образователна и научна степен  
„ДОКТОР“*

Научна специалност 03.03.01  
Терапевтична стоматология

**Научен ръководител: проф. д-р Нешка Манчорова-Велева, дм**  
**Научен консултант: доц. д-р Десислава Пашкулева**

**Пловдив, 2018**

Дисертационният труд е написан на 221 страници и е онагледен с 120 фигури, 22 таблици и 48 диаграми. Библиографията включва 197 литературни източника, от които 18 на кирилица и 179 на латиница.

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

Изследванията от дисертационния труд са извършени в катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“, CAD-CAM център на ФДМ – Пловдив и в Институт по механика, Българска академия на науките, София.

*Научно жури:*

*Председател:*

Проф. д-р Стоян Владимиров, дм

*Членове:*

Проф. д-р Славчо Димитров, дм

Проф. д-р Нешка Манчорова-Велева, дм

Доц. д-р Здравка Иванова, дм

Доц. д-р Елка Радева, дм

*Резервни членове:*

Проф. д-р Снежана Цанова, дм

Доц. д-р Жанет Кирилова, дм

Публичната защита на дисертационния труд пред Научно жури ще се състои на ..... от ..... в ..... аудитория на Медицински университет – Пловдив, бул. „Васил Априлов“ 15А.

Материалите по защитата са на разположение в Научен отдел на МУ – Пловдив, бул. „Васил Априлов“ 15А и на интернет страницата на Медицински университет – Пловдив.

# СЪДЪРЖАНИЕ

<b>Използвани съкращения .....</b>	<b>4</b>
<b>Въведение .....</b>	<b>5</b>
<b>Цел и задачи .....</b>	<b>6</b>
<b>Материал и методи .....</b>	<b>7</b>
Задача 1: Проучване на мнението на лекари по дентална медицина относно приложението на различни видове възстановявания за лечение на кариозни лезии в дисталната област при пациенти с бруксизъм.....	7
Задача 2: Проучване на биомеханичното поведение на I и II клас директни обтурации в условия на екстремни дъвкателни сили чрез 3D математическо моделиране по метода на крайните елементи .....	8
Задача 3: Изследване на трибологичните характеристики на различни поколения композиционни материали и амалгама.....	11
Задача 4: Клинична оценка на директни композиционни възстановявания на кариозни дефекти в дисталната област при пациенти с бруксизъм .....	15
<b>Собствени резултати и обсъждане .....</b>	<b>20</b>
Задача 1. ....	20
Задача 2. ....	27
Подзадача 2.1. ....	27
Подзадача 2.2. ....	31
Подзадача 2.3. ....	33
Задача 3. ....	34
Подзадача 3.1. ....	34
Подзадача 3.2. ....	37
Подзадача 3.3. ....	40
Задача 4. ....	45
<b>Заключение .....</b>	<b>53</b>
<b>Препоръки към лекарите по дентална медицина .....</b>	<b>57</b>
<b>Изводи .....</b>	<b>58</b>
<b>Приноси .....</b>	<b>59</b>
<b>Публикации свързани с дисертационния труд .....</b>	<b>60</b>

## ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ:

<b>ТЗТ</b>	Твърди зъбни тъкани
<b>ДА</b>	Дентална амалгама
<b>КМ</b>	Композитен материал
<b>ЛДМ</b>	Лекари по дентална медицина
<b>ГЙЦ</b>	Глас-йономерен цимент
<b>МКЕ</b>	Метод на крайните елементи
<b>ОЗЕ</b>	Оперативно зъболечение и ендодонтия
<b>ПДМ</b>	Протетична дентална медицина
<b>ДДМ</b>	Датска дентална медицина
<b>ОХ</b>	Орална хирургия
<b>ЛЧХ</b>	Лицево-челюстна хирургия
<b>TGDMA</b>	Триглицидил диметакрилат
<b>UDMA</b>	Уретан диметакрилат
<b>Bis-EMA</b>	Бисфенол-А-полиетиленгликол диетер диметакрилат
<b>Bis-GMA</b>	Бисфенол-А-Глицидил метакрилат
<b>MPa</b>	Мегапаскали
<b>N</b>	Нютон
<b>mm</b>	Милиметър
<b>min</b>	Минути
<b>g</b>	Грам
<b>μA</b>	Микроампера

## ВЪВЕДЕНИЕ

**Биомеханичните компоненти на дъвкателния апарат**, като отделен елемент от биомеханиката на човешкото тяло, представляват добре оформена и синхронизирана система. Основен феномен – резултат от функцията се явява **оклузалното зъбно изтриване**. С голямо значение за денталната практика е парафункционалната активност, дефинирана с названието – **бруксизъм**. Изборът на лечение във всеки един етап на патологичното зъбно изтриване налага симулация на разглеждания феномен – бруксизъм в лабораторни условия. Разработването на компютърни програми и триизмерни модели на вариации на клинични сценарии, спомага за детайлно вникване в интимния механизъм на разглежданата патология. Условията на динамометричен стрес в устната кухина изискват разглеждане на трибологичната характеристика, както на натоварения, така и на натоварващия елемент от функциониращото звено – дъвкателна двойка антагонисти.

От направения обстоен анализ на достъпната ни специализирана литература се извеждат следните нерешени проблеми:

- В България липсват проучвания за приложението на различни видове възстановявания при лечение на кариозните лезии в дисталната област на пациенти с бруксизъм.
- Липсва информация за разпределението на напреженията и деформациите в зъбните тъкани, граничните повърхности и obturationния материал от ДА и КМ при I и II клас класически и адхезивни кавитети в условия на екстремни дъвкателни сили.
- Съществува необходимост от нови задълбочени познания относно биомеханичното поведение на системите: Зъбни тъкани – ГЙЦ лайнер – Конвенционална/Съвременна Амалгама и Зъбни тъкани – Адхезив – Конвенционален КМ/Кондензируем КМ.
- Противоречиви са данните за скоростта и устойчивостта на триене и надраскване (дълбочина, коефициент и сила) на съвременните ДА и КМ.
- Честотата на пациенти с бруксизъм в световната популация нараства. Все по-често пациенти с оклузално зъбно изтриване ще се нуждаят от лечение на кариозни лезии в дисталния участък. Разнородността на методиките за клинично проучване на дълготрайността на директни възстановявания на дъвкателни зъби, както и изключителното разнообразие на денталните материали ни мотивира за собствено проучване.

## ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

**Цел:** Да се проучат биомеханичните характеристики на директни възстановявания на I и II клас кариозни дефекти в условия на повишено дъвкателно натоварване (бруксизъм).

### **Задачи:**

1. Да се проучи мнението на лекари по дентална медицина относно приложението на различни видове възстановявания за лечение на кариозни лезии в дисталната област при пациенти с бруксизъм.
2. Да се проучи биомеханичното поведение на I и II клас директни obturации в условия на екстремни дъвкателни сили чрез 3D математическо моделиране по метода на крайните елементи, като се:
  - 2.1. анализира разпределението на напреженията в зъбните тъкани, obturациите и граничните им повърхности при различни поколения композитни възстановявания и амалгама;
  - 2.2. проучи разпределението на деформациите в интегрирани 3D модели на конвенционални и адхезивни кавитети, възстановени с различни поколения композитни и амалгамени obturации;
  - 2.3. представи сравнително максималните напрежения и деформации при изследваните различни поколения амалгама и композитни материали.
3. Да се изследват трибологичните характеристики на различни поколения композиционни материали и амалгама.
  - 3.1. Да се създаде собствен, оригинален експериментален модел за провеждане на трибологични изследвания на дентални материали в стандартни изпитателни условия;
  - 3.2. Да се изследва скоростта и дълбочината на износване чрез микронадраскване при конвенционални и съвременни композити и амалгама;
  - 3.3. Да се проучи устойчивостта на триене и износване на повърхността и в дълбочина на възстановителни материали от конвенционални и съвременни композити и амалгама.
4. Да се проведе клинично проучване за оценка на директни композиционни възстановявания на кариозни дефекти в дисталната област при пациенти с бруксизъм

## **МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ**

**Задача 1: ПРОУЧВАНЕ НА МНЕНИЕТО НА ЛЕКАРИ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА ОТНОСНО ПРИЛОЖЕНИЕТО НА РАЗЛИЧНИ ВИДОВЕ ВЪЗСТАНОВЯВАНИЯ ЗА ЛЕЧЕНИЕ НА КАРИОЗНИ ЛЕЗИИ В ДИСТАЛНАТА ОБЛАСТ ПРИ ПАЦИЕНТИ С БРУКСИЗЪМ.**

### **Обект на наблюдение**

144 лекари по дентална медицина от районни колегии в цялата страна и работещи в чужбина, с различен трудов стаж, възраст и местонахождение на клиничната си практика.

### **Единици на наблюдение**

Лекар по дентална медицина, лекуващ зъбен кариес във временно, смесено и постоянно съзъбие.

### **Място на наблюдение**

Анкетирани са лекари по дентална медицина от гр. Пловдив и страната, участвали в научни семинари и конференции в гр. Пловдив. Данни от анкетното проучване са събрани и посредством електронна анкетна карта индивидуално предоставена на лекари по дентална медицина от районни колегии в цялата страна и работещи в чужбина.

### **Време на наблюдение**

Септември 2015 – април 2016 година.

### **Органи на наблюдение**

За извършване на анкетирването дисертантът се ангажира с реализиране на задачата.

### **Регистриране**

За целите на проучването е разработена оригинална анкетна карта със запазена анонимност, която съдържа 10 въпроса. Първите 4 въпроса са социално-демографски, а останалите 6 касаят изследваните признаци на наблюдение и са с възможност за избор на повече от един отговор. Способът за регистрация е чрез самонаблюдение.

### **Признаци на наблюдение**

1. Пол;
2. Възраст;
3. Специалност;
4. Трудов стаж;
5. Брой на пациентите с бруксизъм за една година;

6. Възраст на пациентите с бруксизъм;
7. Предпочитан метод за лечение на кариес на дистални зъби при пациенти с бруксизъм;
8. Приложение на директен метод за obtуриране при пациенти с бруксизъм;
9. Избор на материал за директни дистални възстановявания при пациенти с бруксизъм;
10. Най-чести усложнения наблюдавани след директно obtуриране на дистални кариозни дефекти при пациенти с бруксизъм.

### **Метод**

Използваният метод за събиране на емпиричните данни е пряка групова анкета. Разпределението на резултатите, следва връзката между демографски и специализирани въпроси от проведената анкета. Събраната първична информация е кодирана и въведена в компютърна база данни, където е извършена статистическа групировка, прекодиране и анализ. Данните са обработени с помощта на специализирания статистически продукт SPSS (версия 17). Използвани са:

- Дескриптивен анализ.
- Непараметричен анализ.
- Графичен анализ.
- Корелационен анализ.
- Вариационен анализ на количествени променливи
- Използва се критично ниво на значимост 0,05. Нулевата хипотеза се отхвърля при стойност на  $p < 0,05$ .

**Задача 2: ПРОУЧВАНЕ НА БИОМЕХАНИЧНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА I и II КЛАС ДИРЕКТНИ ОБТУРАЦИИ В УСЛОВИЯ НА ЕКСТРЕМНИ ДЪВКАТЕЛНИ СИЛИ ЧРЕЗ 3D МАТЕМАТИЧЕСКО МОДЕЛИРАНЕ ПО МЕТОДА НА КРАЙНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ.**

### **Създаване на 3D геометричен модел на горен ляв премолар**

За целите на последващите изследвания върху разпределението на напреженията и деформациите при I и II клас конвенционални и адхезивни кавитети, възстановени с различни поколения композитни и амалгамени obtурации е използван триизмерен компютърен модел на горен премолар. Създаването и определянето на валидността на 3D модел на горен премолар по МКЕ е осъществено в катедра Оперативно зъболечение и Ендодонтия ФДМ – Пловдив.

Приема се, че тъканите, изграждащи модела (емайл, дентин, пулпа, периодонтален лигамент), са хомогенни и изотропни, с линейно еластично поведение. Механичните характеристики на моделираните тъкани са представени в таблица 1.

**Таблица 1. Механични характеристики на моделираните тъкани**

Вид тъкан	Модул на линейни деформации E (GPa)	Коефициент на Поасон ( $\mu$ )	Коефициент на линейно-температурно разширение ( $\alpha$ )
емайл	48	0,28	$1,15 \times 10^{-5}$
дентин	19	0,31	$1,01 \times 10^{-5}$
пулпа	0,00207	0,45	$1,01 \times 10^{-5}$
периодонтален лигамент	0,0069	0,45	$1,01 \times 10^{-5}$

- Моделиране на различни по геометрия I и II клас кавитетни форми, адхезивен слой, лайнер от ГЙЦ, композитни и амалгамени obturации.

Въз основа на този 3D модел на горен премолар са изградени осем допълнителни модела с различни по размери и геометрия I и II клас кавитети (таблица 2). Те съответстват на клинични ситуации при среден и дълбок кариес с ограничена и широка препарация без скосяване по оклузалните и апроксималните граници.

**Таблица 2. Размери на конструираните кавитети (mm)**

модел	С фактор	кавитетни размери										
		MD	BL			OP	OG		MG		DG	
			M	C	D		M	D	BL	GA	BL	GA
A	5,4	5,23	3,08	0,6	2,5	1,84	-	-	-	-	-	-
A1	4,7	5,26	3,28	2,07	2,99	3,38	-	-	-	-	-	-
A2	7,6	1,17	-	1,2	-	3,35	-	-	-	-	-	-
Б	1,5	0,67	3,5	-	-	-	2,2	-	4,6	1,7	-	-
Б1	1,5	2,4	4,2	-	-	-	3,4	-	5,3	3,3	-	-
Б2	3,4	1,17	1,51	-	-	-	3,86	-	2,87	2,17	-	-
С	1,5	5,56	3,67	1,48	3,72	1,57	2,0	2,2	4,0	1,8	4,5	1,7
С1	1,2	5,55	3,51	2,67	4,29	3,38	6,7	6,3	4,9	1,2	4,6	1,1

**Легенда:**

Модел А – I клас плитък и тесен кавитет;

Модел А1 – I клас дълбок и широк кавитет;

Модел А2 – I клас ограничен, крушовиден;

Модел Б – II клас плитък и тесен, мезио-оклузален кавитет;

Модел Б1 – II клас дълбок и широк, мезио-оклузален кавитет;

Модел Б2 – II клас ограничен, крушовиден;

Модел С – II клас плитък и тесен, мезио-оклузо-дистален кавитет

Модел С1 – II клас дълбок и широк, мезио-оклузо-дистален кавитет;

MD – мезио-дистален размер;

BL – буко-лингвален размер;

M – мезиално;

C – централно;

D – дистално;

OP – оклузо-пулпарен размер;

OG – оклузо-гингивален

MG – мезиална гингивална основа;

DG – дистална гингивална основа;

GA – гингиво-аксиален размер.

За всеки един от тези осем модела е симулирано обтуриране с два вида КМ и с две поколения ДА. Така са създадени общо 32 модела. За целите на изследването е моделиран адхезивен слой, със същия тип крайни елементи и ширина 30  $\mu\text{m}$ . В модела са използвани механични характеристики (таблица 3) на адхезивен слой (Optibond FL), два вида КМ (КМ1 – Filtek P60; КМ 2 – Gradia Direct Posterior), конвенционален ГЙЦ (Fuji IX), две поколения ДА (ДА1- конвенционална; ДА2 – съвременна с по-високо съдържание на Си и без  $\gamma 2$  фаза).

**Таблица 3. Механични характеристики на моделираните материали**

Вид зона (материал)	Модул на линейни деформации E (GPa)	Коефициент на Поасон ( $\mu$ )	Коефициент на линейно-температурно разширение ( $\alpha$ )
адхезивен слой	4,85	0,30	$3,94 \times 10^{-5}$
КМ 1	19	0,32	$3,94 \times 10^{-5}$
КМ 2	6,7	0,22	$3,94 \times 10^{-5}$
ГЙЦ	10	0,30	$35 \times 10^{-6}$
ДА 1	20	0,34	$25 \times 10^{-6}$
ДА 2	58	0,34	$25 \times 10^{-6}$

**Полимеризационното свиване** е моделирано чрез температурна деформация, с отрицателна температурна разлика (охлаждане), съответстваща на действителното обемно свиване на композиционния материал: КМ 1, Filtek P60 = 1,7 vol% КМ 2, Gradia Direct Posterior = 1,8 vol%.

#### • Дизайн на биомеханичното изследване

Върху всеки един от така създадените 32 модела е симулирано аксиално и косо натоварване с различна големина на натоварващата сила. Аксиалното натоварване е осъществено при 300 N, 600 N, 900 N, а косото – при 200 N, 400 N, 600 N. Общо са извършени 192 симулации.

Симулациите са осъществени посредством софтуерен продукт SOLIDWORKS S 2016 с помощта на доц. Милчо Ташев ТУ – Пловдив, доц. д-р Десислава Пашкулева, институт по механика, БАН, София.

При всеки кавитетен дизайн са изследвани разпределението на напреженията и последващите деформации и премествания в обтурационния материал, адхезивния слой и ТЗТ. Степента на механично натоварване във всяка област е оценено чрез еквивалентното напрежение в нея, определено по якостната теория на von Mises.

**ЗАДАЧА 3: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТРИБОЛОГИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА РАЗЛИЧНИ ПОКОЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННИ МАТЕРИАЛИ И АМАЛГАМА.**

**Обект на наблюдение**

Пет възстановителни материала, използвани за лечение на зъбен кариес в дисталната област:

1. Микрофилен хибриден КМ (**Gradia Direct posterior**, GC Corporation Tokyo Japan);
2. Кондензируем КМ (**Filtek P60**, 3M ESPE USA);

*Таблица 4. Състав на КМ*

Композит	Вид	Производител	Матрикс	Пълнител	Тегловни %	Обемни %	Размер на пълнителите
<b>Gradia Direct posterior</b>	Микрофилен хибрид	GC Corporation Tokyo Japan	UEDMA	Бариево-силикатно стъкло, SiO <sub>2</sub> , преполимеризирали пълнителите	77	65	Приблизително 0,85µm
<b>Filtek P60</b>	Кондензируем	3M ESPE USA	Bis-GMA, Bis-EMA, TEGMA, UDMA	Цирконий/ Силиций	83	61	0,04-3,5µm

3. ДА без  $\gamma_2$  фаза, обогатена с Cu (**Cavex Alloy**, Cavex Holland BV);
4. ДА без  $\gamma_2$  фаза, с високо съдържание на Ag (**Cavex Non Gamma - 2**, Cavex Holland BV);

*Таблица 5. Състав на ДА*

Материал	Производител	Форма	Химичен състав			
			Ag	Sn	Cu	Zn
<b>Cavex Alloy</b>	<b>Cavex Holland BV</b>	70% стругована 30% сферична	45%	30,5%	24%	0,5%
<b>Cavex Non Gamma- 2</b>	<b>Cavex Holland BV</b>	100% стругована	69,2%	18,6%	11,9%	0,3%

5. Метална сплав използвана за позитивна контрола (**Duceralloy C**, Degu dent, Dentsply Int.) със състав посочен в таблица 6.

**Таблица 6. Състав на металната сплав**

Име на сплавта	Производител	Химичен състав в тегловни %							
		Co	Cr	W	Nb	V	Si	Mo	Fe
Duceralloy C	Degu dent, Dentsply Int.	59,4	24,5	10,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,1

**Единици на наблюдение**

45 тестови образци- по 9 образца от всеки материал.

**Място на наблюдение**

Институт по механика, БАН, гр. София.

**Време на наблюдение**

Март 2015 –април 2016 г.

**Органи на наблюдение**

Дисертантът съвместно със специалист по приложна механика гл. Асистент Петър Тодоров и доц. д-р Десислава Пашкулева.

**Признаци на наблюдение**

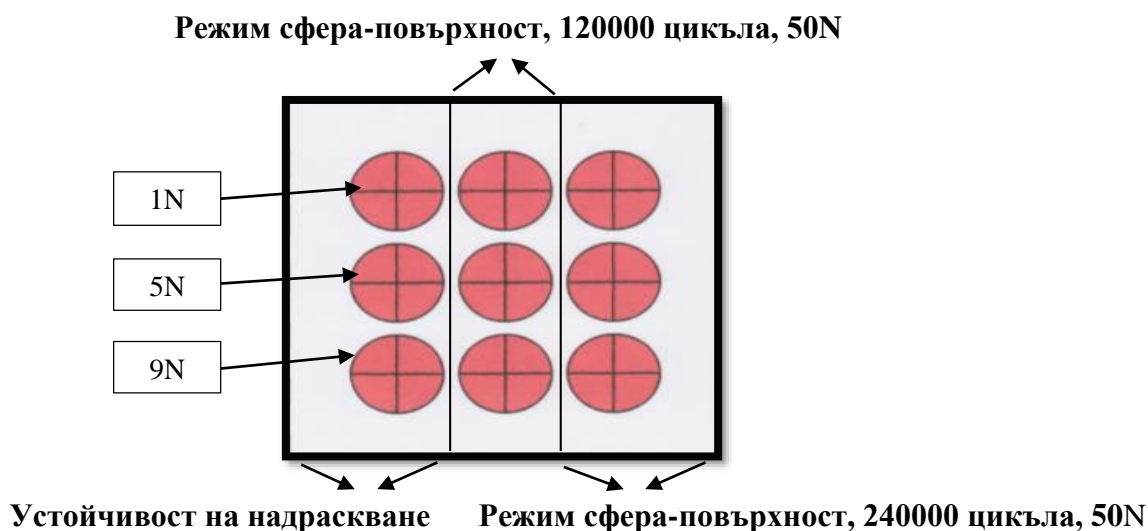
Дълбочина на триене; Коефициент на триене; Сила на триене; Дълбочина на надраскване; Коефициент на надраскване; Микротвърдост.

**Метод**

- Изпитване за устойчивост на микронадраскване при режим 1N, 5N, 9N.
- Изпитване за устойчивост на триене при 120000 цикъла в режим сфера-повърхност с натоварване 50 N(6 месеца клинична функция).
- Изпитване за устойчивост на триене при 240000 цикъла в режим сфера-повърхност с натоварване 50 N(12 месеца клинична функция).
- Оптична микроскопия след тест на триене и микронадраскване
- 3D профилометрия след тест на триене

**Дизайн на трибологичното изследване**

За всеки вид материал 3-те тестови образца от първата колонка се подлагат на изпитване на устойчивостта на надраскване при режим 1N, 5N, 9N. Тестовите образца от 2-рата колонка се изследват за устойчивост на триене в режим сфера-повърхност, при 120000 цикъла с натоварване 50N. Последната колонка 3 тестови образца се изследват за устойчивост на триене в режим сфера-повърхност, при 240000 цикъла с натоварване 100 N (фиг. 1)



*Фиг. 1. Дизайн на трибологичното изследване*

### Описание на измервателната апаратура



*Фиг. 2. UMT-2M*

UMT-2M (Bruker-CETR) е универсален модул-апарат за извършване на широк диапазон от макро- и микро-механични, както и трибологични изпитвания (Фиг. 10) на покрития (тънки или дебели, твърди или меки) и обемни материали – керамики, метали, полимери, стъкло, композитни материали, тъкани и хартия. Работи с натоварвания в интервала 5 mN – 1000 N; предоставя възможност за използване на няколко сензора и позволява едновременно измерване, визуализиране и запис в реално време на деформации и сили, докато извършва синхронизирани линейни и ротационни премествания по различни оси с помощта на синхронизирано линейно или ротационно задвижване.

### Тест на микро-надраскване – режим и условия

Режимът и условията на проведените тестове на микро-надраскване включват един цикъл от три стъпки, които извършват многократни надрасквания с 1 mm разстояние между всеки две от тях, а дължината на всяко надраскване е 5 mm. Тестът е проведен с три постоянни сили – 1 N, 5 N и 9 N – за всеки от петте образеца; транслационното движение на надраскването се извършва от

линейно задвижване, върху което се закрепват образците, със скорост 0,1 mm/sec; преместването встрани на 1mm разстояние при извършване на последователни надрасквания се реализира от слайдер, който премества главата с резаца. Тестовите са извършени в съответствие със стандарт ASTM G133-95.

## Устойчивост на триене

### “Ball-on-Flat” – тестова процедура и условия на теста

Тестовите на износване по методиката “ball-on-flat” включват използване на **сфера от хромирана стомана с диаметър 6,35 mm**, която бива плъзгана по повърхността на закрепения неподвижно образец (в случая, дентален материал), под въздействието на възвратно-постъпателно движение на линейно задвижване. Апаратът следи и записва динамичното нормално натоварване, силата на триене и коефициента на триене.

Тестове за определяне на коефициента на триене на денталните образци са проведени при еднакви условия и в съответствие със стандарти:

- Скорост на преместване на топчето по повърхността: **2,5 mm/sec**;
- Приложена постоянна сила: **50 N**;
- Време на теста на триене: **2 пъти по 30 min**;
- Температура: **24°**;
- Влажност: **40%**.

3D профилометриите са изготвени посредством 3D оптичен профилометър Zeta-20 (Zeta Instruments), (фиг. 3) с вертикална (Z) разделителна способност < 1 nm, зрително поле от 0,006 mm<sup>2</sup> до 15 mm<sup>2</sup> и увеличение 5x, 20x, 50x и 100x.



*Фиг. 3. 3D оптичен профилометър Zeta-20*

#### **ЗАДАЧА 4: КЛИНИЧНА ОЦЕНКА НА ДИРЕКТНИ КОМПОЗИЦИОННИ ВЪЗСТА- НОВЯВАНИЯ НА КАРИОЗНИ ДЕФЕКТИ В ДИСТАЛНАТА ОБЛАСТ ПРИ ПАЦИЕНТИ С БРУКСИЗЪМ.**

##### **Обект на наблюдение**

Клиничното изследване е проведено върху 30 пациента. Подборът на участниците е осъществен след преглед на 140 здрави доброволци, студенти по дентална медицина от III и IV курс по следните критерии:

- Общи критерии за включване:
  - възраст – 18-30 години;
  - общо състояние – добро;
  - захватка – I клас по Angle;
  - пародонт – клинично здрав.
- Локални критерии за включване:
  - витални зъби – премолари и молари;
  - I и II клас кариозни лезии;
  - наличие на плоскостни оклузални контакти.

От всички 140 прегледани студенти 100 не отговарят на критериите за включване – общи и локални. Трима отказват участие. От останалите 37 са избрани 30 чрез случаен подбор.

Преди участието си в изследването, пациентите получават формуляр на писмена информация за същността, рисковете и очакваните ползи от изследването. От всички пациенти е подписана форма за информирано съгласие. Клиничното изследване е одобрено от Комисия по Научна етика (пр. №1/02.02.2017).

##### **Единици на наблюдение**

- Пациент с I и II клас кариесна лезия;
- Витален зъб – премолар или молар с кариесен дефект;
- Обтурации на I и II клас кариесни лезии изработени от **Gradia Direct posterior**, GC Corporation Tokyo Japan.

##### **Място на наблюдение**

Катедра „Оперативно зъболечение и ендодонтия“ в колаборация с катедра „Протетична дентална медицина“, Факултет по Дентална Медицина, Медицински университет – Пловдив.

##### **Време на наблюдение**

Периодът от септември, 2016 година до март, 2017 година включително.

##### **Органи на наблюдение**

За извършване на клиничното изследване дисертантът е ангажиран с реализиране на задачата.

## **Регистриране**

За целите на клиничното проучване е изготвена оригинална индивидуална клинична карта (Приложение 5). Тя съдържа паспортна част, „специфичен въпросник“ за диагностициране на пациент с бруксизъм и стандартен ред за изследване на болен със зъбен кариес. В нея са описани всички етапи от клиничния протокол и от контролните прегледи. Посредством индивидуалната клинична карта е осъществен подбор и предварителен анализ на таргетна група пациенти с бруксизъм, индицирани за консервативно лечение на кариозни лезии на дъвкателни зъби, както и проследяване на изследваните признаци.

### **Признаци на наблюдение**

За единицата на наблюдение “пациент” се отчитат следните признаци:

- пол;
- възраст.

За единицата на наблюдение “кариесен дефект” се регистрират:

- клас, локализация и дълбочина на кариесната лезия;
- вид на възстановявания зъб (горен / долен, премолар / молар).

За единицата на наблюдение „обтурации на I и II клас кариесни лезии“ се регистрират:

- подходящ цвят;
- маргинално оцветяване;
- маргинална адаптация;
- анатомична форма;
- вторичен кариес;
- апроксимален контакт;
- степен на износване.

### **Метод**

Приложен е методът на автоконтрола – създава се само една единствена група, която преди експеримента се приема за контролна, а по време на експеримента и след него, за опитна.

Събраната първична информация е кодирана и въведена в компютърна база данни, където е извършена статистическа групировка, прекодиране и анализ. Данните са обработени с помощта на специализирания статистически продукт SPSS (версия 17). За таблична и графична обработка се използват продуктите на Microsoft Office. При статистическата обработка на събраната първична информация са използвани: дескриптивен анализ; непараметричен анализ; графичен анализ; корелационен анализ; вариационен анализ на количествени променливи. Използва се критично ниво на значимост 0,05. Нулевата хипотеза се отхвърля при стойност на  $p < 0,05$ .

## Клиничен протокол

1. Конвенционално регистриране на оклузалните контакти в устната кухина чрез артикулационна хартия (фиг. 4, 5).

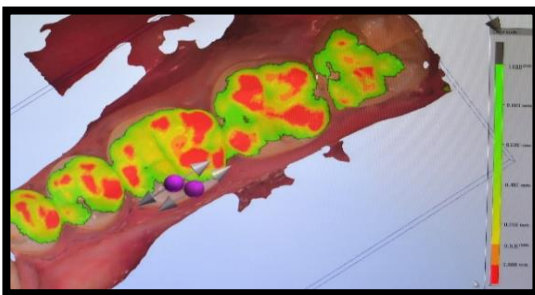


Фиг. 4.

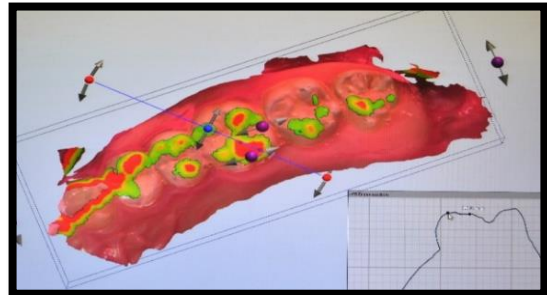


Фиг. 5.

2. Дигитално регистриране на плоскостни оклузални контакти върху дигитален модел, сканиран чрез 3Shape Trios (фиг. 6) и измерване на най-големия им диагонал посредством CAD модула на CAD-CAM софтуер (фиг. 7).



Фиг. 6.



Фиг. 7.

3. Оперативни и възстановителни процедури:

- Кавитетна препарация (фиг. 8, 9, 10);
- Медикаментозно въздействие;
- Нанасяне на адхезивна система
- Обтуриране
- Финиране, артикулиране, полиране.



Фиг. 8.



Фиг. 9.



Фиг. 10.

## Регистриране на базови данни за оценка на износоустойчивостта на композиционите obturации

1. Снемане на сегментен силиконов отпечатък (фиг. 11);
2. Отливане на модел от синтетичен IV клас твърд гипс и маркиране на контролни реперни точки (фиг. 12);
3. Създаване на оригинална матрица за точно възпроизвеждане на контролни реперни точки. (фиг. 13, 14, 15);
4. Дигитално лабораторно сканиране на зъба с изработената obturация чрез 3 Shape Trios;
5. Измерване на площ, ограничена от оклузалната повърхност на аксиален срез на изработената obturация и диагонал, свързващ контролни реперни точки чрез CAD модула на CAD-CAM софтуер (фиг. 16).



Фиг. 11.



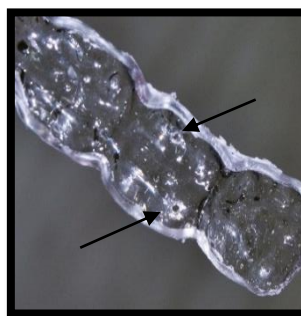
Фиг. 12.



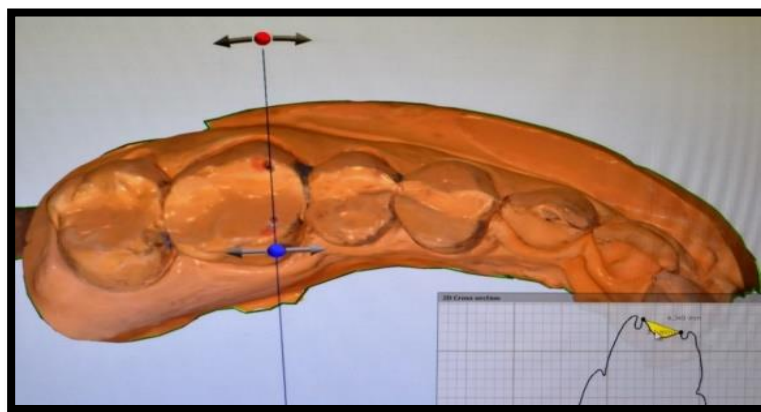
Фиг. 13.



Фиг. 14.



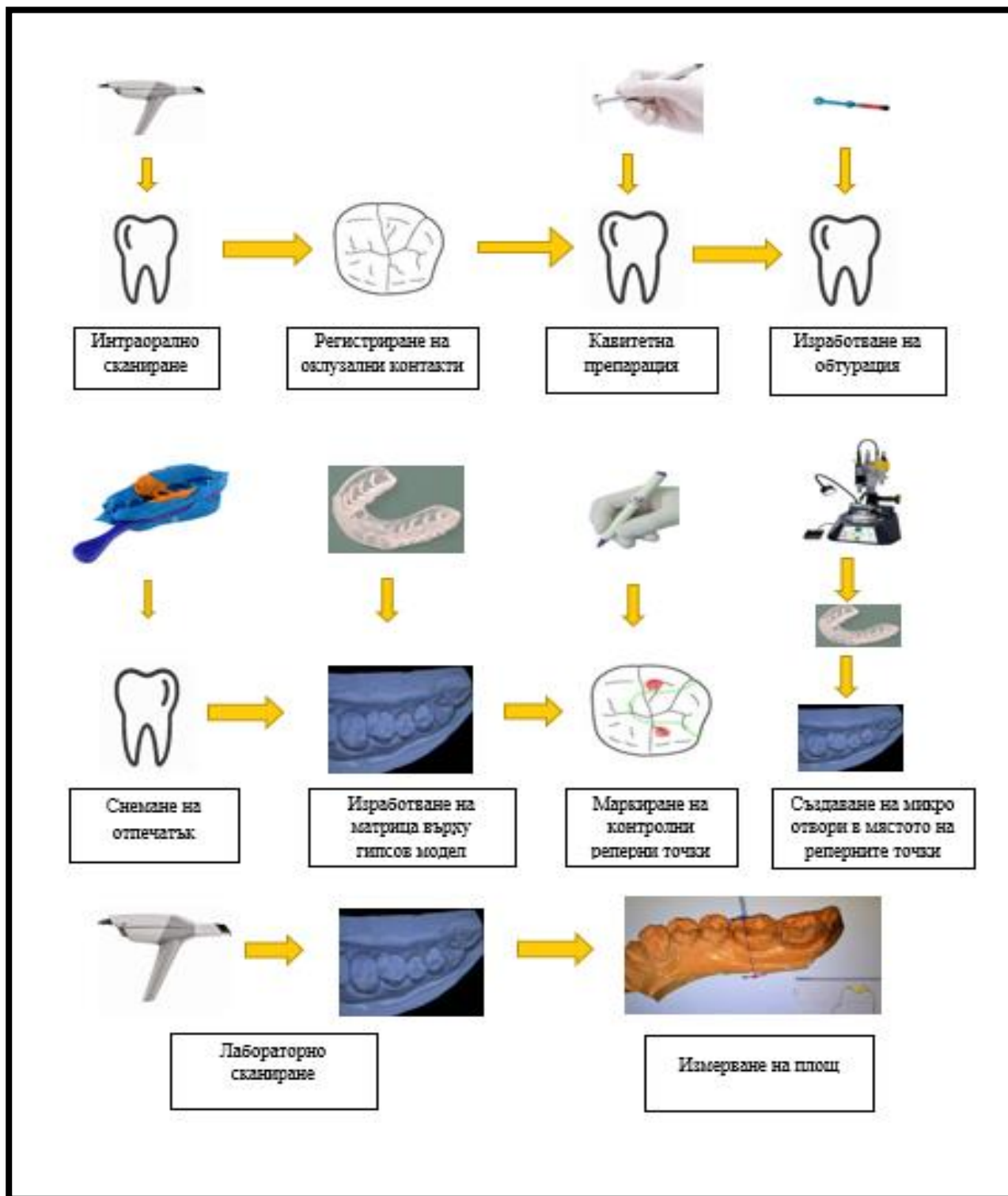
Фиг. 15.



Фиг. 16.

## Контролни прегледи: 6 месец (09. 2017 г.), 12 месец (03. 2018 г.)

- Клинична оценка на възстановяванията
- Оценка на износоустойчивостта на директните възстановявания от композиционен материал.



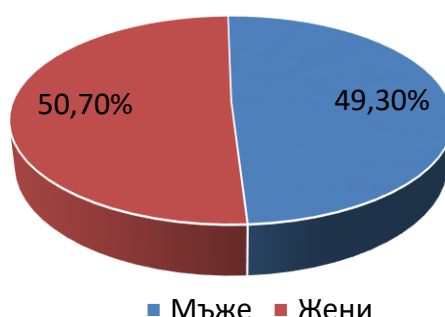
Фиг. 17. Схематично представяне етапите на клиничното изследване

## СОБСТВЕНИ РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

**Задача 1: ПРОУЧВАНЕ НА МНЕНИЕТО НА ЛЕКАРИ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА ОТНОСНО ПРИЛОЖЕНИЕТО НА РАЗЛИЧНИ ВИДОВЕ ВЪЗСТАНОВЯВАНИЯ ЗА ЛЕЧЕНИЕ НА КАРИОЗНИ ЛЕЗИИ В ДИСТАЛНАТА ОБЛАСТ ПРИ ПАЦИЕНТИ С БРУКСИЗЪМ.**

### Разпределение на резултатите по пол

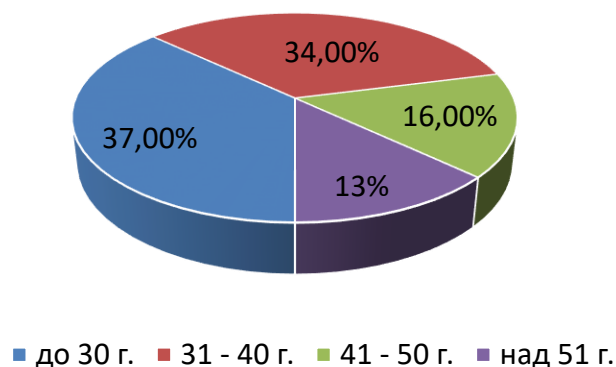
От анкетиранияте лекари по дентална медицина 50,7% са жени, 49,3% са мъже (диагр. 1).



*Диаграма 1. Процентно разпределение на изследваните лица по пол*

### Разпределение на резултатите по възраст

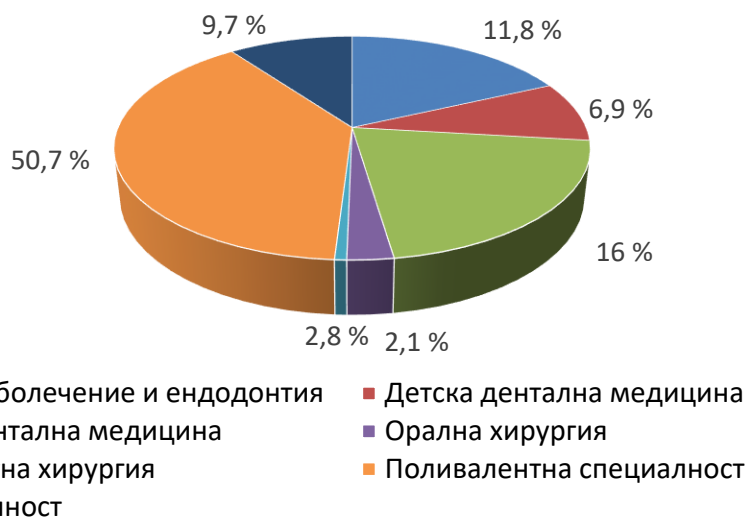
Прави впечатление големият брой на колегите до 30 годишна възраст (37%), което вероятно се дължи на електронния начин на провеждане на анкетата. Най-малко са лекарите по Дентална медицина на възраст над 51 г. взели участие в анкетното проучване, съответно 13% от общо анкетиранияте лица (диагр. 2).



*Диаграма 2. Процентно разпределение на изследваните лица по възраст*

### Разпределение на резултатите по специалност

Близо половината дентални лекари (50,7%) са с поливалентна специалност. Най-малък е броят на анкетираните със специалност Лицево-челюстна хирургия (2,8%) и Орална хирургия (2,1%) (диагр. 3).



*Диаграма 3. Процентно разпределение на изследваните лица по специалност*

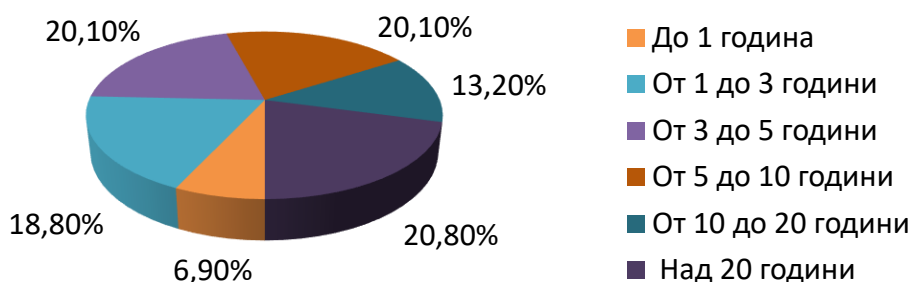
Таблица 7 се показва, че половата структура на изследваните лица е свързана със съответна специалност. Потвърждава алтернативната хипотеза, че профила на съответна професионална специалност е в изразена зависимост с пола на изследваните лица –  $\chi^2 = 99.87 / P < 0.05 /$ . Специалностите ОЗЕ и ДДМ се предпочитат от жени докато в ПДМ и Поливалентна дентална медицина доминират мъже.

*Таблица 7. Структура на изследваните лица по специалност и по пол.*

Специалност	Пол				Общо						
	Мъже		жени		N	%	Mean	SD	SE	F	P
	N	%	N	%							
Оперативно зъболечение и ендодонтия	3	4,2	14	19,2	17	11,8	1,82	0,39	0,09	3,27	0,005
Детска дентална медицина	3	4,2	7	9,6	10	6,9	1,70	0,05	0,15		
Протетична дентална медицина	16	22,5	7	9,6	23	16	1,30	0,47	0,10		
Орална хирургия	3	4,2	-	-	3	2,1	1,00	0,00	0,00		
Лицево-челюстна хирургия	1	1,4	3	4,1	4	2,8	1,75	0,50	0,25		
Поливалентна дентална медицина	40	56,3	33	45,2	73	50,7	1,45	0,50	0,06		
Без специалност	5	7	9	12,3	14	9,7	1,64	0,49	0,13		
Общо	71	100	73	100	144	100,00	1,51	0,50	0,04		

### Разпределение на резултатите по трудов стаж

Най-голям е броят на колегите с трудов стаж над 20 години (20,80%), следван от специалистите между 5 и 10 години (20,10%), със същия процент са и лицата с трудов стаж от 3 до 5 години (20,10%). Съответно с най-малък процент са лицата, които имат и най-малко трудов стаж до 1 година 6,90 % и лицата с трудов стаж от 10 до 20 години. Трудов стаж между 1-3 години имат 18,8% от анкетираните лица (диагр. 4).

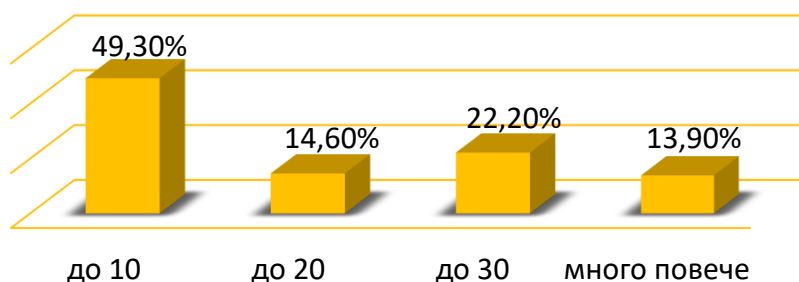


*Диаграма 4. Процентно разпределение на изследваните лица по трудов стаж*

Трудовият стаж при изследваните лица е в изразена статистическа зависимост само при факториалния признак „възраст“. Очаквано трудовия стаж съвпада с възрастта на изследваните лица. Чрез непараметричния анализ и критерия на съгласие на Пирсън се потвърждава нулевата хипотеза, че трудовият стаж не е в статистическа зависимост, спрямо пола и специалността на изследваните лица ( $\chi^2 = 37.77 / \text{Sig.} = 1,84/$ ).

### Разпределение на резултатите по брой пациенти с бруксизъм лекувани годишно

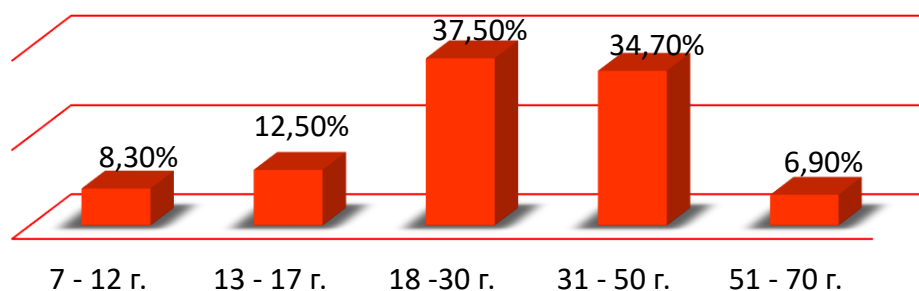
Близо половината от анкетираните колеги съобщават, че лекуват до 10 пациенти с бруксизъм годишно. До 30 пациенти с бруксизъм годишно се срещат в практиката на 22,2% от лекарите по дентална медицина. 13,9% от колегите определят броя на тези пациенти като „много повече“. До 20 е броят на пациентите с бруксизъм годишно според 14,6 % от анкетираните (диагр. 5).



*Диаграма 5. Процентно разпределение на изследваните лица по брой пациенти с парафункции (бруксизъм, бруксомания) лекувани годишно*

## Разпределение на резултатите по възраст на пациентите с бруксизъм

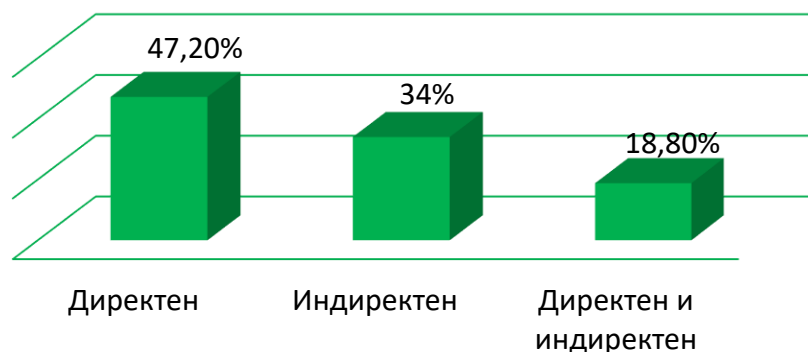
Приблизително 40,0% от лекарите по дентална медицина посочват възрастовата граница 18-30 години за пациентите с бруксизъм, които лекуват. Голям е и дялът (34,7%) на колегите съобщили за пациенти между 31-50 години. В резултат на участието в анкетното проучване на лекари специалисти по детска дентална медицина става ясно разпределението на пациентите с бруксизъм в детска и юношеска възраст, където 12,5% имат пациенти с бруксизъм между 13 и 17 години, както и 8,3% от анкетираните лекуват пациенти с бруксизъм между 7-12 г. Най-малък е дялът на пациенти между 51-70 г, 6,9% от изследваните лица са потвърдили със своите отговори (диагр. 6).



*Диаграма 6. Процентно разпределение на изследваните лица по възраст на пациентите с бруксизъм*

## Разпределение на резултатите по предпочитан метод за лечение на кариес на дистални зъби при пациенти с бруксизъм

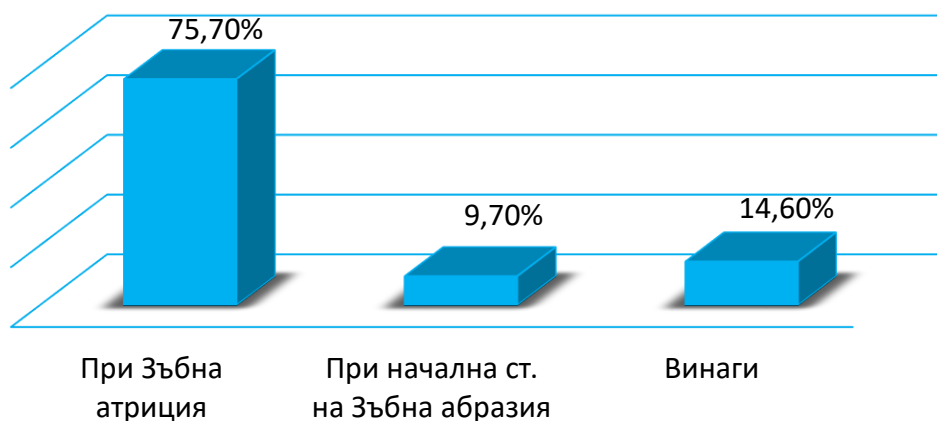
На въпроса: „Какъв метод за лечение на кариес на дистални зъби прилагате при пациенти с бруксизъм?“ 47,2% от анкетираните посочват директния метод на obturation. В 34% избраният отговор е индиректен метод за obturation, а в 18,8% е посочен комбинация от двата отговора „директен и индиректен“ (диагр. 7).



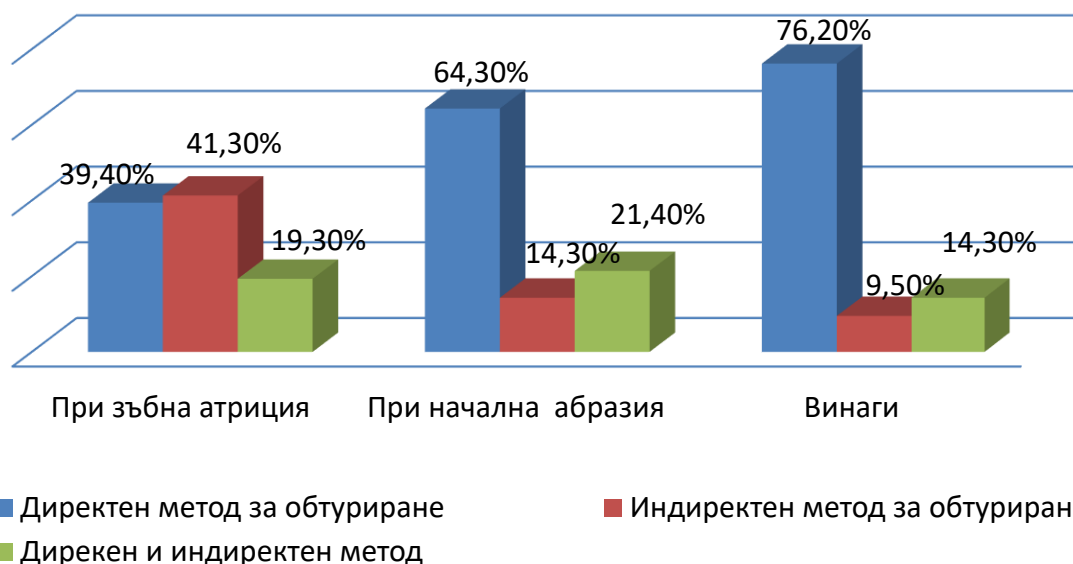
*Диаграма 7. Процентно разпределение на изследваните лица по предпочитан метод за лечение на кариес на дистални зъби при пациенти с бруксизъм*

## Разпределение на резултатите по приложение на директен метод за obtуриране при пациенти с бруксизъм

На въпроса: „Кога лекувате кариозни дефекти чрез директно obtуриране при пациенти с бруксизъм?“ 75,7% е делът на отговорите „при зъбна атриция“, 9,7% за отговор „при начална степен на зъбна абразия“ а избраният отговор „винаги“ независимо от степента на зъбно изтриване е 14,6% (диагр. 8).



*Диаграма 8. Процентно разпределение на изследваните лица по приложение на директен метод за obtуриране при пациенти с бруксизъм*

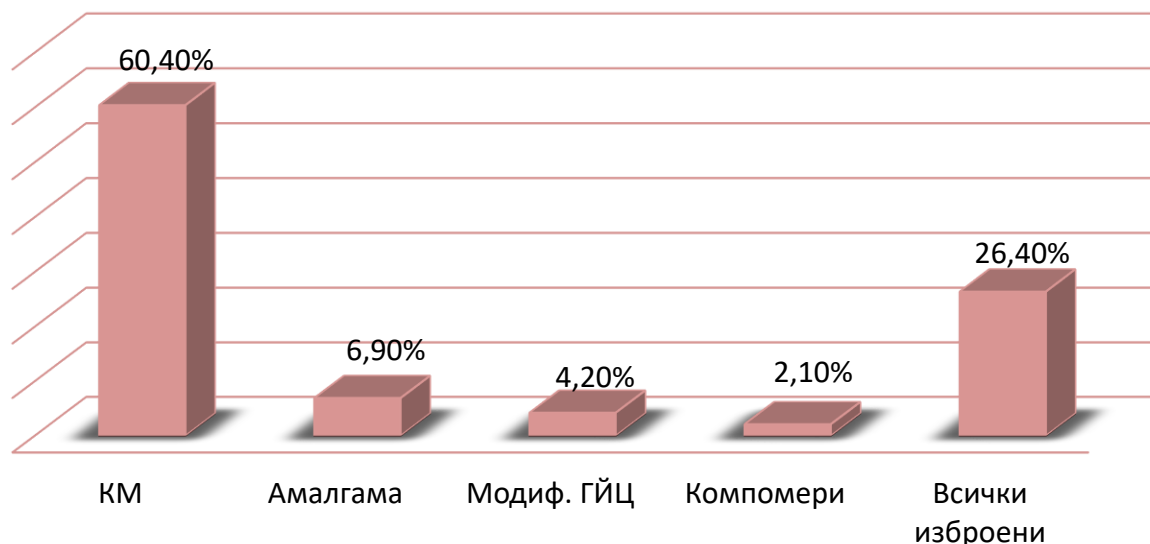


*Диаграма 9. Процентно разпределение на изследваните лица по приложение на директен метод на лечение на кариес при пациенти с бруксизъм и предпочитан метод за лечение*

От диагр. 9 можем да заключим, че очаквано колегите, които предпочитат индиректен метод за obtуриране при пациенти с бруксизъм прилагат в най-висок процент (41,3%) директно obtуриране само при зъбна атриция. Клиницистите, които предпочитат директен метод за obtуриране го прилагат винаги, независимо от степента на зъбно изтриване (76,2%).

### Разпределение на резултатите по избор на материал за директни дистални възстановявания при пациенти с бруксизъм

При въпроса за избор на материал за директно възстановяване в дисталната област при пациенти с бруксизъм, 60,4 % от отговорите са композиционни материали, 6,9 % дентална амалгама, модифицирани ГЙЦ са 4,2 % от отговорите, компомери – 2,1 %, а 26,4 % са отговорили, че използват всички изброени материали в своята практика при пациенти с бруксизъм (диагр. 10).



*Диаграма 10. Процентно разпределение на изследваните лица по избор на материал за директни дистални възстановявания при пациенти с бруксизъм*

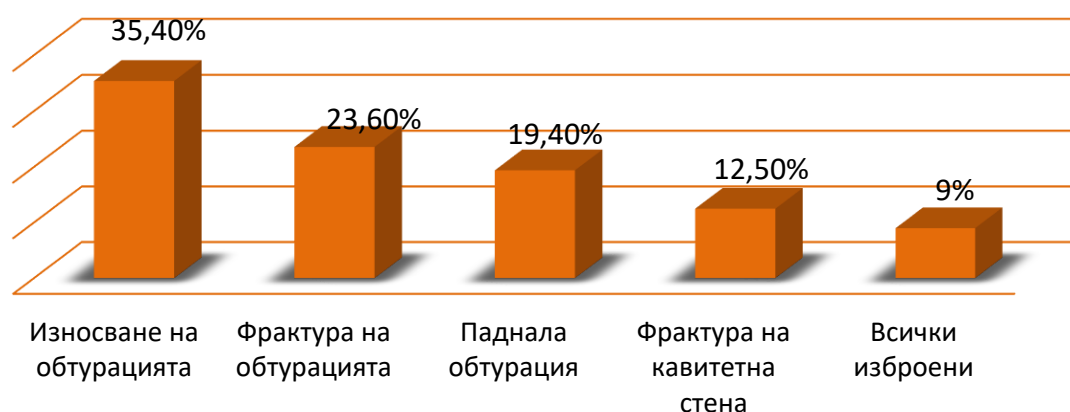
В табл. 8 се вижда, че композиционните материали се избират за работа най-често от ЛДМ със стаж до 10 години (25,3%). Младите колеги (тр. стаж до 5 год.) предпочитат амалгама (40,0%) и модифицирани ГЙЦ (66,7%). Интересен е избора на неестетичната амалгама сред тази група, дори надвишаващ предпочитанията на колегите с голям стаж. Популярността на ДА сред младите клиницисти вероятно се дължи на стриктно спазване на индикациите на obtуровъчните материали в условия на екстремни дъвкателни сили. Липсата на достатъчен клиничен опит при тях налага предпазлив и конвенционален избор на obtурационен материал при тези пациенти.

**Таблица 8.** Процентно разпределение на изследваните лица по предпочитан материал при лечение на пациенти с бруксизъм и общ трудов стаж.

Трудов стаж	Предпочитан материал					Общо
	Композиционни материали	Амалгама	Модифицирани ГЙЦ	Компомери	Всичко изброено	
До 1 година	10,3%	-	-	-	2,6%	6,9%
От 1 до 3 години	19,5%	10,0%	-	33,3%	21,1%	18,8%
От 3 до 5 години	19,5%	40,0%	66,7%	33,3%	7,9%	20,1%
От 5 до 10 години	25,3%	-	-	33,3%	15,8%	20,1%
От 10 до 20 години	8,0%	20,0%	16,7%	-	23,7%	13,2%
Над 20 години	17,2%	30,0%	16,7%	-	28,9%	20,8%

**Разпределение на резултатите относно най-чести усложнения наблюдавани след директно obtуриране на дистални кариозни дефекти при пациенти с бруксизъм**

Относно усложненията, наблюдавани при възстановяванията на пациенти с бруксизъм 35,4% от посочените отговори визират износване на obtурацията, 23,6% - фрактура на obtурацията, 19,4% - паднала obtурация, 12,5% - фрактура на кавитетна стена. Най-малък е процентът на отговорите, отнасящи се до всички изброени отговори е 9% (диагр.11).



**Диаграма 11.** Процентно разпределение на изследваните лица по най-чести усложнения наблюдавани след директно obtуриране на дистални кариозни дефекти при пациенти с бруксизъм

## Задача 2: ПРОУЧВАНЕ НА БИОМЕХАНИЧНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА I и II КЛАС ДИРЕКТНИ ОБТУРАЦИИ В УСЛОВИЯ НА ЕКСТРЕМНИ ДЪВКАТЕЛНИ СИЛИ ЧРЕЗ 3D МАТЕМАТИЧЕСКО МОДЕЛИРАНЕ ПО МЕТОДА НА КРАЙНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ.

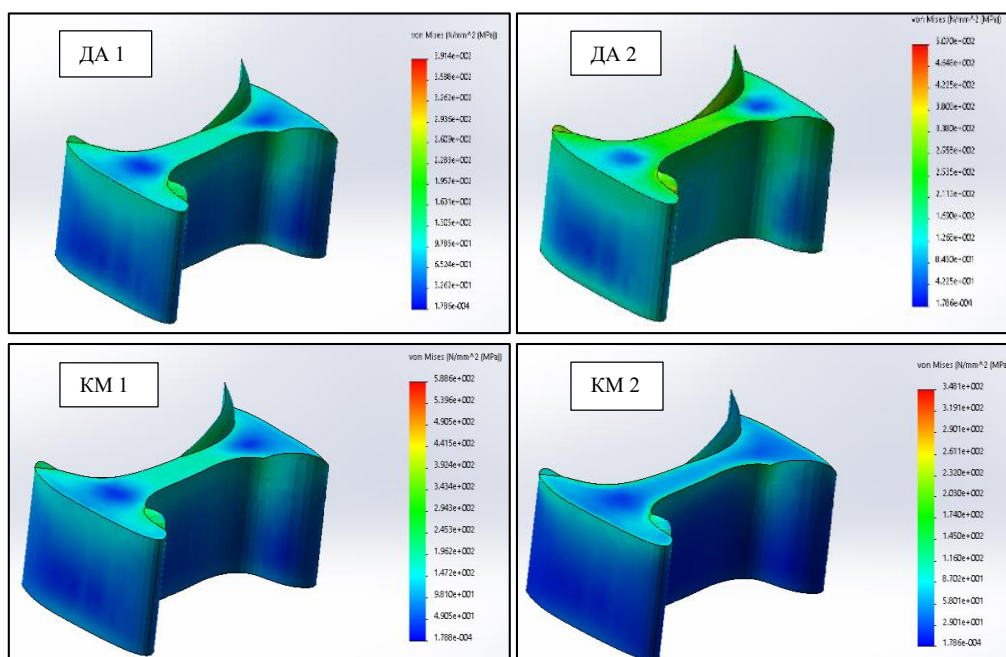
### Подзадача 2.1. АНАЛИЗ НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА НАПРЕЖЕНИЯТА В ОБТУРАЦИИТЕ, ЗЪБНИТЕ ТЪКАНИ И ГРАНИЧНИТЕ ИМ ПОВЪРХНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНИ ПОКОЛЕНИЯ КОМПЗИТНИ ВЪЗСТАНОВЯВАНИЯ И АМАЛГАМА.

Поради големият брой емперични данни от проведените 192 симулации на дъвкателно натоварване са избрани да бъдат представени само тези с екстремни дъвкателни натоварвания както в аксиална - 900N, така и в коса - 600N посока.

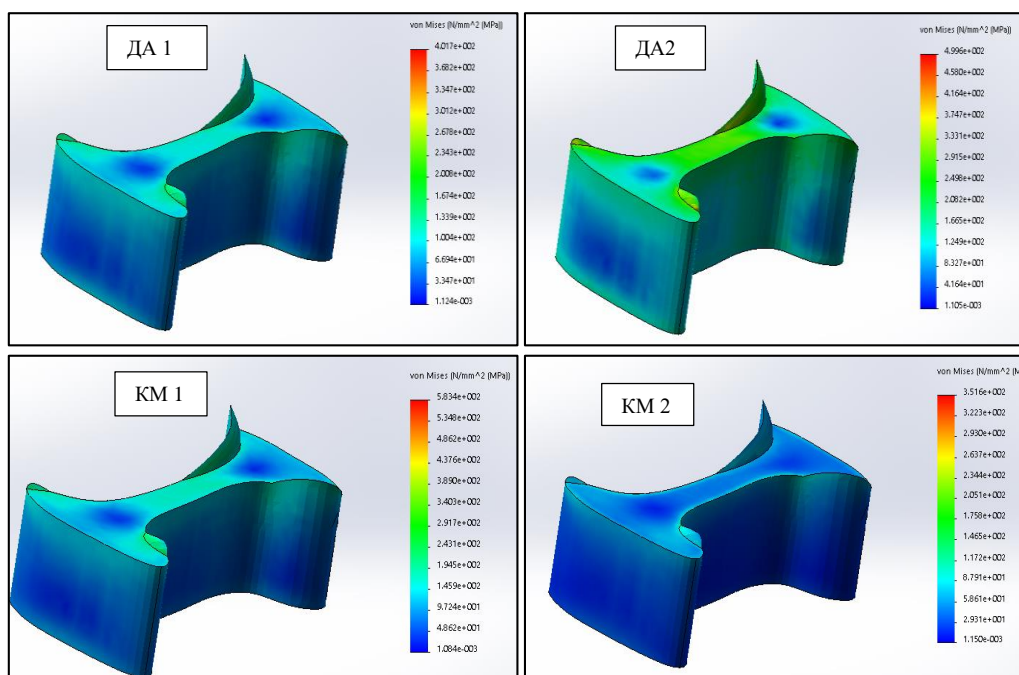
#### •Разпределение на напреженията в обтурациите

Големината на напреженията в тази зона показва риска от фрактура, частична или тотална загуба на обтурация.

При трите I клас кавитетни конфигурации локализацията на максималните напрежения при аксиално (фиг. 18) и косо (фиг. 19) натоварване се визуализира основно в границите на обтурациите с ТЗТ и оклузалните им повърхности. По вътрешните стени на обтурациите се концентрират по-слаби напрежения.



Фиг. 18. Модел А, 900N, аксиално натоварване



**Фиг. 19.** Модел А, 600N, косо натоварване

В симулационния модел на съвременна дентална амалга (ДА2) наблюдаваме най-изявена концентрация на сили в сравнение с останалите obturativni материали. При нея, най-големите напрежения се разпределят, както по външната оклузална повърхност, така и по вътрешните проксимални, букални и палатинални зони. Най-благоприятно е разпределението на напреженията при КМ2, съответстващ на Gradia Direct Posterior.

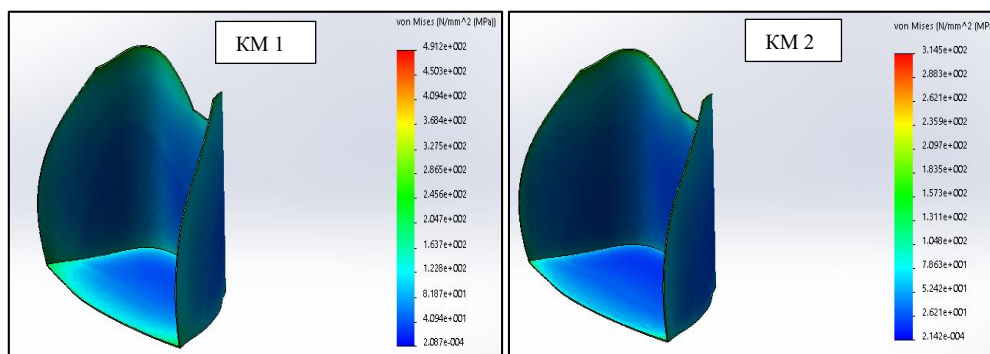
Локализацията на концентрация на напрежения в границите на obturaciите и в гингивалната основа на obturaciията показва очакваните проблемни зони в кавитетните стени и биоматериалите при екстремни аксиални и коси натоварвания. Концентрацията на сили в тези участъци създава проблеми с маргиналната адаптация.

**• Разпределение на напреженията в адхезивния слой при композитните obturacii**

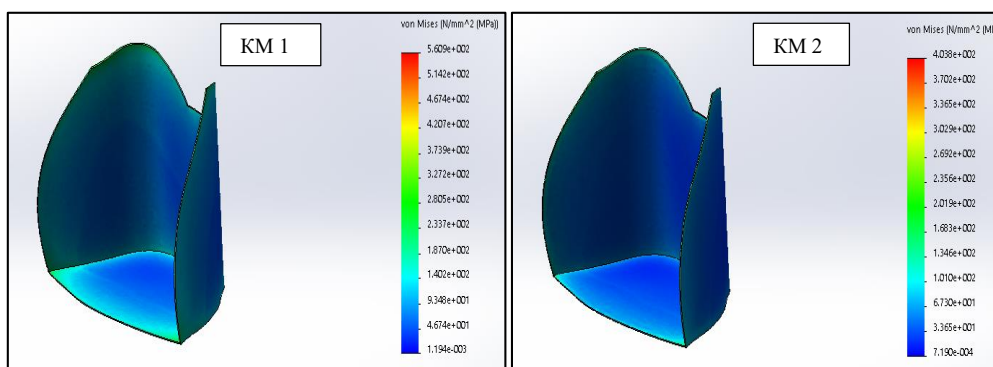
Адхезивният слой е междинно звено. От една страна осъществява връзка с кавитетните стени, а от друга се интегрира с obturaciията. Големината на напреженията в тази зона показва риска за разкъсването ѝ или концентрацията на напрежения в съседните области.

**Представените адхезивни слоеве на конфигурации от типа на едностранен апроксимален II клас кавитет** показват, че концентрация на напрежения има в областта на връзката с емайла. Същата зона е най-тесната част от

кавитета. Разпределението на възникналите напрежения в тази област води до съсредоточаване на сили в най-широката част на кавитетната конфигурация. Най-благоприятно разпределение на сили има при модел В1 (фиг. 20, 21).



*Фиг. 20. Модел В1, 900N, аксиално натоварване*



*Фиг. 21. Модел В1, 600N, косо натоварване*

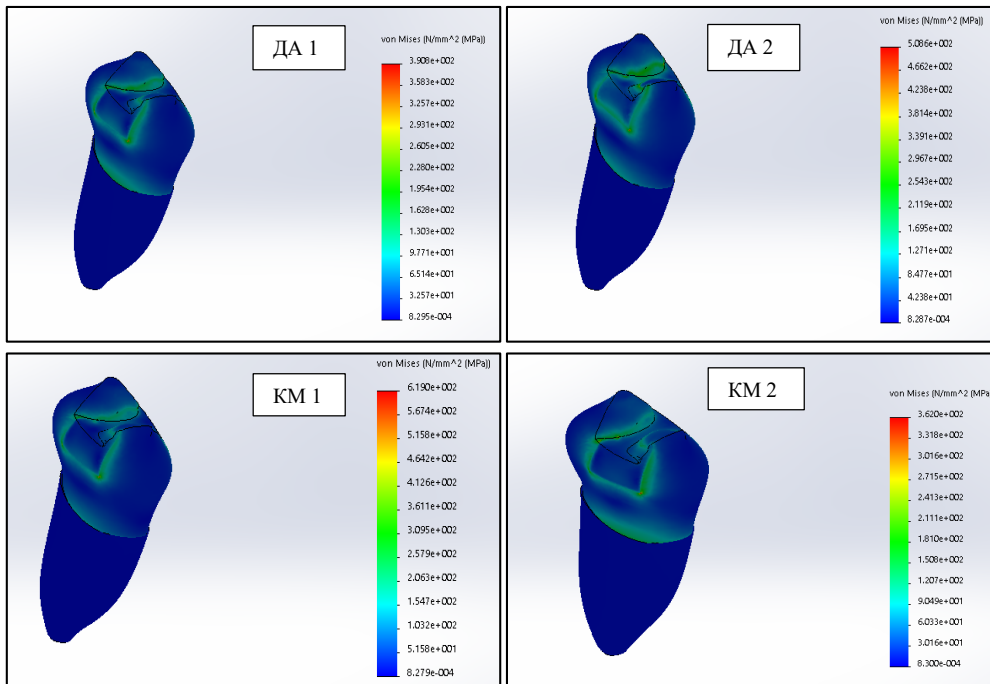
### • Разпределение на напреженията в твърдите зъбни тъкани

Напреженията в зъбните тъкани са свързани с разпределението на напреженията в адхезивния слой и obturation.

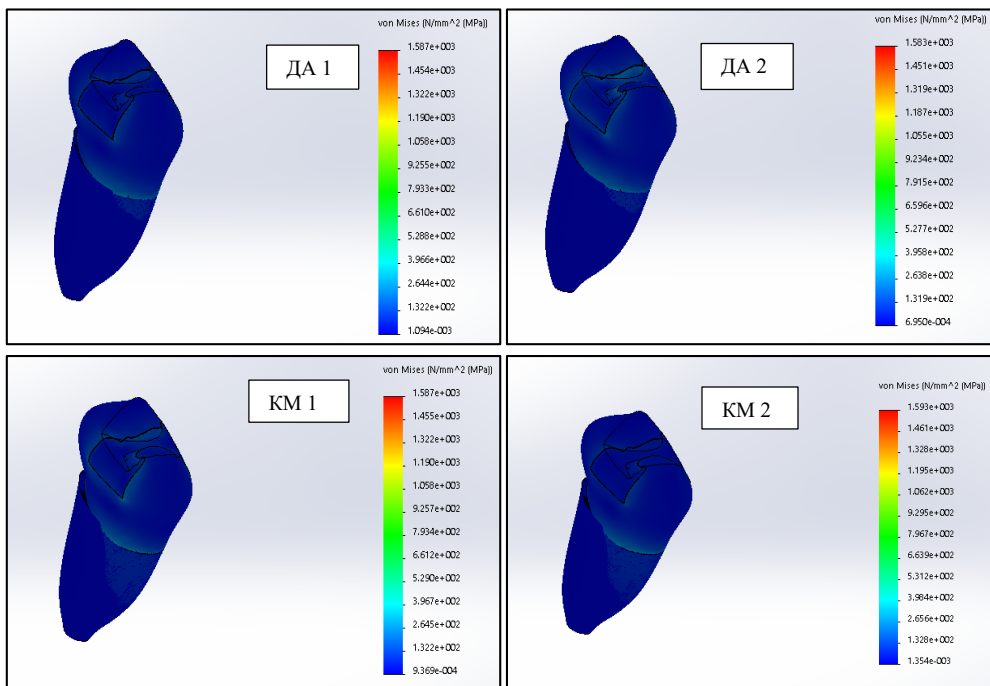
Представените кавитетни форми II клас MOD показват по благоприятното разпределяне на напреженията при модел С. Тенденцията в локализацията на големи напрежения около границите с obturation и в цервикалната зона се запазва и при аксиално и косо натоварване на модел С (фиг. 22, 23). Палатиналната шиечна област е изложена на по-голям стрес.

Нашите резултати показват, че напреженията в зъбните тъкани се увеличават с нарастване на размерите на кавитета, докато напреженията в obturation и адхезивния слой намаляват. Отстраняването на по-голямо количество зъбна тъкан води до отслабване на кавитетните стени. Констатираните натоварвания в

зъбните тъкани са следствие от запазване на адхезивната връзка. От гледна точка на биомеханиката, тя е посредник в преразпределянето и предаването на възникналите остатъчни напрежения върху кавитетните стени. Колкото повече зъбна структура е запазена при кавитетната подготовка, толкова тя е по-резистентна на огъване. В този смисъл ограничените, крушовидни кавитети са с най-малък риск от деформация.



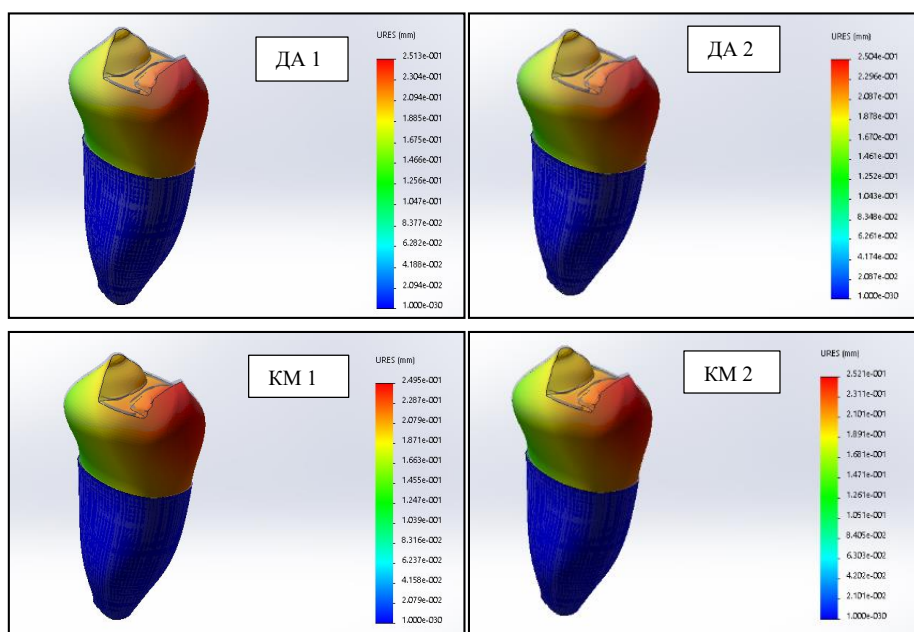
Фиг. 22. Модел С, 900N, аксиално натоварване



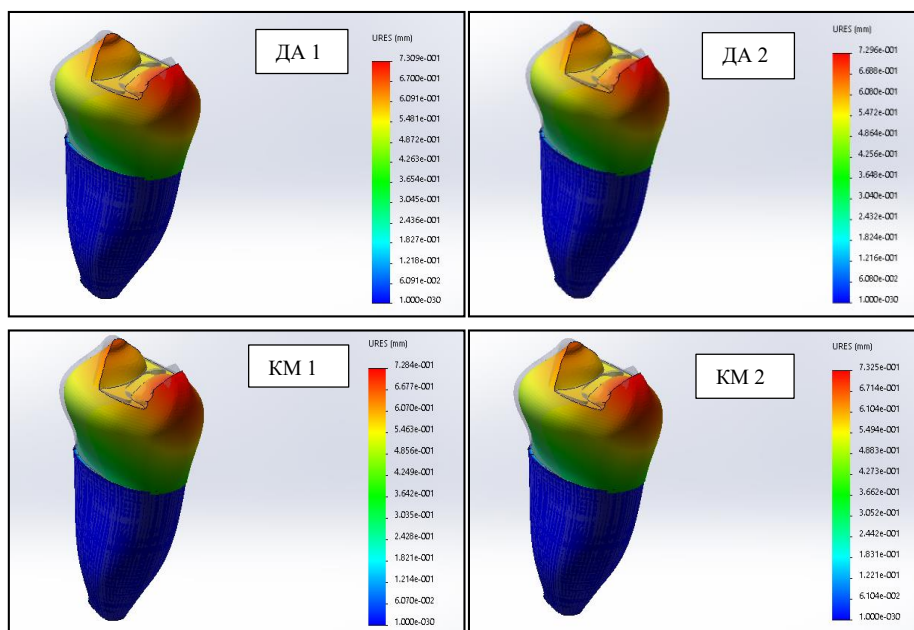
Фиг. 23. Модел С, 600N, косо натоварване

**ПОДЗАДАЧА 2.2. АНАЛИЗ НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА ДЕФОРМАЦИИТЕ В ИНТЕГРИРАНИ 3D МОДЕЛИ НА КОНВЕНЦИОНАЛНИ И АДХЕЗИВНИ КАВИТЕТИ, ВЪЗСТАНОВЕНИ С РАЗЛИЧНИ ПОКОЛЕНИЯ АМАЛГАМЕНИ И КОМПОЗИТНИ ОБТУРАЦИИ.**

При модел А, в резултат на аксиално натоварване (фиг. 24, 25), деформирането на кавитетните стени е за сметка на палатиналния туберкул. Огъването на тъканите е характерно за цялата прилежаща палатинална страна на туберкула, като достига до средата на проксималните стени и ЕЦВ.

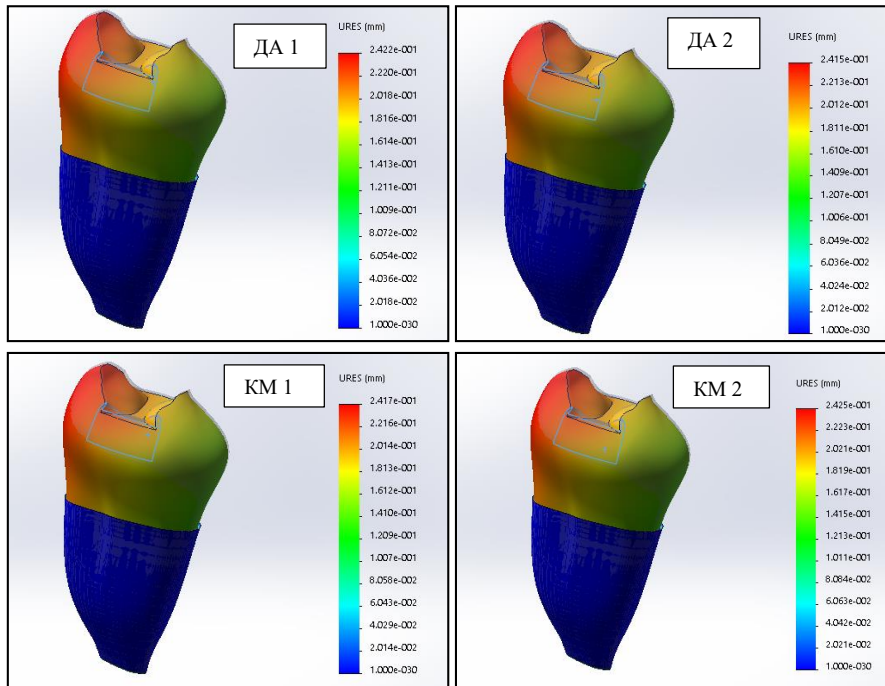


*Фиг. 24. Разпределение на деформациите в модел А при аксиално натоварване*

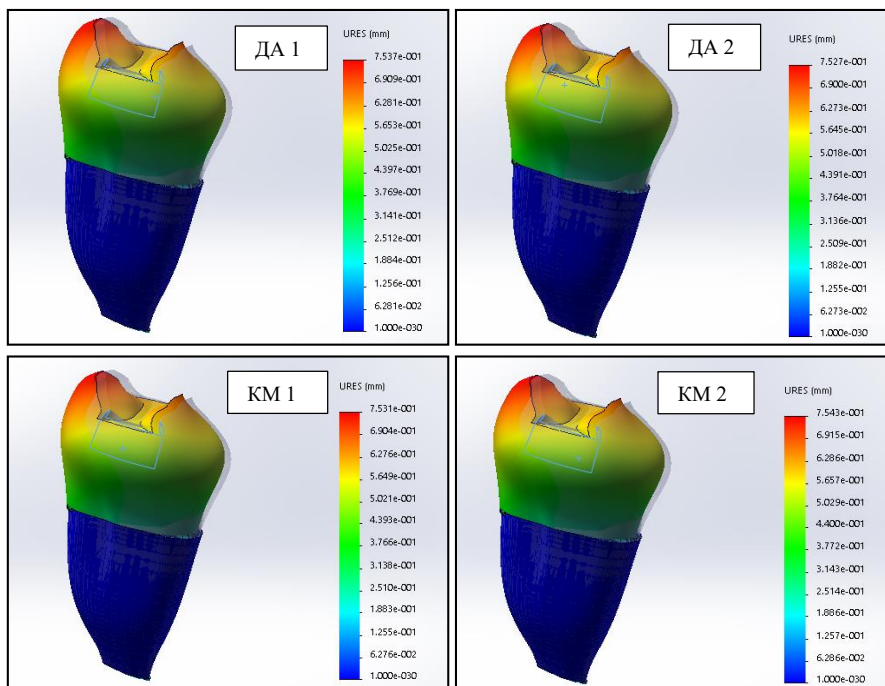


*Фиг. 25. Разпределение на деформациите в модел А при косо натоварване*

При модел В, при аксиално натоварване (фиг. 26, 27), деформирането на кавитетните стени е за сметка на букалния туберкул. Огъването на тъканите е характерно за цялата прилежаща букална страна на туберкула, като достига до средата на проксималните стени и ЕЦВ. Модел В2 под действието на аксиално и косо натоварване се деформира като максималните премествания са за сметка на палатиналния туберкул. Абсолютно идентично с деформирането на модели А, А1, А2.



Фиг. 26. Разпределение на деформациите в модел В при аксиално натоварване

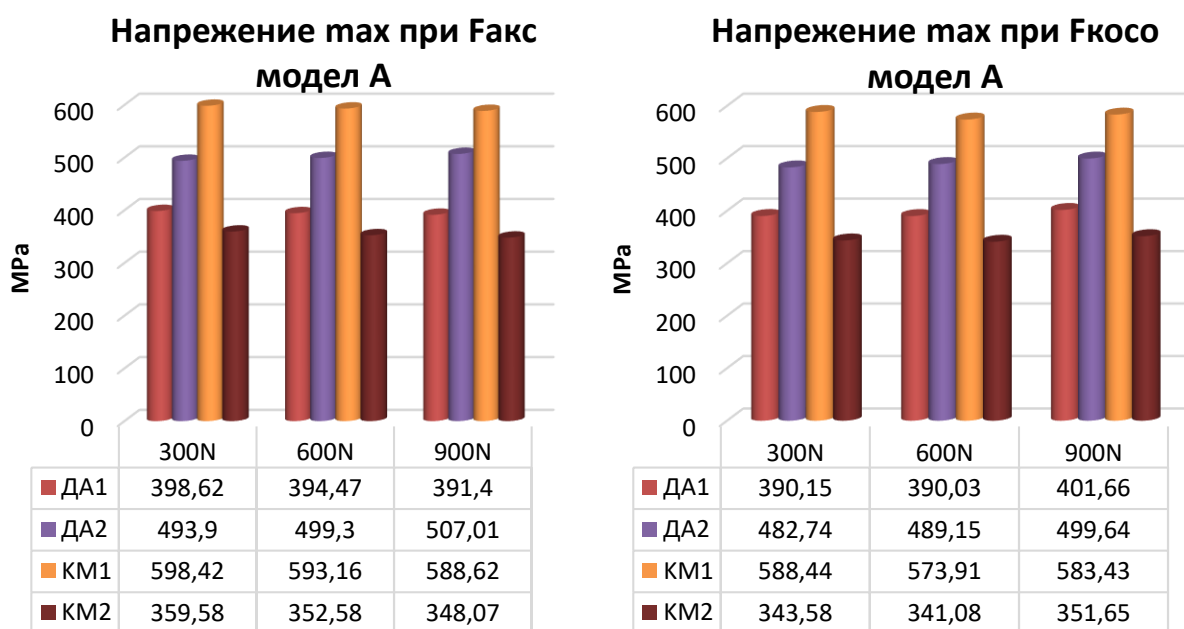


Фиг. 27. Разпределение на деформациите в модел В при косо натоварване

При модел С, аксиалното натоварване деформира кавитетните стени за сметка на палатиналния туберкул. Огъването засяга цялата прилежаща палатинална страна на туберкула, като достига до средата на проксималните стени и ЕЦВ. При коса посока на приложение на натоварването отново се премества палатиналният туберкул, но само в областта на прилежащите му външни скатове.

Gradia direct posterior е микрохибриден композит с нисък модул на еластичност (6,7 GPa). Поради неговата еластичност, при възстановявания с голям обем (модели А1, Б1, С1), напреженията след полимеризационно свиване се концентрират в по-голяма степен в ТЗТ и деформират кавитетните стени. Filtek Р60 е кондензируем композит с висок модул на еластичност (19 Gpa). Предизвиква минимална деформация на кавитетните стени, но съществува изразен риск от фрактура на възстановяването. Модулът на еластичност на конвенционалната амалгама е 20 Gpa, съвременната амалгама с по-високо съдържание на Си и без  $\gamma_2$  фаза има много висок модул на еластичност (58 Gpa). При амалгамените obturации преместването в резултат на деформация на кавитетните стени е в най-ниска степен, но има най-висок риск от фрактури на obturациите.

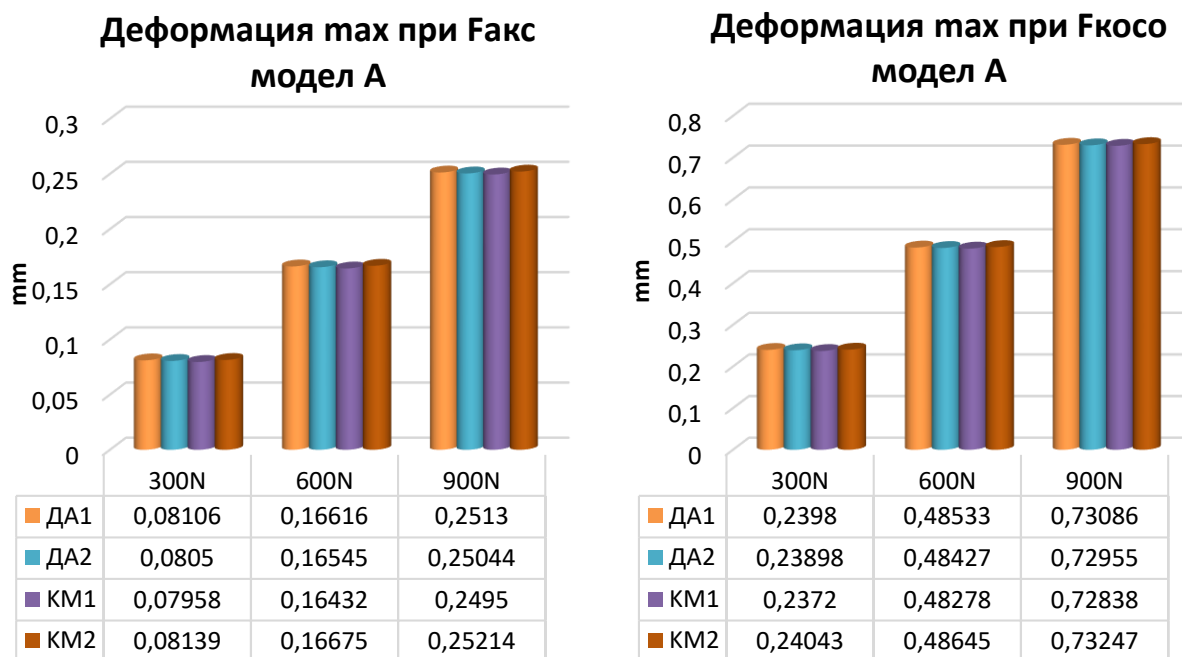
**Подзадача 2.3. СРАВНИТЕЛНО ПРЕДСТАВЯНЕ НА МАКСИМАЛНИТЕ НАПРЕЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ИЗСЛЕДВАНИТЕ РАЗЛИЧНИ ПОКОЛЕНИЯ АМАЛГАМА И КОМПОЗИТНИ МАТЕРИАЛИ.**



*Диаграма 12. Максимални напрежения при аксиално и косо натоварване модел А*

Резултатите от дигр. 12 показват, че при аксиални и коси сили върху модел А (I клас плитък и тесен кавитет) най-благоприятни са максималните напрежения в

Gradia Direct Posterior при всички тествани сили. Най-големи напрежения са характерни за Filtek P60, както при нормални физиологични дъвкателни сили, така и при екстремни сили, характерни за бруксизъм. Големи максимални напрежения се развиват и в съвременната амалгама. По-благоприятни са напреженията в конвенционалната амалгама, която в най-голяма степен се доближава до биомеханичното поведение на Gradia Direct Posterior.



*Диаграма 13. Максимални деформации при аксиално и косо натоварване модел А*

Преместването на обтурациите в резултат от деформацията на модел А (диагр. 13) е почти еднакво за тестваните материали при всяка от натоварващите сили.

### **ЗАДАЧА 3: ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТРИБОЛОГИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА РАЗЛИЧНИ ПОКОЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННИ МАТЕРИАЛИ И АМАЛГАМА.**

#### **ПОДЗАДАЧА 3.1. СЪЗДАВАНЕ НА СОБСТВЕН, ОРИГИНАЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТАЛЕН МОДЕЛ ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ТРИБОЛОГИЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ДЕНТАЛНИ МАТЕРИАЛИ В СТАНДАРТНИ ИЗПИТАТЕЛНИ УСЛОВИЯ.**

- Конструирание на прототип на експериментален модел**

В колаборация с инженер Валентин Александров се осъществи конструирание на прототип на бъдещият експериментален модел.

### • Изработване на експериментален модел

За изработването на експериментален модел за трибологично изследване са подготвени стандартни метални плочки - носители с размери – 50 mm x 50 mm, и дебелина 3 mm. Във всяка от тях са фрезовани по 9 отвора с диаметър 10 mm и дълбочина 1,5 mm. В отворите е аплициран съответния тестван материал. На фиг. 28, са показани материалите за изработване на тестовите образци.



*Фиг. 28.*

Задръжката на композитните тествани материали, във фрезованите гнезда на металните плочки, е подсилена допълнително с посредничеството на метален праймер. В таблица 9 е показан основният състав на използвания метален праймер.

*Таблица. 9. Състав на метален праймер*

Метален Праймер	Абревиатура	Състав	Производител
Metal Primer-2	MP2	MEPS- Метакрилокси алкил тиофосфат	GC Corporation Tokyo Japan

Аплицирането и полимеризацията на използваните композити (фиг. 29, 30) е осъществено послойно, използвайки предложена от нас опитна постановка. Фотоактивиращата лампа (mini led Satelec, Switzerland), е фиксирана в стандартно отстояние до обекта – 10 mm.



*Фиг. 29.*



*Фиг. 30.*

Алицяването и кондензирането на използваните амалгами, е осъществено по общоприетите начини за поставяне и кондензиране на дентална амалгама. Използвани са капсулни форми размесени по времетраене и честота съобразени с параметрите препоръчани от фирмата производител (фиг. 31, 32).



*Фиг. 31.*



*Фиг. 32.*



*Фиг. 33.*



*Фиг. 34.*

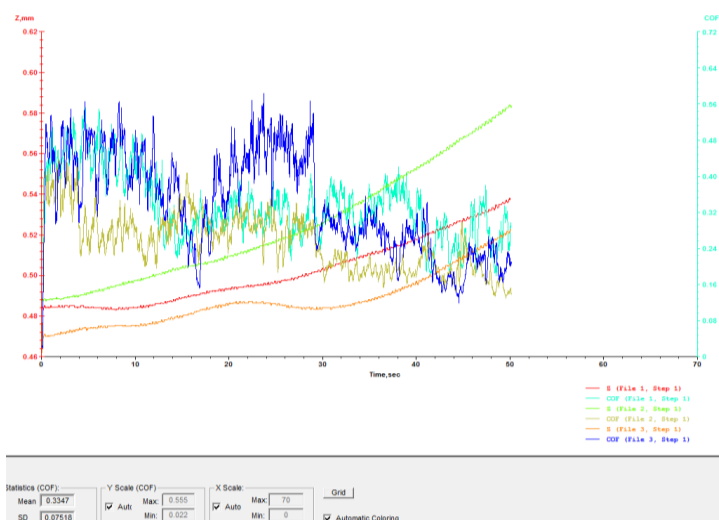
Фиг. 33 – Подготвените трибологични тестови тела от изследваните материали.  
Фиг. 34 – Готов тестов образец (контрола).

Позитивната контролна група образци са изработени и отляти от метална сплав, не съдържаща никел. Фиксирането на контролните трибологични дискове от метална сплав, е осъществено посредством изготвена матрична форма от адитивен силикон (Ormplus, Major Italy).

### ПОДЗАДАЧА 3.2. ИЗСЛЕДВАНЕ НА СКОРОСТТА И ДЪЛБОЧИНАТА НА ИЗНОСВАНЕ ЧРЕЗ МИКРО-НАДРАСКВАНЕ ПРИ КОНВЕНЦИОНАЛНИ И СЪВРЕМЕННИ КОМПОЗИТИ И АМАЛГАМА.

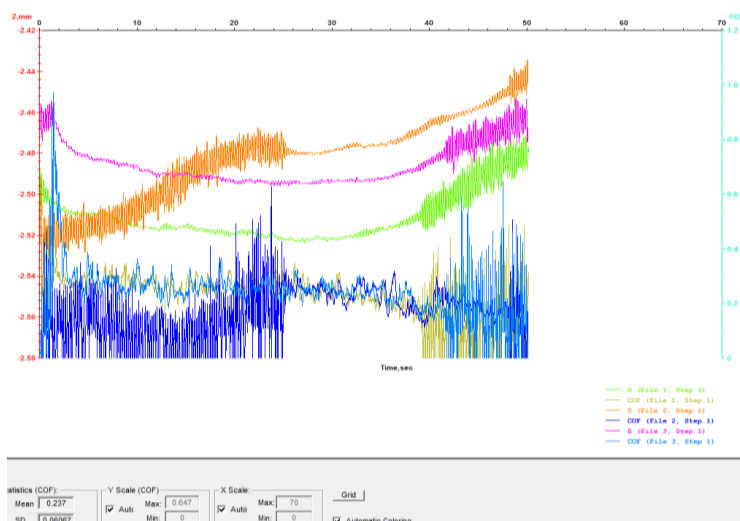
На графиките по-долу са представени резултатите от тестовете на надраскване – за всеки образец.

#### Образец 1 (Duceralloy C) – референтен метал



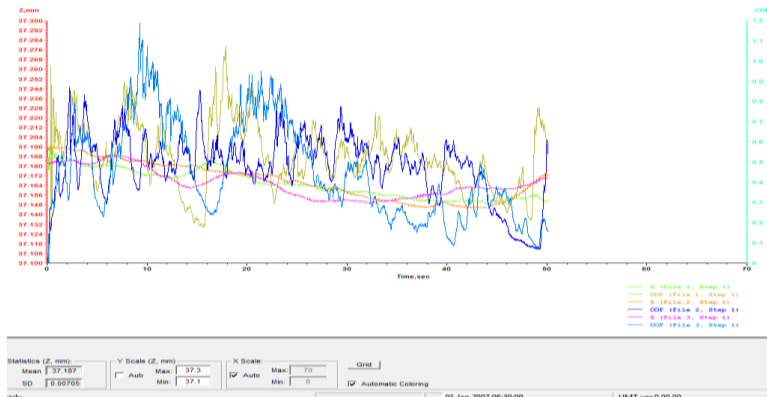
**Фиг. 35.** Графично представяне на резултати за коефициент на триене и потъване при Duceralloy C от три последователни теста в една и съща посока. Приложена сила 1 N; скорост 0,1mm/sec; дължина на надраскване 5mm.

#### Образец 2 (Cavex Non Gamma- 2)



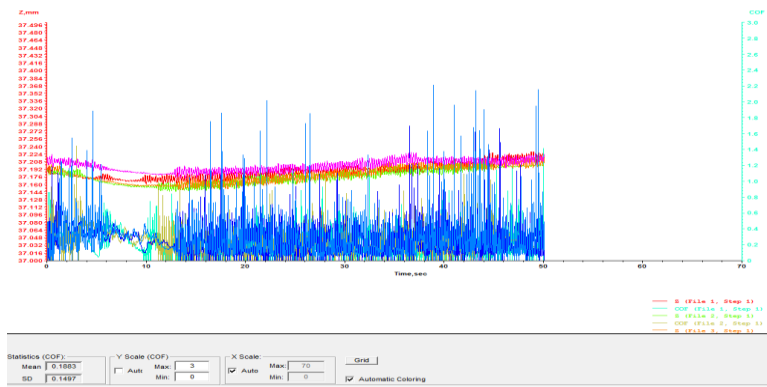
**Фиг. 36.** Графично представяне на резултати за коефициент на триене и потъване при Cavex Non Gamma- 2 от три последователни теста в една и съща посока. Приложена сила 1 N; скорост 0,1mm/sec; дължина на надраскване 5mm.

### Образец 3 (Gradia Direct posterior)



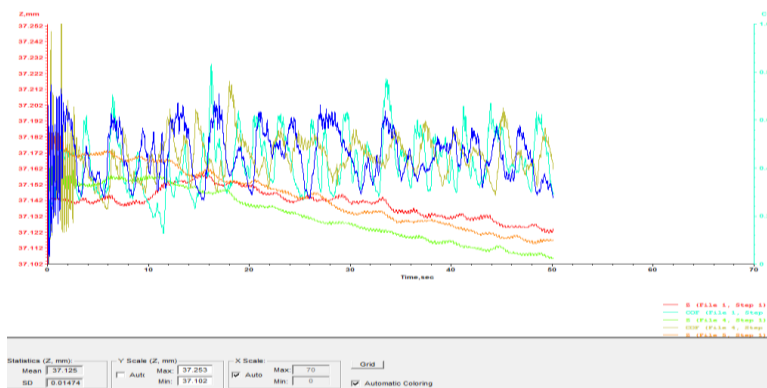
Фиг. 37. Графично представяне на резултати за коефициент на триене и потъване при *Gradia Direct posterior* от три последователни теста в една и съща посока. Приложена сила 1 N; скорост 0,1mm/sec; дължина на надраскване 5mm

### Образец 4 (Cavex Alloy)



Фиг. 38. Графично представяне на резултати за коефициент на триене и потъване при *Cavex Alloy* от три последователни теста в една и съща посока. Приложена сила 1 N; скорост 0,1mm/sec; дължина на надраскване 5mm.

### Образец 5 (Filtek P60)



Фиг. 39. Графично представяне на резултати за коефициент на триене и потъване при *Filtek P60* от три последователни теста в една и съща посока. Приложена сила 1 N; скорост 0,1mm/sec; дължина на надраскване 5mm.

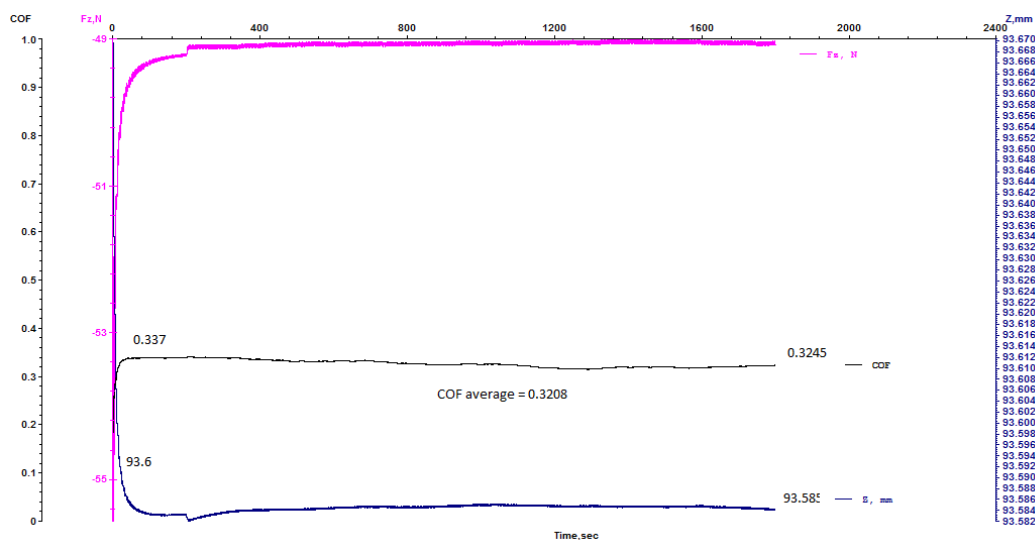
**Таблица 10.** Усреднени стойности за коефициента на триене при надраскване и потъването на резеца по z, в зависимост от приложеното натоварване.

Образец	Тестван материал	Приложено натоварване (нютони)	Коефициент на триене – усреднен	Стандартно отклонение на коефициента на триене	Потъване по z (µm)
1	Duceralloy C	1	0,3347	0,07518	46,79
		5	0,5097	0,09121	26,54
		9	0,7307	0,13060	51,76
2	Cavex Non Gamma- 2	1	0,2370	0,06067	104,31
		5	0,5440	0,21350	16,62
		9	0,4382	0,13620	36,33
3	Gradia Direct posterior	1	0,4953	0,13110	30,71
		5	0,7599	0,23810	28,21
		9	0,8315	0,29500	40,23
4	Cavex Alloy	1	0,1883	0,14970	7,66
		5	0,3213	0,10700	14,29
		9	0,5412	0,29050	20,11
5	Filtek P60	1	0,4357	0,15120	39,64
		5	0,5074	0,08488	30,75
		9	0,5513	0,13790	25,13

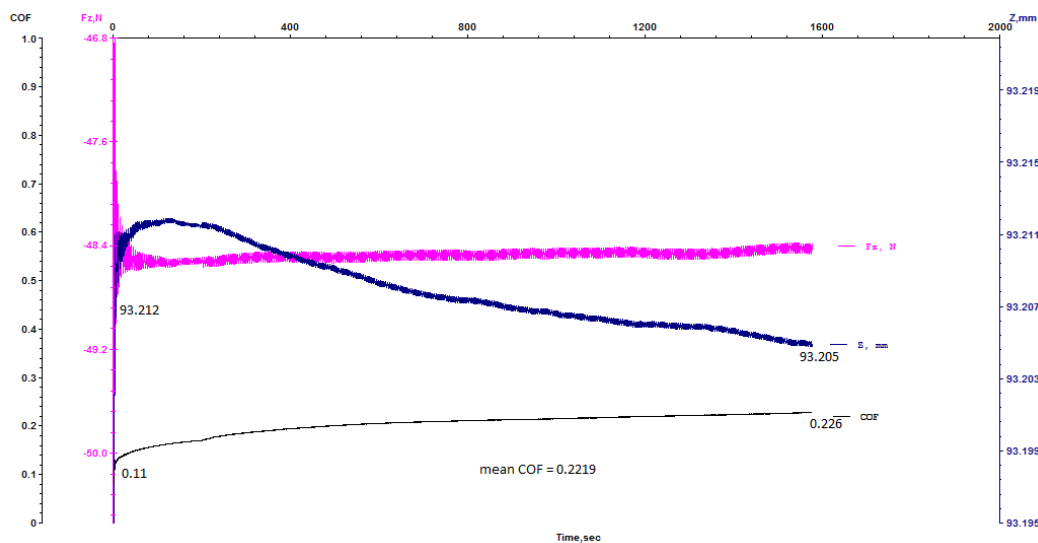
Стойностите на потъване по z (µm) отразяват дълбочината на износване чрез микро-надраскване на тестваните образци. Cavex **Alloy** показва по-малки стойности на потъване (табл. 10), т.е. по-добра износоустойчивост на микро-надраскване в сравнение с Cavex **Non Gamma- 2**. При максимална сила на осъществяване на микро-надраскване при Gradia **Direct posterior** се наблюдават по-големи стойности на потъване от тези при Filtek **P60**. Кондензируемият композит проявява по-висока резистентност на износване при микронадраскване спрямо микрохибридният.

### ПОДЗАДАЧА 3.3. ПРОУЧВАНЕ НА УСТОЙЧИВОСТТА НА ТРИЕНЕ И ИЗНОСВАНЕ НА ПОВЪРХНОСТТА И В ДЪЛБОЧИНА НА ВЪЗСТАНОВИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ ОТ КОНВЕНЦИОНАЛНИ И СЪВРЕМЕННИ КОМПОЗИТИ И АМАЛГАМА.

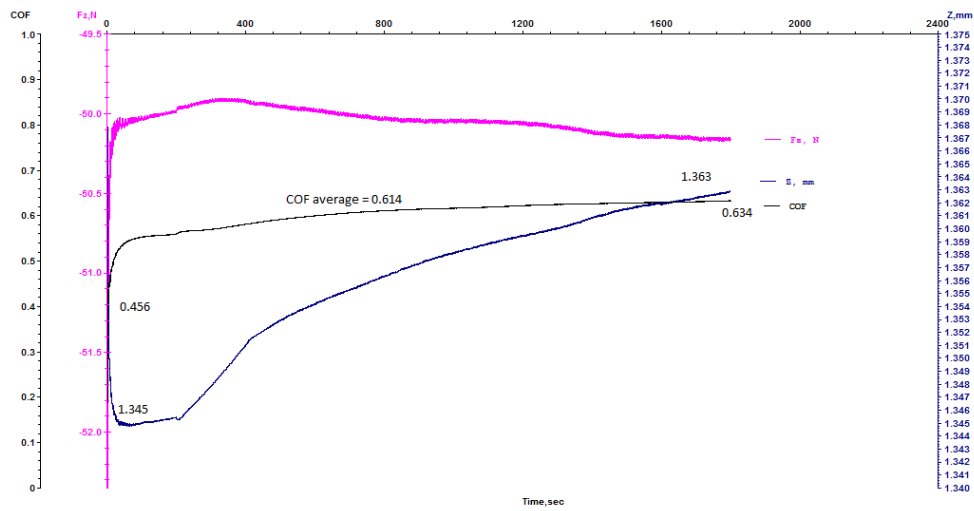
На графиките по-долу са представени резултатите от тестовете за определяне на устойчивостта при износване – за всеки образец, както и за всеки отделен тест и всеки отделен цикъл от всеки тест.



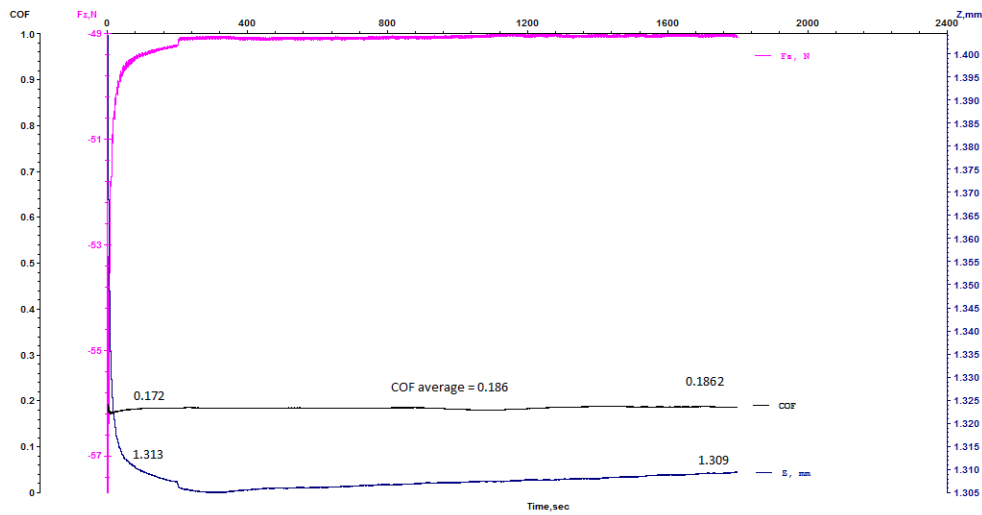
Фиг. 40. Графично представяне на отчетените резултати през вторите 30 минути на износване за Duceralloy C



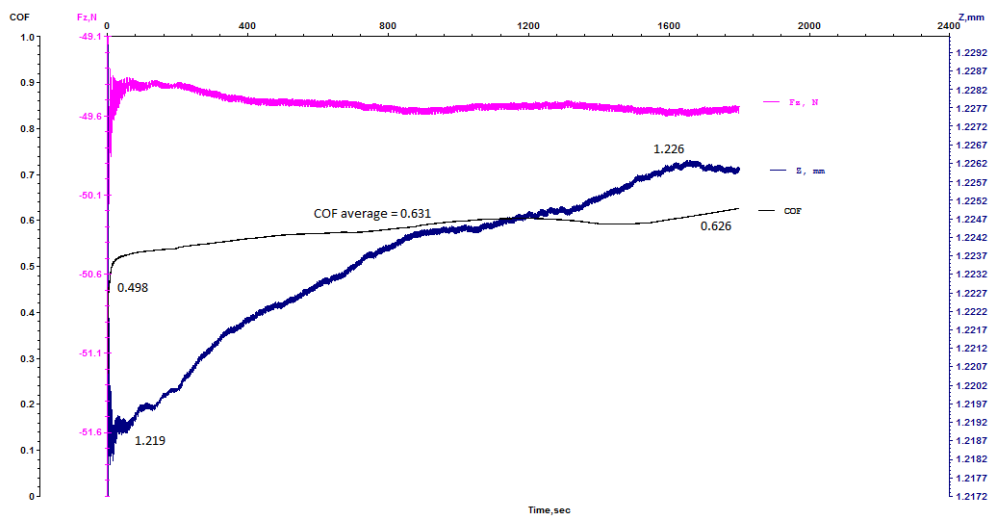
Фиг. 41. Графично представяне на отчетените резултати през вторите 30 минути на износване за Savex Non Gamma-2



Фиг. 42. Графично представяне на отчетените резултати през вторите 30 минути на износване за *Gradia Direct posterior*



Фиг. 43. Графично представяне на отчетените резултати през вторите 30 минути на износване за *Cavex Alloy*



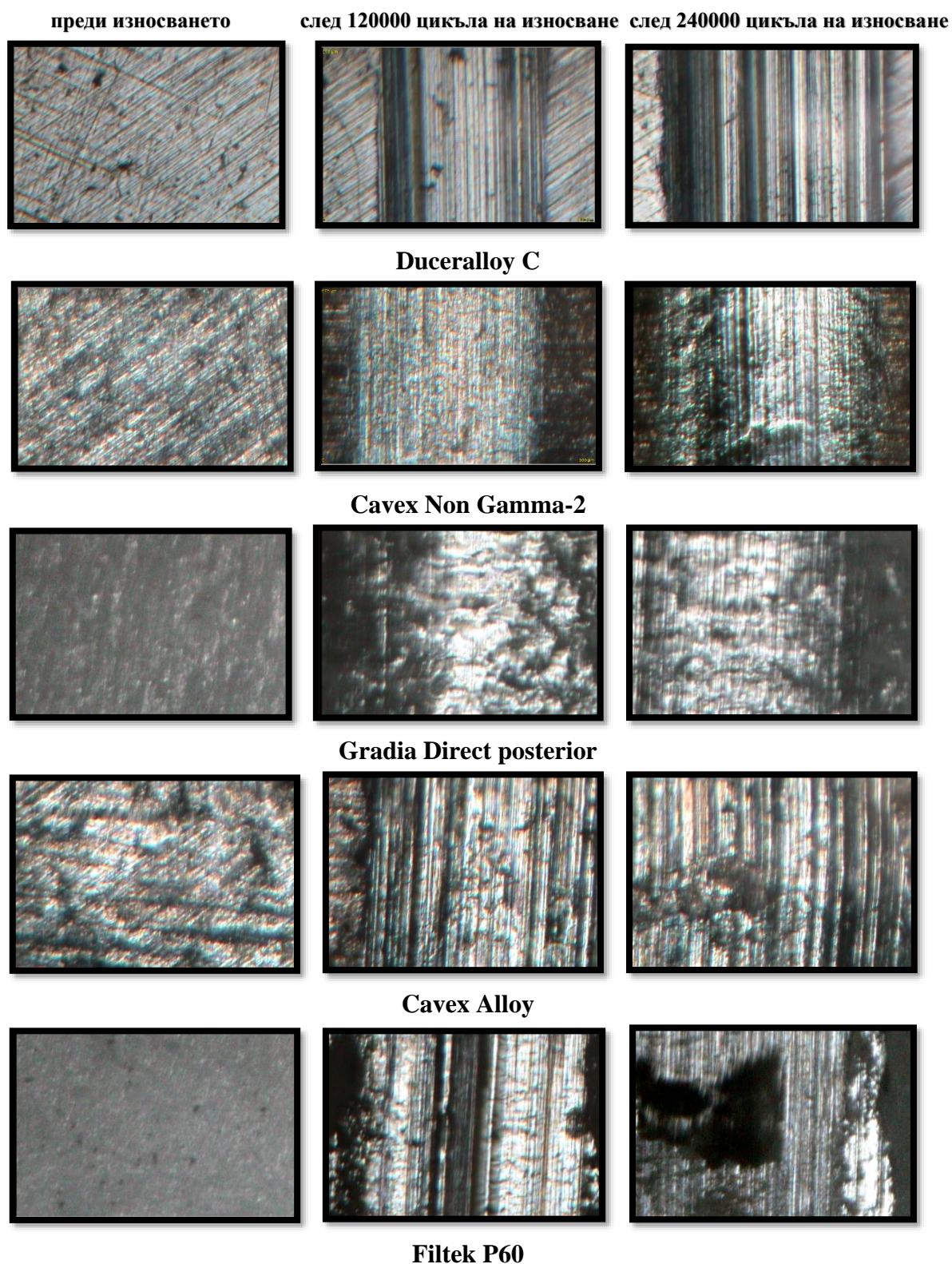
Фиг. 44. Графично представяне на отчетените резултати през вторите 30 минути на износване за *Filtek P60*

**Таблица 11.** Начални, крайни и усреднени стойности за коефициента на триене при надраскване и дълбочина на износване (потъването на топчето по z) за всеки от двата цикъла на износване по 30 мин, за всеки образец

Образец	Тестван материал	Приложено натоварване (N)	Коефициент на триене - начален	Коефициент на триене - краен	Коефициент на триене - усреднен	Потъване по z (µm)
1	<b>Duceralloy C</b>	50 50	0,205 0,337	0,366 0,3245	0,3568 0,3208	8 1,5
2	<b>Cavex Non Gamma- 2</b>	50 50	0,098 0,12	0,178 0,226	0,1619 0,2219	4 7
3	<b>Gradia Direct Posterior</b>	50 50	0,144 0,456	0,578 0,634	0,5501 0,614	13 18
4	<b>Cavex Alloy</b>	50 50	0,094 0,172	0,197 0,1862	0,187 0,186	15 4
5	<b>Filtek P60</b>	50 50	0,1423 0,498	0,2612 0,626	0,235 0,631	7 7

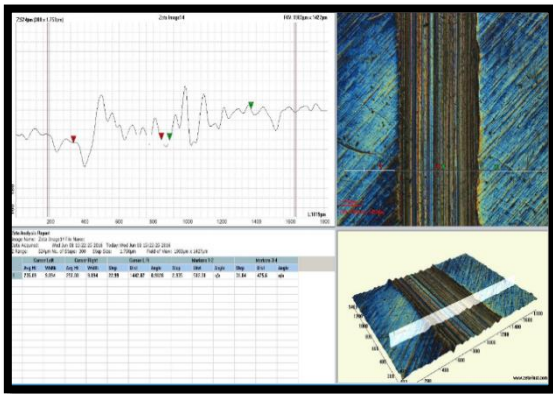
Стойностите на потъване по z при позитивната контрола **Duceralloy C** след първите 30 min. (120 000 цикъла) на износване са по-големи спрямо тези след вторите 30 min. (240 000 цикъла). При осъществяване на триенето се повишава температурата на метала и се предизвиква закаляването му. В резултат се увеличава неговата износоустойчивост. Тази тенденция се наблюдава и при **Cavex Alloy**. При тествания образец на **Cavex Non Gamma- 2** устойчивостта на износване намалява с увеличаване на времето на триене – потъването по z се увеличава след вторите 30 min. При кондензируемият композит не се наблюдава промяна в стойностите на потъване след първите и вторите 30 min. на триене. Микрохибридният композит **Gradia Direct Posterior** показва по-малка резистентност на изтриване, която намалява с увеличаване на времето и циклите на триене.

## Повърхност на образеца

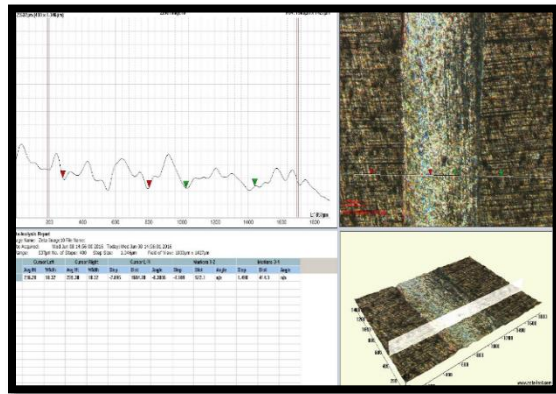


*Фиг. 45. Резултати от оптична микроскопия на повърхността на всеки образец преди износване и след 30 и 60 минути / 120000 и 240000 цикъла на износване*

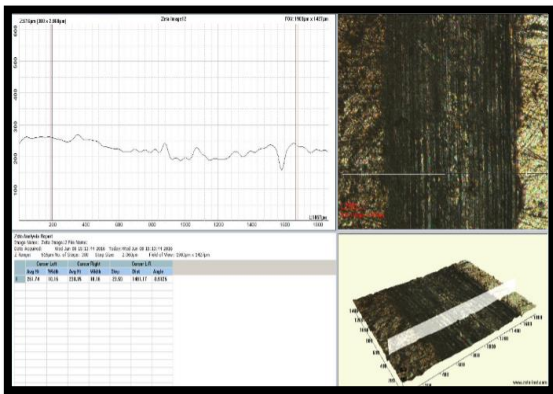
Повърхностният релеф на тестваните образци може да бъде визуализиран по няколко начина. Осъществена е оптична микроскопия (фиг. 45). Триизмерен изглед на повърхността на тестваните материали е представен посредством резултати от 3D профилометрии на всички изследвани образци след 240 000 цикъла на износване (фиг. 46).



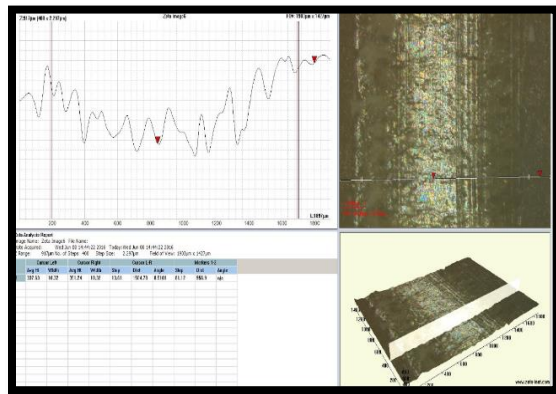
*Duceralloy C*



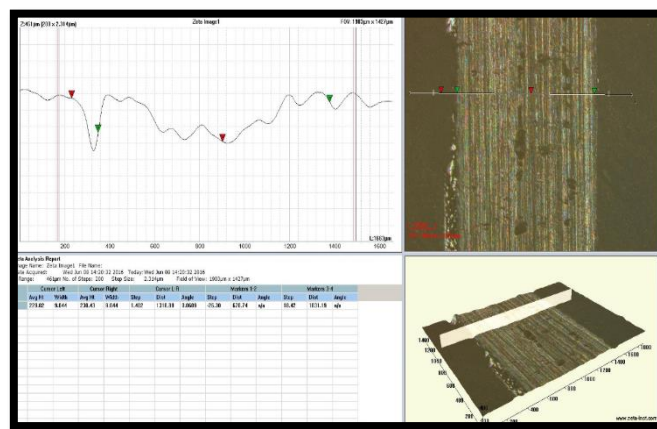
*Cavex Non Gamma-2*



*Cavex Alloy*



*Gradia Direct posterior*



*Filtek P 60*

**Фиг. 46. 3D профилометрии**

**ЗАДАЧА 4: КЛИНИЧНА ОЦЕНКА НА ДИРЕКТНИ КОМПОЗИЦИОННИ ВЪЗСТАНОВЯВАНИЯ НА КАРИОЗНИ ДЕФЕКТИ В ДИСТАЛНАТА ОБЛАСТ ПРИ ПАЦИЕНТИ С БРУКСИЗЪМ.**

При направения анализ на разпределението на възрастовата структура между двата пола чрез критерия на Колмогоров-Смирнов, е доказана алтернативната хипотеза,  $P < 0.05 / \text{Sig.} = 0.045$ , че има статистически значими разлики между двата пола (табл. 12) и в отделните случаи на анализа, те ще бъдат сравнявани по отделно.

*Таблица 12. Възрастова-полова структура на изследваните лица.*

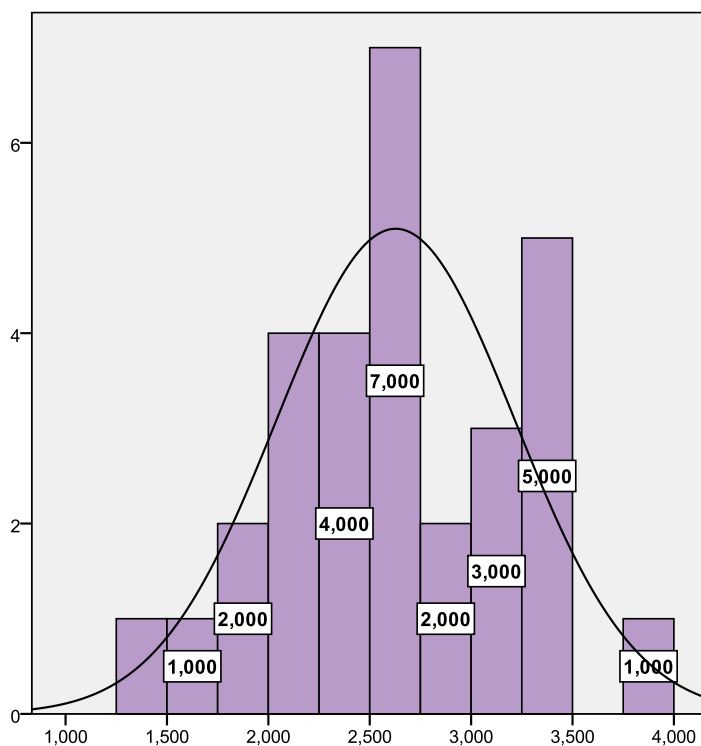
Пол	Мъже		Жени		Общо			
	N	%	N	%	N	%	$\chi^2$	P
от 18 до 23 години	4	11,8%	13	88,2%	17	100.00	4,455	0,045
от 23 до 30 години	4	46,2%	9	53,8%	23	100.00		
Всичко	8	26,7	22	73,3%	30	100.00		

*Таблица 13. Анализ на надеждността на „специфичен въпросник“*

НАДЕЖДНОСТ НА „СПЕЦИФИЧЕН ВЪПРОСНИК“							
	N	Mean	SD	Alpha	F	P	
Осъзнато стискане през деня	30	0,57	0,504	0,596	47,189	0.000	
Стегнати дъвкателни мускули	30	0,50	0,509				
Събуждане от скърцане със зъби	30	0,10	0,305				
Болка в масетерния мускул сутрин	30	0,60	0,498				
Умора на мускулите през деня	30	0,43	0,504				
Блокирана долна челюст сутрин	30	0,03	0,183				
Болка във врата сутрин	30	0,47	0,507				
Болка в зъбите сутрин	30	0,23	0,430				
Физическа умора от нарушен сън	30	0,30	0,466				

От данните на таблица 13, се доказва, че използвания въпросник е с добра надеждност на вътрешната съгласуваност между отделните твърдения ( $\alpha=0,596$ );  $F=47,189$  ( $P<0,000$ ). Тези статистически показатели ни дават основание да изведем „специфичен въпросник“, като обща скала за измерване на пациенти с парафункция.

Коефициентът на асиметрия и статистическа грешка  $0,009 \pm 0,43$ , дава основание да приемем, че разпределението на данните при измерване на плоскостните оклузални контакти чрез CAD-CAM софтуер в мм е напълно симетрично. Средната стойност на данните е  $2,62780 \text{ мм} \pm 0,587$ , (диагр. 14). Това обективно показва, че подборът на пациентите за клиничното изследване е коректен по отношение на стадия на зъбно изтриване в резултат на парафункция. Освен това потвърждава клиничната стойност на „специфичния въпросник“, че е надежден инструмент за регистрация на пациенти с парафункция в ранен стадий.



*Диаграма 14. Графично представяне на резултатите от измерването на плоскостните оклузални контакти*

В таблица 14 е описано процентното разпределение на пациентите според диагнозата на лекувания зъб спрямо възрастта и пола им.

**Таблица 14.** Процентно разпределение на пациентите по диагноза спрямо възраст и пол

Групи	Първичен кариес	Вторичен кариес	Caries media	Caries profunda
От 18 до 23 години	64,7%	35,3%	47,1%	52,9%
От 23 до 30 години	61,5%	38,5%	61,5%	38,5%
Мъже	62,5%	37,5%	62,5%	37,5%
Жени	63,6%	36,4%	50,0%	50,0%
Общо	63,3%	36,7%	53,3%	46,7%

Резултатите, получени при клиничната оценка на възстановяванията, са нанесени в индивидуалната клинична карта на всеки пациент и са представени в табл. 15 при ниво на значимост  $P < 0,05$ .

**Таблица 15.** Резултати от сравнителната клинична оценка на възстановяванията чрез модифицираните USPHS критерии на Ryge и Svar след obtуриране, на 6-ти и на 12-ти месец

Критерии	Начално състояние (n = 30)	След 6 месеца (n = 30)	P value (A <sub>0</sub> / A <sub>6</sub> )	След 12 месеца (n = 30)	P value (A <sub>0</sub> / A <sub>12</sub> )
	A <sub>0</sub> %	A <sub>6</sub> %		A <sub>12</sub> %	
Подходящ цвят	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Маргинално оцветяване	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Маргинална адаптация	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Анатомична форма	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Вторичен кариес	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05
Апроксимален контакт	100%	100%	P>0.05	100%	P>0.05



A)



Б)



В)



A)



Б)



В)



A)



Б)



В)



A)



Б)



В)

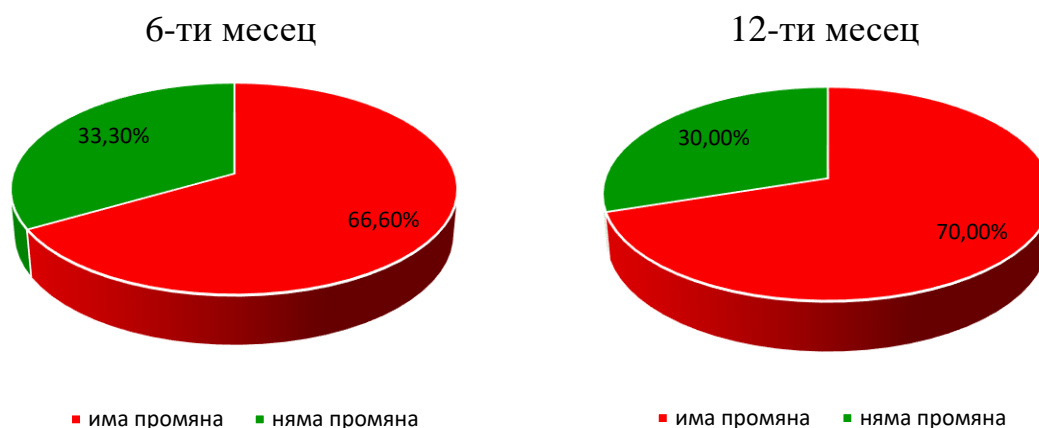
**Фигура 47.** А) следоперативна фотоснимка; Б) контролна фотоснимка на 6-ти месец; В) контролна фотоснимка на 12-ти месец

*Таблица 22. Сравнително представяне на стойностите на измерваните площи след obtуриране, на 6-ти и на 12-ти месец.*

Пореден №	Площ (mm <sup>2</sup> )			P value
	Начално състояние	След 6 месеца	След 12 месеца	
1	3,00	3,00	1,7	P>0.05
2	3,4	3,4	3,4	P>0.05
3	1,6	1,4	1,4	P>0.05
4	3,0	2,0	0,2	P>0.05
5	2,6	0,8	0,2	P>0.05
6	3,6	3,6	2,1	P>0.05
7	4,2	4,2	4,2	P>0.05
8	5,6	5,3	4,1	P>0.05
9	3,8	3,6	3,6	P>0.05
10	3,4	1,8	1,7	P>0.05
11	3,8	3,8	2,4	P>0.05
12	2,3	1,7	0,8	P>0.05
13	3,6	2,8	1,4	P>0.05
14	4,0	3,7	2,1	P>0.05
15	4,0	3,2	1,4	P>0.05
16	3,6	2,7	2,3	P>0.05
17	3,1	2,9	2,9	P>0.05
18	1,1	0,9	0,9	P>0.05
19	3,3	2,8	2,6	P>0.05
20	2,3	1,1	0,6	P>0.05
21	4,1	3,0	2,0	P>0.05
22	0,8	0,8	0,3	P>0.05
23	4,6	3,7	1,9	P>0.05
24	4,7	4,7	4,7	P>0.05
25	4,2	3,6	1,5	P>0.05
26	2,7	1,0	0,5	P>0.05
27	2,8	2,8	2,8	P>0.05
28	1,4	1,4	0,6	P>0.05
29	1,8	1,6	0,2	P>0.05
30	2,7	2,7	1,3	P>0.05

В табл. 22 сравнително са представени резултатите от измерването на изследваната от нас площ в началното състояние, на 6-тия и 12-тия месец.

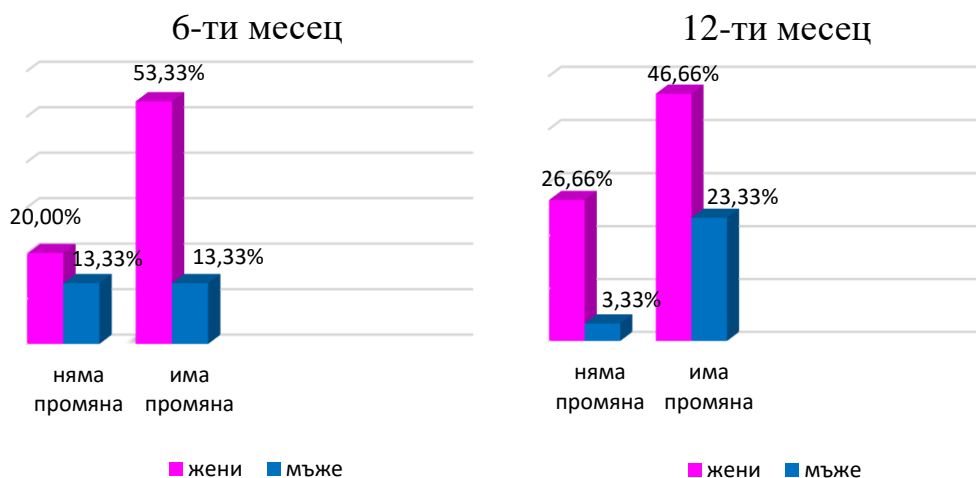
От проведените непараметрични изследвания при съпоставка на средните стойности на измерваните площи не се установяват статистически значими разлики между началното състояние и 6-тия месец ( $\chi^2 = 464,333$ ), между 6-тия и 12-тия месец ( $\chi^2 = 409,833$ ), както и между началното състояние и 12-тия месец ( $\chi^2 = 455,833$ ).



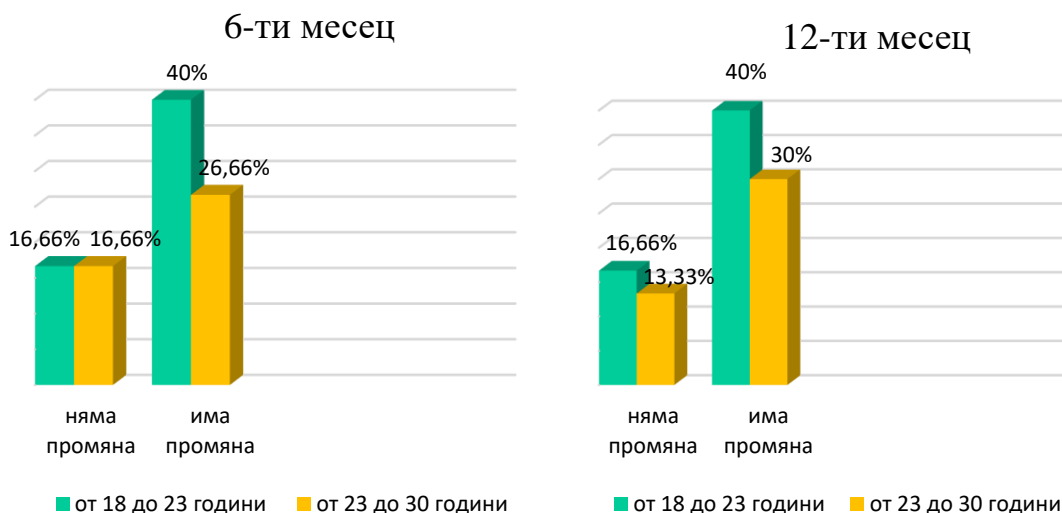
*Диаграма 15. Изтриване на obtурациите на 6-ти и 12-ти месец*

Диагр. 15 показва процентното разпределение на изтриване на obtурациите на 6-тия и 12-тия месец изразено посредством наличие или липса на промяна в измерваната площ.

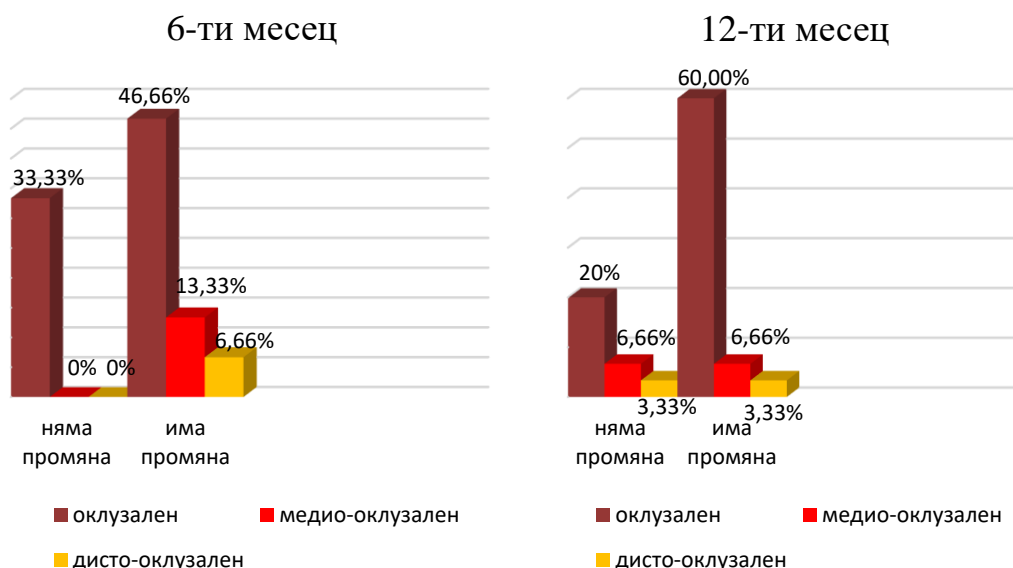
На диагр. 16, 17 и 18 са представени процентните разпределения на изтриване на obtурациите според пола, възрастта и локализацията на кариозните дефекти.



*Диаграма 16. Изтриване на obtурациите на 6-ти и 12-ти месец според пола на пациентите*



**Диаграма 17.** Изтриване на obtурациите на 6-ти и 12-ти месец според възрастта на пациентите

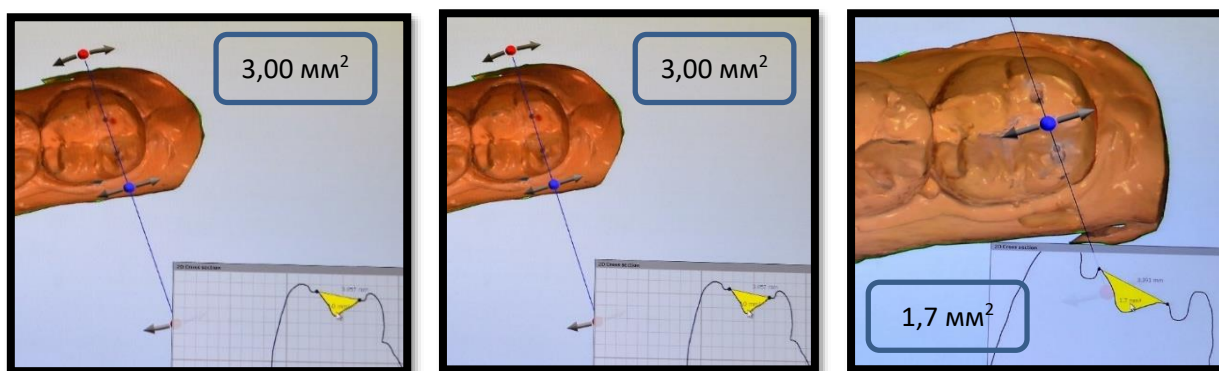


**Диаграма 18.** Изтриване на obtурациите на 6-ти и 12-ти месец според локализацията на кариозния дефект

След обстоен анализ на получените резултати се установява, че при някои от възстановяванията няма промяна в измерваната площ на контролата след 6-тия месец. При измерването на 12-тия месец площта на част от тези obtурации намалява (фиг. 49).

Наблюдават се и възстановявания с прогресивно намаляване на измерваната площ както на 6-тия, така и на 12-тия месец (фиг. 50).

Не при всички obtурации, при които е установена промяна на площта на 6-тия месец се наблюдава промяна на 12-тия месец. При 4 от всички проследявани obtурации измерваната площ остава непроменена за целия период на изследването (фиг. 51).

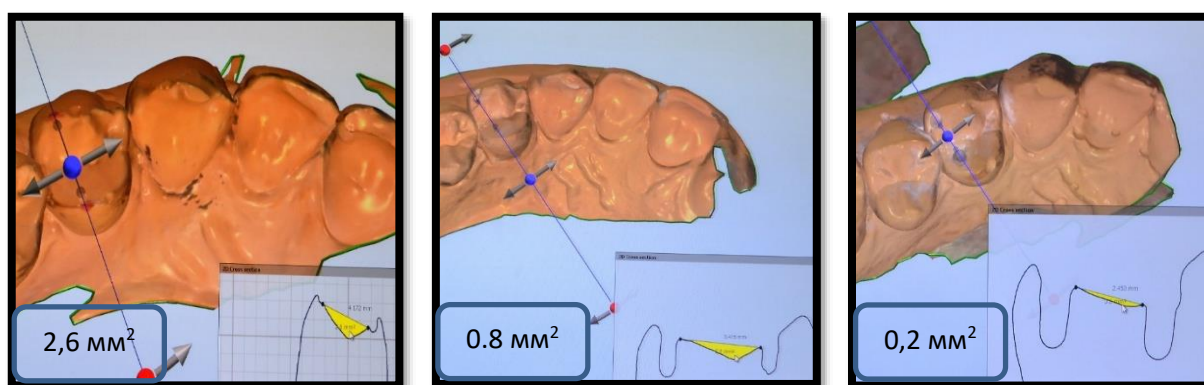


A)

Б)

В)

**Фиг. 49.** Случай с промяна в изследваната площ само след 12-тия месец.  
 А) Начално състояние; Б) Контрола – 6-ти месец; В) Контрола – 12-ти месец

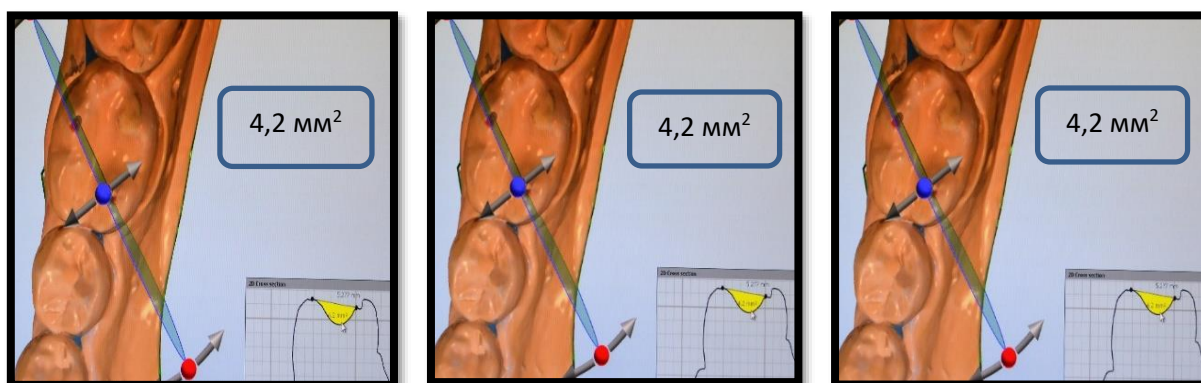


A)

Б)

В)

**Фиг. 50.** Случай с промяна в изследваната площ след 6-тия и 12-тия месец.  
 А) Начално състояние; Б) Контрола – 6-ти месец; В) Контрола – 12-ти месец



A)

Б)

В)

**Фиг. 51.** Случай без промяна в изследваната площ.  
 А) Начално състояние; Б) Контрола – 6-ти месец; В) Контрола – 12-ти месец

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Според биомеханиката през фокуса на оперативното зъболечение всяка кавитетна препарация е микроинженерна система съставена от два елемента: ТЗТ и obturационен материал. Биомеханичните проблеми при кавитетните форми са резултат от въздействието на дъвкателните сили върху елементите на кавитета и съответно на obturацията. Дисталната област на съзъбието се характеризира с изразена функционална активност. Нормалните функционални натоварвания са физиологично съвместими с генетично създадените тъкани и органи и поддържат тонуса на дъвкателния апарат с неговите адаптивни и защитни реакции. При парафункция - необичайна повтаряща се двигателна активност на дъвкателната система, всяко функционално претоварване може да предизвика структурни разрушения. С голямо значение за клиничната практика в денталната медицина е парафункционалната активност бруксизъм. При това състояние се развиват свръх големи дъвкателни сили и се установява абнормно оклузално зъбно изтриване. Научни изследвания потвърждават значително снижаване на възрастта на лицата с парафункции. От гледна точка на оперативното зъболечение съществува необходимост от задълбочени проучвания върху проблемите свързани с клиничната диагностика на стадийността на зъбното изтриване, определящ фактор за избора на лечебен подход при дистални кариозни лезии – директен или индиректен метод. Теоретично обосноваването на подходи в кавитетното проектиране и избора на подходящ пластичен дентален материал са от съществено значение за лекарите по дентална медицина при приложението на директни възстановявания на дистални кариозни лезии при пациенти с бруксизъм. Това мотивира разработването и определя основната цел на настоящия дисертационен труд: „Да се проучат биомеханичните характеристики на директни възстановявания на I и II клас кариозни дефекти в условия на повишено дъвкателно натоварване (бруксизъм).“

При стриктно следване на посочената цел са изпълнени поставените задачи.

Проведено е анкетно проучване за мнението на лекари по дентална медицина относно приложението на различни видове възстановявания за лечение на кариозни лезии в дисталната област при пациенти с бруксизъм. От комплексния анализ на получените резултати може да обобщим, че пациенти с парафункции са обект на лечение по повод зъбен кариес в кабинета на лекаря по дентална медицина. Те са в млада възраст и има тенденция за разпространение на парафункциите сред деца. Лекари със или без специалност лекуват тези пациенти, като с увеличаване на стажа прилагат както директни, така и индиректни методи на obtуриране. По-голям процент от анкетираните лекари по дентална меди-

цина предпочитат да прилагат директно obtуриране. Колегите, които предпочитат индиректен метод за obtуриране при пациенти с бруксизъм избират директни obtурации от КМ и амалгама при начална степен на зъбно изтриване. Със задълбочаване на оклузалната абразия изборът за дефинитивна obtурация се накланя към индиректни възстановяване. Клиницистите, които предпочитат директен метод за obtуриране го прилагат винаги, независимо от степента на зъбно изтриване. КМ са предпочитан материал при директно obtуриране на кариези при пациенти с бруксизъм.

Трябва да се подчертае, че от 144 анкетирани лекари по дентална медицина близо половината са с поливалентна специалност. Не е малък и дялът на тези без придобита специалност. Най-голям е броя на клиницистите до 30 годишна възраст взели участие в анкетата. От получените резултати за брой на пациенти с парафункции, които лекуват годишно – приблизително половината посочват до 10. Това показва недостатъчен опит при работа с тези пациенти.

Доколко директните obtурации от КМ и ДА са индицирани при пациенти с екстремни дъвкателни сили се определя от резултатите от биомеханичното и трибологичното изследване.

За целите на проучване на биомеханичното поведение на I и II клас директни obtурации в условия на екстремни дъвкателни сили е създаден 3D компютърен модел на премолар. Въз основа на този модел са изградени 8 допълнителни модела на I и II клас кавитети, съответстващи на клинични ситуации при среден и дълбок кариез с ограничена и широка препарация. За всеки един от тези модели е симулирано obtуриране с два вида КМ (КМ1- Filtek P-60; КМ 2- Gradia Direct Posterior ) и с две поколения ДА (ДА1 - конвенционална; ДА2 - съвременна с по-високо съдържание на Си и без  $\gamma 2$  фаза). Върху всеки един от така създадените 32 модела е симулирано аксиално и косо натоварване с трикратно увеличена големина на натоварващата сила. При всеки кавитетен дизайн са изследвани разпределението на напреженията и последващите деформации и премествания в obtурационния материал, адхезивния слой и ТЗТ.

От получените резултати е отчетено най-голяма концентрация на напрежения в obtурациите – основно във вътрешните ъгли, на границата с ТЗТ, оклузалните повърхности, апроксималните стени и гингивалната основа за II клас кавитетите. В адхезивния слой значителна концентрация на напрежения се наблюдава в областта на връзката с ТЗТ и към кавитетните стени. Това изисква прилагането на адхезивни системи, които гарантират здрав и дълготрайна връзка с емайла и дентина. Особено важно при екстремни дъвкателни натоварвания е да бъдат избрани „златните стандарти“ в адхезията, което гарантира оптимална маргинална адаптация. Разпределението на напреженията в ТЗТ е около границите с obtурациите.

Установени са по-изразени деформации при косо насочено натоварване, в сравнение с тези при аксиално натоварване.

Връзката между дизайна на кавитета, качествата на биоматериалите, големината и посоката на дъвкателните сили показва, че:

- най-устойчиви са I и II клас конвенционалните тесни и адхезивните II клас кавитети, и материалите Gradia Direct Posterior и конвенционална ДА;
- Най-рискови са I и II клас конвенционалните екстензивни кавитети и материалите Filtek P60 и съвременната амалгама

Това налага принципите на минимално инвазивното препариране, като водещи в лечението на кариеси при пациенти с бруксизъм.

Резултатите от биомеханичното изследване дават основание при екстремни дъвкателни сили характерни за бруксизъм да се предпочита директно obtуриране с микрохибридния композит Gradia Direct Posterior и конвенционална ДА при лечение на зъбен кариес. При obtурации от кондензируемия композит Filtek P60 и съвременната амалгама се концентрират големи напрежения, превишаващи якостта им на натиск и в клинични условия могат да доведат до постobtурационни усложнения (фрактура или паднала obtурация).

Изследвани са трибологичните характеристики на пет възстановителни материала, използвани за лечение на зъбен кариес в дисталната област: Gradia Direct posterior, Filtek P60, Cavex Alloy, Cavex Non Gamma-2. Използван е UMT-2M – универсален модулен апарат за извършване на широк диапазон от макро- и микро-механични, както и трибологични изпитвания. За целите на лабораторното изследване е създаден собствен, оригинален експериментален модел за провеждане на трибологични изследвания на дентални материали в стандартни изпитателни условия. Изпитани са скоростта и дълбочината на износване чрез микро-надраскване и устойчивостта на триене и износване на повърхността и в дълбочина на изследваните материали при различни режими на цикли и приложени сили. Оценката на повърхностната грапавост е реализирана чрез конвенционална оптична микроскопия на повърхността на всеки образец преди износване и след 30 и 60 минути/120 000 и 240 000 цикъла на износване. Осъществена е и иновативна 3D профилометрия на всички изследвани образци след 240 000 цикъла на износване, която предоставя количествени триизмерни данни за хомогенността на биоматериалите и степента на износването им. Подобна оценка е неинвазивна, многократно възпроизведима, високо информативна, работи в нанометричен мащаб, съпоставим с хистологични срезове.

От получените резултати можем да обобщим, че **Cavex Alloy** показва по-добра износоустойчивост на микронадраскване и триене в сравнение с **Cavex Non Gamma-2**. Кондензируемият композит (Filtek P60) проявява по-висока резистентност на износване при микронадраскване и триене спрямо микрохиб-

ридният (Gradia Direct posterior). От голямо значение за клиничната практика е направеният извод, че повърхностната грапавост и недобрата хомогенност на материалите могат да окажат огромно влияние върху функционални характеристики като умора, износоустойчивост, фрикционност и корозоустойчивост на материалите.

Клиничното изследване на директни композиционни възстановявания на кариозни дефекти в дисталната област при пациенти с бруксизъм е проведено върху 30 пациента. Подборът на участниците е осъществен след преглед на 140 здрави доброволци, студенти по дентална медицина от III и IV курс по определени общи и локални критерии. За целите на клиничното проучване е изготвена оригинална индивидуална клинична карта. Тя съдържа паспортна част, „специфичен въпросник“ за диагностициране на пациент с бруксизъм и стандартен ред за изследване на болен със зъбен кариес. В нея са описани всички етапи от клиничния протокол и от контролните прегледи. Основната цел на изследването е да се проследи клиничното поведение и степента на износване на директни obturации от конвенционален микрохибриден КМ (Gradia Direct posterior), показан за приложение в зони с повишено дъвкателно натоварване и широко прилаган в клиничната дентална практика.

За обективното доказване наличието на плоскостни оклузални контакти при изследваните пациенти са използвани точни измервателни инструменти на CAD-CAM софтуер. Симетричното разпределение на данните при измерване на плоскостните оклузални контакти потвърждава клиничното значение на „специфичния въпросник“ като надежден способ за регистрация на пациенти с парафункция в ранен стадий. Създадена е собствена оригинална методика за оценка на износоустойчивостта на директни obturации от КМ. Въвеждат се понятията реперни точки и площ на оклузална загуба (изтриване) на obturацията. Този подход е оригинален, иновативен, точен, многократно възпроизводим и с възможност за приложение при оценка на износоустойчивост на биоматериали, зъбни тъкани (емайл и дентин) при различни функционални условия *in vivo*. Пациентите са проследени на 6-тия и 12-тия месец. Резултатите от клинична оценка и оценката на износоустойчивостта на възстановяванията са анализирани спрямо преобладаващия патологичен механизъм („стискане със зъби“ или „скърцане със зъби“) за всеки клиничен случай. Клинично е потвърдена високата устойчивост на Gradia Direct posterior на статични екстремни сили. Въз основа на тези резултати са формулирани препоръки към лекарите по дентална медицина при директно възстановяване на кариозни дистални дефекти при пациенти с бруксизъм.

## **ПРЕПОРЪКИ КЪМ ЛЕКАРИТЕ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА**

### **1. Осъществяване на обстоен анализ на клиничната ситуация преди пристъпване към лечение на I и II клас кариозни лезии на млади пациенти:**

- Подробна, целенасочена анамнеза за откриване на субективни признаци за налични парафункции в ранен стадий.
- Отдиференциране на конкретния патогенетичен механизъм (динамично или статично екстремно дъвкателно натоварване) индивидуално за всеки пациент.
- Обективна оценка на степента на изтриване на ТЗТ посредством изследване на оклузалните контакти.
- Точно определяне индикациите за директни възстановявания с КМ според степента на зъбно изтриване за всеки клиничен случай.

### **2. Избор на КМ за оптимално директно възстановяване на I и II клас кариозни лезии на млади пациенти с начален стадий на изтриване на ТЗТ:**

- Конвенционалните микрохибридни КМ показани за постериорни възстановявания, чийто представител е изследваният от нас Gradia Direct Posterior са оптимален избор в условия на статични екстремни дъвкателни сили.
- Кондензируемите КМ с представител Filtek P60, който е обект на нашите проучвания, обосновано са показани за приложението им в условия на динамично екстремни сили (активно зъбно триене).

## ИЗВОДИ

1. Голям процент от анкетираните лекари по дентална медицина предпочитат да прилагат директно obtуриране, но се съобразяват със степента на изтриване на зъбните тъкани преди да пристъпят към приложението му.
2. Клиницистите с по-голям опит в лечението на пациенти с бруксизъм оценяват дълготрайния ефект на директните obtурации само при атриция.
3. Биомеханичната оценка на obtурации от кондензируемия композит Filtek P60 и съвременната амалгама при екстремни дъвкателни сили и различни кавитетни дизайни показва концентрация на големи напрежения, превишаващи якостта им на натиск, което в клинични условия е рисково за фрактура на obtурациите.
4. При Gradia Direct Posterior и конвенционална ДА се наблюдава най-благоприятно разпределение на напреженията при всички модели, което обосновава индикациите за приложението им в условия на екстремни дъвкателни сили.
5. Анализът на деформациите в кавитетните стени показва по-изразено огъване и преместване при косо натоварване, в сравнение с тези при аксиално натоварване.
6. Cavex Alloy и Filtek P60 показват по-добра износоустойчивост на микронадраскване и триене в сравнение с Cavex Non Gamma-2 и Gradia Direct posterior, което обосновава индикациите за приложението им в условия на активно зъбно триене.
7. Предложеният „специфичен въпросник“, е надежден инструмент за регистрация на пациенти с парафункция в ранен стадий.
8. Клинично се потвърждава високата устойчивост на Gradia Direct Posterior на статични екстремни дъвкателни сили.
9. Предложената от нас оригинална методика за обективна оценка на износоустойчивостта на директни композитни obtурации е иновативена, точна, многократно възпроизведима и позволява установяване на минимални начални изменения.

## **ПРИНОСИ**

### **ПРИНОСИ С НАУЧНО-ПРИЛОЖЕН ХАРАКТЕР:**

1. Създаване на собствен, оригинален експериментален модел за провеждане на трибологични изследвания на дентални материали в стандартни изпитателни условия.
2. Създаване на оригинална индивидуална клинична карта за подбор и предварителен анализ на таргетна група пациенти с бруксизъм, индицирани за консервативно лечение на кариозни лезии на дъвкателни зъби, както и проследяване на изследваните признаци.
3. Предлагане на собствена оригинална методика за оценка на износоустойчивостта на директни obturации от КМ.

### **ПРИНОСИ С ПОТВЪРДИТЕЛЕН ХАРАКТЕР:**

1. За първи път у нас се анализира мнението на лекари по дентална медицина относно проблемите свързани с директно obtуриране на дистални кариозни дефекти при пациенти с бруксизъм.
2. За първи път у нас е осъществен сравнителен анализ по МКЕ на разпределението на напреженията и деформациите в системата ТЗТ-адхезивен слой-obturaция при симулиране на obtуриране с четири различни възстановителни материала подложени на физиологично и екстремно дъвкателно натоварване.
3. За първи път у нас е проведено лабораторно изследване на трибологични характеристики на различни поколения ДА и КМ.
4. За първи път у нас е установена надеждността на специфичен въпросник за изследване на пациенти с парафункция.
5. За първи път у нас е извършено клинично изследване за оценка на износоустойчивостта на директни obtурации от КМ при пациенти с бруксизъм.

## ПУБЛИКАЦИИ СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

### ПЪЛНОТЕКСТОВИ СТАТИИ

1. Александрова В, Манчорова Н, Владимирова Ст, Александров Св. Анкетно проучване на методите за възстановяване на дистални кариозни лезии при пациенти с бруксизъм. Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив. Серия Г. Медицина, фармация и дентална медицина, 2017;20:185-90.
2. Александрова В, Манчорова Н, Владимирова Ст, Александров Св. 3D математически анализ на разпределението на напреженията в I и II клас директни obturации при екстремно дъвкателно натоварване. Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив. Серия Г. Медицина, фармация и дентална медицина, 2017;20:191-6.
3. Aleksandrova V, Manchorova N, Vladimirov S, Aleksandrov Sv, Tashev M. 3D Study on displacement distributions in dental tissues due to extreme occlusal stress on class I and II direct restorations by finite elements analysis. J Bio Sci Biotechnol, 2017:11-5.

### УЧАСТИЯ В НАУЧНИ ФОРУМИ

1. Александрова В, Манчорова Н, Владимирова Ст, Александров Св. Анкетно проучване на методите за възстановяване на дистални кариозни лезии при пациенти с бруксизъм. Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив. „Дни на науката 2016“ Пловдив, 28-29.10.2016.
2. Александрова В, Манчорова Н, Владимирова Ст, Александров Св. 3D математически анализ на разпределението на напреженията в I и II клас директни obturации при екстремно дъвкателно натоварване. Научни трудове на Съюза на учените в България – Пловдив. „Дни на науката 2016“. Пловдив, 28-29.10.2016.
3. Aleksandrova V, Manchorova N, Vladimirov S, Aleksandrov Sv, Tashev M. Investigation of displacement distribution in dental tissues in class I and II direct restorations in extreme occlusal forces by the method of finite elements. National phd conference on biology. Plovdiv, November 1, 2016.
4. Aleksandrova V, Manchorova N, Vladimirov S, Aleksandrov Sv. Cad-cam evaluation of composite restorations's wear in high stress regions: a design study. 22<sup>nd</sup> BaSS Congress, Thessaloniki Greece, may 04-07.2017.
5. Александрова В, Манчорова Н, Владимирова Ст, Александров Св. Създаване на експериментален модел за провеждане на трибологични изследвания на дентални материали. 17-ти научен конгрес на БЗС, Бургас, 15-17 юни 2017 г.