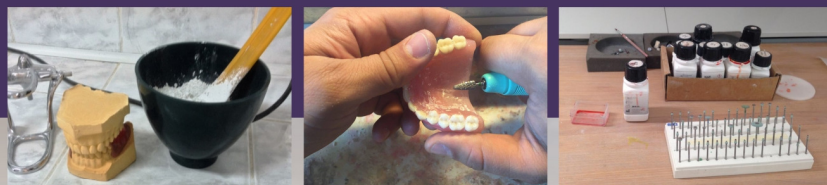




UNIVERSITATEA
DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„VICTOR BABEȘ” DIN TIMIȘOARA



Lavinia Cosmina ARDELEAN

INSTRUMENTE ȘI APARATE ÎN LABORATORUL DE TEHNICĂ DENTARĂ

MANUALE

Editura „Victor Babeș”
Timișoara, 2025

Editura „Victor Babeș”

Piața Eftimie Murgu nr. 2, cam. 316, 300041 Timișoara

Tel./Fax 0256 495 210

e-mail: evb@umft.ro

www.umft.ro/ro/organizare-evb/

Director general: Prof. univ. dr. Sorin Ursoniu

Colecția: MANUALE

**Coordonatori colecție: Prof. univ. dr. Codruța Șoica
Prof. univ. dr. Daniel Lighezan**

Referent științific: Prof. univ. dr. Meda Lavinia Negruțiu

© 2025

Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate.

Reproducerea parțială sau integrală a textului, pe orice suport, fără acordul scris al autorilor este interzisă și se va sancționa conform legilor în vigoare.

ISBN 978-606-786-462-5

Cuprins

CAPITOLUL 1	
LABORATORUL DE TEHNICĂ DENTARĂ – CONDIȚII DE HABITAT ȘI TEHNICO-MATERIALE.....	6
1.1 CONDIȚII DE HABITAT	6
1.2 LABORATORUL DE BAZĂ.....	7
1.3 COMPARTIMENTUL PENTRU GIPS	17
1.4 COMPARTIMENTUL PENTRU PRELUCRAREA ALIAJELOR LA CALD.....	18
1.5 COMPARTIMENTUL PENTRU POLIMERIZAREA MASELOR PLASTICE.....	18
1.6 COMPARTIMENTUL PENTRU CERAMICA DENTARĂ.....	18
1.7 COMPARTIMENTUL PENTRU PRELUCRARE/ FINISARE/ LUSTRIRE.....	19
1.8 NORME DE PROTECȚIE A MUNCII ÎN LABORATORUL DE TEHNICĂ DENTARĂ	20
CAPITOLUL 2	
INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU AMPRENTARE.....	23
2.1 PORTAMPRENTE.....	23
2.2 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PREPARAREA MATERIALELOR DE AMPRENTĂ	30
2.3 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU DUPLICAREA MODELELOR	32
2.4 AMPRENTA DIGITALĂ.....	35
CAPITOLUL 3	
INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU REALIZAREA MODELELOR	36
3.1 INSTRUMENTE ȘI APARATE NECESARE REALIZĂRII MODELELOR DIN GIPS	36
3.2 INSTRUMENTE ȘI APARATE NECESARE REALIZĂRII MODELELOR DIN RĂȘINI.....	42
3.3 INSTRUMENTE ȘI APARATE NECESARE REALIZĂRII MODELELOR CU BONTURI MOBILIZABILE	44
CAPITOLUL 4	
SIMULATOARELE ATM.....	64
4.1 GENERALITĂȚI.....	64
4.2 SISTEME DE ÎNREGISTRARE ȘI TRANSFER.....	66
4.2 SIMULATOARE	68
CAPITOLUL 5	
PARALELOGRAFUL.....	74

5.1 GENERALITĂȚI.....	74
5.2 PĂRȚI COMPONENTE.....	76
CAPITOLUL 6	
INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU REALIZAREA	
MACHETELOR	78
6.1 GENERALITĂȚI.....	78
6.2 INSTRUMENTE MANUALE PENTRU MODELAJ	80
6.3 SPATULA ELECTRICĂ.....	81
6.4 METODE DE ÎNCĂLZIRE A CERII	82
CAPITOLUL 7	
INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU REALIZAREA TIPARELOR	
ȘI PREÎNCĂLZIREA ACESTORA	86
7.1 GENERALITĂȚI.....	86
7.2 INSTRUMENTE PENTRU AMBALAREA MACHETEI.....	87
7.3 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PREÎNCĂLZIREA	
TIPARELOR.....	90
CAPITOLUL 8	
INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PRELUCRAREA	
ALIAJELOR	93
8.1 GENERALITĂȚI.....	93
8.2 METODE DE TOPIRE A ALIAJELOR	94
8.3 METODE DE TURNARE A ALIAJELOR	97
8.4 METODE DE UNIRE A COMPONENTELOR METALICE ALE	
PROTEZELOR DENTARE	101
CAPITOLUL 9	
TEHNOLOGII ALTERNATIVE DE REALIZARE A COMPONENTEI	
METALICE A RESTAURĂRILOR PROTETICE	106
9.1 GALVANOFORMAREA.....	106
9.2 SINTERIZAREA	110
9.3 SISTEME CAD/CAM PENTRU ALIAJE	111
9.4 ELECTROEROZIUNEA.....	116
CAPITOLUL 10	
CONDIȚIONAREA SUPRAFEȚELOR METALICE ȘI	
NEMETALICE	117
10.1 GENERALITĂȚI.....	117
10.2 SILANIZAREA	118
10.3 SABLAREA.....	118
10.4 OXIDAREA.....	122
10.5 SILICATIZAREA (DEPUNEREA UNUI STRAT INTERMEDIAR DE	
SILICE).....	122

CAPITOLUL 11	
INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PRELUCRAREA	
MATERIALELOR PE BAZĂ DE RĂȘINI.....	126
11.1 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PRELUCRAREA	
RĂȘINILOR ACRILICE TERMOPOLIMERIZABILE.....	126
11.2 SISTEME PENTRU INJECTAREA RĂȘINILOR.....	128
11.3 APARATE PENTRU FOTOPOLIMERIZARE.....	135
11.4 SISTEME CAD/CAM PENTRU RĂȘINI	138
CAPITOLUL 12	
INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PRELUCRAREA	
CERAMICII.....	143
12.1 INSTRUMENTE PENTRU PREPARAREA CERAMICII.....	143
12.2 CUPTOARE PENTRU CERAMICĂ.....	146
12.3 SISTEME CAD/CAM PENTRU CERAMICĂ.....	153
12.4 DISPOZITIVE PENTRU DETERMINAREA CULORII.....	153
CAPITOLUL 13	
SISTEME CAD/CAM.....	157
13.1 SISTEME ADITIVE.....	157
13.2 SISTEME CAD/CAM SUBSTRUCTIVE- DESCRIERE ȘI	
CLASIFICARE.....	158
13.3 DIVERSE SISTEME CAD/CAM SUBSTRUCTIVE.....	165
13.4 SISTEMELE CAM ȘI EVOLUȚIA LOR	168
CAPITOLUL 14	
INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU DEZAMBALARE,	
PRELUCRARE, FINISARE ȘI LUSTRIRE.....	170
14.1 GENERALITĂȚI.....	170
14.2 APARATE PENTRU CURĂȚAREA SUPRAFEȚELOR.....	171
14.3 PRELUCRAREA PRIN AȘCHIERE	173
14.4 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PRELUCRARE/	
FINISARE.....	174
14.5 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU LUSTRIRE.....	185
Abrevieri	189
Bibliografie	190

CAPITOLUL 1

LABORATORUL DE TEHNICĂ DENTARĂ – CONDIȚII DE HABITAT ȘI TEHNICO-MATERIALE

1.1 CONDIȚII DE HABITAT

În trecutul apropiat era recomandat ca amplasarea laboratorului să fie în proximitatea cabinetului de medicină dentară, pentru îmbunătățirea adresabilității și colaborării cât și pentru ușurarea comunicării dintre medic și technician. În prezent, în epoca comunicării eficiente online, precum și a posibilității de a trimite rapid colete prin serviciile de curierat, această recomandare nu mai este de actualitate.

În ceea ce privește spațiul alocat laboratorului, compartimentarea sa trebuie să asigure pentru fiecare unitate de lucru un spațiu minim de 8 m², în condițiile respectării principiilor ergonomice și normelor de protecție a muncii în vigoare.

Instalațiile electrice, de apă, gaz, vapori trebuie izolate corespunzător; de asemenea, orice derivație de la traseul principal necesită robinet separat.

Iluminarea laboratorului trebuie să dispună de o sursă centrală de lumină de 800-1000 lux, amplasată în vederea asigurării, pe cât posibil, a lucrului fără umbră. Iluminarea locului de muncă trebuie să furnizeze 4000-8000 lux.

Suprafețele din laborator trebuie să permită curățarea și dezinfectia facilă prin metode uzuale (detergenți, soluții dezinfectante, radiații UV).

Întreaga concepție a dotării și circuitele tehnologice trebuie să înlesnească o protecție eficientă a muncii.

Podelele vor fi reprezentate de suprafețe dure, rezistente, ușor lavabile și dezinfectabile. Modelele marmorate sau mozaicul sunt de evitat, deoarece îngreunează găsirea rapidă a pieselor mici scăpate accidental pe jos.

Temperatura ambiantă trebuie să se situeze între 21°C și 23°C, în condițiile unei umidități relative a aerului de 40-60%. Sunt de evitat curenții de aer, iradierea de căldură și aerul cald provenit de la aparate, de asemenea staționarea aerului încălzit. Se recomandă ca laboratorul să fie dotat cu instalație de aer condiționat, pentru a menține un climat de muncă adecvat, pe timpul verii.

Zgomotul trebuie să se situeze sub 55 dB în cazul unor activități care necesită o concentrare mai mare și sub 70 dB în condițiile activităților simple, de rutină. Compresoarele, precum și alte aparate ce produc zgomot, se recomandă a fi plasate în încăperi separate.

Tehnicienii trebuie să lucreze în halat sau echipament specific, cu mâneci scurte, protejat de sorțuri, dacă este cazul. Dispozitivele de protecție

individuală constau în măști pentru protecție buco-nazală și ochelari de protecție împotriva pulberilor, așchiilor și gazelor.

Diviziunea muncii în laboratorul de tehnică dentară presupune existența mai multor compartimente cu destinații precise:

- laboratorul de bază
- compartimentul pentru gips
- compartimentul pentru prelucrarea aliajelor la cald
- compartimentul pentru prelucrarea maselor plastice
- compartimentul pentru tehnologiile ceramice și metalo-ceramice
- compartimentul pentru prelucrare/lustruire.

În condițiile în care tehnologiile CAD/CAM câștigă teren pe zi ce trece, un compartiment sau o încăpere separată, după caz, poate fi destinat acestora. Sistemele CAD/CAM pot fi, de asemenea integrate în spațiul destinat laboratorului de bază sau altui compartiment, după caz.

Când nu este posibilă alocarea de spații separate pentru toate aceste activități, se pot efectua comasări.

Compartimentul pentru gips, cel pentru prelucrarea aliajelor la cald și cel de prelucrare/lustruire necesită satisfacerea unor condiții comune:

Mesele vor avea înălțimea de 1 m, adaptate lucrului în picioare.

Plăcile de pe mese vor fi rezistente la șocuri, ușor de curățat și dezinfectat.

Amplasarea meselor trebuie să asigure libertatea lucrului în jurul lor. Aparatele de pe mese vor păstra spații corespunzătoare între ele, în scopul menținerii libertății de mișcare. În laboratoarele didactice vor fi atașate instrucțiunile de bază în folosirea utilajelor.

Este de dorit ca aparatele care generează vibrații să fie montate pe console în perete.

1.2 LABORATORUL DE BAZĂ

Acest compartiment reprezintă locul în care tehnicianul dentar își petrece marea majoritate a timpului, fiind prevăzut cu mese de lucru dotate corespunzător, dulapuri și rafturi pentru materiale, instrumente și dispozitive specifice. Este de preferat mobilierul modular, care permite diverse variante de amplasare a locurilor de muncă în funcție de rațiuni ergonomice, preferințe, obișnuințe, număr de persoane care lucrează etc.

Masa de lucru a tehnicianului dentar trebuie să satisfacă următoarele condiții:

- înălțime de 720-750 cm, adaptată activității șezânde
- lățime suficientă pentru amplasarea accesoriilor și pentru asigurarea unui spațiu de lucru corespunzător
- suprafața să fie mată (grad de reflexie < 50%); se preferă tonurile neutre de gri sau maro, dar se pot folosi și nuanțele tari de albastru sau verde; suprafața trebuie să fie rezistentă la acțiunea acizilor și a agenților de curățare, să fie netedă, dar să nu permită reflectarea luminii
- spațiu liber pentru picioare.

Masa de lucru este dotată cu instalații complexe, fiind prevăzută cu:

- sursă de lumină fluorescentă, ce poate fi rotită în jurul axului și în sens vertical, asigurând astfel o iluminare optimă
- cotiere retractabile, confecționate din materiale aderente, oferind o bună stabilitate a mâinilor
- aspirator de praf, filtre. Aspiratorul poate fi comandat manual sau cu ajutorul genunchiului și poate funcționa simultan cu micromotorul sau separat
- ecran de protecție cu sau fără lupă sau cameră de protecție ce poate fi racordată la unitatea de aspirație
- prize pentru alimentarea cu energie electrică a diferitelor aparate auxiliare
- sursă de energie termică, reprezentată de un bec Bunsen sau de arzătoare perfecționate, dotate cu flacără mică, pilot și flacără mare, principală, detașabile și cu posibilitatea reglării poziției în ambele sensuri
- seringă de aer, racordată la compresor
- dispozitiv de acționare a instrumentarului rotativ, cel mai frecvent utilizat fiind micromotorul, la care este atașată piesa de mână
- sertar pentru deșeuri
- sertare pentru materiale (superioare mai plate și inferioare mai adânci, din rațiuni ergonomice).

Ansamblul este protejat împotriva supraîncălzirii motoarelor, oprindu-se automat alimentarea electrică și este insonorizat cu un sistem de labirinturi pentru a crește confortul utilizatorului.



Figura 1. Bec Bunsen.

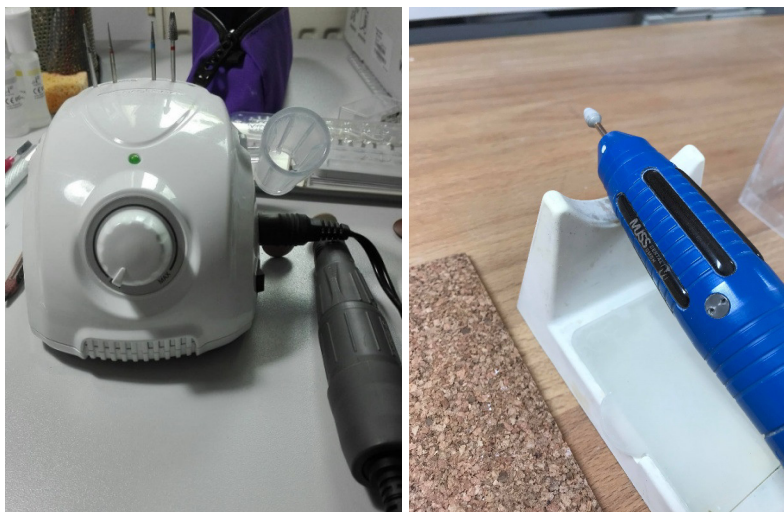


Figura 2. Micromotor și piesă de mână.



Figura 3. Ecran de protecție, aspirator și piesă de mână.

În urma multitudinii de manopere executate în laboratorul de tehnică dentară se produc cantități mari de pulberi și vapori dăunători sănătății:

- pulberea fină de ceramică
- nisipul de sablat, ce conține cuarț, considerat carcinogenetic
- pulberile metalice
- pulberea de gips
- acrilatul, foarte nociv prin vaporii de metacrilat de metil degajați.

În cazul în care laboratorul nu dispune de sistem de aspirație, tehnicianul poate inhala până la 12 kg de pulberi nocive pe an. Protejarea față de acest factor de risc se poate face prin instalarea la masa de lucru a unui sistem de aspirație.

Sistemele de aspirație moderne pot fi integrate oricărui tip de mobilier. Sistemele de filtre integrate permit filtrarea a 99,9% din pulberile cu diametru chiar mai mic de 5 μ m. Prin adăugarea la sistem și a unui filtru de carbon se realizează absorbția vaporilor toxici de metil metacrilat.

Pe piață există oferte de sisteme de aspirație pentru un singur post de lucru sau pentru mai multe. Sistemele performante sunt silențioase, pornirea-oprirea se face automat, sunt prevăzute cu regulator de aspirație electronic de înaltă eficiență, schimbarea filtrelor se face cu ușurință. Capacitatea de absorbție diferă în funcție de tipul de sistem, fiind măsurabilă în l/secundă. Timpul de exploatare diferă de asemenea în funcție de sistem.

Pentru lucrări de mare precizie se folosesc lupe fixate pe masă, ochelari cu lupă și chiar stereomicroscop.



Figura 4. Lucru la microscop.

Aerul comprimat se obține prin intermediul compresoarelor. Aceste aparate funcționează prin mecanismul bielă-manivelă; mișcarea de rotație a unui motor (de obicei electric) este transformată în mișcare de translație a pistonului/pistoanelor, care realizează comprimarea aerului în rezervoare speciale. Refluarea aerului din rezervor în cilindru/cilindri este împiedicată de un sistem de ventile. Compresoarele mai dispun de reglatoare de presiune automate, care asigură pornirea atunci când presiunea scade sub o anumită valoare limită (de exemplu 3 bari) și oprirea la o valoare limită superioară (de exemplu 5 bari).

O importanță majoră prezintă modalitatea de rezolvare a problemei fricțiunii între piston/pistoane și suprafața internă a cilindrului/cilindrilor. Compresoarele cu carter de ulei prezintă dezavantajul emisiei de particule de ulei în aerul comprimat, care pot contamina suprafețele pe care se proiectează jetul de aer, fapt cu atât mai important cu cât anumite tehnologii ceramice, metalo-ceramice și metalo-polimerice reclamă o curățare și o degresare riguroasă a suprafețelor. O variantă îmbunătățită este reprezentată de compresoarele cu suprafețele ce participă la fricțiune teflonate, situație în care poluarea aerului comprimat este împiedicată.

De obicei compresoarele constituie surse de zgomot și vibrații, de aceea este recomandabilă amplasarea lor în afara încăperilor în care se lucrează, ca și izolarea acestora cu paravane izolatoare fonic. În intenția minimizării acestor probleme, ultimele generații de compresoare sunt din ce în ce mai silențioase și mai echilibrate. Dacă laboratorul are peste zece mese de lucru, este bine să se realizeze o stație de compresoare, aerul fiind dirijat la fiecare utilizator prin țevi de cupru.

Măsurile de întreținere ale compresoarelor cu ulei se referă la:

- verificarea săptămânală a uleiului în carter
- schimbarea uleiului și evacuarea condensului după 100 de ore de funcționare
- schimbarea filtrelor după 400 de ore de funcționare.

În cazul compresoarelor fără ulei este necesară evacuarea săptămânală a condensului, cu ajutorul unui ventil, plasat de obicei pe fața laterală a aparatului.

Scaunul trebuie să prezinte următoarele caracteristici:

- înălțimea șezutului reglabilă (420-450 cm de la planul podelei)
- spătar reglabil în sens vertical și orizontal
- sistem de susținere și deplasare pe cinci role, cu dispozitiv de blocare a rotației acestora
- suprafața șezutului suficientă
- marginea anterioară a șezutului rotunjită
- suprafața capitonată.

Suportul pentru picioare trebuie să respecte următoarele cerințe:

- să fie nealunecos
- să aibă conductibilitate termică redusă
- să fie reglabil în înălțime
- să aibă unghi de înclinare reglabil.

Pe piață sunt disponibile scaune autoreglabile, astfel încât poziția de lucru să fie corectă și relaxată, dând posibilitatea unei libertăți de mișcare maxime. O articulație conectează spătarul cu șezutul, astfel încât, dacă înclinația spătarului crește, șezutul își modifică poziția, pentru a preveni suprasolicitarea musculară. Permite reglarea atât a poziției cât și a înclinației spătarului și șezutului, cu posibilitatea fixării spătarului în poziția dorită.

Dispozitivele de acționare a instrumentarului rotativ diferă în funcție de modul de generare și transmitere a mișcării de rotație. Astfel, deosebim acționarea electrică în cazul motorului electric suspendat, la care se cuplează o piesă de mână și în cazul micromotoarelor și acționarea cu ajutorul aerului comprimat, pentru turbină.

Ansamblul motor electric suspendat/piesă de mână

Acest sistem de acționare se compune dintr-un motor electric suspendat, o piesă de mână și un braț flexibil, care racordează cele două componente mai sus amintite, transmițând mișcarea de rotație prin intermediul unui cablu din oțel, reprezentând modul clasic de acționare a instrumentarului, la ora actuală depășit.

Motorul funcționează la 220 V/50 Hz (100 W) și furnizează o turație maximă de 8000 ture/minut, fiind comandat prin intermediul unui reostat cu pedală, care înlesnește și alegerea turației corespunzătoare în raport cu diversele manopere specifice. Motorul propriu-zis este format din stator și rotor, pe care sunt fixați rulmenții. Dispozitivul de cuplare cu brațul flexibil este realizat dintr-un material electroizolant pentru prevenirea eventualelor accidente. Brațul flexibil (1m lungime) transmite mișcarea de rotație de la motorul electric suspendat la piesa de mână.

Piesa de mână se cuplează la brațul flexibil, se blochează cu ajutorul unei cleme și se compune din pensetă, corp și teacă. Piese de mână suportă în general turații nominale de cca. 10.000 ture/min. Prinderea frezei cu diametrul de 2,35 mm în capul portsculă se face cu ajutorul unei chei speciale și a unui bolț. Se blochează cu bolțul în lăcașul piesei de mână și se strânge sau se desface (cu cheia specială) penseta, în care se introduce, sau din care se extrage instrumentarul rotativ necesar prelucrării.

Micromotorul

Micromotoarele reprezintă motoare electrice de dimensiuni reduse, care împreună cu piesa de mână formează o unitate. Prin utilizarea componentelor electronice în structura acestor dispozitive, este posibilă stabilirea exactă a performanțelor tehnice. Micromotoarele pot funcționa atât în regim de curent continuu și în regim de curent alternativ și pot furniza turații de până la 60.000 ture/minut. Aceste dispozitive reprezintă o alternativă evoluată la sistemele tradiționale cu motor suspendat și oferă, în funcție de producător și de model, o serie de facilități:

- posibilitatea selectării sensului de rotație (orar sau trigonometric)
- posibilitatea utilizării atât în laborator, cât și în cabinet
- sisteme de avertizare în momentul în care sistemul lucrează în regim de suprasolicitare
- memorie, în care se introduc date referitoare la turație și intervalul de timp în care dispozitivul va lucra în regim de turație constantă etc.

Comanda micromotoarelor se poate face diferit: cu piciorul (prin apăsare pe pedală, sau acționarea unui reostat cu rotație orizontală), cu genunchiul (prin presiune laterală), cu cotul sau direct cu mâna.

Dispozitivul de prindere permite utilizarea frezelor/pietrelor cu diametre diferite și funcționează prin rotația în sens opus a celor două părți ale carcasei.

În funcție de complexitatea lor, micromotoarele pot fi cu inducție, care le conferă durabilitate, nivel scăzut al vibrațiilor și zgomotului, dotate cu mecanisme de protecție antipraf, control prin microprocesor, display digital, sistem de avertizare în cazul conectării incorecte a piesei, sisteme de selectare a vitezei.

În funcție de turația dezvoltată, micromotoarele sunt destinate prelucrării a diverse materiale, definite în specificațiile tehnice ale fiecărui tip în parte.



Figura 5. Micromotoare, piese de mână și ochelari de protecție.

Turbina

Aceste dispozitive permit obținerea de turații foarte mari, până la 300.000 ture/minut, în condițiile unei greutate foarte reduse a piesei de mână (50-100g), fapt care oferă un confort sporit utilizatorului.

Principiul de funcționare constă în folosirea aerului comprimat (3,5-4 bari), furnizat de un compresor, care acționează asupra paletelor turbinei, generând o mișcare de rotație cu turații foarte mari.

După construcția lagărului rotor se disting: turbine cu rulmenți (necesită ungere prin barbotor de ulei din instalația de alimentare cu aer sau ungere periodică prin folosirea de sprayuri speciale) și turbine cu pernă de aer, la care rotorul este practic suspendat pe un strat de aer. Acestea din urmă sunt mai silențioase, mai fiabile, permit obținerea de turații mai ridicate și nu necesită ungere, prevenind contactul între diversele materiale ce se prelucrează și ulei.

Turbinele pot fi acționate cu mâna sau cu piciorul, de la caz la caz, existând modele ce permit suspendarea pe perete. Dispozitivul de prindere a frezelor/pietrelor permite montarea de instrumente cu diametrul de 1,6 mm,

fiind acționat prin răsucirea în sens contrar a celor două părți ale carcasi piesei. Cu ajutorul turbinei se pot prelucra inclusiv piese ceramice, de mare finețe.



Figura 6. Turbină pentru laborator.

Frezarea cu ajutorul paralelografului

Această metodă permite realizarea de preparații dirijate. Piesa de mână a micromotorului este solidarizată sau conectată la brațul de ghidaj al paralelografului, care permite trei grade de libertate prin translație orizontală și verticală. Gradul de convergență al preparațiilor este dat de unghiul de tăiere al frezei folosite, cu angulații de 0, 2, 4 sau 6°. Brațul de ghidaj permite piesei de mână o mișcare de translație, iar axul preparației este unic, determinat de poziția mesei de lucru. Atât timp cât reglajele mesei nu se modifică, axul este păstrat. Dacă există mai multe piese la care se lucrează în paralel, se recomandă utilizarea de mese de lucru diferite. Se utilizează în special în protetica fixă pe implante, dar se indică și în alte situații, de ex. în frezarea barelor protezei mobilizabile scheletate.

Micul instrumentar al tehnicianului dentar constă în spatule, instrumente de modelat, pense, pensule, foarfeci, perii, fierăstraie, godeuri, mojarie cu pistil, cuțite și clești pentru gips, compasuri, o gamă variată de clești: crampon, Aderer, Waldsachs, Schwartz, Johnson, pentru tăiat sârma (lateral și frontal), instrumente de măsură de finețe, port-freze, instrumentar rotativ etc.



Figura 7. Instrument pentru măsurarea grosimii coroanelor/capelor.



Figura 8. Clește crampon.



Figura 9. Clește pentru conformarea coroanelor.



Figura 10. Ciocănel.



Figura 11. Instrumentar pentru prepararea și depunerea ceramicii.

1.3 COMPARTIMENTUL PENTRU GIPS

Mesele din compartimentul pentru gips vor avea suprafața rezistentă și ușor de curățat (pot fi acoperite total sau parțial cu tablă zincată) și vor fi prevăzute cu apărători la margini pentru evitarea împrăstierii gipsului.

Chiuvețele, plasate lângă mese, vor fi prevăzute cu filtru și scurgere prin decantor.

Gipsul se depozitează în silozuri prevăzute cu sisteme de amestecare, fixate pe perete sau în recipiente speciale, bine închise.

În acest compartiment se efectuează toate manoperele de realizare a modelelor, de ambalare și dezambalare, nefiind destinat exclusiv manipulării gipsului. Laboratorul trebuie să dispună de vacuumalaxor, măsuță vibratoare, aparate de soclat, sisteme pentru confecționat modele cu bonturi mobilizabile, aparate pentru secționat modele, aparate pentru duplicat modele, conformatoare pentru soclu, conformatoare pentru duplicare etc.

1.4 COMPARTIMENTUL PENTRU PRELUCRAREA ALIAJELOR LA CALD

Acest compartiment trebuie să fie bine ventilat, datorită prezenței aici a cuptoarelor de preîncălzire, aparatelor de punctat, sudat, lipit, precum și a aparatelor de topire/turnare, care dezvoltă temperaturi ridicate. Echipamentul special pentru 3D printarea aliajelor necesită manevrarea de către personal instruit în acest sens și, de obicei este plasat într-o locație/ încăpere/zonă distinctă.

1.5 COMPARTIMENTUL PENTRU POLIMERIZAREA MASELOR PLASTICE

Acest compartiment trebuie înzestrat cu prese manuale sau hidraulice, aparate de polimerizare în diferite regimuri (termopolimerizare, barotermopolimerizare, fotopolimerizare etc.). Tot aici pot fi amplasate și instalațiile de injectare a rășinilor, precum și sistemele 3D printing pentru rășini.

1.6 COMPARTIMENTUL PENTRU CERAMICA DENTARĂ

Această încăpere sau compartiment trebuie să dispună de o bună protecție împotriva prafului. În acest spațiu este necesară întreținerea unei curățenii impecabile, care trebuie să devină un reflex pentru tehnicianul dentar și care este indispensabilă pentru obținerea unor rezultate de calitate. Iluminarea naturală este preferabilă.

Compartimentul va fi dotat cu mese de lucru, instrumentar pentru depunerea și modelarea maselor ceramice, cuptor pentru arderea maselor ceramice înzestrat cu pompă de vid, eventual aparate speciale pentru presarea ceramicii, instrumentar pentru prelucrare, finisare și lustruire. Este de dorit ca acest compartiment să dispună de un sablator care să funcționeze exclusiv pentru tehnologiile ceramice.

Tot aici se pot integra componentele sistemelor CAD/CAM substructive: scannerul, computerul înzestrat cu softul specific, unitatea de frezare și cuptorul de sinterizare, dacă laboratorul este dotat la astfel de standarde.

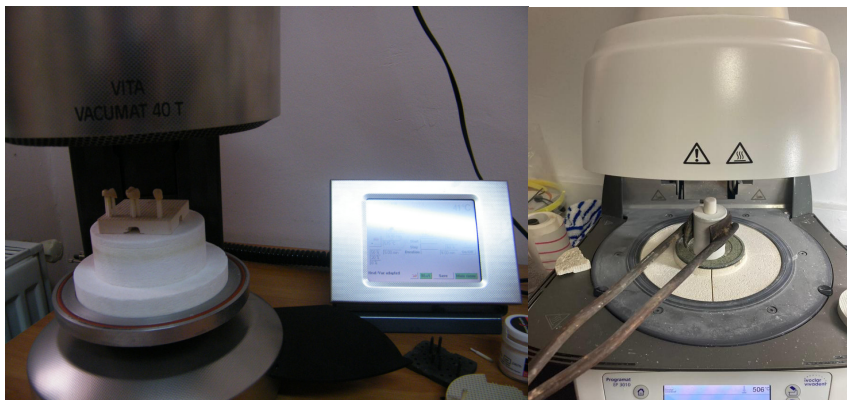


Figura 12. Cuptoare pentru arderea și, respectiv, presarea ceramicii.

Desigur că se poate compartimenta laboratorul astfel încât să existe un compartiment (încăpere separată) destinat exclusiv tehnologiilor CAD/CAM substructive și aditive, indiferent de materialul care este utilizat.



Figura 13. Compartiment (încăpere) destinat tehnologiilor CAD/CAM.

1.7 COMPARTIMENTUL PENTRU PRELUCRARE/ FINISARE/ LUSTRIRE

Compartimentul trebuie să dispună de o ventilație puternică (exhaustoare) pentru înlăturarea pulberilor ce rezultă din prelucrări, în scopul prevenirii afecțiunilor respiratorii.

Mesele vor avea o înălțime corelată cu modul de lucru (așezat sau în picioare), aparatele vor fi prevăzute cu apărători pentru reținerea pulberilor. Aici vor fi plasate sablatorul, motoarele biax orizontal, instalațiile electrolitice pentru lustruire, aparatele de curățat cu ultrasunete etc.

Acest compartiment mai trebuie înzestrat cu un dulap în care se păstrează soluțiile de acizi destinate dezoxidării turnăturilor și băii de decapare.

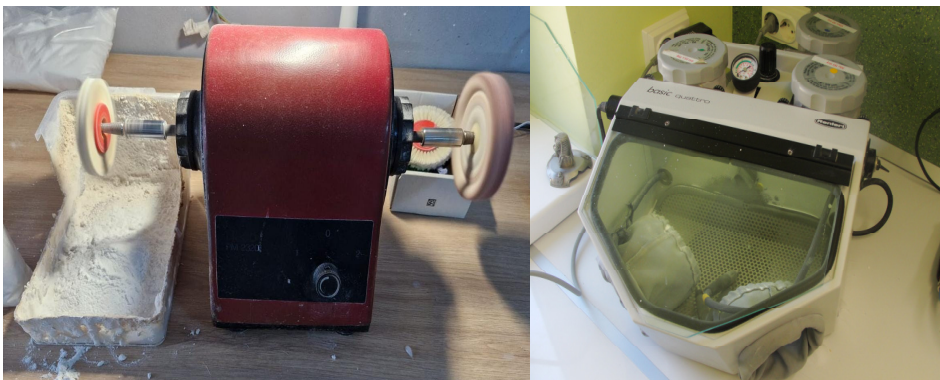


Figura 14. Motor biax orizontal și sablator.

1.8 NORME DE PROTECȚIE A MUNCII ÎN LABORATORUL DE TEHNICĂ DENTARĂ

Activitatea tehnicianului dentar face apel la serviciile unui număr mare de dispozitive și aparate. Prin specificul funcționării lor, acestea reprezintă pericole potențiale pentru sănătatea celor care le manipulează. Pentru minimizarea acestor riscuri, tehnicienii dentari trebuie să cunoască și să respecte normele de protecție a muncii în acest domeniu.

Criteria de amplasare și proiectare a laboratoarelor de tehnică dentară

Este de preferat ca laboratoarele dentare să fie amplasate în poziții retrase față de arterele de mare circulație sau de alte surse de zgomot, pentru a nu depăși nivelul de zgomot maxim admis de 50-70 dB.

Amplasarea și orientarea clădirilor față de punctele cardinale și direcția vânturilor dominante trebuie să asigure condiții cât mai favorabile pentru iluminarea și ventilarea naturală a acestora. Este de dorit ca orientarea să fie spre Sud, Sud-Est, Sud-Vest, Est sau Vest.

Încăperile care, prin planul funcțional, vor fi amplasate în subsoluri, vor fi prevăzute cu sisteme de ventilație și iluminat adecvate.

Încărcarea planșelor nu va depăși sarcina maximă sau eforturile dinamice și vibrațiile pentru care au fost calculate. Pardoseala trebuie să satisfacă anumite condiții:

- să aibă o suprafață plană și netedă pentru a nu îngreuna circulația, dar suficient de rugoasă și antiderapantă pentru a nu permite alunecarea

- să nu se deformeze sub acțiunea greutatea depozitate sau a obiectelor grele care pot cădea în mod obișnuit
- să nu ducă, prin uzura normală, la producerea de praf
- să fie hidrofugă
- să aibă un coeficient de conductibilitate termică foarte redus
- să aibă o pantă de scurgere de minimum 2%.

Ușile vor fi vizibile, se vor deschide în sensul de evacuare și vor fi menținute permanent neblocați.

Criterii de amplasare și exploatare a aparatelor

Amplasarea utilajelor, aparatelor și instalațiilor se va face astfel încât să se evite executarea de mișcări inutile și obositoare din partea persoanelor care le manipulează, asigurând în același timp libertatea lor de mișcare la locul de muncă.

Se vor asigura condiții de lucru în poziții corecte și neobositoare pentru personal. Este de dorit să se folosească scaune reglabile în înălțime, care să poată fi adaptate particularităților personalului.

Utilajele, aparatele și instalațiile vor fi prevăzute cu sisteme de siguranță, supraveghere, semnalizare și control, astfel încât să se asigure funcționarea lor corectă, fără pericol de accidentare.

Organele exterioare în mișcare (curele, roți dințate, arbori, cuplaje etc.) vor fi prevăzute cu apărători complete.

Toate utilajele, aparatele și instalațiile vor fi recepționate de beneficiar cu dispozitivele de protecție necesare, precum și cu instrucțiunile de protecție a muncii, atât pentru montaj cât și pentru utilizare.

Pentru prevenirea electrocutărilor prin atingere indirectă, elementele conducătoare de electricitate care nu fac parte din circuitele de lucru ale utilajelor, aparatelor și instalațiilor electrice fixe, vor fi legate direct la instalația de legare la pământ de protecție. De asemenea, este bine că aparatele de putere mare și utilajele să fie înzestrate cu întrerupătoare de urgență, care să deconecteze complet agregatele de la rețeaua electrică, ele fiind destinate cazurilor de accident sau situațiilor deosebite.

Norme de protecție a muncii specifice laboratorului de tehnică dentară

Personalul din laboratorul dentar va purta echipamentul de protecție corespunzător lucrărilor ce se efectuează și condițiilor de muncă respective. Astfel, tehnicienii dentari vor fi echipați cu halate, costume de lucru (halat scurt+pantaloni) sau salopete. Vestimentația și încălțăminte pentru locul de muncă trebuie să fie separată de cea pentru activitatea din afara serviciului.

Laboratoarele de tehnică dentară vor fi prevăzute cu instalații de ventilație corespunzătoare lucrărilor specifice.

Compartimentele pentru gips și cele pentru prelucrare/lustruire vor fi prevăzute cu sisteme de ventilație. Motoarele biax orizontal vor fi racordate la sisteme de ventilație prin aspirație și vor fi prevăzute cu apărători și ecrane de protecție.

Este foarte importantă protecția ochilor împotriva luminozității crescute a materialelor incandescente, în acest sens folosindu-se ochelari de protecție, măști de sudură, în cazul în care aparatele nu dispun de ecrane de protecție.

Substanțele toxice și caustice vor fi depozitate în recipiente incasabile și bine închise, în dulapuri separate. Se vor manipula cu grijă deosebită, preferabil sub nișă, cu mănuși de protecție.

CAPITOLUL 2

INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU AMPRENTARE

În general, materialele de amprentă sunt introduse în cavitatea bucală într-o portamprentă, necesară deoarece acestea au inițial o consistență fluidă. Odată poziționat în cavitatea bucală, materialul de amprentă trece prin faza de priză și, odată cu finalizarea acesteia, amprenta este îndepărtată din cavitatea bucală, pe baza ei turnându-se modelul.

În cazul amprentei digitale se utilizează un scanner intraoral.

2.1 PORTAMPRENTE

Amprentarea în cabinet presupune prezența pacientului și utilizarea unei portamprente încărcată cu material de amprentare, sau, după caz, utilizarea scannerului intraoral.

Portamprenta este un dispozitiv rigid în care se aplică materialul de amprentă, în vederea inserării acestuia în cavitatea bucală.

Clasificare

În funcție de materialele din care sunt confecționate portamprențele, distingem:

- portamprente metalice, din: oțel inoxidabil, alamă cromată, aluminiu placat cu rășini epoxidice, metal galvanizat
- portamprente din mase plastice: rășini acrilice, materiale compozite, polistiren, rășini policarbonate, polietilenă
- portamprente mixte metalo-plastice.



Figura 15. Portamprente universale totale, din material plastic și metalice, cu retenții.

După întinderea suprafeței de înregistrat din teritoriul câmpului protetic, portamprente pot fi:

- totale:
 - cu loje alveolare plane, pentru dentat și edentații intercalate
 - cu loje alveolare rotunjite, pentru edentatul total
 - cu loje rotunjite în zonele laterale și loje plane în regiunea frontală, pentru edentații terminale
 - pentru amprente în ocluzie (construcție fără planșeu, cu prezența doar a pereților laterali, ce permit înregistrarea într-un singur timp a dinților în cauză, a antagoniștilor și a relațiilor ocluzale)
- parțiale:
 - pentru o hemiarcadă
 - pentru regiunea frontală
 - pentru amprente în ocluzie (construcție fără planșeu, cu prezența doar a pereților laterali, ce permit înregistrarea într-un singur timp a dinților în cauză, a antagoniștilor și a relațiilor ocluzale).



Figura 16. Portamprentă universală metalică, parțială, pentru amprentă în ocluzie.



Figura 17. Portamprente universale diverse, din material plastic, pentru amprente în ocluzie.

După fidelitate (exactitatea înregistrării) distingem:

- portamprente universale (standard), numite și linguri de amprentă - se utilizează pentru amprente preliminare, documentare, se comercializează într-o varietate limitată de forme și dimensiuni, corespondența cu relieful câmpului protetic este aproximativă, exactitatea înregistrării este redusă, incertă

- portamprente individuale - se utilizează pentru amprenta finală, funcțională, au forme și dimensiuni adaptate reliefului fiecărui câmp protetic, amprente obținute au o mare exactitate. Se realizează de către tehnicianul dentar în laborator, pe baza unui model turnat după o amprentă preliminară.



Figura 18. Portamprente universale, totale, din material plastic, cu retenții, bol și spatulă pentru prepararea alginatului.

Portamprente universale sunt de obicei prevăzute cu retenții mecanice pentru asigurarea reținerii materialului de amprentă, în cazul lipsei acestora, retenția materialului se obține prin pensularea suprafeței interne a portamprenteii cu adezivi speciali.

Deasemenea există portamprente universale speciale prevăzute cu circuite de răcire, pentru amprente cu hidrocoloizi reversibili.

Caracteristicile pe care trebuie să le îndeplinească o portamprentă:

- rigiditatea, condiție a fidelității
- asigurarea unei grosimi uniforme a materialului de amprentă
- cuprinderea în totalitate a suprafeței câmpului protetic
- retenționarea materialului de amprentă
- să prezinte mâner, stopuri, puncte de reper, necesare unei manipulări și centrări corecte în timpul amprentării
- să nu limiteze mișcările funcționale ale părților moi.

Portamprente universale (standard, linguri de amprentă)

Acest tip de portamprente se folosesc pentru amprente documentare și preliminară.

Se comercializează în variante de mărimi diferite, totale, pentru câmpul protetic maxilar și mandibular, sau parțiale: laterale, frontale etc.

Portamprenta totală maxilară are următoarele părți componente:

- loja pentru amprentarea dinților sau crestelor alveolare
- loja pentru amprentarea bolții palatine
- mâner.

Portamprenta totală mandibulară se compune din:

- loja pentru amprentarea dinților sau crestelor alveolare
- mâner.

Există portamprente (*Breciform*, *Bredent*) la care pot fi adaptate stopuri de formă triunghiulară sau dreptunghiulară, care previn contactul direct a elementelor câmpului protetic cu suprafața internă a portamprenteii.

Portamprente individuale

Acest tip de portamprente se utilizează pentru amprentarea finală, funcțională a câmpului protetic edentat parțial sau total. Sunt realizate în laborator, pe baza amprenteii preliminară/modelului preliminar.

Se pot realiza din diferite materiale:

- mase termoplastice: placă de bază din shellack, stents
- rășini acrilice auto, termo și fotopolimerizabile.



Figura 19. Portamprente individuale din mase termoplastice, pentru câmp protetic edentat total.

Portamprente individuale se compun dintr-un corp și un mâner.

Atunci când sunt folosite în amprentarea câmpului protetic edentat total, ele trebuie să asigure închiderea marginală la limita dintre mucoasa fixă și mucoasa mobilă, deziderat care se perfectează în cabinet de către medic.

Pentru edentațiile parțiale se pot practica stopuri interne în dreptul suprafețelor ocluzale sau marginilor incizale pentru obținerea unei grosimi uniforme a materialului de amprentare.

Portamprenta individuală din mase termoplastice se obține prin prelucrarea unor plăci de bază trapezoidale (pentru maxilar) și în formă de potcoavă (pentru mandibulă), groase de 2 mm, care se plastifiază la termostat (46-50°C) și se mulează pe model; după răscroire și finisare fiind gata pentru amprentare.



Figura 20. Obținerea unei portamprente individuale din mase termoplastice.

Obținerea portamprente individuale prin metoda termo-formării presupune folosirea unor aparate speciale de termoformare. Acestea funcționează pe principiul ejecției, aerul comprimat creând brusc un vid total, fără a fi necesară o pompă de vid.

Aparatul se compune dintr-un corp bazal și accesorii. În corpul bazal se găsește lăcașul modelului, o chiuvetă cu granule sau măsuță de lucru. În partea superioară a corpului se găsește dispozitivul de prindere și presare a foliei ce urmează a fi supusă termoformării, prevăzut cu o balama. Corpul bazal prezintă radiatorul, la nivelul căruia se va înmuia folia. Folia termoplastică se fixează în dispozitivul de prindere și presare. Se poziționează modelul în chiuveta cu granule, fiind practic îngropat în acestea, rămânând liberă doar suprafața

câmpului protetic sau pe măsura de lucru, după caz. După plastifierea foliei, aceasta se presează pe model. Există și variante de aparate complet automate. Producătorii pun la dispoziție o mare varietate de folii, de grosimi și cu proprietăți diferite, cu indicații precise.

Aparatul pentru termoformare poate fi utilizat pentru obținerea de:

- machete pentru coroane turnate și componenta metalică a coroarelor mixte
- RPF (coroane și punți) provizorii
- portamprente individuale pentru arcade total și parțial edentate
- proteze imediate, totale sau parțiale
- pansamente gingivale
- atele imediate și atele pentru terapia fracturilor maxilare
- atele parodontale, ocluzale
- aparate ortodontice
- gutiere pentru protecție, albire, tratamentul bruxismului.



Figura 21. Aparate pentru termoformare și gutiere obținute prin termoformare.

Erkoform 3D (Erkodent), aparat pentru termoformare complet automat, nu necesită aer comprimat, încălzirea și vacuumul fiind dezvoltate instantaneu. Aparatul este dotat cu întrerupător de siguranță, ce realizează deconectarea în

momentul când temperatura depășește 240°C. I se poate integra, ca accesoriu, un ocluzor, *Occluform 3 (Erkodent)*, ce permite imprimarea reliefului arcadei antagoniste în timpul termoformării. Erkoform 3D permite prelucrarea foliilor cu grosime până la 5 mm.

Accesorii:

- set de finisare *Quick 2 (Erkodent)*, ce conține cinci instrumente pentru materialele termoformate: o freză fisură, cu lame tăietoare orientate spre dreapta, două drilluri, o freză din carbură de tungsten cu tăietură încrucișată, conică, discuri, hârtie abrazivă

- pistol cu aer cald, fără flacără, pentru înmuiere locală și finisare a materialelor destinate termoformării

- *Lisko polishing discs*, discuri pentru finisare, moi, elastice, de trei granulații diferite, cu degajare scăzută de căldură, special utilizabile pentru acrilatele flexibile, siliconi și alte materiale moi, dar și pentru prelustruirea metalelor și a acrilatelor convenționale.

Aparatul permite și confecționarea dispozitivelor anti-snoring (anti-sforăit) de tip *Silensor (Erkodent)*, formate din două gutiere transparente, gutiera inferioară fiind menținută într-o poziție predeterminată, ce determină protruzia mandibulei, cu rol în scăderea vitezei aerului expirat, prin doi conectori laterali.

Portamprente individuale din rășini fotopolimerizabile

Materialele utilizate sunt pe bază de rășini, fotopolimerizarea având loc în incinte speciale, destinate acestui scop. Plăcile au formă trapezoidală pentru maxilar și de U pentru mandibulă. Incintele sunt dotate cu buton pornit-oprit, programator al timpului de fotopolimerizare și ventilator, pentru evitarea supraîncălzirii. Timpul de fotopolimerizare este de obicei cuprins între 1-10 minute. Unele aparate sunt dotate cu mai multe tuburi UV și pereți interiori semicirculari reflectorizanți, expunerea având astfel loc din toate sensurile.



Figura 22. Aparate pentru fotopolimerizarea portamprentelor individuale.



Figura 23. Portamprente individuale realizate din rășini fotopolimerizabile.

Sistemul *Polylux pl 20 (Bredent)* utilizează materiale pe bază de rășini, foarte flexibile, ce simplifică adaptarea plăcii pe model. Materialul poate fi tăiat precis, grosimea menținându-se uniformă. Materialul este foarte stabil, poziția mânerului nesuferind modificări în timpul polimerizării. Fotopolimerizarea are loc în incinte speciale, radiația UV având lungimea de undă de 350-400 nm.

2.2 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PREPARAREA MATERIALELOR DE AMPRENTĂ

Pentru prepararea materialelor de amprentă sunt necesare instrumente și aparate diferite, în funcție de materialul respectiv și de forma lui de prezentare.

Alginatele, care se prepară prin amestecul pulberii respective cu apă, se malaxează manual într-un bol de cauciuc, utilizând o spatulă lată, specială. Există și varainta de malaxare mecanică, utilizând aparate speciale tip *Alghamix (Zhermack)*, cu ajutorul cărora amestecarea se face controlat, cu viteză constantă, porozitatea amestecului fiind scăzută și timpul de preparare redus cu 30%.



Figura 24. Bol de cauciuc și spatulă de plastic pentru prepararea alginatelor.

Hydrocoloizii reversibili necesită un echipament special, costisitor. Baia termostatică în care se încălzește materialul (ambalat în tuburi sau cartușe) este formată din trei cuve, fiecare cu o temperatură specifică. Prima cuvă conține apă la temperatura de 100°C, unde gelul se transformă în sol, prin lichefierea materialului, timp de 10-12 min. Tubul cu material este apoi transferat în a doua cuvă, cu apă la temperatura de 65°C, unde este stocat până în momentul utilizării, maxim 5 zile, materialul fiind menținut în forma de sol. Înainte de momentul amprentării, materialul este răcit la 45°C, în a treia cuvă, timp de 4 minute. În acest timp temperatura va scădea la 45°C, odată cu creșterea vâscozității. Dacă materialul este menținut la această temperatură un interval mai lung de timp el va reveni la starea de gel.

Elastomerii siliconici, de consistență chitoasă (putty), nu necesită instrumentar special, cei de consistență mare, medie și scăzută preparându-se pe un bloc de hârtie cerată/pad gradat, utilizând o spatulă.

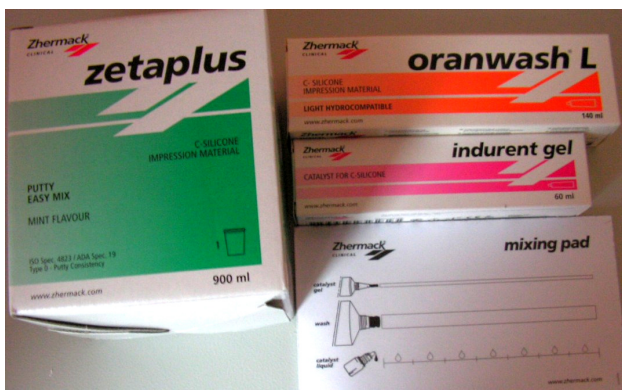


Figura 25. Siliconi cu consistență chitoasă și cu consistență fluidă, activator sub formă de gel și pad gradat pentru malaxare.



Figura 26. Pistol pentru malaxarea materialelor sub formă de cartuș.

Dacă materialul se prezintă ambalat în cartușe predozate, acestea se vor adapta la pistolul special, cu rol de malaxare și omogenizare sau se vor utiliza aparate tip Pentamix, special destinate acestui scop.

Sistemele de malaxare automată tip *Pentamix (3M ESPE)* utilizează materiale ambalate în cartușe, adaptabile la aparat. Aparatul este prevăzut cu lăcaș special pentru cartuș și o canulă de amestec, care se schimbă. El se acționează cu ajutorul unui buton de pornire și al unui buton de eliberare a materialului. Cu ajutorul malaxării automate se obține un amestec omogen, fără bule de aer, perfect dozat. Alte aparate de acest tip sunt: A-Basic (Omicron), Plug&Press (Kettenbach).

2.3 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU DUPLICAREA MODELELOR

Duplicarea modelelor de lucru se realizează cu hidrocoloizi reversibili sau materialele siliconice, în sistem bicomponent.

Amprentarea modelului de lucru în scopul obținerii unui model duplicat necesită un aparat care să livreze materialul de amprentă în stare plastică (aparat cu cuvă-termostat, pentru materialele de amprentare de tipul hidrocoloizilor reversibili sau aparat pentru amestecarea materialelor siliconice) și conformatoare pentru duplicare. Materialele siliconice pot fi malaxate manual, dacă nu există un aparat destinat acestui scop.



Figura 27. Duplicare cu hidrocoloizi.



Figura 28. Siliconi pentru duplicare, conformatoare și procesul de duplicare.

Conformatoarele pentru duplicare sunt alcătuite dintr-o bază și un capac prevăzut cu mai multe orificii (printr-unul pătrunde masa duplicatoare, prin celelalte iese aerul).



Figura 29. Siliconi pentru duplicare, conformator și procesul de duplicare.

Aparatul pentru prepararea hidrocoloizilor reversibili este prevăzut cu un sistem de încălzire termostatat și are următoarele părți componente:

- instalația de alimentare la 220V/50Hz
- sursa de caldură (rezistența electrică)
- cuva pentru hidrocoloid pe bază de agar-agar, izolată termic
- termometrul cu termostat
- jgheabul prin care se livrează materialul fluid
- instalația de comandă, reglaj și control, cu întrerupător general, reglaje și indicatoare de temperatură și de timp.



Figura 30. Aparat pentru prepararea hidrocoloizilor reversibili pentru duplicare.

Aparatul pentru malaxarea siliconilor cu reacție de adiție este format din următoarele părți componente:

- instalația de alimentare la 220V/50Hz
- rezervoarele cu silicon (bază și accelerator)
- pompa electrică cu dublă roată dințată
- dispozitivul de amestecare
- întrerupătorul pornit/oprit.



Figura 31. Aparat pentru malaxarea siliconilor pentru duplicare.

2.4 AMPRENTA DIGITALĂ

Amprenta digitală (virtuală) reprezintă o alternativă pentru tehnica clasică, achiziția datelor fiind realizată prin scanare intraorală.

În acest caz modelul clasic este înlocuit cu unul virtual ce poate fi analizat pe monitorul unui computer.

Această tehnologie imagistică 3D permite înregistrarea exactă a imaginii detaliate, de calitate foarte bună, a țesuturilor dure și moi de la nivelul cavității bucale. În acest scop se utilizează un scanner intraoral - dispozitiv tip creion, ușor, de mici dimensiuni, ce facilitează accesul în toate zonele cavității bucale.

Fasciculul luminos emis de scanner este proiectat asupra obiectului de scanat (de ex. arcada dentară), urmând obținerea, în timp real, cu ajutorul softului specific, a unui model 3D pe ecranul computerului.

Avantaje:

- timp redus de lucru (scanarea unei arcade durează sub 1 minut)
- vizualizarea în timp real a imaginilor pe ecranul computerului, cu posibilitatea de mărire și analizare a detaliilor
- reduce disconfortul pacientului
- datele achiziționate sunt trimise instant către laborator, permițând reducerea timpului de realizare a restaurării protetice
- calitate mai bună a datelor achiziționate, comparativ cu amprenta clasică și, implicit, a calității finale a restaurării protetice.

CAPITOLUL 3

INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU REALIZAREA MODELELOR

Tehnologiile de realizare a modelelor s-au dezvoltat mult în ultimele decenii, ele necesitând o serie de aparate și dispozitive specifice. La ora actuală, realizarea tehnologică a RPF este de neconceput în absența modelelor cu bonturi mobilizabile.

3.1 INSTRUMENTE ȘI APARATE NECESARE REALIZĂRII MODELELOR DIN GIPS

Instrumentarul minim necesar se referă la un bol de cauciuc, o spatulă lată pentru malaxare, din metal sau plastic și un cuțit pentru gips.



Figura 32. Bol de cauciuc și spatulă lată, din plastic, respectiv metal.



Figura 33. Cuțit pentru gips.

Pentru dozarea pulberii se utilizează cântare speciale. Măsurarea cantității de apă se face cu un cilindru gradat.

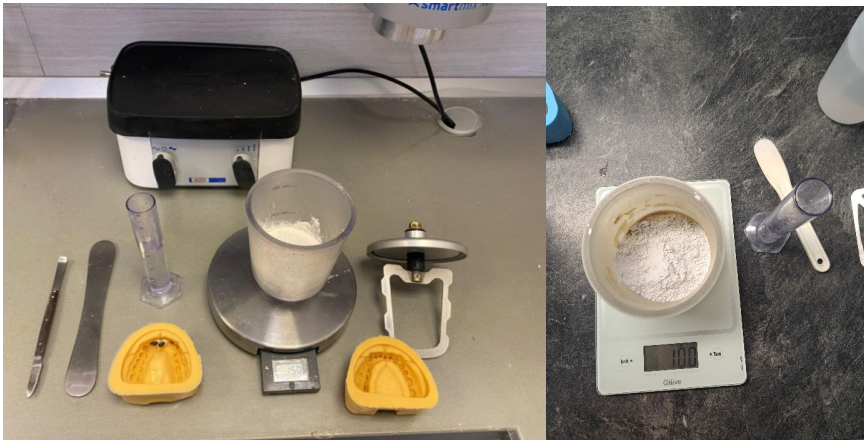


Figura 34. Cântărirea pulberii și dozarea cantității de apă cu ajutorul cilindrului gradat.



Figura 35. Pulberea și apa pregătite pentru preparare și prepararea manuală a gipsului.

Prepararea mecanică a gipsului și a maselor de ambalat se realizează cu un aparat numit vacuum malaxor.

Vacuum malaxorul realizează amestecarea rotativă a pastei de gips sau masă de ambalat într-un recipient ermetic închis racordat la o pompă de vid.

Aparatul este format din următoarele părți componente:

- instalația de alimentare cu energie electrică (220V/50Hz)
- recipiente pentru amestec, de diferite dimensiuni, prevăzute cu palete de malaxare, garnituri de etanșare și racorduri pentru pompa de vid
- sistemul de acționare a paletii de malaxare, cu ajutorul unui motor electric și al unei transmisii prin curea, roți dințate etc.
- instalația de comandă, reglaj și control, care cuprinde: întrerupătorul de conectare la rețeaua electrică, întrerupătoare pentru comanda malaxării, pentru declanșarea vidului, timer pentru reglarea timpului de malaxare, cadran cu afisajul gradului de vidare (presiune negativă), eventual semnal acustic la terminarea programului.

Unele aparate sunt dotate cu programe multiple de lucru și permit reglarea vitezei de malaxare, a sensului de rotație, fiind incluse și funcțiile de premalaxare și preevacuare. Sunt poziționabile pe masă sau perete.



Figura 36. Vacuum malaxoare.



Figura 37. Recipiente pentru amestec.

Soclul modelului se toarnă după priza modelului propriu-zis, realizarea soclului fiind mult ușurată prin utilizarea conformatoarelor pentru soclu, de diferite mărimi.



Figura 38. Conformatoare pentru soclu.

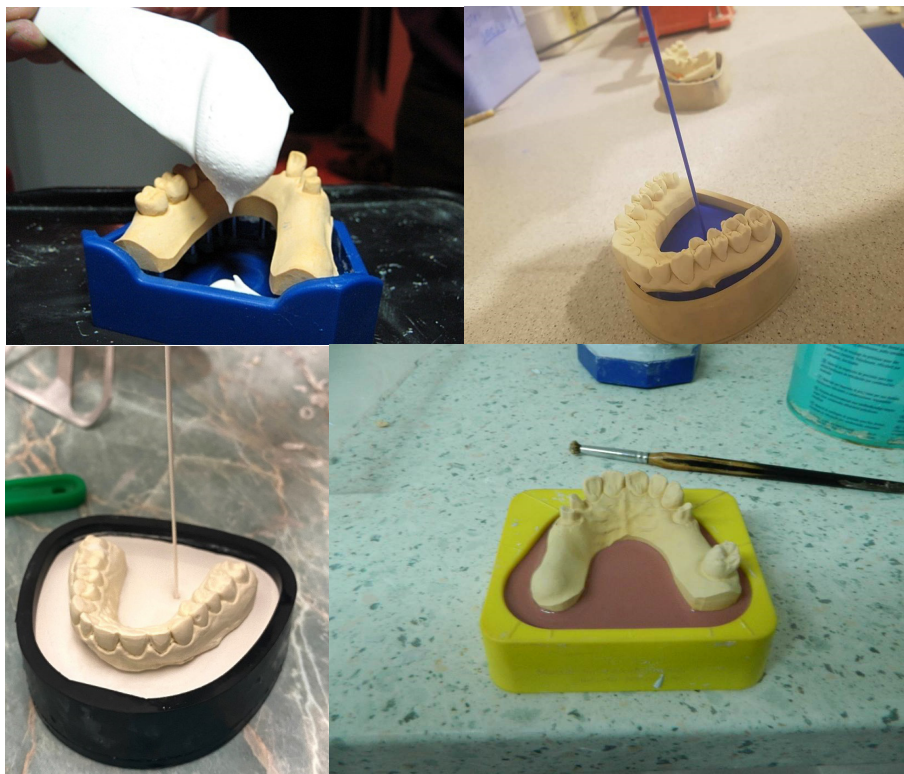


Figura 39. Turnarea soclului.

Pentru evitarea formării bulelor de aer în masa modelului se utilizează măsuța vibratoare care poate acționa la diverse frecvențe vibratorii și intensități de vibrație.



Figura 40. Măsuță vibratoare.

Pentru fasonarea soclului după priză se utilizează aparatele pentru soclat (soclatoarele) și trimmerele. Pentru accelerarea uscării modelelor se utilizează cuptoare speciale.

Soclatorul acționează prin intermediul acțiunii de degroșare a unei pietre sau benzi abrazive. În funcție de abrazivii din care sunt confecționate, pietrele pot fi diferite: din corindon, parțial diamantate, diamantate etc.

Aparatele pentru soclat cu piatră abrazivă sunt formate din următoarele părți componente:

- instalația de alimentare la 220V/50Hz
- dispozitivul de fixare pe masa de lucru
- motorul electric pentru acționarea pietrei
- piatra abrazivă, protejată de o apărătoare
- suportul pentru model, cu poziție reglabilă
- racord pentru apă (prezența apei împiedică degajarea pulberii de gips)
- întrerupător pornit/oprit.

Ca variante constructive există soclatoare cu două pietre de granulații diferite, soclatoare ce funcționează la două turații (1500/3000 rot/min) și soclatoare cu bandă abrazivă.



Figura 41. Soclarea unui model.

La anumite intervale de timp pietrele abrazive trebuie schimbate, racordurile la rețeaua de apă curentă și de scurgere trebuie verificate periodic, ultimele necesitând conectarea la decantare.

Trimmerul pentru model este destinat fasonării porțiunii interioare a acestuia, acțiunea de degroșare fiind realizată cu ajutorul unui instrument rotativ special, tip freză.



Figura 42. Trimmer pentru model.

3.2 INSTRUMENTE ȘI APARATE NECESARE REALIZĂRII MODELELOR DIN RĂȘINI

Pentru malaxarea produselor prezentate în sistem bicomponent sunt necesare godeuri și spatule. Folosirea materialelor cu polimerizare la lumină presupune existența în dotare a unei lămpi manuale de fotopolimerizare sau a unei incinte de fotopolimerizare.

În cazul rășinilor destinate realizării modelului prin tehnologii CAD/CAM (3D printing sau frezare) este necesară aparatura specifică tehnologiei respective.

În cazul modelelor obținute prin 3D printing, tehnologiile cele mai utilizate pentru realizarea modelelor din rășini sunt:

- SLA (stereolitography/stereolitografie)/DLP (direct light processing/procesare cu lumina directă)- rășina lichidă se depune și se întărește strat cu strat sub acțiunea unei surse de lumină directă, din spectrul UV (380-405 nm), obiectul printat din rășină este lipicios și necesită postprocesare prin degresare în soluție alcoolică (cel mai frecvent izopropanol), pentru îndepărtarea monomerului rezidual, urmată de fotopolimerizare în incinte UV, pentru asigurarea polimerizării în totalitate a rășinii

- PJT (photopolymer jetting/printare cu jet de fotopolimer)- materialul sub formă de picături este depus pe platforma de construcție și polimerizat cu lumină UV, similar unei imprimante clasice, și nu necesită postprocesare
- FDM (fused deposition modelling/extruzia materialului termoplasic) utilizează rășini termoplastice sub formă de filament, care sunt încălzite și depuse strat cu strat, pentru a obține construcția dorită, în acest caz, modelul.

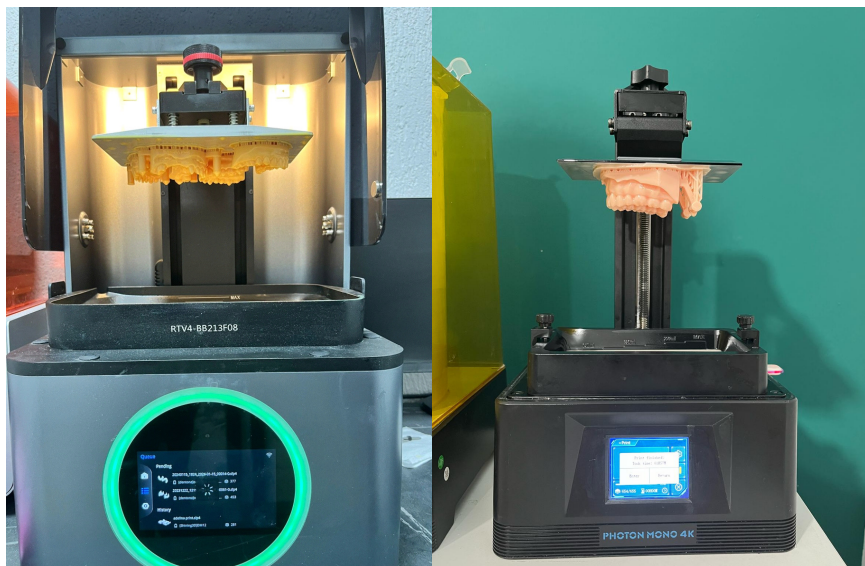


Figura 43. Imprimante 3D și printarea unui model.

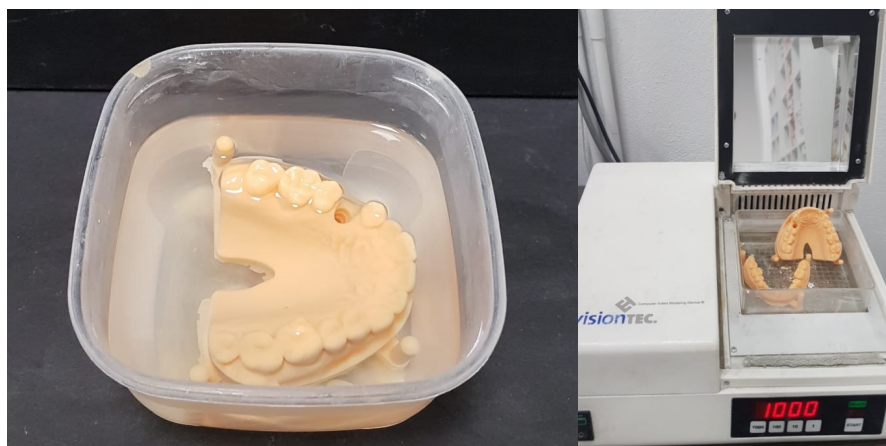


Figura 44. Postprocesare: curățarea cu izopropanol și fotopolimerizarea adițională a modelului din rășină.

3.3 INSTRUMENTE ȘI APARATE NECESARE REALIZĂRII MODELELOR CU BONTURI MOBILIZABILE

Tehnologia de obținere a acestui tip de modele presupune o dotare corespunzătoare, în funcție de sistemul utilizat.

La ora actuală există variate sisteme de realizare a modelelor cu bonturi mobilizabile:

- sisteme cu pini (clasic, metoda Pindex, sistemul Zeiser, DVA Precision Model System)
- modele obținute prin secționare, fără pini (Model Tray, Accu Trac Precision Die System, Bafix, Geller).

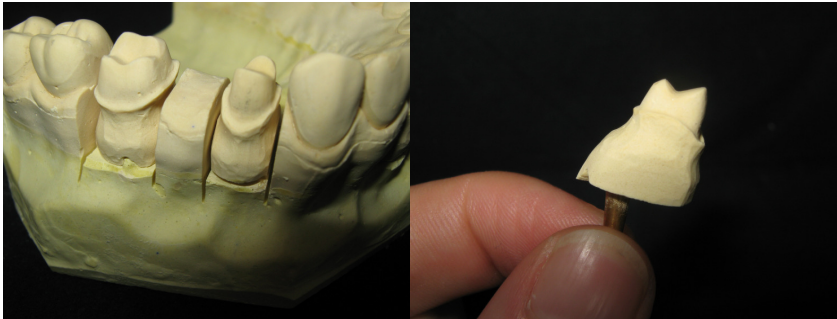


Figura 45. Model cu bonturi mobilizabile, cu pini.

Sisteme cu pini

Modelul secționat cu pini

Pinii sunt țije cilindro-conice, care prezintă un cap retentiv, care se fixează în mijlocul bontului mobilizabil. Pinii pot avea o prelungire distanțatoare, pot fi simpli sau dubli, cu sau fără teacă, de dimensiuni diverse, în funcție de zona unde vor fi utilizați.





Figura 46. Pini diverși.

Pinii se poziționează în amprentă, la nivelul bonturilor preparate și, după priza gipsului, pini vor rămâne conționați în poziția prestabilită anterior.



Figura 47. Turnarea gipsului după inserarea pinilor în amprentă.

Ulterior prizei gipsului, secționarea bonturilor mobilizabile se poate efectua cu ajutorul unui fierăstrău manual pentru gips, unui fierăstrău electric pentru secționat modele, cu discuri ferestruite sau cu un aparat tip model-cut.



Figura 48. Secționarea modelului cu ajutorul unui fierăstrău manual pentru gips.

Discurile ferestruite sunt acționate cu ajutorul piesei adaptate la micromotor, datorită designului special având o eficiență sporită. În același timp căldura datorată fricțiunii este scăzută, iar praful degajat poate să fie îndepărtat cu ușurință.



Figura 49. Secționarea modelului cu ajutorul unui disc ferestruit.



Figura 50. Aparat tip model-cut și secționarea modelului cu aparatul tip model-cut.

Metoda Pindex

Această metodă se caracterizează prin faptul că pinii se introduc în model după priza gipsului, în locașuri forate cu ajutorul unui aparat tip Pindex, de unde și numele metodei. După finalizarea prizei, baza modelului se șlefuieste într-o suprafață plană, perpendiculară pe axul de inserție al viitoarelor bonturi mobilizabile. Modelul se aplică cu baza pe stativul de înaintare al aparatului pentru forarea lăcașurilor pentru pini. În partea opusă, dinspre bonturile coronare, se proiectează un fascicul luminos, cu ajutorul căruia se realizează centrarea orificiului și ulterior a pinului în centrul secțiunii transversale a bontului mobilizabil. Adâncimea de forare a lăcașurilor pentru pini poate fi ajustată cu ușurință. Unele aparate sunt dotate cu freză în trepte, undă laser, masă pentru model dual ghidată. Masa pentru model poate fi prevăzută cu perforații pentru îndepărtarea prafului.

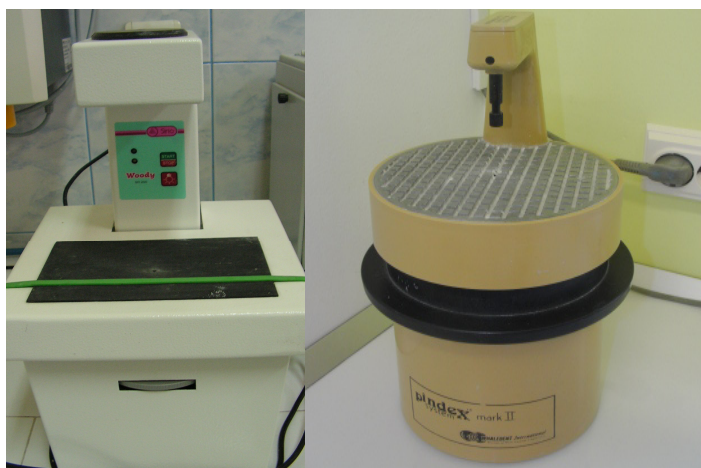


Figura 51. Aparate tip Pindex, pentru forarea lăcașurilor pentru pini.



Figura 52. Forarea lăcașurilor pentru pini.

Pentru forarea lăcașurilor pentru pini în soclu se mai pot folosi piese de mână acționate de micromotor și extremitate activă prevăzută cu o talpă ce permite forări perpendiculare pe planul de lucru și paralele între ele. În același scop mai pot fi utilizate și paralelografele înzestrate cu micromotoare.

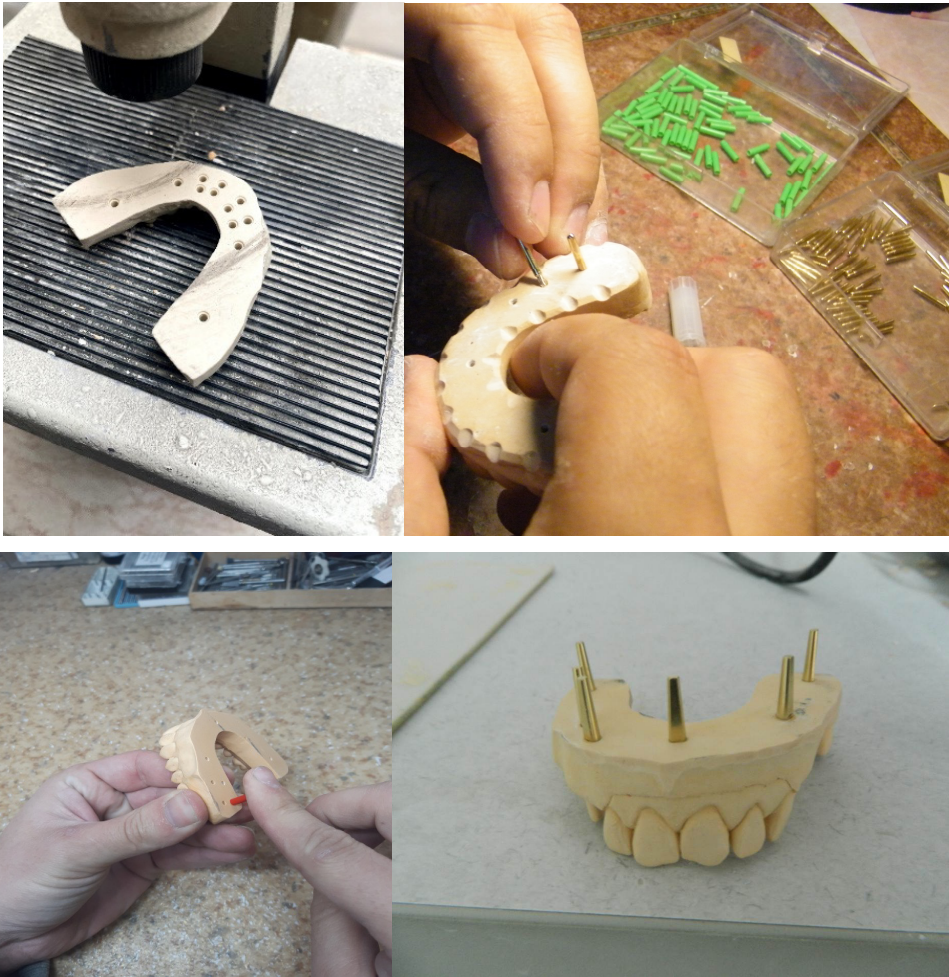


Figura 53. Lăcașurile forate, inserarea pinilor și model cu pinii inserați.

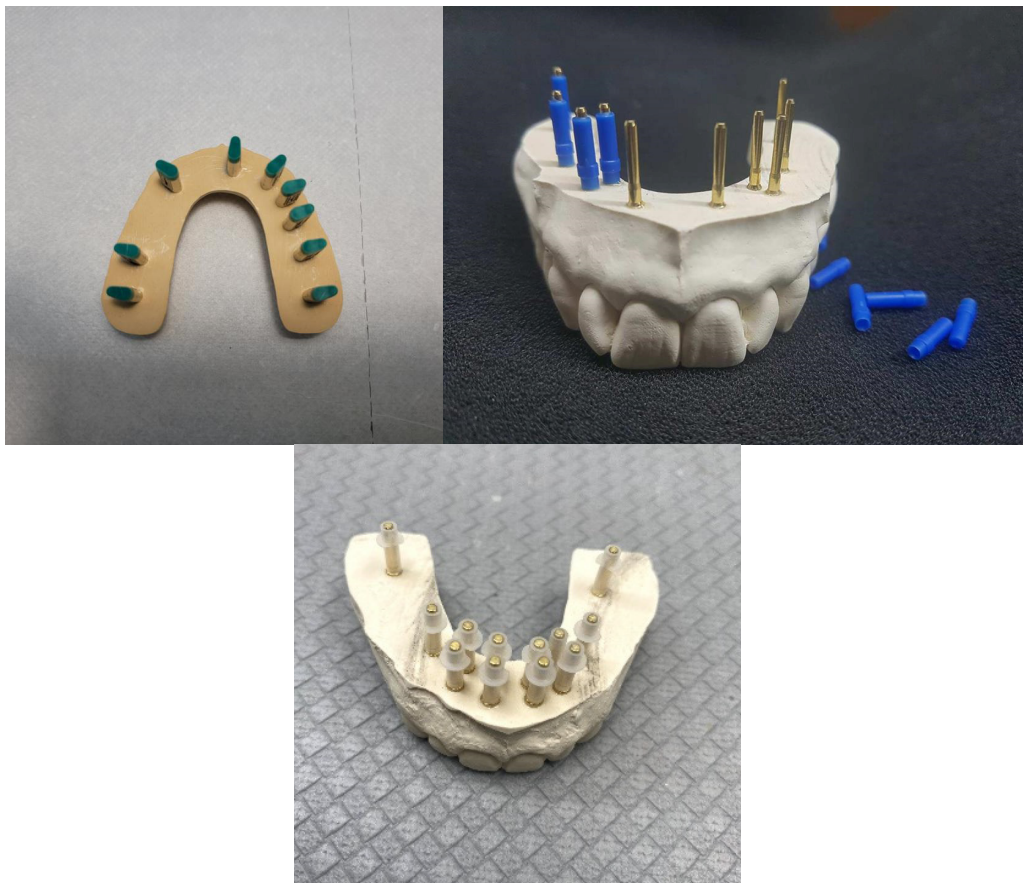


Figura 54. Modele cu pini.



Figura 55. Modele secționare cu pini, după turnarea soclului.

Metoda Zeiser

Sistemul cuprinde infrastructura, reprezentată de un soclu preformat, pini (care fac legatura între elementele suprastructurii și soclul modelului) și modelele unitare (bonturile) și celelalte elemente ale arcadei, care reprezintă suprastructura. Realizarea tehnică face apel la aparatul pentru localizare, paralelizare și forat lăcașuri pentru pini și la aparatul tip model-cut.



Figura 56. Componentele sistemului Zeiser.

Principiul metodei constă în transpunerea poziției bonturilor pe soclu cu ajutorul aparatului Zeiser pentru localizarea și forarea de lăcașuri pentru pini. În poziția determinată se forează lăcașuri, în care se vor introduce pini.

Prima etapă este poziționarea amprente pe suportul Zeiser, cu ajutorul unei plastilene adezive speciale. Poziționarea corectă a amprente se realizează cu ajutorul unei plăcuțe transparente de ghidaj.



Figura 57. Poziționarea amprente pe suport cu ajutorul plăcuței transparente de ghidaj.

După cofrarea amprente se forează lăcașurile pentru pini cu ajutorul aparatului respectiv, poziția de forare fiind ghidată cu ajutorul unei laser.

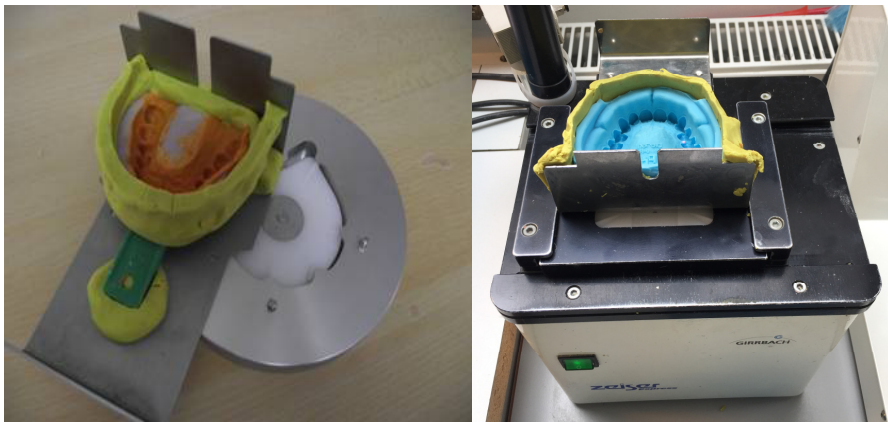


Figura 58. Amprenta cofrată și așezată pe soclu este poziționată pe măsuta aparatului Zeiser pentru localizarea și forarea lăcașurilor pentru pini.



Figura 59. Localizarea poziției lăcașurilor pentru pini cu ajutorul unei laser.

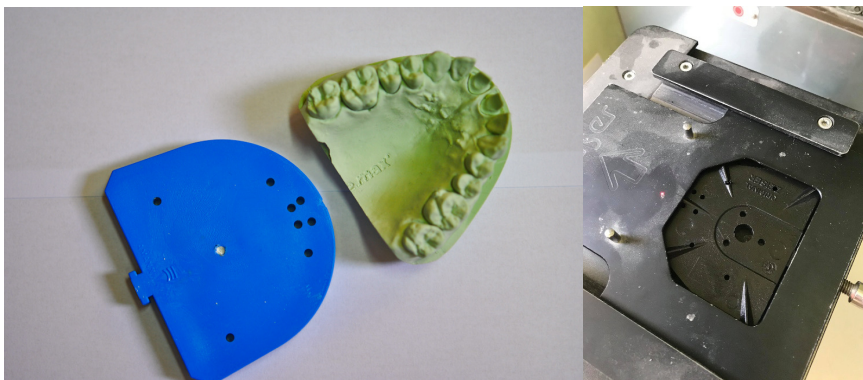


Figura 60. Soclul cu lăcașurile pentru pini.



Figura 61. Soclul Zeiser cu pinii inserați.

După inserarea pinilor în soclu, se prepară gipsul, care se toarnă atât în amprentă cât și pe soclul cu pini. Se răstoarnă soclul cu pini în jos, peste amprenta fixată în suport, în poziția unică permisă de plăcuța de ghidaj.

După demularea amprenteii, se secționează bonturile și se finisează modelul.



Figura 62. Prepararea și turnarea gipsului în amprentă cât și pe socul cu pini.



Figura 63. Răsturnarea socului peste amprentă.

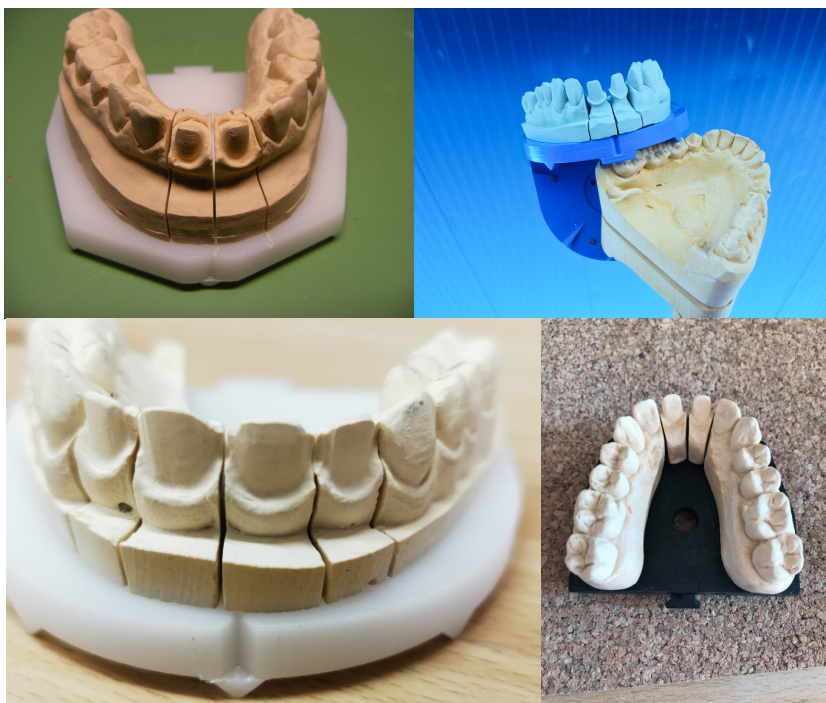


Figura 64. Modele obținute prin metoda Zeiser.

DVA Precision Model System

Acest sistem este rapid și simplu, modelul și soclul se toarnă într-o singură etapă, astfel compensându-se expansiunea de priză a gipsului.

Amprenta se fixează pe suportul din plastic transparent, dotat cu un sistem de poziționare corectă a plăcuței transparente în care vor fi forate lăcașurile pentru pini. Se marchează pe plăcuța transparentă locurile unde vor fi forate lăcașurile pentru pini, se forează lăcașurile, se inseră pinii în plăcuța transparentă apoi se toarnă gips în amprentă și pe plăcuță, peste pini, apoi se poziționează în vederea prizei.

Modele secționate fără pini

Sistemul Model Tray

Sistemul este foarte simplu, constând dintr-un conformator prefabricat din material plastic transparent, dotat cu proeminențe sub formă de lamele și sistem de fixare a modelului. După secționarea bonturilor, repunerea lor în poziția inițială este posibilă grație ghidajelor asigurate de lamele. Conformatoarele sunt de tipuri și dimensiuni variate, pentru întreaga arcadă sau un segment al acesteia, sunt confecționate din policarbonat rezistent la temperaturi de până la 135°C, cu diverse tipuri de retenții, ușor de montat în articulator.

Sistemul Model Tray oferă:

- tăiere precisă și rapidă cu aparatul tip model-cut
- posibilitatea realizării de restaurări combinate pe un singur model
- modele duplicate precise cu ajutorul duplicatorului special.

Avantaje:

- nu se utilizează pini
- este ușor de utilizat chiar și de către începători
- necesită mai puține etape de realizare a modelului (soclul se toarnă în aceeași etapă cu modelul propriu-zis)
- modelul se realizează într-un singur timp și dintr-o singură clasă de gips, astfel expansiunea gipsului se produce o singură dată
- expansiunea gipsului se produce din centru către exteriorul modelului, fiind de 5 ori mai mică decât în cazul altor tipuri de modele
- timpul efectiv de realizare este de 8 minute
- soclul poate fi refolosit
- pe un singur model se pot realiza mai multe tipuri de restaurări protetice, astfel nu sunt necesare mai multe amprente (datorită faptului că zonele palatinale și linguale sunt reproduse în întregime)
- timpul de lucru este redus cu până 75%
- modelele pot fi secționate perfect cu aparatul tip model-cut
- grosimea secțiunii este de doar 0,3 mm.

Etape de realizare a unui model cu ajutorul sistemului Model Tray:

- se pregătește amprenta prin trasarea marginilor, marcarea mijlocului crestei și trasarea liniei mediane pe amprentă
- turnarea modelului se face într-o singură etapă, utilizând o singură clasă de gips. După depunerea gipsului în amprentă și în soclu, se poziționează amprenta pe soclu cu ajutorul reperelor trasate anterior
- amprenta se îndepărtează de pe model după 30 de minute, iar îndepărtarea modelului din soclu se face după 90 de minute
- secționarea bonturilor se face, de preferință, cu aparatul tip model-cut (model-cut 2000 sau model-cut high-speed). După secționare, bonturile se pot îndepărta din soclu cu un instrument ascuțit (spatula de ceară)
- modelul și bonturile se repositionează în soclu, se închide sistemul de fixare. Dacă sistemul de fixare se închide cu ușurință, atunci modelul este repositionat corect.

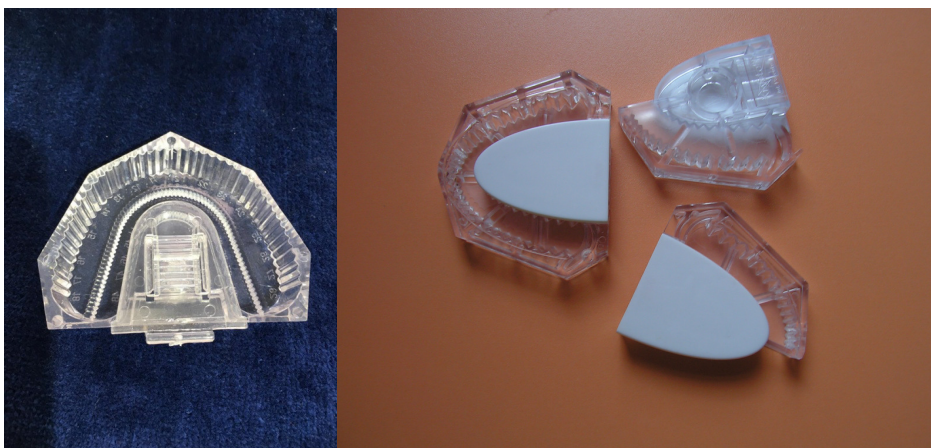


Figura 65. Conformatoare Model Tray.



Figura 66. Model Tray fixat în simulator.

Accesorii ale sistemului Model Tray:

- suportul pentru amprentă, de care aceasta se fixează cu ajutorul unei plastiline adezive speciale, permite alinierea perfectă cu baza modelului, arcadele dentare și crestele alveolare fiind perfect centrate, în sens vertical și orizontal, păstrându-se simetria cu modelul

- baza de model cu ramă detașabilă se utilizează pentru modele care nu urmează a fi secționare: modele de studiu sau modele convenționale cu pini. Baza modelului are nervuri și șanțuri de ghidare, iar rama poate fi confecționată din același material ca și baza, policarbonat rezistent la temperaturi de până la 135°C, în care caz este rigidă sau din elastomer termoplastic, în care caz prezintă elasticitate

- duplicatorul Model Tray face posibilă duplicarea modelelor de lucru și a celor secționate, a diverselor porțiuni ale acestora sau a segmentelor secționate (în cazul inlay-urilor, onlay-urilor duplicatele pot fi plasate exact în locul inițial). Pot fi duplicate și modele cu pini. Duplicatorul este confecționat din policarbonat rezistent la temperaturi de până la 135°C și compus din mai multe părți.

Duplicatorul permite ca, în cazul protezelor parțiale scheletate, de la obținerea modelului din gips și până la obținerea modelului duplicat să se facă o singură montare în articulator.

- aparatele model-cut utilizează discuri din carbură de tungsten sau diamantate. Praful ce rezultă în urma secționării este îndepărtat cu ajutorul aspiratorului care este livrat ca accesoriu sau cu ajutorul sistemului de aspirație existent în laborator.

Model-cut 2000 utilizează discuri din carbură de tungsten, la 1500 rpm, dimensiunea secțiunii fiind de 0,3 mm. Model-cut high-speed poate utiliza discuri din carbură de tungsten sau diamantate, în funcție de viteza selectată. Viteza este cuprinsă între 1500-12.000 rpm, putând fi ajustată conform dorinței, dimensiunea secțiunii fiind de 0,36 mm sau 0,20 mm, în funcție de discul utilizat.

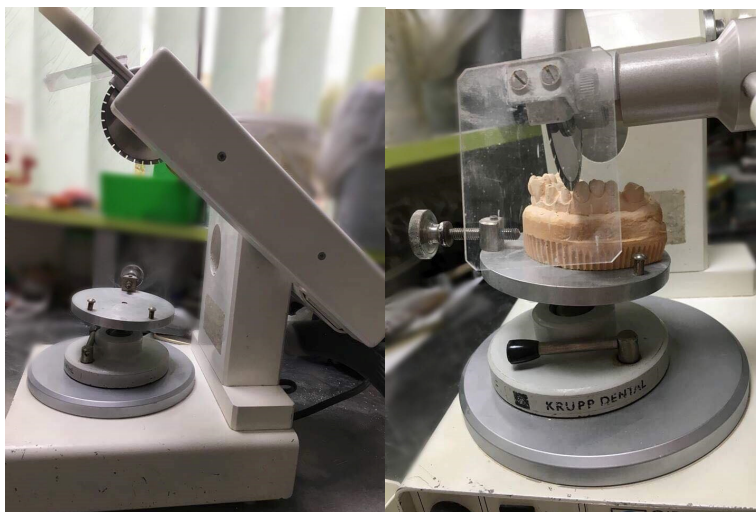


Figura 67. Aparat tip model-cut și secționarea unui model tip Model Tray.

- sistemele de aspirație accesorii ale Model Tray permit evacuarea aerului în mediul exterior sau filtrarea printr-un filtru de aer foarte eficient, ce reține chiar și particulele submicronice (în cazul utilizării unui filtru special de clasa H), astfel încât aerul este recirculat în încăpere.

Ambele tipuri de aspiratoare rețin 95% din particulele cu dimensiuni de până la 0,2 μm, modelul automat având o capacitate de aspirație de 6200 Pa, față de modelul clasic, cu o capacitate de 5900 Pa.

- intercuspikatorul este un dispozitiv ce se utilizează în cazul amprentelor în ocluzie. Este confecționat dintr-un material special (polifenilsulfid armat cu fibre minerale și de sticlă), ce rezistă la temperaturi de până la 260°C.

Model Tray poate fi utilizat în asociere cu sistemele CAD/CAM de laborator. În funcție de sistemul utilizat, modelele se fixează direct în scanner sau prin intermediul unor suporturi speciale specifice fiecărui sistem CAD/CAM în parte, putând fi utilizat în asociere cu cele mai utilizate sisteme: Everest (KaVo,) Lava (3M ESPE), Procera (Nobel Biocare), in EOS (Sirona).

Sistemul Accu-Trac

Alt sistem ce ușurează obținerea unui model de lucru cu bonturi mobilizabile, fără pini, este Accu-Trac (Coltene), modelul fiind turnat într-un singur timp, din același tip de gips, într-un conformator prefabricat. Sistemul Accu-Trac asigură o manevrare ușoară, realizând deasemenea economie de timp și bani.

Sistemul are următoarele elemente componente, reutilizabile:

- dispozitivul principal (suportul)
- plăcuța de bază
- menținătorul de spațiu.

Dispozitivul principal, din plexiglas, are o formă heptagonală, prezentând un canal zimțat, în centrul căruia se găsește o nervură, un magnet pentru fixarea în articulator și două brațe mobile, pentru blocarea/degajarea modelului în, respectiv din, dispozitivul principal.

Plăcuța de bază are, deasemenea, o formă heptagonală, fiind confecționată din plastic. Fața superioară este prevăzută la periferie cu nervuri întrerupte și are rolul de etanșare a dispozitivului principal. Fața inferioară dispune de nervuri întrerupte în zonele frontală și laterale, cu rol în ejectare (îndepărtarea modelului din dispozitivul principal).

Menținătorul de spațiu, din cauciuc semirigid verde, se adaptează la baza dispozitivului principal, pe care îl izolează în cursul montării acestuia în articulator.

Etapile de obținere a modelului sunt:

- se umple cu gips suportul Accu-Trac și amprenta pe care s-au însemnat puncte de referință
- se poziționează punctele de referință ale amprentei cu cele ale suportului Accu-Trac

- după priză, fiind dotat cu magnet, suportul este pregătit pentru poziționare în articulator, magnetul conferă siguranța menținerii modelului în articulator precum și îndepărtarea sa cu ușurință dacă sunt necesare modificări ulterioare

- se îndepărtează brațele articulate ale sistemului Accu-Trac pentru acces la model

- se inversează suportul sistemului Accu-Trac și se extrage modelul prin aplicarea unei presiuni ușoare de apăsare asupra plăcuței de bază

- se secționează bonturile.



Figura 68. Accu-Trac.

Modelul Accu-Trac se poziționează în articulator în manieră convențională, înălțimea redusă a bazei permite poziționarea în orice tip de articulator.

Sistemul Bafix permite deasemenea obținerea unui model secționat fără pini cu ajutorul unei plăcuțe din material plastic prevăzute cu nervuri și clame laterale pentru fixarea modelului, asemănător sistemului Accu-Trac.

Etapele de obținere a modelului sunt următoarele:

- se decupează marginile amprenteii, incluzând zona palatinală la amprentele superioare
- se așază amprenta pe plăcuța Bafix, verificând poziția corectă a bonturilor
- se trasează repere de referință pe plăcuță și pe amprentă
- se umple amprenta și plăcuța Bafix cu gips extradur
- în momentul când materialul are o consistență cremoasă, se așază plăcuța Bafix peste amprentă, poziționarea corectă făcându-se cu ajutorul reperelor trasate anterior
- după priza gipsului, se demulează amprenta
- cu ajutorul unei spatule se îndepărtează clemele de fixare
- se lovesc ușor, cu un ciocan, marginile proeminente ale plăcuței, deasemenea în zona posterioară a plăcuței
- se detașează modelul de pe plăcuță
- se secționează bonturile și se repositionează în plăcuță.

Modelul Geller, mai numit și modelul alveolar sau carrot (morcov) model, este format din bonturi refractare, ușor conice, ce pot fi îndepărtate din baza modelului, fără a se modifica zona de model care redă parodontiul marginal. Este format dintr-o bază alveolară și bonturi detașabile.

Avantaje:

- este estetic
- permite duplicarea parțială
- permite schimbarea cu ușurință a bonturilor refractare cu cele din gips
- permite vizualizarea relației bontului cu parodontiul marginal și realizarea unui design al RPF mai bine adaptat.

Etapele de realizare sunt următoarele:

- după obținerea modelului monobloc din gips de clasa a IV-a, acesta de duplică
- se secționează modelul monobloc, pentru obținerea bonturilor detașabile paralele
- bonturile se prelucrează prin secționare și frezare, după ce viitoarea formă a fost schițată cu un creion, astfel încât să se obțină o formă conică, asemănătoare unui morcov sau rădăcinii dentare
- se practică șanțuri de ghidaj, care servesc poziționării ulterioare a bonturilor în baza alveolară
- se duplică bonturile astfel obținute, acestea sunt bonturi de sacrificiu, turnate din gips moale, ce vor fi utilizate pentru obținerea bazei alveolare

- se izolează bonturile de sacrificiu cu ceară parafinică, împotriva aderenței gipsului din care va fi turnată baza alveolară a modelului
- bonturile astfel obținute se inseră în poziție. Pentru a facilita îndepărtarea ulterioară, se pot realiza extensii din tije de ceară pentru turnare
- se toarnă baza alveolară, din gips de clasa a IV-a
- după 60-90 de minute se îndepărtează ceara cu ajutorul apei calde (55-60°C grade, timp de 2-3 minute) sau cu steamerul
- mobilizarea bonturilor din baza alveolară se realizează cu un instrument special
- baza alveolară este curățată de ceară și finisată
- se pot obține, prin duplicare din material refractar, mai multe seturi de bonturi, prin turnare în amprenta obținută anterior prin duplicarea bonturilor inițiale.

Modelul Geller se poate obține și prin printare 3D, din rășină.

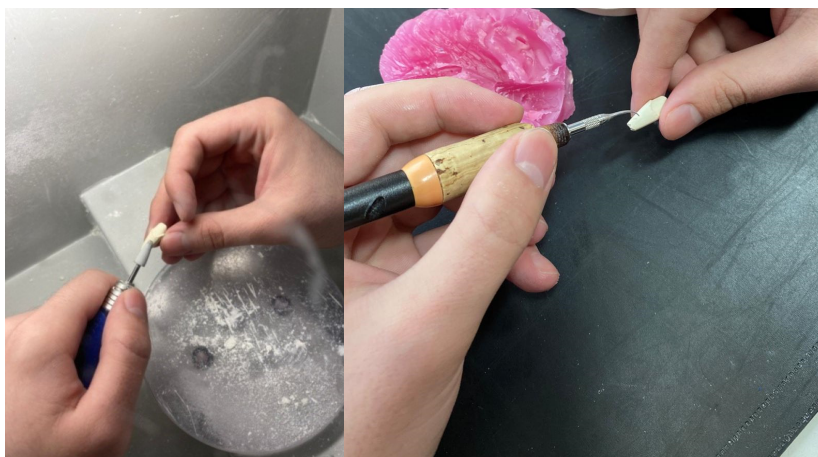


Figura 69. Realizarea formei conice și a șanțurilor de ghidaj și izolarea bonturilor cu ceară.

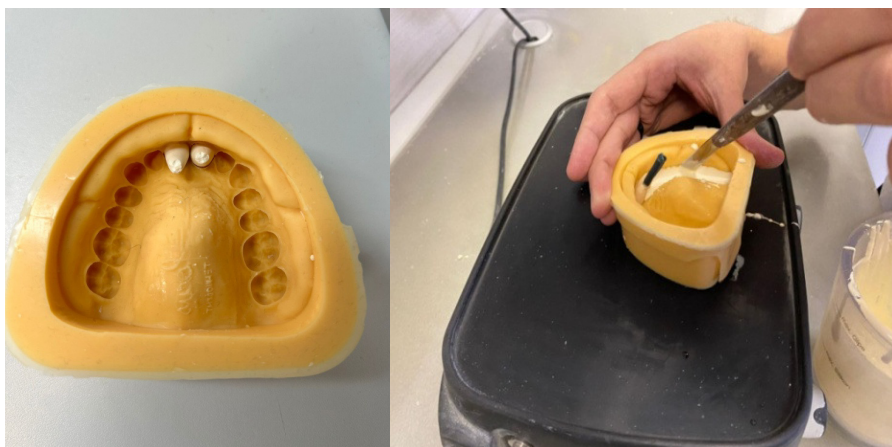


Figura 70. Inserarea bonturilor în poziție, turnarea bazei alveolare.



Figura 71. Baza alveolară și bonturile duplicate.



Figura 72. Model Geller cu bonturile în poziție și bonturile detașate din baza alveolară.



Figura 73. Model Geller din rășină, realizat prin 3D printing.

CAPITOLUL 4

SIMULATOARELE ATM

4.1 GENERALITĂȚI

Simulatoarele sunt instrumente care reproduc, mai mult sau mai puțin fidel mișcările mandibulei sau, mai precis, anumiți parametrii mecanici ai acestei mișcări. Reproducerea cinematicii ATM se face prin reconstrucția mișcării, în prealabil decompuse.

Pacientul trebuie privit ca un ansamblu, luând în considerare toate unitățile sale funcționale: articulația temporo-mandibulară, anatomia sistemului masticator, forma dinților și relieful ocluzal.

Clasificarea simulatoarelor

Articulatoare cu valori fixe (instrumente la care dimensiunile geometrice sunt fixe, nereglabile):

- articulatoare simple (ocluzoare)
- articulatoare cu valori medii, neprogramabile

Articulatoare programabile:

- articulatoare parțial programabile
- articulatoare individuale, total programabile

Simulatoarele cu valori fixe

Ocluzorul

- reproduce doar mișcarea de deschidere-închidere
- cu ajutorul lui pot fi stabilite și reproduse poziția de intercuspidare maximă și dimensiunea verticală de ocluzie.

Articulatoarele medii (neprogramabile) reproduc mișcările de:

- deschidere-închidere
- propulsie
- lateralitate.

Sunt construite pe baza unor valori fixe, medii, determinate în urma măsurărilor pe un anumit număr de subiecți:

- panta tuberculului articular, cu o înclinație de 33-34°
- unghiul Bennett (unghiul pe care îl face condilul de balans cu un plan sagital) de 15-18°
- distanța intercondiliană ~ 104 mm

Simulatoarele reglabile individual pot fi:

Articulatoare parțial programabile (semiadaptabile), prezintă un plus față de articulatorul mediu posibilitatea de reglare a unor valori geometrice:

- înclinarea pantei retroincisive
- înclinarea pantei tuberculului articular (trajectorie condiliană)
- distanța de la punctul interincisiv la axa de rotație pură
- unghiul Bennett etc.

După construcție, deosebim două tipuri de simulatoare parțial programabile:

- tipul ARCON – imită articulația anatomică, condilul articular se află în partea inferioară a articulatorului
- tipul NON-ARCON – la care condilul articular se află în partea superioară a articulatorului.

Articulatoare total programabile (adaptabile), care oferă posibilitatea individualizării următoarelor elemente:

- înclinarea pantei tuberculului articular
- înclinarea pantei retroincisive (ghidaj anterior)
- distanța de la punctul interincisiv la axa bicondiliană de rotație
- distanța intercondiliană
- orientarea planului de ocluzie în raport cu un plan de referință (planul Frankfurt, planul Camper)
- unghiul Bennett, ca particularitate a mișcării de lateralitate
- unghiul simfizar etc.

Există și *articulatoare virtuale* care simulează mișcările mandibulare și facilitează designul computerizat al restaurărilor protetice, luând în considerare ocluzia dinamică.

Singura mișcare ce poate fi reprodusă cu exactitate este deschiderea gurii, când condiliile fac o mișcare de rotație pură. Toate celelalte cicluri de mișcare pot fi reproduse doar incomplet.

Programarea articulatorului oferă posibilitatea de a realiza restaurări protetice individualizate, dar nu poate lua în calcul elasticitatea și reziliența țesuturilor moi peridentare și ale articulației temporo-mandibulare.

Înregistrarea și transmiterea diversilor parametri de la nivelul ADM pe articulatorul programabil presupune utilizarea unor dispozitive speciale, de tipul arcurilor faciale și al pantografelor.

4.2 SISTEME DE ÎNREGISTRARE ȘI TRANSFER

Arcul facial

Arcul facial este un instrument ce permite înregistrarea precisă a poziției relative a crestei și dinților maxilari pe pacient, față de un plan de referință și face posibilă transferarea acesteia pe articulator, obținându-se tot o poziție relativă, care facilitează interpretarea rapoartelor mandibulo-maxilare.

Este necesar deci un cadru comun de referință pe pacient și pe articulator. Cu ajutorul arcurilor faciale se stabilește o poziție relativă a modelelor în articulator, care să fie cât mai apropiată de rapoartele existente în realitate, la pacient.

Arcurile faciale permit, în general, determinarea următoarelor valori:

- distanța bicondiliană
- direcția axului transversal intercondilian în relație centrică
- distanța dintre condili și punctul incisiv median (triunghiul simfizo-condilian al lui Bonwill)
- traiectoriile condiliene și incizale etc.

Montarea corectă a modelelor în articulatorile programabile nu se poate face fără un arc facial. De obicei, fiecare tip de articulator are arcul său facial.

Arcul facial este compus dintr-un cadru metalic cu o parte intraorală și una extraorală (în formă de U).

Partea intraorală este reprezentată de o portamprentă sau de o furculiță metalică pe care se aplică un rulou de ceară dură care se va mula pe pantele cuspidiene ale dinților restanți. Aceasta se prelungeste printr-o tijă în plan sagital pe care se va fixa partea extraorală.

Partea extraorală are, în general, formă de U, ale cărui extremități se vor plasa în dreptul punctelor de urgență ale axei balama.

Arcul facial trebuie să prezinte și un indicator (stopper nazal) care se va plasa la nivelul unui punct fix cranian, care se fixează în timpul efectuării înregistrărilor și se menține apoi nemodificat pe tot parcursul utilizării arcului facial, fiind un punct de referință.



Figura 74. Arc facial.

Pantograful

Pantograful, comparativ cu arcul facial este un instrument mai complex și mai exact de înregistrare grafică a mișcărilor mandibulare.

Pantograful oferă posibilitatea (cu ajutorul tijelor și a plăcuțelor de înregistrare) înscrierii traiectoriilor mișcărilor în diferite planuri ale spațiului, permițând definirea caracteristicilor mișcărilor respective.

Pantograful este format din:

- o parte intrabucală, destinată fixării portamprentei și dezangrenării dinților cu ajutorul unui punct de sprijin central, care glisează liber pe suprafața antagonistă și eliberează mișcările mandibulei

- o parte extrabucală, constituită de două arcuri faciale independente care prezintă tijele sau plăcuțele de înregistrare, fixat fiecare la o arcadă cu ajutorul gutierelor.

Toate pantografele au un sistem de referință, pentru a permite transferul pe un articulator total programabil, definit de:

- axa balama
- un punct anterior.

Fiecare mișcare mandibulară se traduce printr-un transfer liniar pe fiecare plăcuță de înregistrare.

Arcul facial mandibular prezintă 6 plăcuțe de înregistrare:

- două plăcuțe anterioare susținute de bara transversală și situate într-un plan care trece aproximativ prin axa balama

- patru plăcuțe posterioare, câte două pe fiecare braț lateral, perpendiculare pe axa balama, și anume o placă sagitală și o placă orizontală în planul brațului.

Ansamblul arcului mandibular reprezintă partea mobilă a pantografului, solidară cu mișcările mandibulei.

Arcul maxilar este prevăzut cu 6 tije de înregistrare plasate perpendicular pe plăcuțele opuse. Acesta reprezintă partea fixă a pantografului.

Presiunea tijei pe hârtie imprimabilă realizează înregistrarea grafică.

După ce s-au efectuat înregistrările, se solidarizează cele două arcuri faciale în relație centrică și pantograful se transferă pe un articulator cu ajutorul reperelor planului de referință.

Sisteme electronice de înregistrare și programare a articuloarelor

Odată cu progresele tehnologice au fost dezvoltate și aparate pentru înregistrarea electronică a mișcărilor mandibulei (de ex Arcus Digma). Înregistrările realizate cu aceste sisteme sunt reprezentate grafic pe ecranul computerului, arhivate și stau la dispoziție pentru programarea articuloarelor și pentru efectuarea comparațiilor diagnostice.

4.2 SIMULATOARE

Ocluzorul

Cheia distală de ocluzie reprezintă cel mai rudimentar ocluzor, fiind formată din cele două modele din gips turnate într-o amprență realizată în ocluzie. Soclul acestor modele prezintă o prelungire distală prevăzută cu o cheie care permite plasarea modelelor în ocluzie, întotdeauna în aceeași poziție, fixând rapoartele statice existente între cele două arcade.

Ocluzorul, cel mai simplu simulator ADM, poziționează modelele antagoniste în relație centrică. Poate reproduce doar mișcări de deschidere-închidere (coborâre-ridicare) și este format din următoarele componente:

- un braț superior
- un braț inferior
- o tijă cu ajutorul căreia se articulează cele două brațe, asemănător unei balamale
- un șurub distanțator, a cărui extremitate liberă vine în contact cu brațul superior
- o piuliță stabilizatoare, care se strânge când șurubul este în contact cu brațul superior, menținându-l în poziție.



Figura 75. Ocluzoare.



Figura 76. Fixarea modelelor în ocluzor.





Figura 77. Modele, șabloane de ocluzie și machete de proteză totală, montate în ocluzor.

Articulatoarele medii

Articulatoarele medii sunt dispozitive simple, situate pe o treaptă imediat superioară ocluzoarelor, putând efectua mișcări de deschidere-închidere, propulsie și lateralitate. Sunt construite pe baza unor parametrii ficși, medii, determinați pe un număr de pacienți.



Figura 78. Articulatori medii.

Părți componente:

- o ramură superioară pe care va fi fixat modelul arcadei superioare, care prezintă o culisă pentru fixarea tijei, sistemul de fixare a modelului superior, axul condilian și punctele de sprijin posterioare
- o ramură inferioară pe care va fi fixat modelul arcadei inferioare, care prezintă un plan incisiv reglabil, sistemul de fixare a modelului inferior, reperele posterioare ale planului de ocluzie și planurile condiliene

- tija de orientare anterioară, folosită pentru determinarea și asigurarea dimensiunii verticale constante, este deseori prevăzută cu un indicator incisiv pentru stabilirea punctului interincisiv
- un plan de orientare protetică - plăcuță metalică orizontală.



Figura 79. Montarea modelelor în articulator.

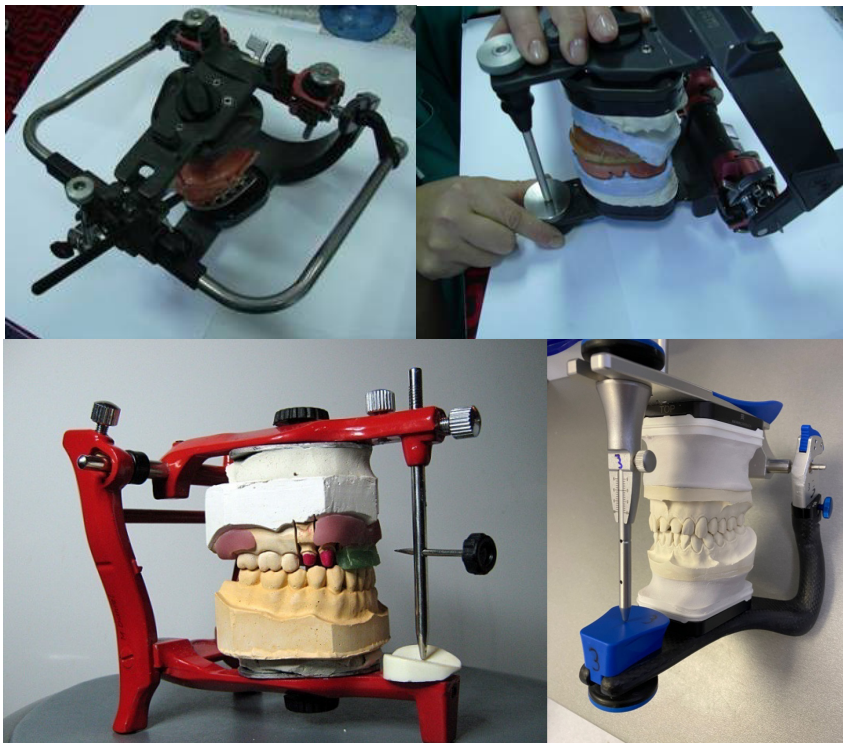


Figura 80. Modele montate în articulator.

Articulatoarele programabile

Articulatoarele parțial programabile prezintă posibilitatea individualizării anumitor elemente anatomice (niciodată toate):

- înclinarea pantei retroincisive
- înclinarea pantei tuberculului articular
- distanța de la punctul retroincisiv la axa de rotație pură
- valoarea unghului Bennett.

Articulatoarele total programabile permit obținerea în practică a unor rezultate foarte exacte, conform cu parametrii anatomici și funcționali ai pacientului, fiind capabile să reproducă o mișcare tridimensională analoagă anvelopei mecanice a mișcărilor mandibulare (anvelopa mișcărilor limită).

Au următoarele caracteristici:

- capacitatea de a individualiza traiectoria condiliană în trei planuri
- acceptarea unui ax cinematic de transfer
- programarea ghidajului lateral de partea lucratoare
- pot reduce curburile pantei tuberculului articular, în funcție de datele înregistrate la pacient
- distanța intercondiliană este complet reglabilă.

KaVo comercializează un sistem de înregistrare, transfer și simulare a rapoartelor intermaxilare, compus din:

- arcuri faciale ARCUS, ARCUSevo
- dispozitiv electronic de măsurare ARCUSdigma3
- articulatoare cu valori fixe PROTAREvo 2, 3
- articulatoare programabile PROTAREvo 4-9
- articulator programabil PROTAREvo digma, funcționează pe baza datelor înregistrate cu ARCUSdigma

ARCUSdigma3 (KaVo) este un dispozitiv electronic de măsurare, ce determină, printr-un sistem optic, în mai puțin de 5 minute, toate valorile necesare articulatorului PROTAREvo digma. Alternativ, măsurătorile pot fi transmise direct unui software CAD, astfel că designul restaurărilor protetice poate fi realizat cu precizie maximă, utilizând workflowul digital.

Cu cât datele programate în articulator sunt mai exacte, cu atât adaptarea ocluzală a restaurării protetice este mai exactă, evitându-se ajustările, care sunt dificil de realizat și mari consumatoare de timp.

Articulatoarele virtuale

Articulatorul virtual este un instrument software care simulează relațiile intermaxilare pe ecranul computerului. Cu ajutorul articulatorului virtual poate fi realizată o analiză completă a ocluziei, ca parte a etapei de design CAD/CAM, funcția de articulator virtual fiind parte integrală a softului.

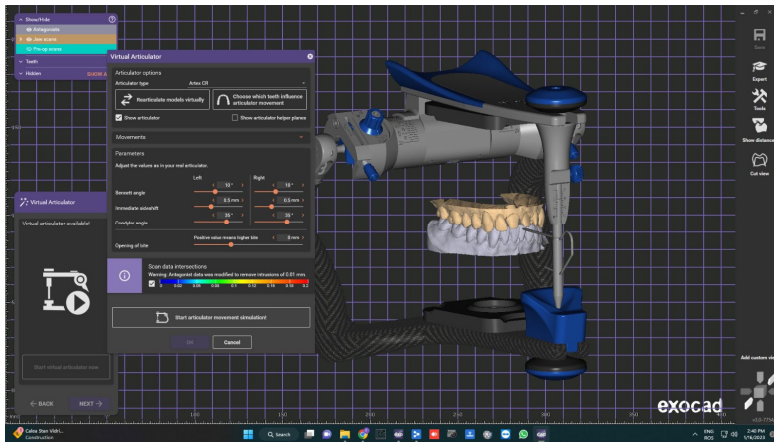


Figura 81. Articulator virtual.

CAPITOLUL 5

PARALELOGRAFUL

5.1 GENERALITĂȚI

Paralelograful este un instrument utilizat pentru determinarea paralelismului relativ a două sau mai multe suprafețe dentare sau a unor părți componente ale protezelor.

Paralelograful se utilizează pentru determinarea axului de inserție al protezelor parțiale mobilizabile, poziției ideale a croșetelor, barelor supracingulare, poziției componentelor sistemelor speciale.

Paralelograful se folosește deasemenea pentru analiza modelului de studiu/de lucru:

- determinarea celui mai convenabil ax de inserție
- identificarea suprafețelor dentare proximale, care trebuie să fie paralele pentru a servi ca plan de ghidaj la inserție/dezinsertie
- localizarea și măsurarea zonelor retentive dentare
- localizarea și eliminarea zonelor de interferență, dentare sau osoase
- trasarea ecuatorului protetic pe dinții stâlpi
- stabilirea locului în care se plasează vârful porțiunii flexibile a brațului retentiv al croșetelor
- planarea modelului sau RPF
- înregistrarea poziției modelului în raport cu axul de inserție, pentru referințe ulterioare.

În afara acestor operațiuni uzuale, paralelografele mai pot fi folosite și pentru:

- conturarea machetelor protezelor unidentare, urmărind obținerea unor fețe proximale paralele cu axul de inserție
- plasarea machetelor dispozitivelor speciale intra- și extracoronare, precum și paralelizarea acestora
- realizarea lăcașurilor pentru pinteni ocluzali, fie în faza de machetă, fie în stadiul de piesă turnată
- finisarea protezelor unidentare
- poziționarea de pini pentru obținerea modelelor cu bonturi mobilizabile.

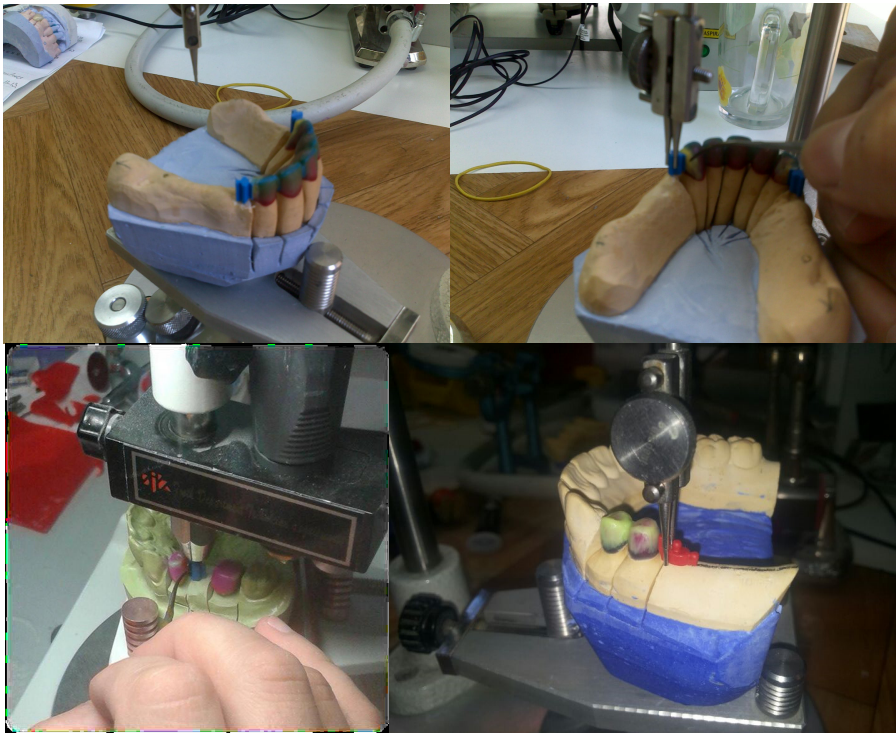


Figura 82. Plasarea și paralelizarea machetelor dispozitivelor speciale.

Clasificare

- pentru lucrul pe model
- pentru frezare ghidată-dotat cu un brat pentru frezare, la care se adaptează piesa de mână a unui micromotor, utilizat pentru executarea de frezaje/forări paralele
- paralelografe electronice (computerizate)/optice (raze luminoase paralele), destinate unor operațiuni complexe, costisitoare și complicate, folosite mai ales în scop științific.

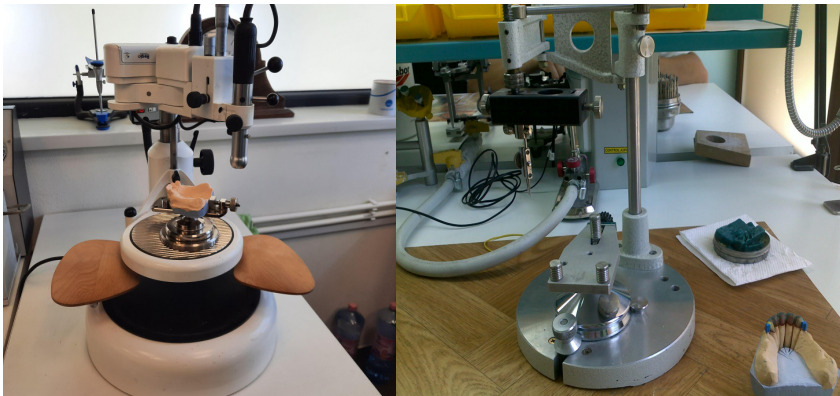


Figura 83. Paralelografe.

5.2 PĂRȚI COMPONENTE

Componentele de bază a unui paralelograf sunt următoarele:

- soclul, baza
- măsuța sau platoul reglabil (cu sau fără deplasare orizontală)
- brațul vertical
- brațul orizontal, articulată sau nearticulată
- tija verticală
- sistemele de culisare, prindere, reglaj, înregistrare
- accesorii.



Figura 84. Măsuța reglabilă a paralelografului.

Accesoriile paralelografelor sunt:

- tija detectoare, folosită la analiza inițială (identificarea zonelor retentive și determinarea paralelismului fără a însemna modelul) și stabilirea diagnosticului

- tija carbon, pentru trasarea ecuatorului protetic

- tija răzușă, pentru planarea zonelor retentive nefolositoare

- tija retentivometru, formată dintr-o tijă și un disc, folosită la determinarea axului de inserție și a localizării părților active ale croșetelor. În funcție de distanța dintre circumferința discului și cea a tijei, retentivometrele se numerotează după cum urmează:

- nr. 1 – 0,25 mm

- nr. 2 – 0,50 mm

- nr. 3 – 0,75 mm

- dispozitiv conometru (opțional), care indică gradul de conicitate al preparațiilor.

Majoritatea paralelografelor moderne oferă posibilitatea atașării de micromotoare pentru executarea de frezaje/forări paralele, ceea ce le transformă într-o mașină de frezare.



Figura 85. Lucrul la paralelograf.

CAPITOLUL 6

INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU REALIZAREA MACHETELOR

6.1 GENERALITĂȚI

Modelajul în ceară presupune plastifierea acesteia la căldură (bec Bunsen, lampă de spirt etc.) și sculptarea cu ajutorul unor instrumente specifice, dintre care cel mai simplu și mai cunoscut este spatula/cuțitul pentru ceară.

Spatula/cuțitul pentru ceară prezintă un mâner și două extremități active, una ascuțită, pentru tăiere/sculptare și una rotunjită, destinată topirii ceriei în flacăra. Un tip aparte este modelul ergonomic, care, datorită designului modificat permite modelarea facilă a profilelor diverse.



Figura 86. Cuțit pentru ceară.



Figura 87. Modelarea ceriei cu cuțitul.

În afara spatulelor pentru ceară există o multitudine de instrumente de modelaj, care se comercializează fie independent, fie sub formă de truse.

Se mai utilizează pensule groase cu partea activă din fire sintetice (nylon), pentru curățarea suprafețelor coronare pe care urmează să se execute adiția și pensule moi, pentru aplicarea pudrei de talc pe suprafețele ocluzale și proximale pentru a detecta contactul cu antagoniștii și dinții vecini.

În cazul utilizării materialelor fotopolimerizabile pentru machetare este necesară existența unui aparat de fotopolimerizare.

În cazul machetelor obținute prin tehnologii CAD/CAM, substractivă sau aditivă, aparatura necesară depinde de tipul de tehnologie utilizată.

Producătorii oferă sisteme complete de prelucrare a cerii care cuprind de obicei o sursă de lumină adițională, lupă, spatulă electrică (picurător) cu vârful diverse, baie de ceară, set de ceruri.



Figura 88. Obținerea machetelor din ceară prin frezaj computerizat.

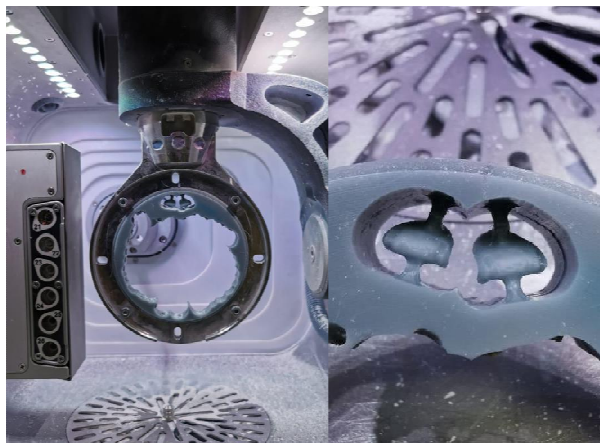


Figura 89. Frezarea unor machete dintr-un bloc de ceară (tehnologie CAD/CAM substractivă).

6.2 INSTRUMENTE MANUALE PENTRU MODELAJ

Tehnica adiiției de ceară presupune folosirea de instrumente speciale, comercializate independent sau grupate în trusa P.K. Thomas.

Trusa P.K. Thomas conține cinci instrumente, dintre care două sunt pentru adiiție, și se introduc în flacără, iar trei sunt substructive, ele neintroducându-se în flacără.

Instrumentele de adiiție (nr. 1 și 2) servesc transportului și depunerii picăturilor de ceară, al căror volum este în funcție de diametrul instrumentului.

Instrumentul substractiv nr. 3 are părțile active sub formă de conuri, fiind folosit la conformarea șanțurilor și ambrazurilor.

Instrumentul substractiv nr. 4 se utilizează la modelarea ambrazurilor, liniilor de tranziție, conturilor vestibulare, orale, foselor, depresiunilor.

Instrumentul substractiv nr. 5 este un bisturiu dublu sub formă de săpăligă și servește la modelajul versantelor ocluzale, al creștelor triunghiulare și oblice, al tuberculilor dentari.



Figura 90. Trusa P.K. Thomas și instrumente pentru modelaj în ceară.

6.3 SPATULA ELECTRICĂ

Tehnica modelajului poate fi ușurată prin folosirea spatulei electrice (picurător), care funcționează pe principiul încălzirii rezistive, având în general următoarele părți componente:

- instalația de alimentare la 220 V/50 Hz
- sursa de căldură (transformator)
- piesa de mână, la a cărei extremitate activă se pot monta vârfuri de diferite forme și dimensiuni, care în general sunt similare celor pentru modelaj aditiv
- instalația de comandă și reglaj, cu întrerupător pornit/oprit și potențiomtru pentru reglarea gradului de încălzire a instrumentului.



Figura 91. Spatulă electrică cu două piese de mână.

Unele tipuri sunt dotate cu afișaj al temperaturii și cu două piese de mână, oferind posibilitatea utilizării concomitente a două vârfuri diferite sau utilizarea în paralel la două mese de lucru. În general, temperatura dezvoltată se ridică până la 250°C. Modelele de spatulă electrică cu mod turbo permit încălzirea până la 400°C, fiind ideale pentru cerurile fotopolimerizabile.

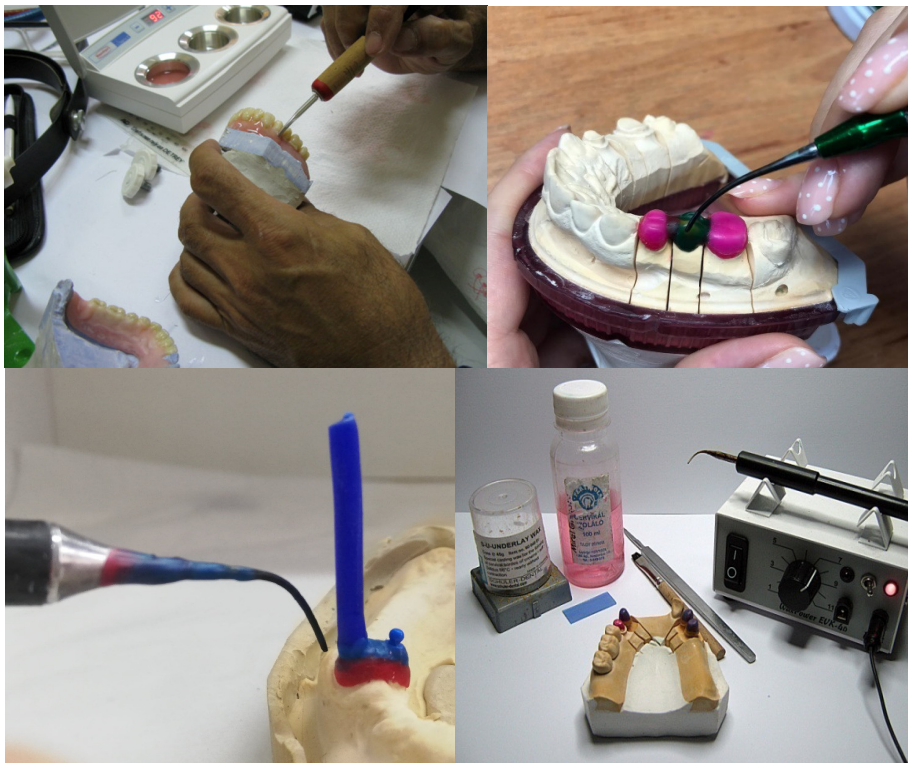


Figura 92. Modelarea cu ajutorul spatulei electrice.

Vârfurile ce pot fi atașate piesei de mână sunt diverse, fiind special imaginate pentru aplicare precisă în spațiile interdentare, pe zonele cu suprafețe mai mari, pentru netezire și sculptare, pentru modelarea ariilor proximale etc.

6.4 METODE DE ÎNCĂLZIRE A CERII

Încălzirea cerii în vederea machetării se poate face cu ajutorul mai multor metode/aparate:

Baia digitală de apă (32-80°C)

Încălzirea produce o înmuiere uniformă, deși metoda prezintă dezavantajul posibilității pierderii unor constituenți și încorporării de mici cantități de apă, ceea ce poate duce la alterarea proprietăților cerii.

Lampa cu infraroșii

Aparatul este dotat cu o incintă pentru încălzire, iar instrumentul utilizat trebuie centrat în lampă.

Becul Bunsen

Ceara trebuie menținută în aerul cald deasupra flăcării și nu în flacăra. Dacă ceara devine strălucitoare, înseamnă că încălzirea este prea puternică și straturile exterioare au început să se topească. Același principiu este valabil și în caz că flacăra este obținută cu ajutorul unei lămpi de spirit.

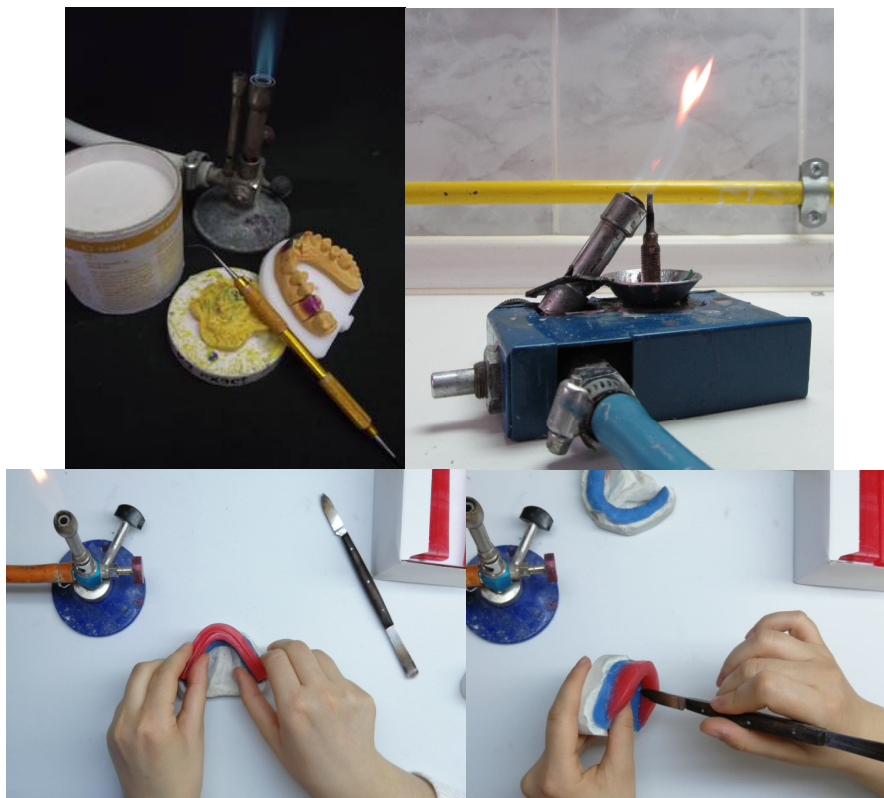


Figura 93. Bec Bunsen și cuțit pentru ceară.

Baia de ceară

Reprezintă metoda ideală de înmuiere a cerii. Este o baie termostată, ce menține ceara la o anumită temperatură, chiar deasupra punctului de înmuiere, gata de utilizare.

Baia-termostat pentru ceară facilitează realizarea capelor din ceară de grosime uniformă. Aceste aparate ating și mențin temperaturi între 60° și 110° și au o construcție simplă, fiind alcătuite din:

- instalație de alimentare la 220 V/50 Hz
- sursa de căldură (rezistență electrică)
- recipientul pentru ceară, izolat termic și prevăzut cu termostat
- instalația de comandă, reglaj și control cu întrerupător pornit/oprit, reglaje și indicatoare de temperatură.

Sunt prevăzute cu capac acoperitor pentru pauzele de lucru. Unele dintre ele au compartimente multiple, led-uri ce indică stadiul de încălzire al cerii, control electronic al variațiilor mici de temperatură.



Figura 94. Baie de ceară și capacul acoperitor.



Figura 95. Băi termostat pentru ceară, cu un compartiment și compartimente multiple.

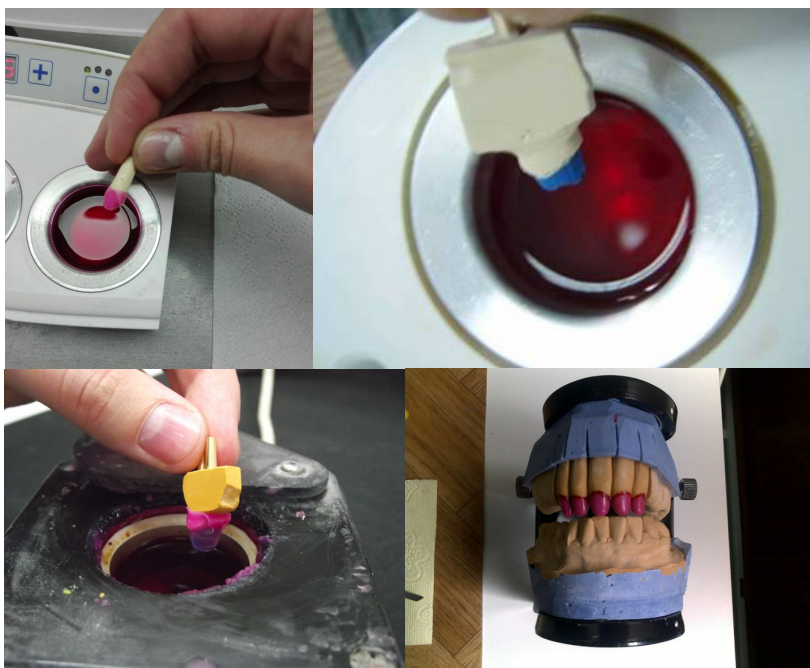


Figura 96. Realizarea capelor prin imersie.

CAPITOLUL 7

INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU REALIZAREA TIPARELOR ȘI PREÎNCĂLZIREA ACESTORA

7.1 GENERALITĂȚI

Obținerea tiparului în tehnica dentară presupune pregătirea machetei pentru ambalare, prepararea masei de ambalat și ambalarea (împachetarea) machetei, întreg ansamblul fiind cuprins într-un conformator, precum și eliminarea cerii din tipar.



Figura 97. Ambalarea machetei scheletului metalic al unei RPF și, respectiv, a unei proteze totale acrilice.

Înainte de ambalarea propriu-zisă, macheta componentei metalice a RPF este prevăzută cu tije de turnare pentru:

- ca macheta să poată fi fixată în spațiu
- a crea o modalitate prin care să fie eliminată ceara, respectiv introdus aliajul topit în timpul turnării
- a putea compensa contracția de solidificare a aliajului.

Rolul cel mai important al canalelor de turnare este dirijarea aliajului topit în tipar și realizarea unei solidificări dirijate, astfel încât să nu se formeze defecte la nivelul piesei turnate.

Tijele de turnare trebuie alese astfel încât:

- diametrul tijei să fie proporțional cu mărimea tiparului
- lungimea tijei trebuie astfel calculată încât să rămână un spațiu suficient între tipar și conformator
- să permită fixarea machetei cât mai aproape de centrul conformatorului.

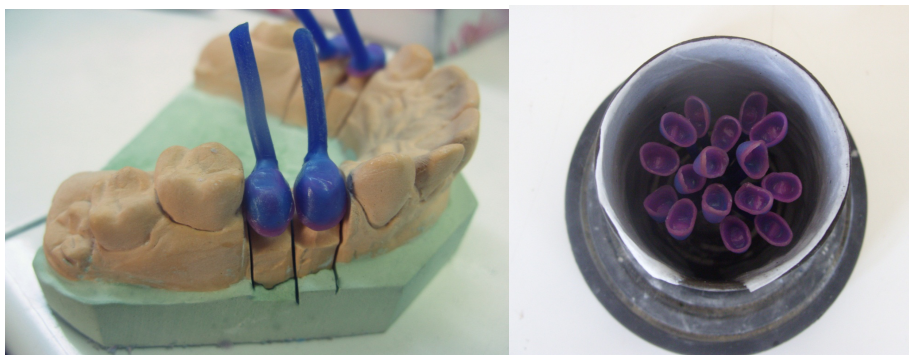


Figura 98. Aplicarea tijelor de turnare și centrarea machetelor în conformator.

Atașarea tijelor trebuie să se facă în porțiunea cea mai groasă a machetei. Pe tija de turnare se poate aplica o bilă de ceară, având rolul de rezervor de aliaj lichid. Tijelor de turnare li se atașează conul de turnare.

Canalele suplimentare de evacuare a gazelor rezultă prin fixarea în machetă a unor fire de ceară, masă plastică sau păr de cal.

Pentru a permite expansiunea laterală a masei de ambalat, pereții interni ai conformatorului se acoperă cu un liner pe bază de celuloză sau material ceramic aluminosilicatic.

În cazul RPF din ceramică presată, machetei din ceară i se atașează tije de injectare și un dispozitiv cilindric de centrare, care are aceleași dimensiuni cu cele ale ingotului de ceramică.

7.2 INSTRUMENTE PENTRU AMBALAREA MACHETEI

Prepararea masei de ambalat (amestecarea pulberii cu lichidul) necesită ca instrumentar minim bolul de cauciuc și spatula. În vederea obținerii unei paste fără bule de aer se folosește vacuum malaxorul și măsuța vibratoare.

Realizarea tiparelor impune folosirea conformatoarelor (chiuvetelor), care diferă în funcție de materialul din care se realizează piesa protetică și de tehnologia utilizată.

Chiuvetele clasice pentru tiparele protezelor polimerice sunt metalice, alcătuite dintr-o bază, o contră și două capace, de formă rotundă/ovală sau paralelipipedică. Conformatoarele speciale sunt destinate rășinilor injectate (sunt specifice fiecărui sistem) și celor polimerizabile la microunde.



Figura 99. Chiuvete pentru ambalarea machetei protezelor polimerice.



Figura 100. Conformatoare pentru ambalarea componentei metalice a RPF.

Conformatoarele pentru tiparele RPF au formă cilindrică (rotunde sau ovale pe secțiune) și sunt rigide, confecționate din metal sau plastic sau flexibile, din cauciuc.

7.3 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PREÎNCĂLZIREA TIPARELOR

Tiparele componentei metalice ce urmează a fi obținută prin turnare și a RPF din ceramică presată se preîncălzesc în cuptoare speciale, ele fiind manipulate cu clești (pense) speciali.

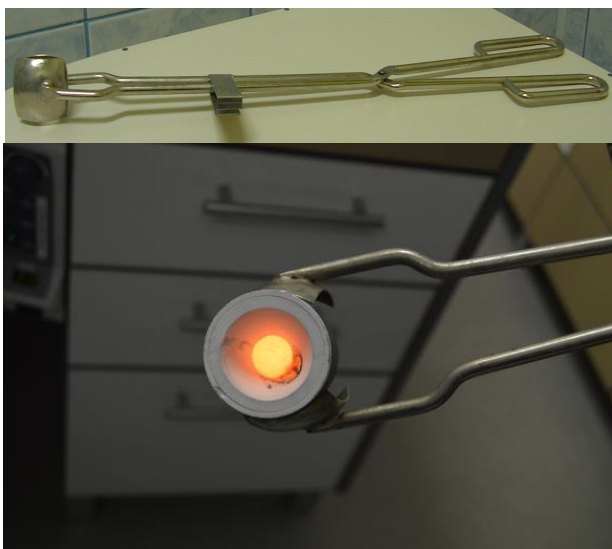


Figura 101. Clește pentru manipularea tiparelor.

Preîncălzirea tiparului se realizează în scopul obținerii expansiunii termice care contracarează contracția aliajului la răcire. Sunt descrise două tipuri:

Lentă

- tiparul, cu conul de turnare în jos este poziționat în cuptorul rece, timp de o oră
- cuptorul este reglat la 700°C, timpul necesar ca tiparul să atingă temperatura cuptorului este de 60-90 minute
- tiparul este menținut la această temperatură timp de o oră.

Rapidă

- tiparul este scufundat în apă timp de 5 minute
- cuptorul este deja încălzit la 425°C
- temperatura ajunge la 700°C într-o oră.



Figura 102. Manipularea tiparului, utilizând cleștele special.

Cuptoarele pentru eliminarea cerii și preîncălzirea tiparelor funcționează pe principiul încălzirii rezistive. Ele ating temperaturi de 300-350°C pentru eliminarea cerii și de 1000-1100°C pentru preîncălzire și sunt alcătuite din:

- instalație de alimentare la 220V/50Hz
- sursă de căldură (rezistență electrică)
- incinta de încălzire, izolată termic
- instalația de comandă, reglaj și control cu întrerupător pornit/oprit, indicatoare și reglaje ale temperaturii (inclusiv viteza de creștere a temperaturii) și a timpului de încălzire.



Figura 103. Cuptoare pentru preîncălzirea tiparelor.

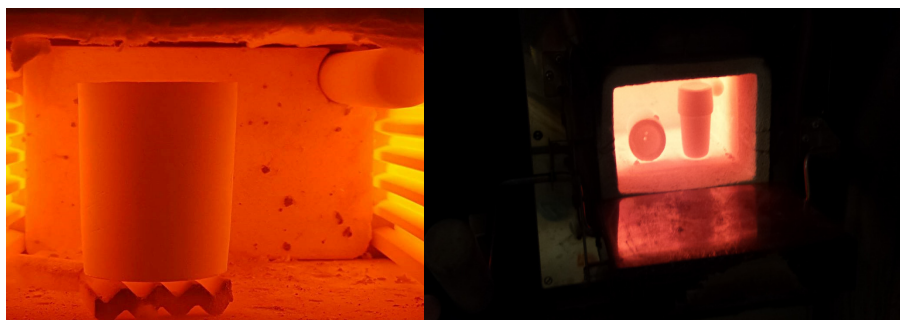


Figura 104. Tiparul în cuptorul pentru preîncălzire.

Cuptoarele moderne permit elaborarea și memorarea de programe de încălzire specifice diferitelor mase de ambalat, cu protocoale stricte de încălzire. Permit programarea pe cicluri și faze, parametrii programabili fiind temperatura, viteza de creștere a temperaturii, timpul de procesare și menținere a temperaturii. Sunt securizate împotriva supraîncălzirii, semnalează automat eventualele erori apărute, salvează setările în cazul unei eventuale întreruperi de funcționare și repornesc automat atunci când este repornită alimentarea.

CAPITOLUL 8

INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PRELUCRAREA ALIAJELOR

8.1 GENERALITĂȚI

Metalele și aliajele în tehnica dentară pot fi prelucrate la rece și la cald.

Prelucrarea tradițională la rece determină modificări în structura aliajelor, care se referă la creșterea sau descreșterea distanțelor dintre rețelele atomice. Deasemenea, poate avea loc deformarea cristalelor, cu scăderea flexibilității și maleabilității aliajelor, fenomen cunoscut sub numele de ecruisare.

Prelucrările tradiționale la rece utilizate în tehnica dentară se referă la: forjare, laminare, trefilare, tăiere, ștanțare, ambutisare, îndoire.

Dintre acestea, la ora actuală se mai practică tăierea și îndoirea, celelalte având valoare istorică.

Tăierea și îndoirea sârmei se realizează cu o varietate mare de clești cu destinații specifice.

Cea mai utilizată modalitate de **prelucrare la cald** în laboratorul de tehnică dentară este reprezentată de combinația topire/turnare. În acest scop căldura necesară topirii aliajului, conținut într-un creuzet, este obținută în diferite moduri:

- prin flacără
- prin arc electric
- prin încălzire rezistivă (efect Joule)
- prin inducție (curenți electrici de înaltă frecvență).



Figura 105. Topirea unui aliaj.

Turnarea poate fi:

- statică (gravitațională)
- centrifugală, în plan vertical sau orizontal
- sub presiune de vapori sau de gaz
- prin vacuumare
- combinată (vacuum + presiune).

Mediul de lucru poate fi reprezentat de:

- atmosferă normală (aer)
- gaz protector sau amestecuri de gaze protectoare
- vid.

8.2 METODE DE TOPIRE A ALIAJELOR

Sursele de căldură utilizate pentru topirea aliajelor au evoluat de la simpla flacăra obținută prin amestecuri gazoase la încălzirea rezistivă, arcul electric, inducția electromagnetică și utilizarea laserului.

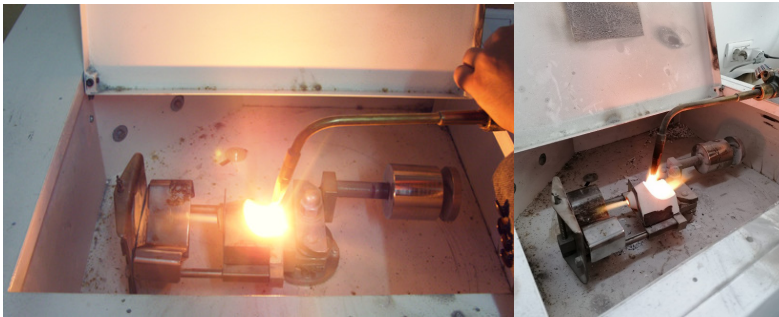


Figura 106. Topirea unui aliaj cu ajutorul flăcării.

Flacăra

Flacăra poate fi obținută prin combustia gazelor sau diferitelor amestecuri gazoase, rezultând temperaturi diferite, în funcție de amestecul utilizat:

- gaz urban + aer - 1500°C
- propan + aer - 1800 °C
- butan + aer - 1900 °C
- acetilenă + aer - 2400 °C
- gaz metan + oxigen - 2200 °C
- propan + oxigen - 2500 °C
- butan + oxigen - 2600 °C
- acetilenă + oxigen - 3170 °C
- hidrogen + oxigen - 2100 °C
- vapori de benzină + oxigen - 2500 °C.

Topirea cu flacără depinde de abilitatea operatorului de a controla flacără și nu garantează reproductibilitatea și o calitate constantă.

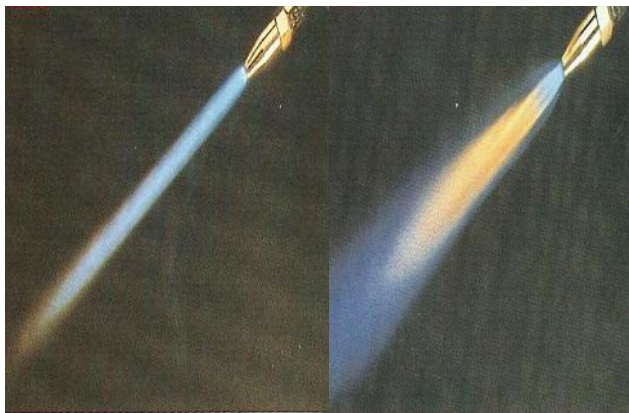


Figura 107. Reglarea flăcării cu exces de oxigen și respectiv propan.

Obținerea flăcării în laboratorul de tehnică dentară presupune utilizarea unor dispozitive diverse, mai mult sau mai puțin utilizate în prezent:

- becul Bunsen (conectat la conducte sau la rezervoare de gaze) care nu se utilizează pentru topirea aliajelor
- generatorul de benzină
- generatorul de acetilenă
- pistolul (suflajul).

Generatorul de benzină este un vas cilindric prevăzut în interior cu tije metalice învelite în pâslă sau bumbac, care înlesnesc vaporizarea benzinei. În partea superioară se găsește un robinet de reglaj și o conductă prin care este furnizat aerul (de obicei provenind de la un compresor, însă, în variantele istorice, aerul era pompat cu ajutorul unei pompe de picior). Amestecul gazos rezultat generează o temperatură de 1100°C-1300°C, putând fi utilizat pentru topirea aliajelor de aur și lipire.

Generatorul de acetilenă constă într-un cazan prevăzut cu clopot de gaze, coș de sârmă pentru carbid și filtru de gaze. Flacără oxiacetilenică se obține prin combustia unui amestec de acetilenă și oxigen și dezvoltă temperaturi mai ridicate, 2500°C-3000°C, putând fi utilizată pentru topirea oricărui tip de aliaj, inclusiv nenobil.

Pistolul (suflajul) pentru amestecuri gazoase (gas torch, blowpipe, blow torch) este un dispozitiv simplu, prevăzut cu o cameră de amestec, o duză de distribuție, robineti pentru reglarea amestecului și racorduri pentru gaz și aer. Sistemul de igniție este piezoelectric. Poate fi utilizat cu metan, propan, butan (pe

pieșă există o varietate de butelii de unică folosință ce conțin amestecuri de gaze lichificate), pentru topire și lipire. Duza de distribuție este prevăzută cu unul sau mai multe orificii. Temperatura dezvoltată la nivelul flăcării este de aprox. 1300°C, pentru creșterea temperaturii până la 3000°C se adaugă propil sau acetonă.

Flacăra generată prezintă patru zone distincte:

1. zona rece (zona amestecului neaprins), este zona în care se amestecă gazul cu aerul (nu are culoare, este rece)
2. nucleul luminos se caracterizează prin încălzirea treptată a amestecului gazos până la temperatura de aprindere (combustie parțială), fiind cea mai luminoasă parte. Este de culoare verde și oxidează, deci nu va fi în contact cu aliajul
3. flacăra primară (zona reducătoare, de culoare albastră), cu temperatura cea mai ridicată, la acest nivel se topește aliajul
4. flacăra secundară (zona oxidantă, de culoare galbenă), la acest nivel are loc combustia completă a amestecului gazos. Are temperatură mai scăzută decât zona reducătoare; fiind oxidantă nu se utilizează la topirea aliajului.



Figura 108. Flacăra generată de suflaj.

Topirea electrică, cu arc sau rezistivă, precum și cea electromagnetică au loc în cuptoare de topire-turnare, prevăzute cu respectivul sistem de topire.

Topirea cu arc electric (voltaic)

Procedul se bazează pe o descărcare electrică stabilă, la densitate mare de curent între electrozi, aflați în mediu gazos ionizat. Între electrozi se generează un arc electric, care produce căldura necesară topirii aliajului. Arcul electric care se obține poate fi direct sau indirect. La topirea cu arc electric se obține o temperatură de până la 4000°C, procedul folosindu-se la topirea/sudarea aliajelor nenobile.

Topirea prin încălzire rezistivă se bazează pe efectul Joule (eliberarea de căldură la trecerea curentului electric printr-un rezistor). Spirele rezistorului (bobinei) sunt înfășurate pe un cilindru din material ceramic refractar, în interiorul căruia se află creuzetul cu aliajul destinat topirii.

Topirea prin inducție electromagnetică

Principiul metodei se referă la pătrunderea energiei electromagnetice în piesa situată în câmpul magnetic variabil în timp, produs de o bobină prin care trece curent alternativ. Inductorul folosit în tehnica dentară este reprezentat de o bobină cilindrică din țevă de cupru, înfășurată în jurul creuzetului și necesită răcire cu apă. Un curent alternativ cu frecvența de 1500 KHz trece prin bobină. Permite topirea oricărui tip de aliaje și un control foarte bun al temperaturii de turnare.

Creuzetul pentru topire/turnare este un vas rezistent în care aliajul este topit, înainte de turnare și poate fi confecționat din materiale diverse: lut, carbon, silice /quartz, ceramică, zirconia-alumină.

8.3 METODE DE TURNARE A ALIAJELOR

Turnarea presupune introducerea aliajului în stare lichidă în tipar, unde se solidifică și poate fi clasificată în:

- turnare statică (gravitațională) - metoda rudimentară
- turnarea cu ajutorul unui aparat - presupune pătrunderea forțată a aliajului în tipar prin intermediul forței de împingere obținută prin centrifugare sau presiunea vaporilor (CO₂ sau nitrogen) și aerului comprimat sau forței de aspirație prin folosirea vacuumului. Vacuumul se poate adăuga în ambele cazuri (vacuum+presiune, forță centrifugă+vacuum).

Aparatele de turnat prin centrifugare au evoluat continuu, de la cele mai rudimentare, cum ar fi fronda de mână (praștia), centrifuga mecanică (roata de bicicletă) sau cântarul (rotaxul), la centrifuga semiautomată (cu arc sau cu motor electric) până la cele utilizate la ora actuală, integrate în aparate complexe de topire/turnare.

Frona de mână este formată dintr-un recipient atașat unui lanț, dotat cu mâner. Tiparul era umplut cu aur topit, cu ajutorul unei linguri speciale, apoi plasat în recipient, aurul fiind împins în tipar prin rotirea recipientului cu ajutorul lanțului.

Centrifuga orizontală (rotaxul)

Dispozitivul se compune din:

- ax vertical, bine implantat într-o masă metalică rigidă sau în beton
- braț orizontal, care se fixează la mijloc pe axul vertical; la extremități dispune de un taler în care se va așeza tiparul, respectiv o contragreutate a cărei poziție este reglabilă
- sistemul de acționare reprezentat de o bandă din material textil, care se înfășoară în jurul axului vertical
- sistemul de protecție a utilizatorului, reprezentat de o carcasă din tablă groasă sau un zid.

Dispozitivul funcționează prin tracțiunea bruscă și continuă a benzii înfășurate în prealabil pe axul vertical, mișcarea de translație transformându-se în mișcare de rotație.



Figura 109. Centrifugă orizontală.

Centrifuga semiautomată (cu arc)

Acționarea se bazează pe energia potențială a unui arc metalic lamelar aflat în corpul cilindric al aparatului.

Acesta este formată din următoarele părți componente:

- ax vertical, în jurul căruia se află resortul lamelar și sistem de blocare pentru armare și de deblocare/declanșare
- brațul orizontal, fixat în axul vertical, prevăzut la o extremitate cu un lăcaș pentru fixarea tiparului și creuzetului, iar la cealaltă extremitate cu o contragreutate reglabilă și un mâner pentru armarea aparatului
- tija de blocare pentru armare și deblocare/declanșare.

Aparatul se armează prin efectuarea unui număr de 5-8 rotații în sens invers acelor de ceasornic, după care se fixează tiparul și creuzetul în poziția corectă și se echilibrează brațul prin intermediul contragreutății. Se realizează topirea aliajului, cu ajutorul flăcării, iar în momentul imediat următor se eliberează arcul prin acționarea manetei și se declanșează centrifugarea.

Aparatele complexe de topire/turnare prezintă marele avantaj al executării topirii și turnării în același loc, evitându-se astfel timp suplimentari, pierderi de temperatură, în același timp realizându-se economie de spațiu.

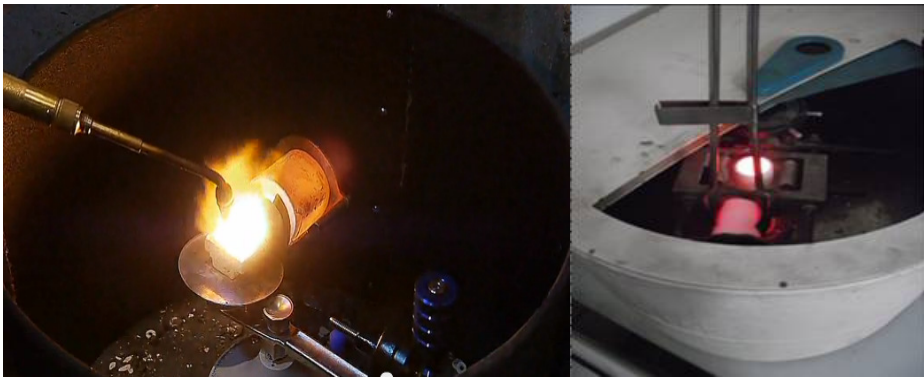


Figura 110. Topire-turnare.

Aparate de topire/turnare prin centrifugare automată

Aparatele de centrifugare automată sunt în general formate din următoarele componente:

- incinta de topire și centrifugare
- instalația de topire (inducție, încălzire rezistivă, arc electric, flacără)
- instalația de centrifugare (în plan orizontal, acționată electric)
- instalația de răcire cu apă (a inductorului, a creuzetului, dacă este cazul)
- instalația de alimentare electrică, cu apă (dacă este cazul)
- instalația de alimentare cu gaz protector (dacă este cazul)
- instalația de comandă, reglaj și control, de obicei prevăzută cu întrerupător de urgență.

Instalațiile moderne sunt complet automatizate, permițând cuantificarea exactă a parametrilor tehnologici.



Figura 111. Aparat de centrifugare automată.

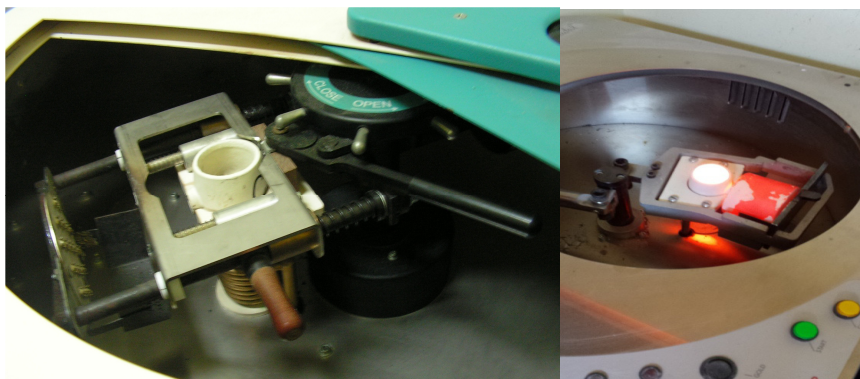


Figura 112. Aparat de centrifugare automată- interiorul instalației.

Aparate de topire/turnare cu vacuum și presiune

Acest tip de aparat utilizează ca sursă de căldură încălzirea rezistivă, arcul electric sau inducția, împingerea aliajului în tipar fiind obținută prin acțiunea combinată a vacuumului și aerului comprimat. Aparatul este format din incinta de topire/turnare și panoul de comandă, reglaj și control, cu întrerupător general, reglaje și indicatoare de temperatură, timp, taste de acționare a pompei de vid și a aerului comprimat, indicatoare de presiune negativă și presiune a aerului comprimat.

Aparatele moderne sunt complet automatizate, determinând automat parametrii de turnare, datorită memoriei pentru caracteristicile fiecărui aliaj, cu sistem de autodiagnostic, momentul turnării putând fi controlat și manual, cu ajutorul panoului de comandă și vizualizat printr-o fereastră prevăzută în construcția aparatului. Unele modele permit conectarea la PC și imprimantă.

Cele care dezvoltă temperaturi ridicate (1600°C) și sunt dotate cu atmosferă de gaz protector pot fi utilizate inclusiv pentru aliajele din titan. În cazul aliajelor de titan, atmosfera de gaz protector este necesară deoarece ele oxidează la temperaturi ridicate.



Figura 113. Aparat de topire/turnare cu vacuum și presiune.



Figura 114. Aparat de topire/turnare cu vacuum și presiune, dotat cu atmosferă protejată (argon), pentru toate tipurile de aliaje, inclusiv titan.

8.4 METODE DE UNIRE A COMPONENTELOR METALICE ALE PROTEZELOR DENTARE

Solidarizarea diferitelor componente metalice ale pieselor protetice se poate realiza prin:

- sudură
- lipire cu loturi
- supraturare.

Sudura se poate obține prin metode diverse, cele mai cunoscute și frecvent utilizate în tehnica dentară fiind:

- cu arc electric (continuu sau punctare)
- cu hidrogen
- cu raze infraroșii
- cu laser
- cu arc electric cu plasmă.

Punctarea (sudura electrică punctiformă) se utilizează pentru toate aliajele uzuale, inclusiv titan, pentru sudura electrică punctiformă a pieselor protetice mici și subțiri, pentru reparații și în ortodonție. Se realizează prin intermediul a doi electrozi de cupru, care sunt presați pe zonele ce urmează a fi solidarizate și între care se formează un curent de intensitate mare, timp de o fracțiune de secundă, cu generare de căldură. *Sudura cu arc electric continuu* se utilizează pentru sudură de-a lungul îmbinării, realizând unirea pe o suprafață mai mare.

Sudura cu hidrogen utilizează un generator de hidrogen, pe bază de apă și curent electric. Prin amestecarea hidrogenului cu oxigenul atmosferic se produce o flacără neutră, ecologică, cu temperatura de 3650°C. Metoda elimină necesitatea utilizării unui alt gaz. Flacăra este concentrată, acționând localizat la zona de sudură și nu este necesară purtarea de ochelari de protecție.

Sudura cu raze infraroșii utilizează un emițător de raze infraroșii (radiație electromagnetică cu lungimea de undă 700nm-1mm). Sistemul optic cu raze infraroșii generează o temperatură de 1350°C și, datorită unui sistem de oglinzi, energia termică este concentrată pe o suprafață limitată (1 cm diametru). Procesul are loc în atmosferă de gaz protector (argon) și este destinat sudurii aliajelor cu temperatura de topire sub 1250°C.

Sudura cu laser presupune utilizarea unor aparate speciale, prevăzute cu generatoare de lumină monocromatică și coerentă (fascicul laser). Zona de sudură este protejată cu gaz protector (argon sau amestec).

Aceste aparate sunt alcătuite din:

- instalație de alimentare la 220V/50Hz
- generator laser
- incinta de sudură, prevăzută cu dispozitiv de direcționare a fascicului laser, sursă de lumină, instalație de gaz protector, ecran pentru supravegherea operațiunilor sau sistem optic de supraveghere, reprezentat de lupă sau stereomicroscop și orificiu (orificii) de acces pentru mâinile operatorului
- instalația de comandă, reglaj și control, care permite punerea sub tensiune a aparatului, alegerea parametrilor fascicului laser și cuantificarea operațiunilor; este de preferat ca aparatul să fie prevăzut cu un întrerupător de urgență, care să permită scoaterea completă de sub tensiune în caz de accidente sau situații deosebite.

Displayul aparatului afișează programele de sudare, putând exista și un microprocesor programat pentru stocarea parametrilor de sudare.

Folosirea laserului pentru sudura aliajelor dentare permite executarea unor manopere de mare precizie, datorită posibilității poziționării foarte corecte a fascicului, dimensiunile zonei de sudură variind de la 0,1 la 1,5 mm.

Permite sudarea tuturor tipurilor de aliaje, inclusiv titan și a unor piese variate, realizate din același aliaj sau aliaje diferite, manoperă dificil de realizat utilizând alte tehnici.

Permite realizarea de suduri în apropierea zonelor placate cu ceramică, compozit și acrilat, conservând componentele piesei protetice care se pot deteriora prin încălzire. Permite realizarea rapidă de reparații și sudarea de elemente situate în zone inaccesibile, ca de exemplu zona internă a unui element, elemente foarte mici și delicate. Cu toate acestea, prețul de cost încă ridicat al instalațiilor de acest tip limitează deocamdată răspândirea acestei tehnologii în laboratoarele de tehnică dentară.

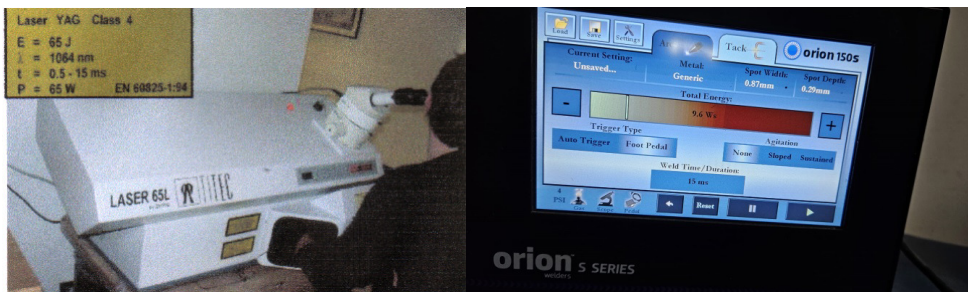


Figura 115. Laseri pentru sudura aliajelor dentare și parametrii de sudură.

Avantajele utilizării sudurii cu laser sunt: aport scăzut de căldură, de unde rezultă acuratețea maximă și eliminarea distorsiunilor, operațiunea se face pe modelul master, cu economie de timp și material, absența coroziunii la nivelul zonei de sudură, care este foarte puternică, similar materialului din care este realizată piesa protetică.

Sudura cu arc electric cu plasmă

Plasma este obținută prin încălzirea și ionizarea unui gaz inert (argon sau argon+heliu), astfel încât devine conducător de electricitate. Arcul electric se formează între un electrod de tungsten neconsumabil și piesa de lucru, metalul din care aceasta este realizată topindu-se, astfel având loc solidarizarea. Electrocul și zona de sudură sunt protejate de o cameră de gaz.

Acest tip de sudură produce rezultate de calitate și precise, fiind posibilă sudarea pieselor mici, fine, reparații, putând fi utilizată pentru toate tipurile de aliaje dentare, inclusiv titan. Permite sudări punctiforme, fără modificarea necorespunzătoare a structurilor îmbinate, sudura rezultată fiind stabilă și rezistentă și se realizează direct pe modelul master, permițând un control riguros al temperaturii în câmpul de lucru. Datorită încălzirii limitate la zona dorită, este ideală pentru reparații directe lângă zone cu placate cu acrilat, compozit, ceramică.

Dezavantaje:

- temperatura ridicată poate afecta structura zonei de sudură
- pot apare porozități la nivelul zonei de sudură
- adâncime mică de penetrare.

Aparatul este dotat cu o sursă de energie, sistem de răcire, pistolul pentru sudură și accesorii: vârfuri, electrozi etc. și poate fi prevăzut cu un sistem optic de supraveghere.



Figura 116. Aparate de sudură cu plasmă.

Lipirea cu loturi

Loturile sunt aliaje speciale pentru lipit, ele având o compoziție asemănătoare cu cea a aliajelor care urmează a fi solidarizate. Ele se topesc și curg în spațiul capilar dintre piesele ce urmează a fi lipite, energia calorică necesară acestor operațiuni fiind obținută cu ajutorul flăcării.

La ora actuală se comercializează instalații de lipit, care produc o flacără aciformă, de dimensiuni foarte mici, care se direcționează cu precizie.

Lotul poate fi și sub formă de pastă. El se plasează pe cele două suprafețe de lipit, acestea se aduc în contact, apoi se introduce ansamblul în cuptor la 800°C. Pudra metalică din lot se topește și leagă cele două elemente care trebuie lipite.



Figura 117. Pastă pentru lipit.

Supraturizarea

Procedeul de solidarizare a două piese prin supraturizare presupune executarea acestora în doi timpi. Într-o primă etapă se realizează doar una dintre cele două piese, locul destinat solidarizării fiind prevăzut cu macroretenții mecanice. În faza a doua se execută turnarea celei de-a doua piese peste prima, în contact cu macroretențiile respective, după solidificare obținându-se un ansamblu solidarizat mecanic. Evident, rezistența unor astfel de îmbinări lasă de dorit, de multe ori locul de unire transformându-se cu timpul într-o articulație, motiv pentru care metoda nu se practică în mod obișnuit.

CAPITOLUL 9

TEHNOLOGII ALTERNATIVE DE REALIZARE A COMPONENTEI METALICE A RESTAURĂRILOR PROTETICE

9.1 GALVANOFORMAREA

Electroformarea (depunerea electrolică) sau galvanoformarea datează de la începutul anilor 1800, bazele tehnologiei fiind puse de Michael Faraday și Humphry Davy. Termenul de galvanoformare provine din literatura germană și derivă de la numele savantului italian Luigi Galvani.

Începând cu anii 1970, depunerea electrolică s-a utilizat în medicina dentară pentru amprente sau modele, utilizându-se mai ales cuprul. Rogers a fost primul care a realizat componenta metalică a coroanelor mixte prin metoda galvanoformării. Baia electrolică utiliza aurul sub forma unei combinații cianurice, foarte toxică.

Ulterior, Wiessmann a obținut prima baie electrolică fără conținut de substanțe toxice, se utilizează soluțiile unei sări complexe de aur, mai frecvent un compus de amoniu cuaternar, care migrează din electrolit la catodul aparatului. Electrolitul mai conține: soluție salină, sistem tampon, stabilizatori, adaosuri pentru luciu. Pentru conductibilitatea modelului se utilizează lacuri pe bază de argint, care se aplică în strat subțire cu creioane speciale, periute sau sprayuri. Acest strat vine în contact cu sârma conducătoare de electricitate, care realizează conectarea la catodul aparatului. Stratul de lac se îndepărtează la finalizarea procesului cu acid azotic. Anodul este de obicei realizat din titan acoperit cu platină.

Domeniile de aplicare a tehnicii galvanice cuprind protetica fixă și mobilă, cu aplicații și în protetica implantologică.

Indicații în medicina dentară:

- coroane mixte galvanoceramice și galvanopolimerice (cape obținute prin galvanoformare, ulterior placate cu material fizionomic)
- incrustații (inlay-uri, onlay-uri), având avantajul închiderii marginale perfecte
- proteze parțiale fixe: doar capele se obțin prin galvanoformare, intermediarii realizându-se prin turnare, apoi solidarizându-se componentele (de ex. prin sudare cu laser). Cel mai frecvent se utilizează în restaurarea de edentații reduse (1, 2 dinți), piesa protetică finită fiind în totalitate placată cu material fizionomic

- în protezarea mobilizabilă, sistemele speciale de menținere, sprijin și stabilizare se pot realiza prin galvanoformare (capa secundară a sistemelor telescopate)
- în cazul protezelor totale, baza din aur se poate realiza prin depunere directă pe fața mucozală a protezei a unui strat de aur sau prin galvanodepunerea indirectă a bazei, urmată de atașarea acesteia la proteză. Această metodă se poate utiliza în cazul pacienților alergici la monomer sau a celor ce dezvoltă stomatite protetice. Stratul de aur funcționează ca o barieră, împiedicând acțiunea monomerului rezidual și, în același timp, colonizarea bacteriană și absorbția de salivă în acrilatul protezei. Aurul este biocompatibil, are acțiune antibacteriană, igienizarea se face mult mai ușor, iar proteza se adaptează perfect pe câmpul protetic
- proteze parțiale fixe pe implante, similare celor cu sprijin dento-parodontal
- mezostructuri implantare în protezarea mobilizabilă: sisteme telescop, bară cu călăreți, șa galvanoformată.

Placarea (aurirea), funcție disponibilă pentru unele aparate de galvanoformare, se poate realiza pe aliaje de aur, platină, argint, nichel și cobalt și nu este eficientă pe aliajele de titan.

Capele galvanoformate sunt realizate din aur 99,99% pur, perfect biocompatibil și cu o afinitate scăzută pentru acumularea de placă bacteriană.

Restaurările protetice galvanoformate îmbină avantajele biologice ale aurului pur cu cele estetice, tehnologia permițând realizarea doar de restaurări total fizionomice, placate în totalitate cu ceramică sau compozite. Tonalitatea aurie a fundalului conferă o culoare naturală, aspectul estetic fiind mult mai bun decât în cazul restaurărilor metalo-ceramice turnate. Aurul pur vine în contact cu zona gingivală, eliminându-se iritațiile sau colorările marginale ale gingiei, care pot apare în cazul coroanelor metalo-ceramice din Cr-Co.

Datorită subțiririi capei de aur: 0,2-0,3 mm, prepararea bontului este mai conservativă. Adaptarea restaurărilor galvanoformate este foarte bună și exactitatea este maximă, cimentul de fixare fiind utilizat doar ca element de etanșare. Sablarea interiorului, pentru îmbunătățirea calității cimentării, se poate face cu particule de alumina de 50 μm, la presiune de 1 bar.

Grosimea mică a scheletului metalic permite economia de material nobil, aurul ionic din soluția electrolitică transformându-se în aur atomic la catod.

Procedul galvanoformării necesită un interval de timp de 5-12 ore, în funcție de aparatul utilizat și grosimea stratului ce urmează a fi depus. Acest lucru nu reprezintă neapărat un dezavantaj, instalația putând să funcționeze peste noapte. Reglarea intensității curentului este de o importanță majoră, o intensitate prea mică conducând la obținerea de cape prea subțiri și gracile, iar

una prea mare la depuneri cu suprafață mată și neregulată și structură cristalină defectă.

Primele instalații de galvanoformare pentru laboratorul de tehnică dentară au apărut în 1988: sistemul Gammat 12 (Gramm Technick). La ora actuală astfel de aparate, variind de la modele mai modeste, până la variante complet automatizate, cu posibilitatea controlului prin calculator, sunt oferite de firmele Gramm Technick (Tiefenbronn-Mulhausen, Germania), Wieland Dental (Pforzheim, Germania), Heraeus-Kulzer (Hanau, Germania) etc. Unele dintre acestea permit, pe lângă galvanoformare, și aurirea elementelor metalice turnate.

Instalația de galvanoformare este, în general, alcătuită din:

- panoul de comandă, mai mult sau mai puțin automatizat, ce permite reglarea curentului, a programului de lucru, a timpului
- recipientul sau baia de galvanizare propriu-zisă
- capacul băii de galvanizare, care conține electrozii, anodul și catodul aparatului, de obicei cu mai multe poziții, la care se atașează piesele ce urmează a fi supuse galvanoformării.

Instalațiile ce nu realizează măsurarea automată a volumului de electrolit necesar, pot utiliza, în acest scop, aparate destinate măsurării suprafeței preparației și calculării volumului de soluție (Gammat Control).

Aparatele *Gammat* (*Gramm Technick*) sunt instalații performante, complet automatizate, în plus existând posibilitatea controlului cu ajutorul calculatorului. Sistemul permite, cu ajutorul tehnologiei GHP (Gold Hard Plating) și aurirea elementelor metalice turnate diverse: croșete, conectori, baze metalice ale protezelor etc.

Sistemul dispune de trei tipuri de aparate: Gammat Easy, ce permite realizarea simultană a 6 elemente, în 5 ore; Gammat Free, în două variante: pentru 14 elemente și 24 elemente galvanoformate simultan, în 5 ore.

Etape de lucru cu aparatul Gammat Free:

- bonturile din gips de clasa a IV-a se prelucrează la microscop. Sârma de conducere se va îndoi de preferat în unghi drept, pentru o mai bună poziționare în recipientul de galvanizare. Se aplică un strat subțire de lac conducător de argint și se face legătura la catod. Sârmele de contact se introduc prin spațiile înguste ale galvanizatorului, după care se fixează de o șină de contact. Poziționarea bonturilor în recipientul de sticlă se face astfel încât direcția curentului băii de aur să fie de la incizal/ocluzal spre colet.

- activarea se face printr-un cip, calculele privind cantitatea de aur necesară fiind automate. Se umple recipientul băii de galvanizare cu fluidul de activare și se activează procesul de galvanizare. Galvanizarea durează aprox. 6 ore. Încheierea procesului este afișată pe display.

- se scot piesele din aparat și se studiază vizual pentru a determina dacă depunerea este uniformă, apoi se deconectează firele de pe șina de contact. Firele se scot din gips cu un clește și gipsul se dizolvă cu o soluție specială, într-un aparat cu ultrasunete. Procesul durează aprox. 30 de minute. Lacul conducător de argint se înlătură cu acid azotic, utilizând tot cuva cu ultrasunete. Înlăturarea surplusurilor de la nivelul marginilor se face sub stereomicroscop, cu ajutorul unei gume siliconice. Capele se sablează la 2 bari cu oxid de aluminiu de 100 μm apoi se plachează.

Gama de aparate automate pentru galvanofornare *AGC (Wieland Dental)* cuprinde: *AGC MicroVision*, care galvanofornază 1-9 elemente concomitent, în 4 ore (pentru grosimea de 0,2 mm), grosimea stratului de 0,2 sau 0,3 mm alegându-se individual pentru fiecare element; *AGC Comfort*, ce permite prelucrarea concomitentă a 1-8 piese, în 5 ore, la grosimi de depunere de 0,10, 0,15, 0,20, 0,25 și 0,30 mm; *AGC Micro* pentru 1-6 piese concomitent, la grosimi de 0,20 sau 0,30 mm, în 5 ore; *AGC MicroPlus*, 16 piese concomitent, la grosimi de 0,2, 0,3 mm; *AGC Speed*, pentru depunere rapidă, cu una, două sau patru recipiente separate, ce permite prelucrarea unei piese pe recipient, la grosimi de 0,2, 0,3 mm, într-o oră. Aparatele *Speed* necesită volum constant de electrolit, în cazul celorlalte variante cantitatea de electrolit este calculată automat. *Micro Plus* prezintă accesorii pentru galvanofornarea de baze pentru proteze totale. Aparatele pot fi conectate și accesate prin intermediul calculatorului.

Solaris (DeguDent) poate procesa 16 obiecte în trei grosimi diferite: 0,2 mm, 0,25 mm și 0,3 mm.

Preciano (Heraeus-Kulzer), inițial o instalație modestă, cu reglaj manual, permițând obținerea a 6 cape simultan, toate de aceeași grosime (0,2 sau 0,3 mm), era dotată cu două recipiente, pentru 1-2, respectiv 3-6 cape. Timpul este de galvanofornare necesar era 7 ore pentru grosimea 0,2 mm și 9 ore pentru grosimea de 0,3 mm. Varianta actuală *Preciano IQ (Heraeus-Kulzer)* este complet automatizată.



Figura 118. Instalație de galvanofornare.

O instalație specială pentru aurire este *Aurosteel (Wieland Dental)*, care permite aurirea elementelor metalice diverse, realizate din orice tip de aliaj dentar. Instalația dispune de 3 cuve pentru depunere electrolică.

9.2 SINTERIZAREA

Sinterizarea reprezintă procesul de compactare și densificare a unui solid prin aplicare de tratament termic sau presiune, fără atingerea punctului său de topire și lichefierea compusului. Poate fi utilizată pentru procesarea materialelor metalice, ceramice, plastice etc. În timpul procesului, atomii compusului difuzează de-a lungul interfețelor, creând noi legături între particulele compusului inițial; rezultatul este un material cu granule de dimensiuni mai mari, mai dens și mai rezistent.

Procedeul Sintercast (Nobil Metal), utilizează folii Sintercast Gold (99% Au) sau Sintercast Plus (95% Au, 5% Pt). O folie ajunge pentru realizarea a aprox. 10-12 cape. Această tehnologie permite realizarea, direct pe modelul master, a unei cape gata de ceramizare în 30 de minute, având avantajul timpului redus de lucru și a preciziei, beneficiind de o închidere marginală foarte bună. Tehnica sinterizării nu necesită investiții în echipamente speciale, tot procesul desfășurându-se într-un cuptor obișnuit de ceramică.

Aurul folosit pentru sinterizare este pur (99,9%), de unde toleranța foarte bună, absența reacțiilor alergice și rezistența mare la coroziune.

Și în acest caz, rezultatul estetic al placării cu ceramică se datorează influenței culorii galbene a aurului, aceasta favorizând atât obținerea unor nuanțe cromatice calde, cât și un aspect estetic foarte bun la nivel gingival,

datorită absenței pigmentării date de marginile metalice gri. Grosimea de 0,3 mm a capei sinterizate și aplicarea unui strat foarte subțire de opac, sunt elemente suplimentare ce ajută la obținerea unei estetici naturale.

Înalta precizie și etanșarea prin fricțiune a capei permit aplicarea tehnicii în realizarea structurilor pentru coroane telescopate și suprastructuri pe implantate.

O tehnologie similară este *Captek (Schottlander and Davies)*, ce utilizează folii cu conținut de 97,5% aur și 2,5% argint, sudura extremității și modelarea marginală făcându-se cu o spatulă călduță.

9.3 SISTEME CAD/CAM PENTRU ALIAJE

Prelucrarea cu sisteme CAD/CAM se adresează aliajelor nenobile, pe bază de Co-Cr sau Ti. Tehnologiile substructive, care utilizează material sub formă de blocuri/rondele, au dezavantajul pierderii mari de material, doar o mică parte fiind efectiv utilizată pentru elementul protetic. O alternativă care previne pierderea de material este reprezentată de tehnologiile aditive, care utilizează materialul sub formă de pulbere.

Tehnologiile substructive (milling), prezintă avantajul lipsei de defecte (porozități, fisuri etc). Varianta Milling (ML) utilizează blocuri de duritate mare, care necesită unități de frezare cu 4 sau 5 axe, dotate cu sistem de răcire cu apă (wet milling/frezare umedă). Varianta Milling/Post sintering (ML/PS) utilizează blocuri de consistența cerii, particulele de aliaj fiind solidarizate printr-un binder, care este îndepărtat ulterior prin ardere. Blocurile se frezează cu ușurință și nu necesită răcire cu apă (frezare uscată/dry milling). Acestea necesită sinterizarea într-un cuptor de sinterizare, în atmosferă de argon, la aprox. 1300°C, pentru a atinge duritatea și densitatea finală, similar blocurilor de zirconia presinterizate.

Posibilitatea de a obține structuri complexe prin frezare este limitată, comparativ cu cele obținute prin 3D printing.

Tehnologiile aditive utilizează diverse procedee de 3D printing pentru manufacturarea piesei protetice, cele utilizate pentru prelucrarea aliajelor fiind cele PBF (powder bed fusion): SLS (selective laser sintering/sinterizare selectivă cu laser), SLM/DMLS (selective laser melting/topire selectivă cu laser, direct metal laser melting/topire directă cu laser) și EBM (electron beam melting/topire cu fascicul de electroni). În principiu, aceste tehnologii sunt asemănătoare, diferențele sunt datorate parametrilor operaționali (temperatura de topire, grosimea stratului depus, poziția și unghiul de printare/build orientation), sursei de energie (tip și putere) și granulației pulberii metalice utilizate pentru printare. Ca sursă de energie, tehnologiile SLS și SLM/DMLS

utilizează o rază laser, în atmosferă inertă, pe când EBM utilizează o rază de electroni, în vacuum.



Figura 119. Imprimantă laser PBF și pudra metalică utilizată.

Selective laser sintering (SLS)

SLS a fost patentată de Carl Deckard în SUA, în 1987. Compania sa, DTM, a fost achiziționată de 3D Systems, în 2001. Tehnologia SLS permite procesarea nu numai a aliajelor, ci și a materialelor polimerice și a anumitor tipuri de ceramică.

Cu ajutorul unei unde laser de putere mare, utilizând o unitate energie/suprafață locală foarte bine determinată, pulbera fină de aliaj este parțial topită, și sinterizată pentru a forma, în final, elementul protetic. Particulele de aliaj vor fi sinterizate de energia laser. În prima fază, un strat subțire, uniform de pulbere este întins pe platforma de construcție. Fasciculul laser este monitorizat computerizat, în așa fel încât devine activ doar în zona unde se vor obține elementele programate. În momentul în care fasciculul laser atinge suprafața, datorită căldurii generate, particulele de pulbere sunt parțial topite și fuzionate. Platforma de construcție este apoi coborâtă și procesul este repetat până la finalizarea elementului protetic respectiv. Astfel, piesa protetică este obținută prin depunere strat cu strat.

Incinta de fabricație este menținută la o temperatură chiar sub cea de topire a pulberii, pentru ca aceasta să fuzioneze mai rapid și cu consum mai mic de energie, în momentul expunerii laser. Ca urmare a interacțiunii dintre unda laser și suprafață, se produce umezeală, care poate duce la oxidarea aliajului. Din această cauză, procesul are loc în atmosferă protejată (gaz inert: nitrogen sau argon). Pentru că, în cazul SLS, topirea particulelor de pulbere este parțială, piesele protetice sunt frecvent caracterizate de existența porozității interne și a unei suprafețe rugoase. Postprocesarea (tratament termic de recoacere) îmbunătățește stabilitatea structurală și proprietățile mecanice.

Selective laser melting (SLM)/Direct metal laser sintering (DMLS) utilizează un laser de putere mare pentru a topi complet pudra metalică, rezultând piese protetice cu densitate crescută (95%, comparativ cu 75%, în cazul SLS). Căldura generată în zona unde se proiectează fasciculul laser este mai mare decât în cazul SLS, fiind direct proporțională cu puterea acestuia. Procesul are loc în atmosferă inertă (argon sau nitrogen), pentru a preveni oxidarea. Particulele de pudră au dimensiuni mai mici, fiind depuse în straturi mai subțiri, astfel că rezoluția detaliilor este mai bună.

Primul sistem comercial, EOSINT M 250, a fost scos pe piață în 1995 de EOS (Krailing, Germania) și tehnologia a fost brevetată sub numele de DMLS (Direkt Metall Laser Schmelzen, tradus în engleză ca Direct Metal Laser Melting). Ulterior, alte companii au comercializat tehnologia sub numele de SLM (Selective Laser Melting).

SLM este acceptată ca fiind cea mai bună metodă aditivă pentru obținerea de structuri metalice în tehnica dentară, incluzând cape, scheletul metalic al RPF mixte, infrastructura metalică a protezelor parțiale mobilizabile scheletate, implantate, bonturi implantare.

Deși suprafața pieselor obținute prin SLM este considerată de calitate superioară, există posibilitatea de a dezvolta stres intern datorită contracției termice, de aceea, și în acest caz, este necesară postprocesarea prin tratament termic.



Figura 120. Imprimantă laser SLM.

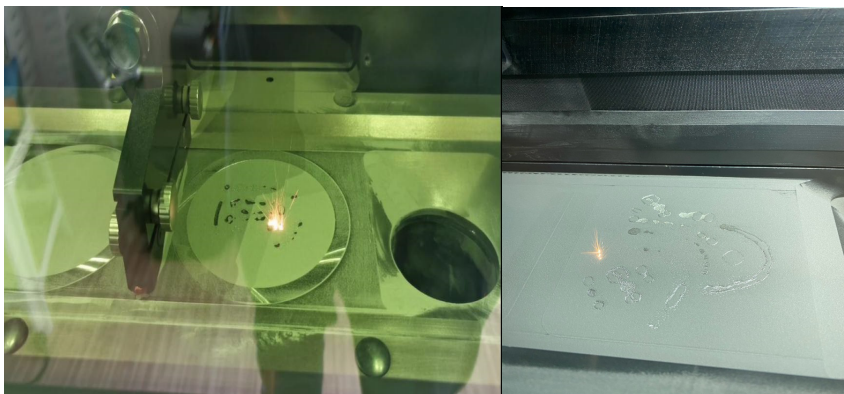


Figura 121. Acțiunea fascicului laser.



Figura 122. Elemente protetice, înainte de detașarea de pe platforma de construcție.



Figura 123. Scheletul metalic ar unor viitoare restaurări protetice fixe, după detașare de pe platformă.



Figura 124. Schelete metalice ale unor restaurări protetice diverse, obținute prin SLM.

Electron beam melting (EBM)

EBM a fost introdusă de ARCAM AB (Molnlycke, Suedia) în 2002, fiind și în prezent singura companie care produce acest tip de echipament. În acest caz pudra metalică este topită și solidificată, strat cu strat, cu ajutorul unei raze de electroni în vacuum, în atmosferă inertă.

În prima fază, datorită încălzirii unui filament de tungsten, este emis un nor de electroni. Electronii sunt apoi accelerați și direcționați, sub formă de rază, înspre patul de pulbere, în vederea topirii acesteia. Lucrul în vacuum este avantajos și procedeul este foarte eficient energetic (de 10 ori mai mare comparativ cu SLM). Datorită vitezei mari de scanare, dublată de adâncimea mare de penetrare a fasciculului de electroni, viteza de fabricație este crescută. Lucrul în vacuum permite manipularea pulberilor de metale reactive, inclusiv aliaje de Ti, care oxidează ușor. Deși sistemul de vacuum este mai scump, stresul rezidual este mai mic comparativ cu sistemele laser. Piesa obținută este foarte densă, rezistentă, fără porozități. Totuși, datorită costului ridicat, utilizarea tehnologiei EBM este încă limitată.

9.4 ELECTROEROZIUNEA

Electroeroziunea (spark erosion) este o tehnologie substractivă, introdusă în tehnica dentară de Gunter Rubeling, în 1982. Este o procedură de mare precizie, utilizată pentru obținerea de atașamente de precizie, proteze fixe pe implantate, corone metalo-ceramice pe aliaje de Ti și este eficientă în procesarea aliajelor dure, dificil de frezat (Co-Cr și Ti). Principiul constă în crearea, într-un mediu lichid, a unei serii controlate de descărcări electrice între un electrod de o formă specifică și blocul care urmează a fi prelucrat. Avantaje: eficiență crescută, rapiditate, schelet subțire, adaptare bună. Dezavantaje: cost ridicat, necesită personal calificat.

CAPITOLUL 10

CONDITIONAREA SUPRAFETELOR METALICE SI NEMETALICE

10.1 GENERALITĂȚI

Scopul condiționării suprafețelor pieselor protetice este acela de a obține o adeziune de calitate între două materiale diferite. Condiționarea suprafețelor pentru asigurarea adeziunii se poate realiza utilizând o multitudine de tehnici, prin care se obține, de la caz la caz, o adeziune macromecanică, micromecanică sau chimică, cele mai frecvent utilizate fiind:

- silanizarea
- sablarea
- oxidarea
- silicizarea (depunerea unui strat intermediar de silice).

Alte metode de condiționare a suprafețelor, mai puțin utilizate, sunt:

- demineralizarea cu acid hidrofluoric: fațete ceramice și reparații intraorale a RPF ceramice deteriorate
- tratarea suprafețelor ceramice cu laser: determină creșterea rugozității cu formarea de retenții mecanice, însă poate cauza fisuri
- gravarea selectivă prin infiltrare: un strat subțire de agent de condiționare pe bază de sticlă este depus pe suprafața de zirconia și apoi este încălzit. Particulele de sticlă topită se infiltrează în suprafață. După răcire, agentul de condiționare este îndepărtat cu ajutorul acidului fluorhidric și prin clătire, rezultând o suprafață retentivă
- depunerea unui strat de alumină: se practică pe substrat de zirconia, prin imersare în nitrură de aluminiu, apoi se încălzește la 900°C, cu formarea de microretenții
- ceramizarea: suprafața de zirconia este sablată cu particule de alumină de 70 μm. Apoi, suprafața este acoperită cu ceramică high-fusing, preparată într-o cantitate în exces de apă distilată. Ceramica este arsă la temperatură ridicată în vid. După ardere, suprafața este din nou sablată. Pe suprafața de zirconia se formează un strat care conține silice, îmbunătățind aderența agentului de cuplare silanic, adică formarea legăturii siloxanice
- depunerea chimică prin vaporizare: suprafața de zirconia este expusă unui amestec de vapori de tetraclorosilan și apă. Silanul hidrolizează

- și pe suprafață se depune un strat de oxid de siliciu, favorizând aderența agentului de cuplare silanic
- fluorurarea cu plasmă: pe suprafața de zirconia se depune un strat de oxifluorură, care crește reactivitatea zirconiei față de agentul de cuplare silanic. Mecanismul exact al formării legăturii între stratul de oxifluorură și silan este neclar.

10.2 SILANIZAREA

Corespunzând formulei generale RSi(OR')_3 , silanii au grupări organo-funcționale (R) și silico-funcționale hidrolizabile (OR').

Silanii reacționează prin intermediul radicalilor activi hidrolizabili cu grupările OH ale stratului de oxizi metalici, iar radicalul organo-funcțional nesaturat se leagă de rășina de placare, acrilică sau diacrilică.

Înainte de aplicare, silanii hidrofobi trebuie hidrolizați (activați) cu ajutorul unei soluții apoase-alcoolice. Silanii activați sunt absorbiți, depozitați, polimerizați și, în final, legați covalent de suprafața substratului, proces numit silanizare. Ca rezultat al silanizării, silanii formează un film tridimensional siloxanic între cele două materiale. Grosimea stratului de silan este de aproximativ 10-50 nm.

Sunt utilizați pentru realizarea adeziunii între materiale diferite: metal-compozit, ceramică-compozit, compozit-compozit.

Sunt eficienți și în cazul materialelor ce conțin silice (ceramică), dar, în cazul aliajelor și a zirconiei, adeziunea este satisfăcătoare doar după condiționarea suprafeței prin silicatizare.

Se prezintă în sistem monocomponent (cu termen de valabilitate destul de scurt) sau bicomponent (silan nehidrolizat în etanol+soluție apoasă de acid acetic)-prin mixare se obține silanul hidrolizat.

În cazul aliajelor nobile se utilizează agenți de cuplare diferiți.

10.3 SABLAREA

Sablarea se practică cel mai frecvent pe suprafețele metalice, însă este destinată și anumitor tipuri de ceramică. La nivelul suprafețelor metalice determină curățarea acestora, creșterea suprafeței de contact cu polimerul, ca și obținerea de macro-/microretenții și se execută cu ajutorul aparatului de sablat (sablator).

Sablatorul are următoarele părți componente:

- incinta de sablare, de obicei iluminată, în care se găsește duza (duzele) prin care sunt proiectate particulele asupra piesei de lucru. Duzele pot fi fixate sau prevăzute cu conexiuni elastice. Incinta mai este prevăzută cu

un ecran pentru supravegherea procesului și două orificii pentru mâinile operatorului.

- rezervor (rezervoare) pentru particule
- instalația de comandă, reglaj și control: întrerupător de conectare la rețea, selector pentru particule de diferite ordine de mărime (în cazul sablatoarelor înzestrate cu mai multe rezervoare de particule), cadran indicator pentru presiunea coloanei de aer.

Sablatoarele cu mai multe rezervoare sau incinte autonome pot utiliza mai multe tipuri de particule, de granulații diferite.



Figura 125. Sablatoare și incinta sablatorului.

Sablatorul funcționează pe principiul bombardării cu particule antrenate de o coloană de aer comprimat (4-6 bari), la nivelul suprafețelor metalice apărând zone de topire superficiale, înconjurate de zone de alterări structurale.

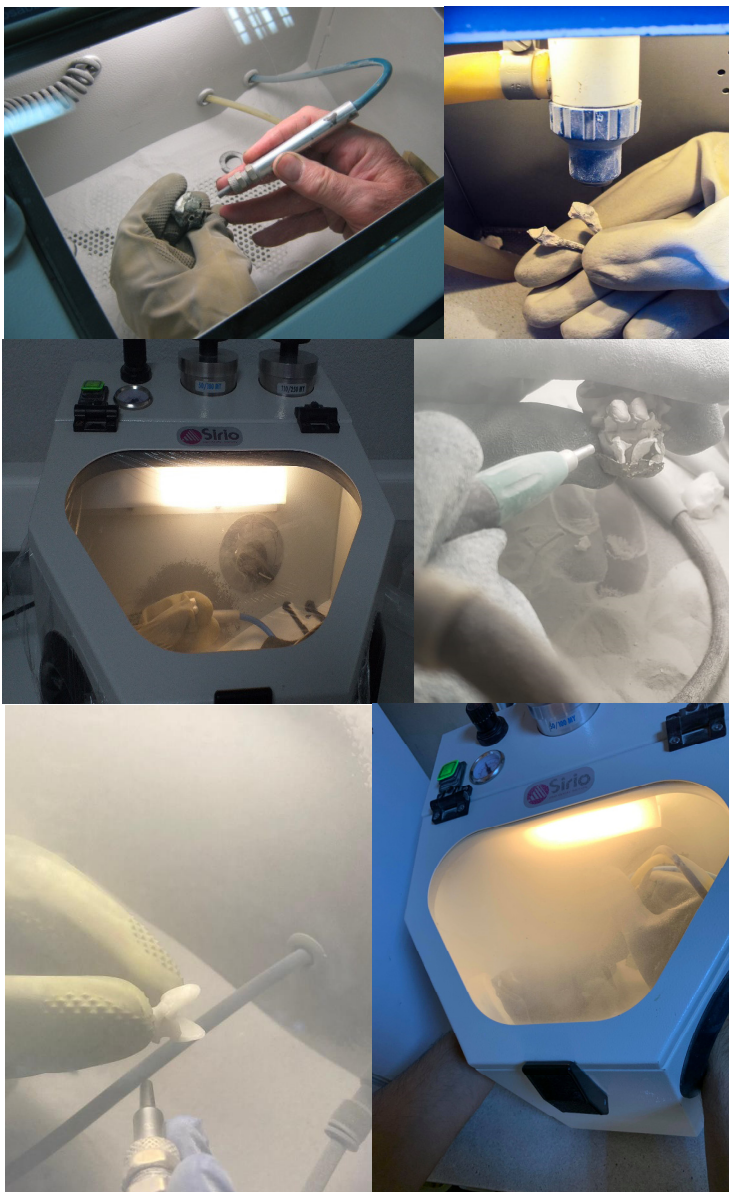


Figura 126. Sablarea.

Sablarea produce la nivelul suprafețelor metalice modificări macroscopice și microscopice. Macroscopic apare un aspect de metal curat, mat, rugos. Microscopic se produc modificări atât la nivelul metalului cât și a particulei incidente. La nivelul suprafeței metalice, cu cât aliajul este mai moale, cu atât adâncimea depresiunilor formate este mai mare, iar marginile mai rotunjite. La aliajele dure, denivelările sunt mai mici, iar marginile mai ascuțite. După impact particula poate să se topească superficial, micșorându-și

volumul, și se reflectă cu o energie cinetică scăzută sau se topește, se deformează și rămâne inclavată în suprafața aliajului.

În funcție de structura suprafeței metalice se pot utiliza cuarț, corindon (oxid de aluminiu natural) sau PMMA, sub formă de pudră (nisip pentru sablat) cu particule de diferite dimensiuni, care în funcție de presiunea coloanei de aer sunt proiectate cu viteze variabile. Cuarțul și corindonul se utilizează pentru sablarea aliajelor nenobile, iar polimetacrilatul de metil pentru aliajele nobile. Și pentru anumite tipuri de ceramică se utilizează oxidul de aluminiu.



Figura 127. Aspectul metalului sablat.

10.4 OXIDAREA

Oxidarea determină legarea chimică a silanilor de suprafața metalică prin legături de tipul Me-O-Si. Metalele participă la realizarea acestor legături prin intermediul grupărilor -OH de pe suprafața lor.

Suprafețele metalice sunt în mod normal acoperite cu un strat de oxizi, oxidarea suplimentară ducând însă la creșterea adeziunii și la apariția de microretentivități. Oxidarea se realizează prin încălzire, cuptoarele pentru arderea ceramicii fiind dotate cu programe speciale de oxidare a scheletului metalic.

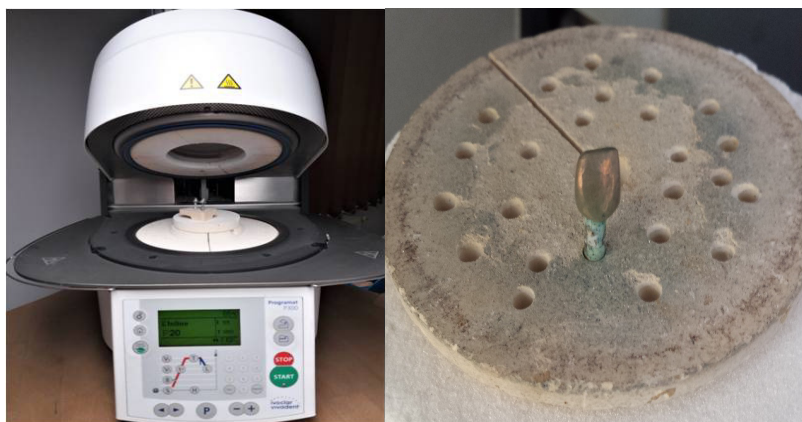


Figura 128. Oxidarea și capă metalică oxidată.

10.5 SILICATIZAREA (DEPUNEREA UNUI STRAT INTERMEDIAR DE SILICE)

Silicații organici, datorită porozității lor, se constituie într-un strat elastic pe suprafața metalică, ce acționează ca o zonă tampon. Legătura cu materialele polimerice de placare se realizează prin intermediul unui silan.

Aceste tehnici se utilizează în adiție sau în locul retențiilor mecanice convenționale, care, datorită creării de tensiuni sau scăderii grosimii materialului fizionomic de placare, pot duce la afectarea retenției. Reducerea sau eliminarea retențiilor macromecanice poate duce la îmbunătățirea legăturii metal-rășină.

Metoda se concretizează în mai multe procedee, unele necesitând temperaturi crescute, altele nu.

Piroliza compușilor pe bază de siliciu (silicatizarea), prin care se obține un strat poros de SiO_x-C (grosimea optimă 0,1 μm), peste care se aplică un silan. Procedul se bazează pe utilizarea temperaturii crescute, stând la baza sistemelor Silicoater Classic, Silicoated MD, Siloc (Heraeus-Kulzer), utilizate încă din 1984

în vederea placării sau a tratării suprafețelor metalice ale protezelor parțiale mobilizabile. Se utilizează cu precădere pentru aliajele nobile și Co-Cr.

Aparatul *Silicoater (Heraeus-Kulzer)* este format dintr-un carusel în care piesa metalică sablată este trecută printr-o flacăra specială, încărcată cu particule silico-organice. Atunci când particulele vaporizate ating suprafața aliajului și sunt încorporate în aceasta, temperatura, la acest nivel, atinge 150-200°C. În final rezultă un strat de silice depus prin piroliză. După răcire la temperatura camerei, suprafața acoperită de silice este pensulată cu un agent de cuplare silanic, care este lăsat să acționeze aproximativ 5 minute, apoi se aplică un opaquer, se fotopolimerizează, în final realizându-se componenta fizionomică, tot din rășină fotopolimerizabilă.

Tehnica *Silicoater MD (Heraeus-Kulzer)* se bazează pe aplicarea silicei coloidale și a trioxidului de crom la o temperatură de 320°C.

Silano-pen (Bredent) este un mini-silicoater, un dispozitiv tip creion, dotat cu un miniarzător cu gaz îmbogățit cu particule de silice. Principiul de funcționare este similar sistemului Silicoater, însă poate fi utilizat și în cazul restaurărilor integral ceramice. Particulele de silice, atunci când suprafața metalică este tratată termic cu ajutorul flăcării dezvoltate de dispozitiv, se vor depune sub forma unui strat de aparență sticloasă, care va acoperi suprafața de placare. După răcire, se va aplica pe suprafața tratată agentul de cuplare silanic. Legătura cu aliajul este foarte puternică, practic indestructibilă. Încărcarea cu gaz se face cu ajutorul unui spray, similar brichetelor. Silano-pen poate fi utilizat pentru aproape toate tipurile de materiale, realizând legarea rășinii de metal sau ceramică. Poate fi utilizat și în cabinet, pentru reparațiile componente fizionomice deteriorate.

Siloc (Heraeus-Kulzer) implică: pe substratul metalic sablat se aplică Siloc-Pre, care se usucă la temperatura camerei 2 minute, urmată de tratarea termică în aparatul Siloc, realizându-se silicilizarea. După răcire la temperatura camerei 4 minute, se depune Siloc-Bond, care se lasă la uscat 5 minute.

Kevloc (Heraeus-Kulzer), apărut în 1995, nu implică silicilizarea, transferul de căldură necesar activării straturilor adezive având loc în incinta aparatului Kevloc AC. Pe substratul metalic sablat și curățat se aplică Kevloc Primer, se usucă la temperatura camerei 2 minute, se aplică Kevloc Bond, se usucă la temperatura camerei, apoi se introduce în aparatul Kevloc AC 8 minute, urmat de răcire la temperatura camerei 5 minute. Se indică pentru legarea metal-compozit, condiționarea suprafețelor metalice ale protezelor mobilizabile scheletate.

Aplicarea tribochimică, cunoscută și ca silicatizare la rece (crearea de legături chimice prin aplicare de energie mecanică), urmată de silanizare, este utilizată de sistemul Rocatec (3M ESPE), apărut în 1989 și utilizat pentru metale, inclusiv titan, rășini (PMMA, epoxi, compozite) și ceramică, inclusiv zirconia. Principalul avantaj față de Silicoater este eliminarea utilizării căldurii din procesul de depunere a stratului silicatic și posibilitatea monitorizării vizuale a procesului. În acest caz energia mecanică este transferată substratului sub forma energiei cinetice, fără modificări de temperatură.

Sistemul este format din: un aparat (Rocatec Delta sau Rocatec Junior), Rocatec Pre (particule pentru curățarea și activarea suprafeței), particule pentru silicatizarea propriu-zisă (Rocatec Plus sau Rocatec Soft) și silanul 3M ESPE Sil.

Indicații: condiționarea scheletului metalic (din orice tip de aliaj) în vederea plăcii fizionomice, reparații de fațete ceramice sau din compozite, punți adezive, legarea dinților din ceramică de acrilatul din baza protezei, tratarea restaurărilor integral ceramice, inlay-urilor, onlay-urilor, fațetelor și brackets-urilor ortodontice înainte de cimentare adezivă.

Sistemul Rocatec (3M ESPE) se bazează pe bombardarea suprafeței cu particule speciale de aluminiu acoperite cu silice, cu ajutorul aerului comprimat, care, datorită creșterii temperaturii metalului până la 1200°C, rămân încastrate la suprafața acestuia, realizând atât retenții micromecanice cât și o bază pentru legarea silanului la substrat. Suprafața este apoi pensulată cu agentul de legătură silanic. Inițial aparatul era prevăzut cu trei incinte de sablare și două tipuri de particule. Rocatec Delta, varianta mai recentă, oferă și un tip de particule mai fine, utilizate în faza inițială.

Etape de lucru:

- se curăță suprafața prin bombardare cu particule de oxid de aluminiu de 110 μm Rocatec Pre
- se bombardează suprafața cu oxid de aluminiu modificat cu silice (Rocatec Plus 110μm sau Soft 30μm), cu formarea locală de temperaturi înalte cauzate de transferul impulsurilor și energiei, dar fără degajare de căldură, astfel formându-se așa numita triboplasmă. Dioxidul de siliciu este impregnat în suprafață până la o adâncime de 15μm. Nivelul crescut de energie este datorat accelerării particulelor până la 1000km/h, la o presiune de cel puțin 2,8 bari, datorită geometriei speciale a orificiului prin care sunt antrenate particulele.
- silanizarea cu 3M ESPE Sil, urmată, după 5 minute, în care soluția de silan se usucă, de aplicarea materialului de placare.

Procedeul se poate utiliza și în cazul ceramicii pe bază de zirconia.

Sistemul Rocatec JR (3M ESPE) se bazează tot pe silicilizarea suprafeței metalice prin intermediul energiei de impact (fără încălzirea acesteia), urmată de aplicarea silanului, astfel creându-se o adeziune micromecanică și chimică. Aparatul dispune de un singur recipient de sablare.

Există și sisteme destinate silicilizării intraorale, în vederea reparațiilor fațetelor ceramice deteriorate, pentru o mai bună adeziune a rășinii pentru reparare (CoJet 3M ESPE).

CAPITOLUL 11

INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PRELUCRAREA MATERIALELOR PE BAZĂ DE RĂȘINI

Polimerizarea materialelor pe bază de rășini se poate realiza tradițional în regim de auto, termo, baropolimerizare sau combinații ale acestora, folosindu-se tipare încorporate în chiuvete sau apelându-se la polimerizarea directă pe model (în cazul tehnicilor de modelare liberă – “step by step”, asociate de obicei cu fotopolimerizarea. Tehnologiile moderne implică injectarea rășinii sau utilizarea sistemelor CAD/CAM.

În funcție de tipul de rășină utilizat, sunt necesare aparate speciale pentru prelucrarea acestora (aparat pentru termo-baropolimerizare, aparat pentru fotopolimerizare, instalație de injectare, imprimată 3D etc.).

11.1 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PRELUCRAREA RĂȘINILOR ACRILICE TERMOPOLIMERIZABILE

După introducerea rășinii în tipar, chiuvetele se vor supune obligatoriu acțiunii unei prese, manuală sau hidraulică, pentru a evita eventualele supraconturări ale pieselor finite. Menținerea în poziție a chiuvetelor se poate face și cu ajutorul unor cadre sau inele (ring-uri).



Figura 129. Presă manuală.

Presă hidraulică este un dispozitiv derivat din presa manuală, care funcționează pe principiul acționării hidraulice.

Părțile componente sunt:

- soclul, masiv, pentru a oferi stabilitatea necesară
- dispozitivul de presare, prevăzut cu două fălci, dintre care cea inferioară este fixă, iar cea superioară este mobilă și se ajustează la înălțimea dorită prin intermediul unei manete înfiletate, susținută pe soclu cu ajutorul a două coloane laterale
- dispozitivul de acționare, constituit dintr-un cilindru cu piston pus în mișcare de o manetă
- indicatorul forței de apăsare.

Presă poate fi utilizată concomitent pentru mai multe chiuvete.



Figura 130. Presă hidraulică.

Aparatul pentru termo-baropolimerizarea bazelor protezelor este format din:

- dispozitivul de încălzire, asemănător cu un reșou electric, funcționează pe principiul încălzirii rezistive
- incinta de presiune, prevăzută cu manometru și supapă de siguranță
- panou de comandă reglaj și control.

Unele aparate permit polimerizarea concomitentă a mai multor chiuvete, fiind dotate cu mai multe programe de polimerizare și control electronic. Designul aparatului este diferit, cele mai simple semănând cu o oală tip kukta.

Există și aparate ce permit termo-baropolimerizarea componentei fizionomice din acrilat termo-baropolimerizabil a coroanelor și punțiilor.



Figura 131. Aparate pentru termo-baropolimerizare.

11.2 SISTEME PENTRU INJECTAREA RĂȘINILOR

Aparatele pentru injectarea rășinilor pot fi manuale sau pneumatice. În funcție de tipul de polimerizare al rășinii ce urmează a fi injectată, se disting instalații de injectare a rășinilor tip chemoplaste, cu polimerizare la rece (Palajet-Heraeus Kulzer, Unipress-Schutz Dental) sau la cald (SR Ivocap-Ivoclar Vivadent, Microbase-DeTreyDentsply, Acron MCI-GC) și a rășinilor

termoplastice: Polyapress, Thermopress, Thermopress 400 (Bredent), Flexite Injection Machine (The Flexite Company), Valplast (Valplast).

Aparatele de injectare manuală funcționează pe principiul transformării mișcării de rotație în mișcare de translație lentă, grație înfiletării pistonului prin răsucirea unei manete. Mecanismul de acționare este asemănător cu cel al presei manuale.

Sistemul Unipress

Sistemul Unipress (Schutz Dental) permite injectarea manuală a rășinilor auto și termopolimerizabile. FuturaGen este rășina acrilică autopolimerizabilă pentru realizarea protezelor prin injectare asociată sistemului, de calitate superioară, cu o contracție foarte mică de polimerizare, conținut mic de monomer, adaptare bună. Sistemul poate fi utilizat atât pentru realizarea de proteze parțiale mobilizabile cât și totale, această tehnică de injectare permițând menținerea unei forțe constante pe toată durata polimerizării, controlul acesteia fiind efectuat cu ajutorul unui sistem dinamometric.

Sistemul are următoarele părți componente:

- . - chiuvetă
- robinet de închidere
- unitatea (componenta) de bază
- cheie de înfiletare
- piston de injecție
- cilindru cu piston și pompă de injecție
- obturator (capac)
- cheie de montaj
- tijă de injecție.

Aparate de injectare pneumatice

Sistemul Palajet (Heraeus Kulzer) este un sistem de injectare sub presiune, la rece sau la cald.

Materialul dedicat sistemului este PalaXpress, care se indică pentru realizarea de proteze totale prin injecție. Protezele parțiale, reparațiile și căptușirile cu acest material se pot realiza prin turnare. Prepararea pastei acrilice se face după metoda cunoscută, în godeuri, existând și varianta predozată.

Rășina acrilică Paladon 65 poate fi utilizată după metoda clasică sau injectată cu aparatul Palajet, monomerul rezidual fiind în cantitate foarte mică.

Sistemul se compune în principal din agregatul servomotor pneumatic și chiuvete speciale de injectare. Chiuvetele sunt prevăzute cu două orificii, dintre care unul este destinat pătrunderii acrilatului în cavitatea tiparului, celălalt servind eliminării aerului. Palajet Duoflask este o chiuvetă ce permite injectarea concomitentă a două proteze. Agregatul servomotor pneumatic este alcătuit din

două cadre rectangulare suprapuse, conectate între ele prin intermediul cilindrului și al pistonului. Cadrul inferior asigură acționarea pneumatică a pistonului, care pompează pastă acrilică în tipar, chiuveta fiind fixată rigid în cadrul superior.

Lanțul tehnologic cuprinde aspecte distincte față de metodele tradiționale:

- ambalarea machetei se efectuează în chiuvete speciale de injectare, prevăzute cu cele două orificii amintite; celor două orificii le corespund două canale, care realizează comunicarea cavității tiparului cu exteriorul la nivelul zonelor latero-posterioare
- după prepararea pastei acrilice recomandate de producător –după metoda cunoscută, în godeuri, sau în varianta predozată, aceasta se încarcă în cilindru, acesta montându-se în aparat
- se pornește aparatul, cu acționarea pistonului și injectarea acrilatului în tipar
- apariția pastei în orificiul de evacuare a aerului indică faptul că tiparul s-a umplut cu acrilat și presupune închiderea acestui orificiu
- chiuveta se lasă în continuare sub acțiunea presiunii de injectare timp de cinci minute, până este realizată compactarea maximă a pastei; după alte cinci minute se extrage chiuveta din aparat și se introduce într-o incintă de termo-baropolimerizare, unde este supusă unui regim de polimerizare la 55°C și 2 bari, timp de 30 de minute
- după răcirea la temperatura camerei urmează dezambalarea, prelucrarea și lustruirea prin tehnicile cunoscute.

Sistemul SR Ivocap (Ivoclar Vivadent) utilizează o rășină acrilică termopolimerizabilă, injectabilă la cald, predozată. Amestecarea pulberii cu lichidul are loc într-un agitator mecanic (cap vibrator) prin sistemul capsulelor cu cantități predozate. Restul de material nefolosit din capsulă poate fi reutilizat în următoarele cinci zile.

Avantajele utilizării de materiale predozate permite obținerea unor proteze cu structură mai compactă, de calitate superioară. Folosirea capsulelor cu cantități predozate elimină erorile de dozare și contactul cu monomerul, de asemenea, amestecul este lipsit de impurități.

Dezavantajele sistemului sunt legate de prețul ridicat și de faptul că sistemul necesită un spațiu destul de mare.

Instalația este compusă din:

- agregat servomotor pneumatic
- cuvă de polimerizare sub presiune
- termostat cu apă, încălzit electric
- dispozitiv de malaxare a materialului

- dispozitiv de adducție a aerului comprimat
- accesorii, montate pe masa de laborator.

Agregatul servomotor pneumatic și cuva de polimerizare sub presiune sunt imersate în apa din termostat. Servomotorul pneumatic, echipat cu manometru, este bransat la linia de aer comprimat a laboratorului. Încălzirea apei din cuva termostatului este asigurată de rezistențe electrice (principală + auxiliară). Cuvă, care dispune de un termoelement, se umple cu apă distilată sau demineralizată până la nivel.

Pe masa de laborator sunt dispuse următoarele accesorii:

- regulator de temperatură; acesta primește semnalul de la termoelement, îl compară cu o valoare prescrisă de temperatură și, în funcție de abaterea pozitivă sau negativă a parametrului de temperatură, cuplează sau declupează alimentarea cu tensiune a rezistenței electrice
- ventilul de admisie a aerului în instalație, manometrul și ventilul de depresurizare a instalației.

După ambalare, care se face după tehnica convențională, după topirea/eliminarea cerii din tipar și izolarea acestuia, se supune chiuveta unei presiuni în inelul (ringul) SR Ivocap, această presiune fiind menținută până după răcire

Se realizează amestecarea pulberii cu lichidul în agitatorul mecanic (cap vibrator), prin sistemul capsulelor cu cantități predozate. Materialul este injectat pe parcursul a 5 minute sub o presiune de 6 bari, care se menține pe tot timpul polimerizării. Agregatul se introduce apoi în apă fierbinte, timp de 35 minute.

Designul chiuvetei permite polimerizarea controlată, de jos în sus. Con tracția este constant compensată prin presarea de material adițional.

După polimerizare, urmează răcirea într-o baie de apă rece timp de 20 de minute. Se deconectează presiunea de injectare și agregatul rămâne în apă rece alte încă 10 minute.

Timpul total în care are loc injectarea, polimerizarea și răcirea este de circa o oră. Datorită presiunii constante nu apar modificări ale dimensiunii verticale și materialul este foarte omogen.

Aparate de injectare a rășinilor termoplastice

Materialul termoplastic, ambalat în cartușe, este înmuiat prin încălzire (fără modificări chimice) și apoi injectat cu ajutorul unui aparat special: Flexite Injection Machine (Flexite Company), Valpalast (Valpalast Int), Polyapress (Bredent) etc.



Figura 132. Aparate pentru injectarea rășinilor termoplastice.



Figura 133. Injectarea unei rășini termoplastice.

Polyapress (Bredent) permite realizarea prin injectare de proteze totale și parțiale mobilizabile, cu croșete și culise, șine de imobilizare etc.

Părți componente ale aparatului:

- panou de comandă, reglaj și control cu: întrerupător principal, afișaj pentru temperatură și pentru timpul de preîncălzire, tastă de evacuare, două taste pentru timpul de preîncălzire a cilindrilor, tastă pentru declanșarea injectării
- mână pentru retragerea cilindrului și pentru mutarea cilindrului
- cilindrii de încălzire
- camera chiuvetei
- șurub de fixare a chiuvetei.

Sistemul dispune de chiuvete de două mărimi diferite (mică L 122 mm, Î 102 mm, H 72 mm, mare L 140 mm, Î 102 mm, H 72 mm).

Alte aparate pentru injectare Bredent sunt Thermopress și Thermopress 400: încălzirea se face cu ajutorul a două termocuple, dispun de 30 de programe și sistem de menținere constantă a temperaturii.

Flexite Injection Machine (The Flexite Company) este o instalație de injectare cu presiune constantă, destinată rășinilor termoplastice din gama Flexite. Este caracterizată de curgerea uniformă a materialului, control digital al temperaturii cu menținerea constantă a acesteia, acuratețe ridicată. Sistemul Flexite permite realizarea de proteze totale și parțiale mobilizabile, gutiere diverse, protectori dentari pentru sportivi, dispozitive anti-sforăit.

Injectorul R3-C este un aparat produs în Ungaria, care dispune de programe presetate pentru rășinile Flexite (The Flexite Company), precum și de programe ce pot fi setate de către utilizator, putând fi astfel utilizat și pentru injectarea altor rășini, ambalate în cartușe compatibile cu sistemul.

Echipamentul este compact, necesită puțin spațiu, putând fi montat și pe perete și este format dintr-o unitate de preîncălzire și o presă pneumatică.

Înmuierea materialului are loc controlat, fără supraîncălzire și injectarea este rapidă, în timp ce presarea continuă a materialului compensează contracția în timpul răcirii. Echipamentul este controlat de un microcomputer ce permite programarea de către utilizator. Microprocesorul asigură controlul electronic a 7 programe diferite, pentru materialele din gama Flexite, care necesită timpi de încălzire și temperaturi diferite.

Mod de operare:

- se verifică presiunea compresorului și introducerea corectă a programului de injectare
- se selectează cartușul cu materialul corespunzător (cantitate și culoare), se introduce în cilindrul de încălzire
- se activează timpul de preîncălzire a cilindrului în care s-a introdus cartușul, cu ajutorul tastei pentru timp de preîncălzire, situată pe panoul frontal
- după încheierea timpului de preîncălzire se aude un semnal sonor
- chiuveta se plasează în locașul din aparat și se fixează
- cilindrul de încălzire cu cartușul se aduce în dreptul chiuvetei
- procedura de injectare se declanșează cu ajutorul tastei de presiune a injectării. Procesul de injectare durează 0,25 secunde.
- aparatul menține automat presiunea timp de 1 minut pentru ca materialul să se întărească sub presiune și să se compenseze contracțiile. Pe afișajul corespunzător cilindrului de încălzire apare semnul de menținere a presiunii “ - - - - ”.
- cu ajutorul mânerului de retragere se îndepărtează cilindrul de chiuvetă și se eliberează chiuveta
- după încheierea fazei de răcire (aprox. 25 minute) se poate începe dezambalarea chiuvetei
- pentru obținerea unei adaptări bune este decisivă răcirea lentă, indicându-se ca piesa injectată să rămână timp de 8 ore în chiuvetă.



Figura 134. Injectorul R 3-C și timpii programului de injectare a materialului termoplastic: start, încălzire, injectare, răcire.

Inject unit Succes (Degudent) este o unitate de injectare cu presiune, utilizabilă pentru mai multe tipuri de rășini: acrilate termopolimerizabile, acrilate microwave, materiale termoplastice.

Un tip special de material termoplastic este polimerul high-performance *Pekkton ivory (Cendres+Métaux)*, pe bază de PEKK, care se prezintă sub formă de ingoturi (similare celor ceramice), presarea lor făcându-se cu ajutorul aparatului PEKKpress, după încălzire prealabilă în cuptorul PEKKtherm.



Figura 135. PEKKtherm și PEKKpress.

11.3 APARATE PENTRU FOTOPOLIMERIZARE

Fotopolimerizarea rășinilor diacrilice compozite indirecte pentru componenta fizionomică și a altor materiale ce necesită fotopolimerizarea (sistemul Targis-Vectris, sistemul Eclipse etc.) se realizează în aparate (cuptoare, incinte) formate din:

- incintă de polimerizare (prevăzută uneori cu dispozitive speciale pentru concentrarea fasciculului luminos și platou rotitor, ce permite expunerea la lumină din diverse direcții)
- sursă de lumină
- instalația de comandă, reglaj și control (înterupător pornit/oprit și reglaj de timp).



Figura 136. Aparat pentru fotopolimerizare.



Figura 137. Fotopolimerizarea.



Figura 138. Cuptor de fotopolimerizare Targis Power, cu căldură și lumină, și fotopolimerizarea unei restaurări protetice.

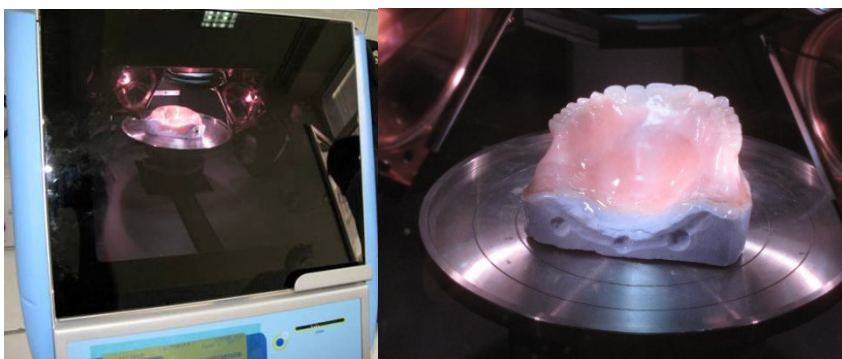


Figura 139. Incinta de fotopolimerizare Eclipse (rășina pe bază de uretan).

Variantele de polimerizare adițională, care cresc gradul de conversie al monomerului, sunt:

- slow curing, crește rata de polimerizare, încorporat în procedeul de polimerizare pentru Belle Glass HP (Kerr), polisticlă cu mecanism trimodal de polimerizare: termo, baro și foto
- termopolimerizarea la temperatura de 120-140°C, scade cantitatea de monomer rezidual după fotopolimerizare și se face în cuptoare speciale, cuptoare de turnare, autoclave
- atmosfera de nitrogen. Presiunea de nitrogen elimină oxigenul încorporat înainte de polimerizare, crescând gradul de conversie, estetica, și gradul de abraziune. Deasemenea utilizat în procedeul de polimerizare pentru Belle Glass.

Unele tipuri de compozite necesită utilizarea unei lămpi de prepolimerizare (polimerizare intermediară) pentru polimerizare în timpul modelării. Din acest motiv (pentru a exclude necesitatea dotării cu o lampă de prepolimerizare) au apărut pe piață aparate care includ program de prepolimerizare și program de polimerizare finală (GC Labolight Duo Light-Curing Unit).

Lumamat 100 (Ivoclar Vivadent) este un aparat utilizat pentru polimerizarea compozitului SR Adoro, foto-termopolimerizabil, ce combină fotopolimerizarea cu termopolimerizarea controlată electronic. Programele speciale ce nu implică și încălzire pot fi utilizate pentru fotopolimerizarea altor materiale. Aparatul dispune de programe presetate și care pot fi conformate de către utilizator. Pentru polimerizarea intermediară se utilizează lampa Quick (care poate fi utilizată și pentru alte compozite Ivoclar Vivadent).



Figura 140. Lampa Quick și cuptorul Lumamat 100.

11.4 SISTEME CAD/CAM PENTRU RĂȘINI

În cazul materialelor nemetalice, sistemele CAD/CAM substructive sunt utilizate mai frecvent pentru prelucrarea blocurilor ceramice, iar cele aditive mai frecvent pentru printarea materialelor pe bază de rășini, însă fiecare dintre cele două sisteme poate fi utilizat și pentru rășini și pentru ceramică. Materialele polimerice, pe bază de rășini, sub formă de discuri (rondele) sau blocuri (lingouri) pot fi prelucrate cu ajutorul sistemelor substructive, prin frezare.

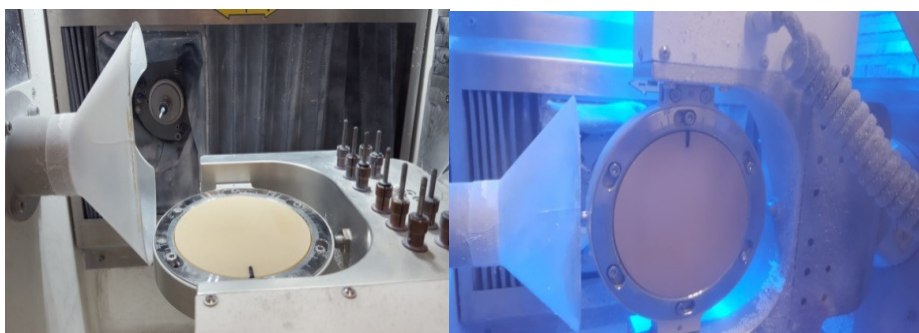


Figura 141. Frezarea unui bloc de rășină acrilică, pentru obținerea de dinți artificiali.

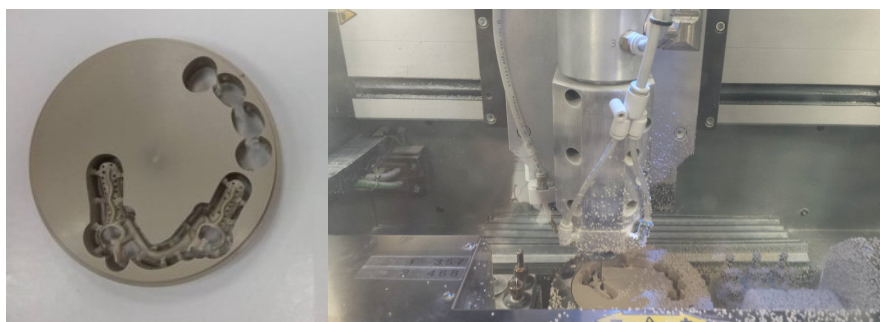


Figura 142. Frezarea unui bloc de polimer high-performance tip PEEK pentru obținerea scheletului unei proteze parțiale mobilizabile scheletate.

Prin 3D printing, din rășini diverse, se pot obține modele, machete, portamprente individuale, try-in, RPF, gutiere, ghiduri chirurgicale, implante, proteze (bază și dinți artificiali), schelet de proteze, dispozitive ortodontice etc.

Imprimantele 3D pentru materiale pe bază de rășini, existente și în varianta chairside, se clasifică în funcție de tehnologia utilizată. Tehnologiile 3D printing cele mai frecvent utilizate pentru rășini (deja descrise în capitolul 3.2) sunt:

- pe bază de fotopolimerizare, materialul fiind sub formă de lichid: SLA (stereolithography), DLP (direct light processing), PJT (photopolymer jetting)
- bazate pe extruzia materialului termoplastic, care se prezintă sub formă de filament: FDM (fused deposition modeling).

SLA și DLP se bazează pe fotopolimerizarea materialului sub formă lichidă, conținut în cuva imprimantei, cu ajutorul unui fascicul laser UV, direcționat în zona de imprimare (SLA) și a unui ecran de proiecție digitală (pentru a proiecta întreaga secțiune transversală într-o singură expunere), de fapt o matrice de micro-oglinzi folosite pentru modularea spațială rapidă a luminii (DLP). Rășina se solidifică în straturi succesive rezultând, în final, obiectul proiectat. Necesită postprocesare: curățare pentru îndepărtarea monomerului în exces (cu izopropanol, etanol) și fotopolimerizare adițională, pentru asigurarea polimerizării în totalitate a materialului.



Figura 143. Imprimante 3D cu laser UV și materialul sub formă lichidă, conținut în cuva imprimantei.



Figura 144. Post-procesare: curățare cu soluție alcoolică și fotopolimerizare adițională a unei baze de proteză.



Figura 145. Incintă postprocesare pentru curățare și fotopolimerizare adițională (wash&cure).

PJT este o tehnologie multimaterial, care permite printarea în straturi de materiale diferite, ca și structură (de ex. rigid+flexibil) și culoare, în cazul imprimantelor dotate cu mai multe capete de printare. În acest caz, materialul lichid, sub formă de picături, este depus pe plaforma de construcție, similar principiului de funcționare al imprimantelor clasice, și polimerizat cu lumină UV. Spre deosebire de SLA și DLP, nu necesită postprocesare.

FDM implică depunerea filametului de material termoplast ic încălzit în capul termic, în straturi, de jos în sus. Este o tehnologie multimaterial, permițând printarea de materiale diferite în același flux. De exemplu PMMA pentru șei și PEEK pentru conectorul principal și croșete sau nylon (poliamidă) flexibilă pentru baza protezei și PMMA pentru dinții artificiali.

În cazul bazelor de proteze realizate prin frezare, există mai multe modalități de atașare a dinților artificiali, și anume:

- baza frezată+ garnitură de dinți artificiali
- baza frezată+ dinți (arcada) frezați
- proteză monolitică, frezată dintr-un disc bicolor (de ex. Ivoclar Ivotion).

Și în cazul protezelor obținute prin 3D printing, baza și dinții se pot printa individual, fiind apoi solidarizați prin lipire sau se poate obține o proteză monolitică, cu ajutorul unei imprimante multimaterial.

În plus, dacă se dorește, cele două tehnologii CAD/CAM se pot combina, de exemplu se obține baza protezei prin 3D printing și dinții artificiali (arcada artificială) prin frezare.

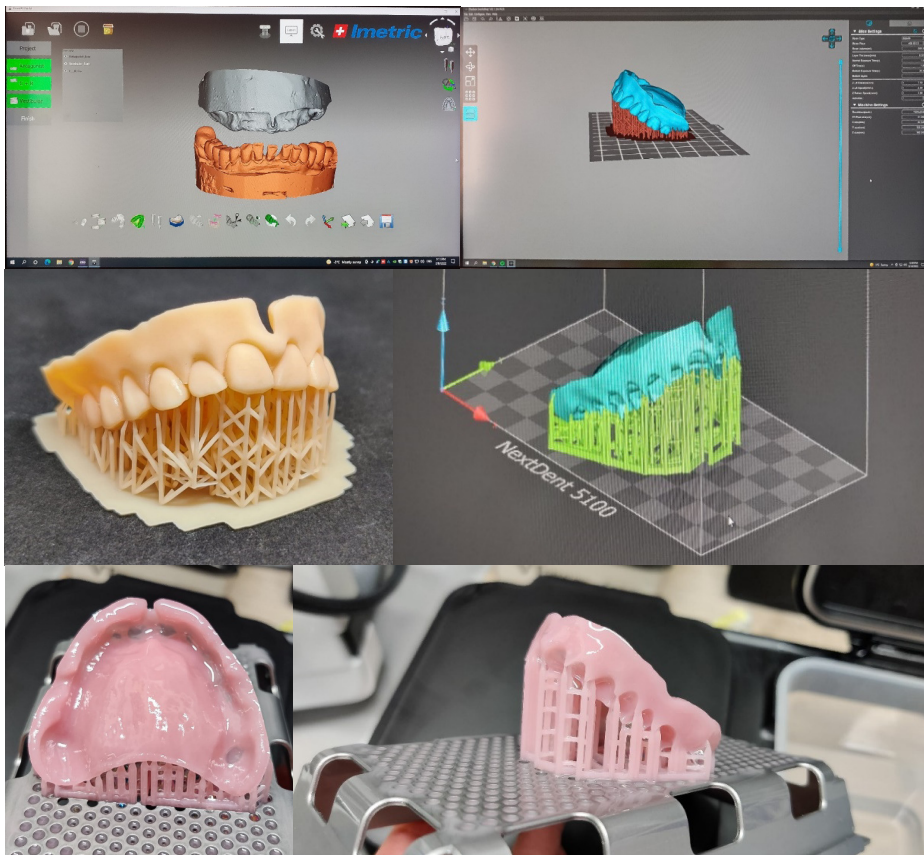




Figura 146. Workflow de realizare a unei baze de proteze prin 3D printing (Stereolitografie-SLA): Modelul virtual, obținut prin scanarea modelului fizic; Designul digital al probei de proteză (try-in); Try-in obținut prin 3D printing; Designul digital al bazei protezei; Baza de proteză obținută prin 3D-printing; Curățarea cu izopropanol; Fotopolimerizarea adițională; Realizarea dinților artificiali prin frezare; Atașarea dinților la baza protezei; Proteza finalizată.

CAPITOLUL 12

INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PRELUCRAREA CERAMICII

12.1 INSTRUMENTE PENTRU PREPARAREA CERAMICII

Tehnologia de laborator a ceramicii dentare reclamă existența unui compartiment distinct de prelucrare, cu dotări specifice fiecărui tip de ceramică.

Prepararea, depunerea și modelarea straturilor de ceramică reclamă instrumentar și accesorii specifice: godeuri pentru amestecul pulberii cu lichidul, pensule din fire naturale (blană de jder, samur) sau sintetice, spatule și instrumente pentru modelat, palete/plăcuțe pentru mixare cu funcție de menținere a umidității, ce permit utilizarea materialului preparat un timp mai îndelungat (unele sunt prevăzute cu marcaje pentru reținerea nuanței). Pensulele pot fi supuse vibrării cu ajutorul unor piese de mână speciale.



Figura 147. Instrumentar pentru prepararea, depunerea și modelarea ceramicii.



Figura 148. Plăcuțe și pensule pentru mixarea ceramicii.

Pensele cu prindere punctiformă, tip spot clip, permit aplicarea uniformă a opaquerului, a petelor de culoare și a glazurii.

Instrumentul apucător tip *Quicktool (Bredent)* permite menținerea în poziție fără presiune, forța exercitată putând fi ajustată, astfel că este exclusă deformarea coroanei, putând fi utilizat și în cazul capelor galvanice, foarte subțiri. Este dotat cu trei vârfuri retentive, însă atunci când spațiul intern al coroanei este limitat, unul din vârfuri poate fi îndepărtat.

Instrumentele tip mamelon cutter simplifică designul incizal al coroanelor ceramice, făcând posibilă individualizarea nuanțelor la nivel incizal. Au partea activă sub formă zimțată și pot fi prevăzute cu două capete active, cel de dimensiuni mai mari fiind utilizat în cazul incisivilor superiori, iar cel de dimensiuni mai mici în cazul incisivilor inferiori.

Instrumentul tip *Ceramix (Bredent)* este utilizat pentru dozarea precisă a pulberii ceramice. În cazul în care se mixează mai multe culori, nuanța finală va fi reproductibilă prin notarea exactă a cantităților din fiecare culoare utilizată pentru amestec.



Figura 149. Pensă cu prindere punctiformă și instrument apucător Quicktool (Bredent).



Figura 150. Pensule pentru depunerea ceramicii.



Figura 151. Truse de pensule pentru depunerea ceramicii.

12.2 CUPTOARE PENTRU CERAMICĂ

Straturile de masă ceramică sticloasă (feldspatică, pe bază de leucit) destinată placării sau stratificării, necesită un control riguros al temperaturii de ardere, pentru a se obține efectul estetic dorit.

Procedeul se realizează în cuptoare de ardere care funcționează pe principiul încălzirii rezistive (efect Joule) și sunt dotate cu camere de ardere izolate. Cuptoarele pentru arderea ceramicii sunt aparate complexe, de obicei complet automatizate, oferind opțiunea alegerii dintr-un număr mare de programe, de ordinul sutelor.



Figura 152. Cuptor pentru ardere Vita Vacumat 6000 M și program de ardere.

Camera de ardere asigură o distribuție excelentă a căldurii, garantând acuratețe. Faza de răcire poate fi de asemenea controlată, iar în timpul lucrului funcționarea poate fi întreruptă și parametrii pot fi modificați. Pot deține funcție autodry, pentru uscare și răcire precisă.

Instalația de comandă, reglaj și control este dotată cu întrerupător pornit/oprit, tastatură pentru selectarea/cuantificarea diferitelor programe de ardere, întrerupătoare de reglare a temperaturii, a timpului de ardere și a timpului pe parcursul căruia se cuplează pompa de vid (dacă este cazul), indicatoare ale temperaturii și gradului de vacuum, dacă este cazul.

Pot fi dotate cu telecomandă, ecran color, programe de decontaminare și funcție automată auto-test, pentru testarea și monitorizarea temperaturii în timpul executării programului, pot fi conectate la imprimantă sau calculator, în vederea stocării și analizei datelor.

Accesorile cuptoarelor cuprind: suporturi de ardere, pense pentru manipulare, plăcuțe de control pentru diferite temperaturi.



Figura 153. Programe de ardere și afișarea unui programelor pe display-ul aparatului.

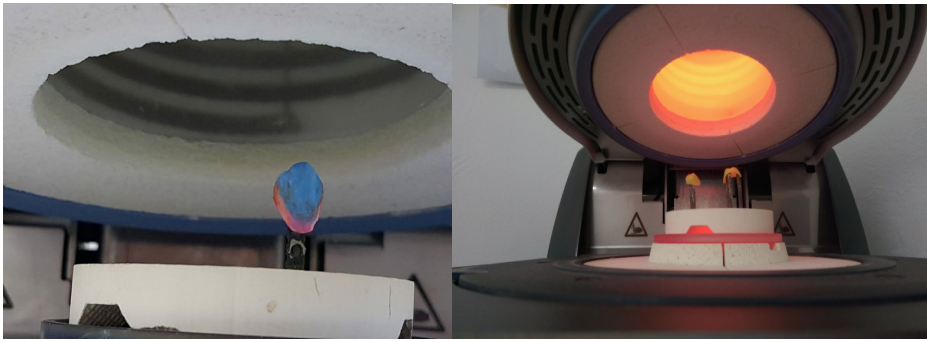


Figura 154. Restaurare protetică introdusă în cuptor și etapa de ardere.

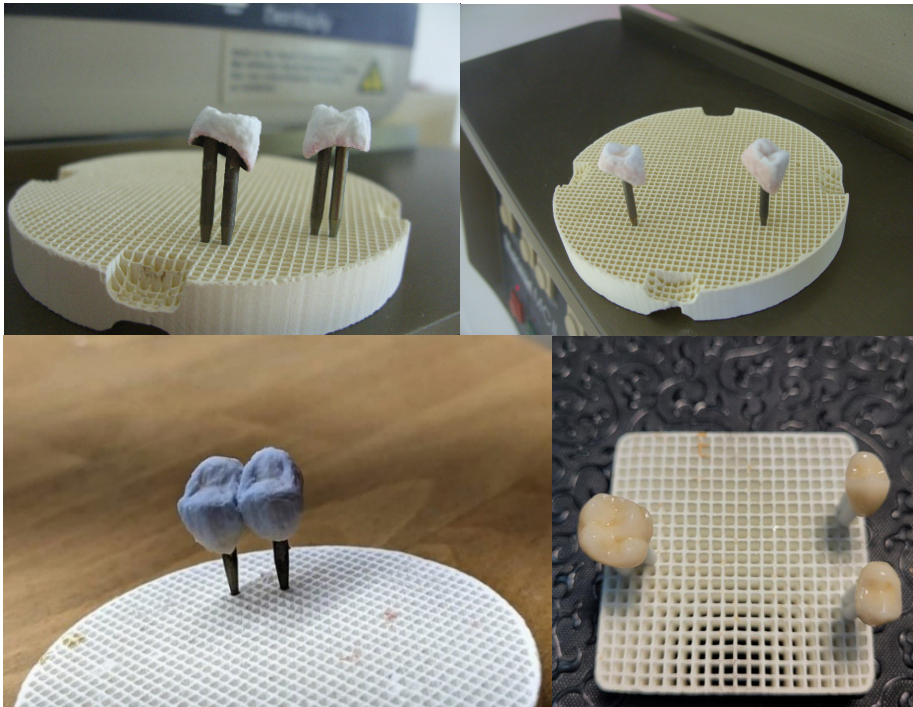


Figura 155. Suport pentru arderea ceramicii.

Cuptoarele pentru arderea ceramicii *Programat (Ivoclar Vivadent)* sunt dotate cu touchscreen și tehnologie infraroșu, care grăbește procesul de ardere cu 25%:

Programat P 310 (Ivoclar Vivadent) oferă programe standard pentru toate ceramicile Ivoclar, 300 programe individuale, fiind ideal pentru activitățile cotidiene.

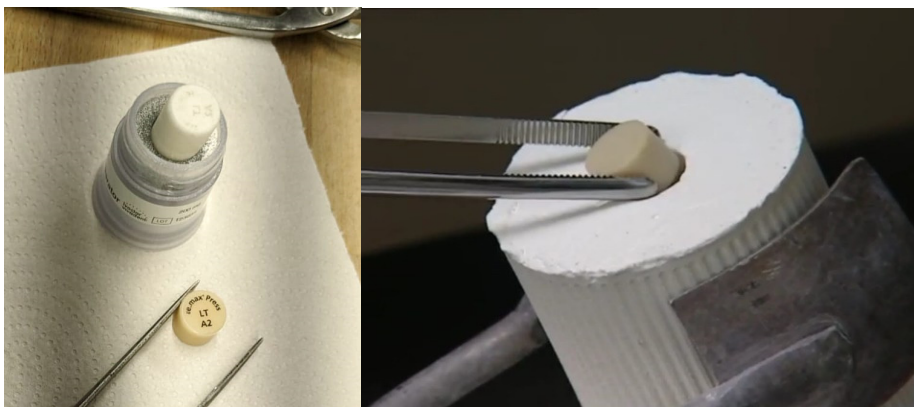
Programat P 510 (Ivoclar Vivadent), dotat cu programe standard pentru toate ceramicile Ivoclar și 500 programe individuale este un cuptor multimedia.

Programat P 710 (Ivoclar Vivadent), multimedia, oferă bluetooth, touchscreen cu posibilitatea de afișare pe display a imaginilor pacientului și dinților, software pentru selectarea nuanței.



Figura 156. Cuptor de ardere a ceramicii Programat P310 și P510 (Ivoclar Vivadent).

Tehnologia ceramicii presate se bazează pe presarea de ingoturi (lingouri) aduse în stare plastică, în tipare corespunzătoare. Pentru aceasta se utilizează cuptoare speciale, dotate, după caz, cu sistem de presiune controlat electronic și calibrare automată a temperaturii, parametrii programabili, programe presetate, presare în trepte reglabile.



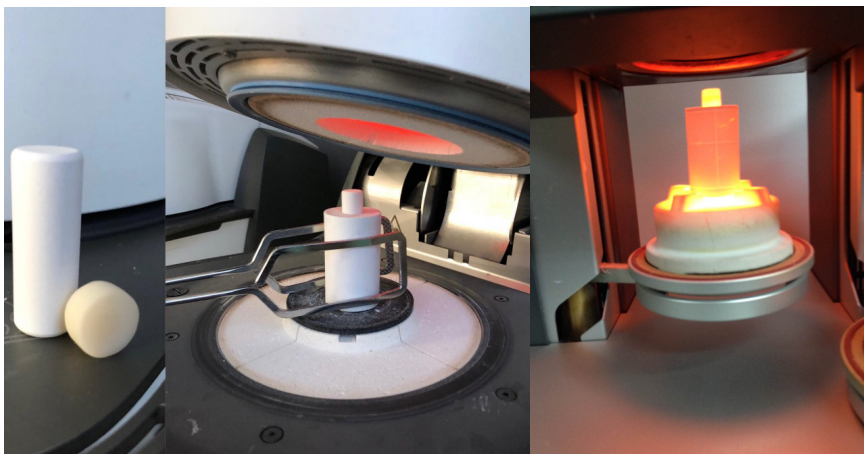


Figura 157. Ingot-uri de ceramică, introducerea în tipar și presarea.

Din rațiuni de economie de spațiu, producătorii pun la dispoziție cuptoare dotate cu programe pentru ardere și presare, același aparat putând astfel fi utilizat pentru ambele tipuri de ceramică.



Figura 158. Cuptoare pentru arderea și presarea ceramicii Dentsply.



Figura 159. Cuptoare pentru arderea și presarea ceramicii Programat EP 3000 și EP3010 (Ivoclar Vivadent).

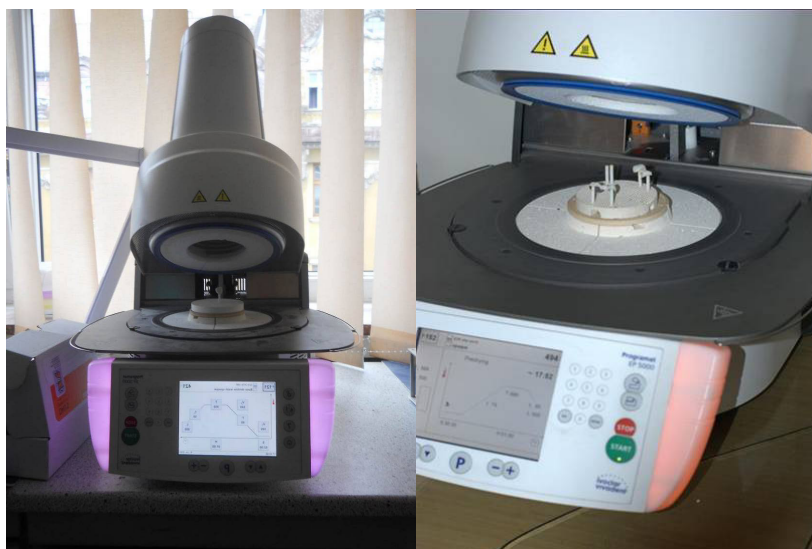


Figura 160. Cuptor pentru ardere și presare EP 5000 (Ivoclar Vivadent).

Cuptoarele pentru sinterizarea ceramicii sunt destinate arderii și densificării ceramicilor high-strength, pe bază de zirconia sau alumină. Aceste cuptoare ating temperaturile crescute necesare sinterizării și asigură un mediu controlat în care are loc procesul de fuziune a particulelor de ceramică între ele, pentru a obține caracteristicile finale ale piesei protetice.



Figura 161. Cuptor pentru sinterizare.



Figura 162. Sinterizarea RPF din ceramică pe bază de zirconia.

Sistemul integral ceramic *In Ceram (Vita Zahnfabrik)*-ceramică infiltrată cu sticlă presupune utilizarea cuptorului *Inceramat 3T (Vita Zahnfabrik)* pentru sinterizarea straturilor de alumină și sticlă de aluminosilicat de lantan, după o prealabilă preparare a suspensiei de alumină cu ajutorul aparatului *VitaSonic*.

Tehnica ceramicii turnate (*Dicor, Dentsply DeTrey*) presupunea utilizarea unui aparat complex de topire/turnare, care generează temperaturi de cca 1300-1400°C, forța de împingere fiind obținută prin centrifugare.

12.3 SISTEME CAD/CAM PENTRU CERAMICĂ

O mare varietate de blocuri/lingouri/rondele ceramice pot fi prelucrate cu ajutorul sistemelor substructive CAD/CAM, permițând obținerea, în funcție de caracteristicile fiecărui tip de ceramică, de RPF monolitice, cape sau punți de diferite lungimi.

În ceea ce privește tehnologia CAD/CAM aditivă, utilizarea acesteia în cazul ceramicii este de dată mai recentă. Materialul, sub formă de lichid de consistență măloasă (zirconia slurry), care conține un binder organic, pe bază de zirconia/Y-TZP zirconia, poate fi supus 3D printării cu o imprimantă specială pentru zirconia, ce utilizează tehnologia SLA sau DLP, obținându-se coroana în faza nesinterizată (green stage), care ulterior este tratată termic pentru eliminarea binder-ului organic, urmată de sinterizarea finală. Înainte de sinterizare, coroana se poate colora cu soluții speciale. Ceramica pe bază de litiu disilicat poate fi 3D printată cu ajutorul unei imprimante CeraFab S65 Medical, bazată pe tehnologia LCM (lithography-based ceramic manufacturing), comercializată de Litholz. Se obțin astfel coroane cu un aspect estetic natural, datorită translucidității și cu o rezistență comparabilă cu a smalțului.

12.4 DISPOZITIVE PENTRU DETERMINAREA CULORII

Determinarea cu succes a culorii viitoarei restaurări protetice și comunicarea ei laboratorului de tehnică dentară reprezintă o provocare pentru practician. În cazul aceluiași pacient, culoarea poate fi aceeași pentru toți dinții, dar intensitatea poate fi diferită în funcție de dinte (de ex. un canin poate apare mai galben decât incisivul lateral vecin, datorită grosimii mai mari a smalțului și dentinei, care-i conferă o nuanță mai închisă). Similar, nuanța unui dinte variază, în sensul că nuanța la colet va apare mai închisă decât cea incizală. Deasemenea, dinții devin mai închiși la culoare cu cât sunt situați mai posterior pe arcadă.

Modificările de culoare pot apare datorită abraziiei, atriției sau eroziunii. Vârsta duce la opacifierea dentinei, dinții apărând mai galbeni.

Metode de determinare a culorii

Metoda vizuală se realizează cu ajutorul cheii de culori și este încă frecvent utilizată. Cea mai folosită cheie de culori este *Vita Classic*, care este divizată în nuanțe A, B, C, D, nuanțele de C și D fiind rare la dinții naturali. O altă cheie de culori utilizată frecvent este Chromascop (Ivoclar Vivadent).

Clinicianul alege, prin comparație cu culoarea dintelui natural, una din mostrele numerotate ale cheii de culori și transmite informația tehnicianului dentar. Cu aceeași cheie de culori tehnicianul dentar verifică potrivirea între nuanța restaurării protetice finalizate și nuanța corespunzătoare din cheie.



Figura 163. Cheie de culori.



Figura 164. Verificarea nuanței restaurării protetice.

Procedul este simplu, dar prezintă unele dezavantaje legate de subiectivismul determinării culorii și de faptul că o cheie de culori poate să nu acopere complet toată gama de culori a dinților naturali.

Dezvoltarea sistemului de determinare a culorii *Vita System 3D-Master* a fost determinată de faptul că mijloacele existente (cheile de culori clasice) de determinare a culorii sunt mai slab sistematizate și nu acoperă complet întreaga paletă de culori naturale întâlnite. Scopul a fost crearea un sistem care să

permite identificarea exactă a tuturor culorilor dentare, indiferent de percepția subiectivă a medicului.

Vita System 3D-Master este construit după un principiu de ordonare colorimetrică, alegerea culorii făcându-se pas cu pas, după un sistem logic: luminozitate, intensitate și nuanță. Practic, cu ajutorul a 26 de modele de culoare se acoperă 95% din culorile dinților naturali, acestea putând fi reproduse țintit. Culorile cele mai frecvente sunt situate în centrul cheii de culori.

Un factor esențial în determinarea culorii este lumina, determinarea trebuind să fie făcută la lumină naturală, nu foarte puternică, de preferat lângă o fereastră.

Demetron Shade Light (Kerr Hawe) este un dispozitiv ce asigură lumina ideală pentru alegerea corectă a nuanței dentare. Lumina furnizată este neutră (are la bază un catod fluorescent trifosforic RGB-roșu, galben, albastru-similar receptorilor ochiului uman, la 6500°K). Fereastra de vizualizare împiedică lumina înconjurătoare să afecteze alegerea nuanței. Este ușor și fără fir, putând fi utilizat cu o singură mână. Asigură iluminarea corectă inclusiv a molarilor, iar lumina rămâne constantă timp de o oră și jumătate, până la descărcarea completă (spectrul luminii emise nu se alterează odată cu descărcarea acumulatorului).

Metoda instrumentală de determinare a culorii scade semnificativ erorile subiective și se realizează cu ajutorul unor aparate: spectrofotometru, cameră digitală cu colorimetru, scanner intraoral dotat cu colorimetru.

Aparatul *Vita Easyshade* este un spectrofotometru care realizează înregistrarea digitală a culorii în cabinet, informația fiind transmisă apoi în laborator, unde tehnicianul o analizează cu ajutorul unui program special de calculator. Măsurătorile sunt făcute electronic, valorile spectrale fiind cuprinse între 400-700 nm.

Easyshade identifică ușor nuanțele în concordanță atât cu cheia de culori clasică Vita, cât și cu Vita System 3D-master. Dispozitivul este ușor de manevrat, vârful piesei de mână permițând selectarea diferitelor arii din dinte și înregistrarea nuanței treimii cervicale, medii și incizale. Fiecare etapă poate fi repetată, dacă este necesar, putându-se face și o medie a tuturor înregistrărilor.

O caracteristică aparte permite verificarea restaurării protetice finite: se indică aparatului culoarea determinată inițial și solicitată laboratorului, pe care acesta o compară cu cea a restaurării protetice, apărând note de la 1 la 10 pentru tehnicianul dentar. De fapt, aparatul apreciază o potrivire bună, destul de bună sau o recomandare pentru ajustare. O potrivire bună se consideră a fi una imperceptibilă față de cea solicitată, cea aproximativă ar putea fi identificată de

un ochi format, dar poate fi acceptabilă, iar ajustarea reflectă, desigur, o diferență perceptibilă.

Pentru utilizarea corectă se recomandă uscarea dintelui, ținerea capului nemișcat pe parcursul înregistrării, citirea de mai multe ori și verificarea rezultatelor obținute.

CAPITOLUL 13

SISTEME CAD/CAM

Sistemele CAD/CAM sunt sisteme de proiectare computerizată (computer-aided design-CAD) și de realizare asistată de calculator (computer-aided manufacturing-CAM) și și-au găsit aplicații în medicina dentară începând din anii 1980. Sistemele CAD/CAM se clasifică în sisteme substructive și sisteme aditive. Ele au în comun fazele de achiziție a datelor și design computerizat (CAD) și diferă în ceea ce privește tipul de tehnologie CAM utilizat, aditivă sau substractivă.

13.1 SISTEME ADITIVE

Chuck Hull este considerat inventatorul fabricației aditive, el patentând stereolitografia în 1986, fiind descrisă inițial ca o metodă de a construi obiecte solide prin printarea de straturi subțiri succesive de polimer lichid, fotopolimerizabil UV. După puțin timp, Hull a realizat că principiul este aplicabil pentru orice material capabil de solidificare. Utilizată în stomatologie începând cu anii 1990, 3D printarea a fost utilizată cu precădere pentru procesarea materialelor pe bază de rășini și a aliajelor. Ulterior au apărut imprimantele 3D pentru ceramică.

Sistemele aditive, care au fost prezentate diferențiat în funcție de clasa de materiale pentru care se utilizează (capitolul 9, 11, 12,) manufacturează piesa protetică cu ajutorul unei imprimante 3D, care diferă în funcție de tipul de tehnologie aditivă.

Sistemele aditive se clasifică în:

- powder bed fusion, care utilizează materialul sub formă de pulbere: SLS (selective laser sintering), SLM/ DMLS (selective laser melting/direct metal laser sintering), EBM (electron beam melting), caracteristice pentru 3D printarea aliajelor
- vat photopolymerization, în care materialul sub formă lichidă este fotopolimerizat strat cu strat: SLA (stereolithography), DLP (digital light processing). Necesită postprocesare: curățare cu soluție alcoolică și fotopolimerizare adițională
- droplet-based: MJT/PJT (material/photopolymer jetting), materialul sub formă lichidă este aplicat sub formă de picături și fotopolimerizat. Nu necesită postprocesare
- extrusion-based: FDM (fusion deposition modelling), care utilizează material termoplastice sub formă de filament, care este încălzit la nivelul capului termic al imprimantei 3D.

13.2 SISTEME CAD/CAM SUBSTRUCTIVE- DESCRIERE SI CLASIFICARE

Sistemele substructive se referă la tehnicile care permit obținerea pieselor protetice prin reducere succesivă dintr-un bloc de ceramică /aliaj/rășină etc., de un anumit volum, până la atingerea formei finale a restaurării.

Sistemele substructive cuprind:

- tehnici de frezare computerizată CAD/CAM
- tehnici de frezare prin copiere exclusiv mecanică CAM.

Sistemele substructive pot fi chairside (care se utilizează în cabinet, nemaifind necesară implicarea laboratorului) sau pentru laborator.

Francezul Francois Duret este considerat părintele stomatologiei digitale. În anii 1970 el a conceput și patentat primul sistem CAD/CAM capabil să realizeze RPF unidentare. Datorită complexității și costului prohibitiv, nu a rezistat pe piață. În 1987, Werner Mormann și Marco Brandestini au creat Cerec (Sirona, Germania), primul sistem CAD/CAM substructiv pentru uz dentar. Initial, Cerec a fost conceput ca fiind un sistem chairside, utilizat pentru manufacturarea de inlay-uri din ceramică feldspatică, utilizând blocuri Vita Mark I (Vita Zahnfabrik, Germania). Unitatea de frezare Cerec 1 era dotată cu o piatră abrazivă, ulterior completată cu un cilindru diamantat, la varianta Cerec 2, permițând astfel realizarea de coroane parțiale sau totale. Sistemul Cerec 3, apărut în 2006, era dotat cu un sistem de două freze. Mai târziu, pentru a obține precizie mai mare, a fost introdus sistemul “step bur”. InLab, varianta de sistem pentru laborator, a fost lansat în anul 2006.

Indiferent de sistem, computerul este implicat în proiectarea (designul) și frezarea de fațete, inlay-uri, onlay-uri, fațete, coroane și punți, cape, RPF provizorii, proteze totale și parțiale mobilizabile, atașamente, mezostructuri implantare, ghiduri chirurgicale etc., varietatea de restaurări protetice fiind însă mai restrânsă în cazul sistemelor chairside. RPF ceramice realizate prin frezare reprezintă o alternativă fericită pentru RPF metalo-ceramice clasice și coroanele integral ceramice realizate manual.

Materialele utilizate pentru frezare cu ajutorul sistemelor substructive sunt foarte diverse:

- ceară pentru machetă
- polimer acrilic pentru machetă
- poliuretan pentru model
- polimer pentru restaurări provizorii
- policarbonat pentru gutiere și RPF provizorii
- compozit armat cu zirconia (RPF până la 3 elemente, placate cu compozit, RPF provizorii până la 16 elemente, fațete, inlay-uri, onlay-uri)

- acrilat transparent pentru gutiere
- acrilat pentru bază de proteze sau dinți artificiali
- acrilat policromatic pentru proteze monobloc
- PEEK pentru coroane placate sau full-contour
- aliaj Co-Cr
- aliaj Ti
- ceramică sticloasă- feldspatică și cu filleri
- ceramică infiltrată cu sticlă
- ceramică policristalină- pe bază de alumina sau zirconia.



Figura 165. Diverse blocuri pentru frezare CAD/CAM: ceară, aliaj Co-Cr, rășină acrilică, PEEK, zirconia, ceramică feldspatică.

Înregistrarea tridimensională a caracteristicilor preparației se poate face prin scanare intraorală sau prin amprentare uzuală. În cazul amprentării uzuale, aceasta va fi ulterior scanată, sau se va turna un model care va fi scanat în laborator. Datele înregistrate prin una din metodele menționate sunt analizate cu ajutorul unui soft specific, pe baza lor se realizează designul viitoarei restaurări protetice.

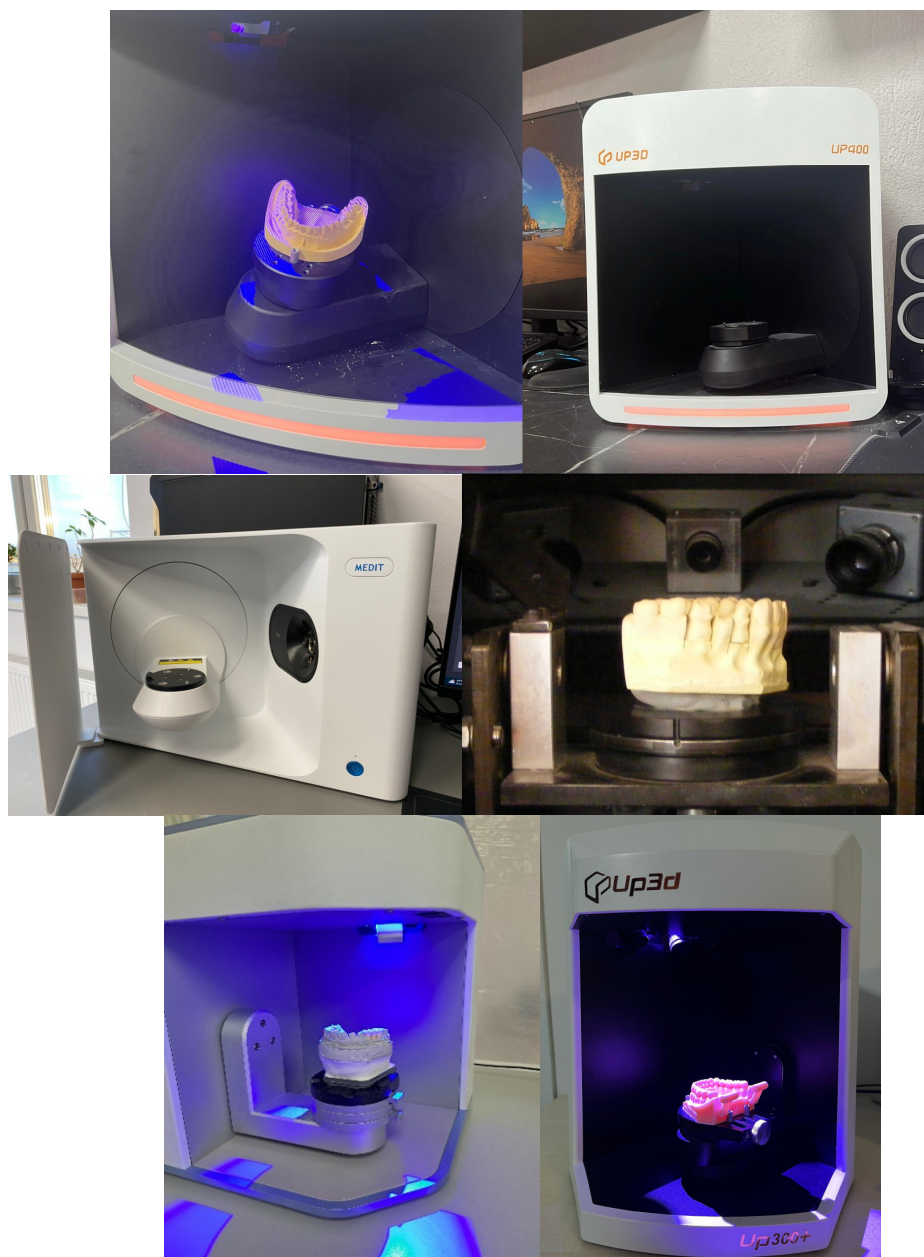


Figura 166. Scanarea modelului.

Computerul este în legătură cu unitatea/mașina de frezare, care va fabrica restaurarea prin prelucrarea unor blocuri de material de dimensiuni și forme adecvate, în funcție de sistem.

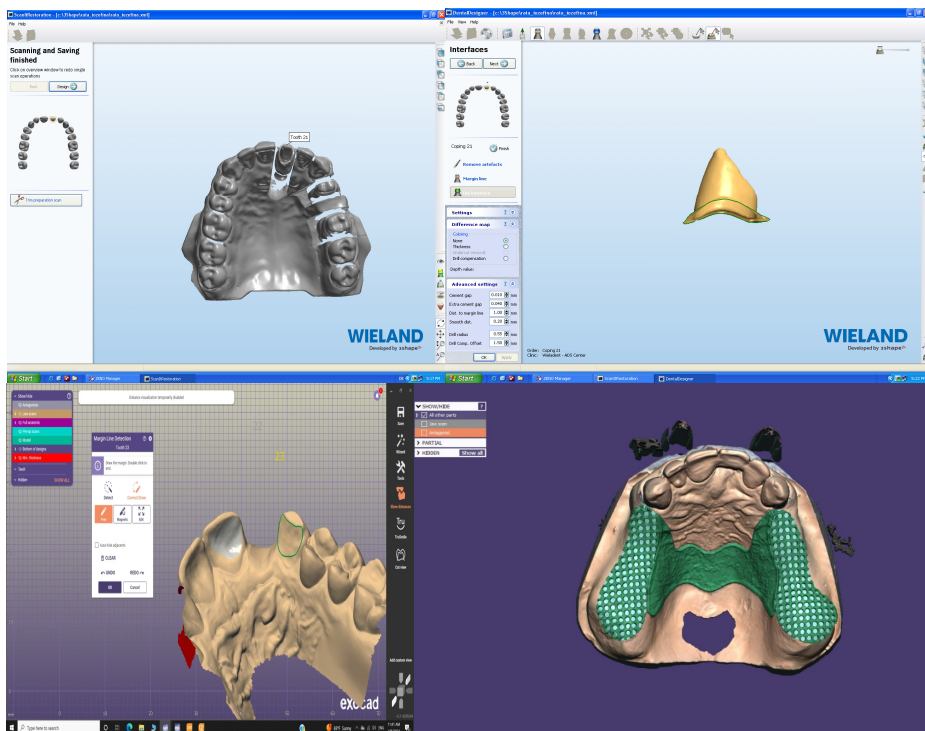


Figura 167. Realizarea design-ului cu ajutorul soft-ului specific.

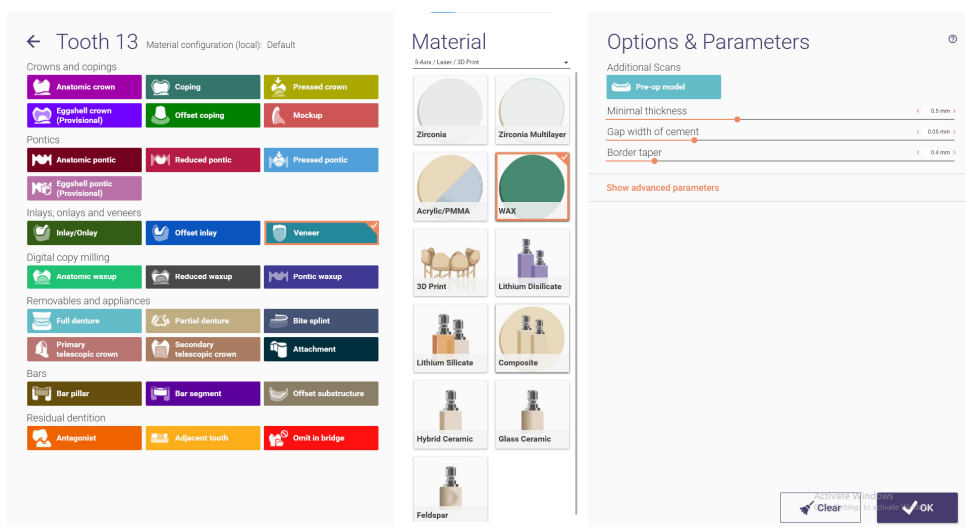


Figura 168. Alegerea materialului, a tipului de restaurare și a parametrilor de frezare în soft-ul de design.

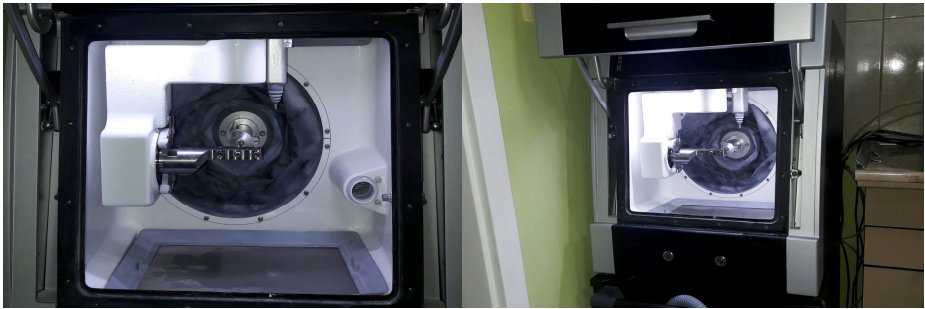


Figura 169. Mașina de frezare.



Figura 170. Frezarea unui disc de zirconia.

Clasificare:

Sisteme centralizate

Datele se trimit cu ajutorul internetului.

Există două variante, în funcție de modul în care se face achiziția datelor:

- amprenta convențională se realizează în cabinet. Turnarea modelului, scanarea lui și realizarea designului se realizează în laboratorul de tehnică dentară, iar partea de frezaj se realizează în centre de frezaj specializate
- amprenta digitală se realizează în cabinet, prin scanare intraorală, datele se trimit centrului specializat care realizează designul și frezarea.

Sisteme CAD/CAM pentru laborator: deschise și închise

Pentru descrierea 3D a suprafețelor se folosește formatul STL (surface tessellation language).

Dacă sistemul generează un fișier STL citibil și pentru alte sisteme, se vorbește de un *sistem deschis*. În cazul în care datele sunt citibile doar de către aparatele producătorului, vorbim de un *sistem închis*. Materialele și alegerea lor sunt limitate la cele produse de aceeași firmă care produce și sistemul. Lucrul acesta face ca utilizatorul să fie dependent de producător și în dezvoltarea ulterioară a sistemului.

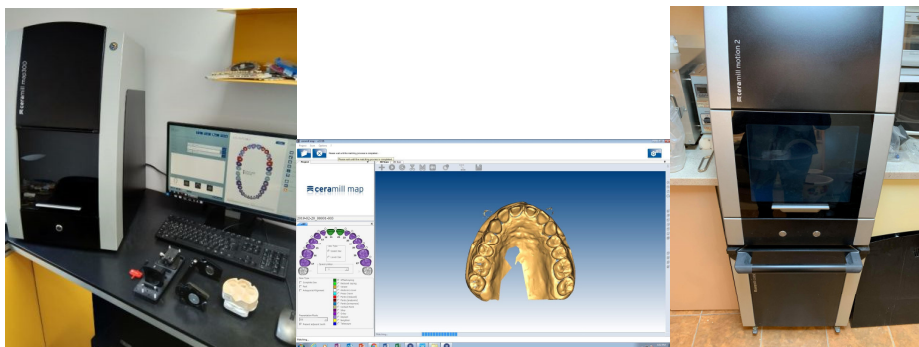


Figura 171. Sistemul CAD/CAM Ceramill: scanner Ceramill Map, soft și unitate de frezare Ceramill motion 2, cu 5 axe, funcție de frezare uscată și umedă (Amann Girbach).

Se poate vorbi despre un *sistem deschis* atunci când utilizatorul poate combina componentele sistemului. Datele scanate se pot prelucra de un soft, urmat de realizarea design-ului virtual, apoi restaurarea se poate realiza dintr-un material de la un producător diferit, compatibil cu sistemul. Dezavantajele sistemelor deschise, în comparație cu cele închise, este că pot apărea greșeli minore de precizie, deoarece nu există o compatibilitate perfectă între componente.

Sisteme chairside (pentru cabinet)

Sistemele CAD/CAM chairside permit realizarea de RPF într-o singură ședință de tratament, minimizează inadvertențele tehnice și reduc posibilitatea contaminării încrucișate, asociată cu etapele realizării convenționale a restaurărilor indirecte. Costul este însă foarte ridicat, limitând astfel posibilitatea utilizării lor pe scară largă.

Mașinile de frezare utilizate de sistemele pentru laborator se diferențiază prin numărul de axe de frezat. Există unități de frezare cu 3, 4 și 5 axe.

Unitățile de frezare cu 3 axe au ca direcții de mișcare de translație cele trei direcții spațiale (X, Y și Z) și pot roti componenta cu 180 grade în cursul procesării.

Unitățile de frezare cu 4 axe permit, pe lângă mișcărilor de translație ale blocului de material, și mișcarea de rotație în jurul axei blocului de frezat.

Cele cu 5 axe au în plus față de cele cu 4 axe posibilitatea rotirii tamburului frezei, ceea ce permite frezarea de restaurări cu geometrie complexă.

Pentru realizarea unor restaurări complexe sunt necesare aparate cu 5 axe, iar pentru frezarea unor schelete sau restaurări fără suprafață ocluzală complexă sunt suficiente cele cu 3 axe.

Frezarea poate fi umedă sau uscată, în funcție de necesități.



Figura 172. Unitate de frezare cu 5 axe.

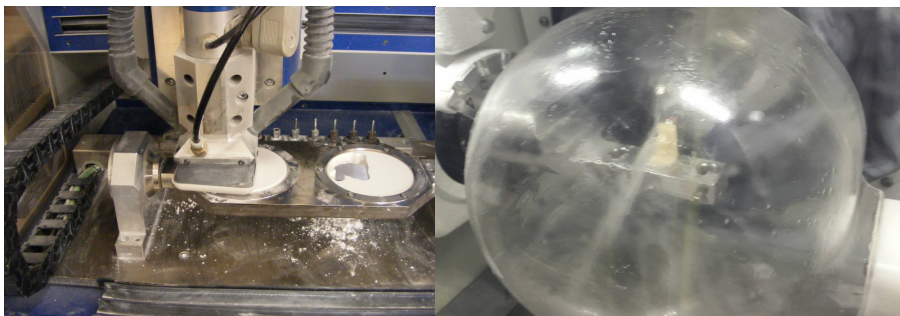


Figura 173. Frezare uscată și umedă.

13.3 DIVERSE SISTEME CAD/CAM SUBSTRUCTIVE

Sistemul Cerec (Dentply Sirona) a fost primul sistem CAD/CAM utilizat în medicina dentară (1987), fiind inițial disponibil în varianta pentru cabinet (chairside), varianta pentru laborator, inLab, apărând ulterior.

Sistemul chairside Cerec realizează scanarea optică cu infraroșu a preparației cu un scanner intraoral (Primescan, Omnicam). Pe baza imaginii tridimensionale digitale, se proiectează restaurarea cu ajutorul softului. Cerec Chairline, varianta cea mai actuală a sistemului, permite atât scanarea cât și realizarea designului restaurării chairside, scannerul intraoral și monitorul fiind atașate unitului dentar, astfel pacientul putând urmări faza de design virtual al RPF.

Funcția shade-detection permite selectarea nuanței pe baza imaginilor scanate. Articulatorul virtual permite determinarea statică și dinamică a suprafețelor de contact.

Datele sunt transmise unității de prelucrare Cerec, în variantele MC, MCX, MC XL, piesa protetică fiind considerată finită odată cu încheierea frezării. RPF poate fi individualizată și glazurată. Cuptorul special Speed Fire servește sinterizării restaurărilor full-contour din zirconia, procesul durează 10-15 minute.

Sistemul chairside permite realizarea de RPF: punți scurte, coroane, onlay-uri, inlay-uri, fațete, din materiale ale firmei Dentsply Sirona sau ale altor producători. Întregul proces durează aproximativ 20 de minute. O mare parte din materiale sunt comune sistemului chairline Cerec și celui de laborator InLab, însă există și materiale specifice fiecărui sistem.

Variante de materiale pentru sistemul chairside Cerec:

- Cerec Tessera-litiu disilicat
- Celtra Duo-litiu disilicat + zirconia
- Cerec Zirconia -translucidă, precolorată, nu necesită colorare ulterioară, în 10 nuanțe Vita, special destinată sistemului chairside, pentru RPF full-contour

- InCoris TZI- zirconia high-translucent, pentru restaurări monobloc
- Cerec Zirconia Meso -pentru coroane pe implante
- Ceramică feldspatică: Cerec Blocks C, Cerec Blocks PC și IPS e.max Zir multi (Ivoclar Vivadent)- policromatic, pentru Cerec.

Varianta pentru laborator este *InLab*, ce permite realizarea de inlay-uri, onlay-uri, coroane și punți până la 10 elemente etc. Este format din scannerul inEOS (varianta cea mai nouă fiind X5), softul inLab, cu variante pentru RPF, proteze mobilizabile, gutiere, implantologie și unitatea de frezare inLab (MC X5, MC XL). Unitatea de frezare inLab MC XL permite finalizarea unei coroane în 6 minute. Cuptorul de sinterizare inLab Profire completează sistemul.

Materialele ce pot fi utilizate cu sistemul inLab sunt foarte variate:

- Cerec Blocks- ceramică feldspatică, varianta mono și policromatică
- Celtra Duo- litiu disilicat și zirconia
- Cercon-ht ML și xt ML- zirconia Y-TZP policromatic (full-contour) sau pentru schelet
- InCoris ZI- zirconia parțial sinterizată, pentru schelet,
- InCoris PMMA-pentru ghiduri chirurgicale
- InCoris CC și CCB- blocuri de aliaj Co-Cr, ce vor fi ulterior sinterizate
- InCoris model- poliuretan pentru model
- ceară.

Sistemul ZenoTec (Wieland Dental) este un sistem pentru laborator. Modelul este scanat cu ajutorul sistemului laser 3 Shape D, variantele 500, 750, 850, 900L, 1000, 2000. Cu ajutorul softului specific Dental Designer computerul proiectează piesa protetică, inclusiv proteze mobilizabile. Unitatea de frezare este reprezentată de una din variantele: Zenotec mini (de dimensiuni mai mici), în 4 axe, Zenotec select hybrid, în 5 axe, inclusiv frezare umedă și Zenotec select ion, în 5 axe, cu aer comprimat ionizat, pentru proteze totale, restaurări protetice din PMMA, gutiere.

Blocurile de material disponibile sunt:

- Zenostar MO- schelet din zirconia pentru RPF până la 14 elemente, ulterior placate
- Zenostar T- RPF monolitice din zirconia, până la 14 elemente
- Zenostar MT- RPF monolitice din zirconia, până la 3 elemente, anterior sau posterior
- aliaje titan, Co-Cr
- PMMA
- ceară
- IPS e.max CAD pentru Zenotec (litium disilicat).
-

Nuanța corespunzătoare se poate obține prin imersarea infrastructurii din zirconia în soluția specială MT Color sau Color Zr. Sinterizarea finală a infrastructurii din zirconia se realizează în cuptorul Zenotec Fire P1 sau Zenotec Fire Cube, urmată de placare cu IPS e.max Ceram, dacă este cazul.

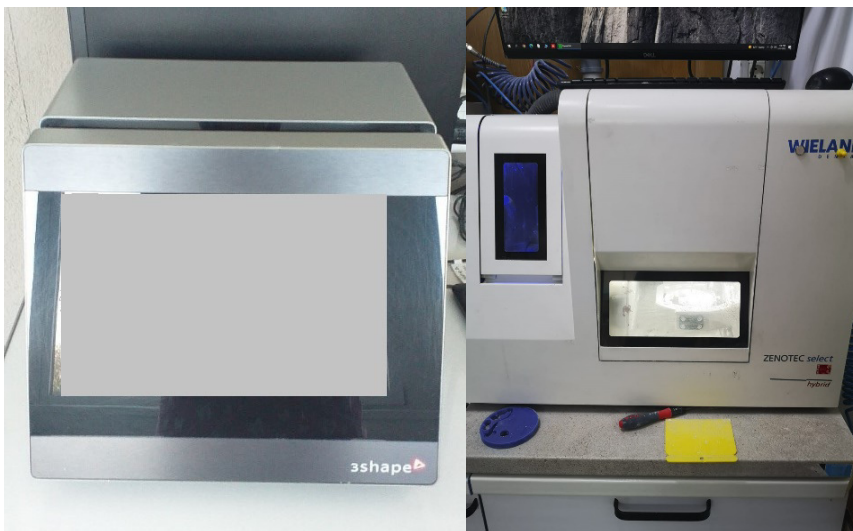


Figura 174. Scannerul și mașina de frezare în 5 axe Zenotec select hibrid (Wieland).

Sistemul DCS Precident este format din:

- Preciscan, dispozitiv de scanare laser, complet automat
- Dentform software
- Precimill: unitate de frezare până la 30 de unități într-o singură operațiune, poate prelucra diferite tipuri de ceramică, aliaje, compozit, acrilat. Există și varianta Precismart pentru începători.

Sistemele KaVo Arctica și Everest (KaVo) sunt formate din: Arctica/Everest Scan, software specific, Arctica/Everest Engine în cinci axe și Everest Therm, cuptor pentru sinterizare.

Sistemul permite frezarea de materiale diverse, proprii:

- T-Blank- titan placabil ulterior cu ceramică sau compozit
- ZS- zirconia presinterizată, colorabilă cu lichid Vita și placabilă cu ceramică, având indicații pentru coroane și punți anterioare și posterioare
- CAMselect- aliaj Co-Cr
- C-Cast- PMMA machetă
- C-Temp- polimer cu particule de sticlă, se plachează cu compozit, pentru RPF provizorii întinse sau materiale provenind de la alți producători:

- VitaBlocks Mark II, VitaBlocks TriLuxe, VitaBlocks RealLife- ceramică feldspatică
- Vita CAD Temp- blocuri mono și multicromatice, pentru RFPF cu până la 2 intermediari
- IPS e.max CAD for Arctica/Everest- ceramică litiu disilicat, în 5 nuanțe, pentru coroane și punți cu până la 3 elemente, în zona anterioară și premolară. Se plachează cu IPS e.max Ceram.

13.4 SISTEMELE CAM ȘI EVOLUTIA LOR

Sistemele CAM au ieșit din paractica curentă, fiind depășite, și se caracterizează prin faptul că piesa protetică este realizată pe baza frezării prin copiere a unei machete din ceară, realizată de tehnician, nefiind concepută cu ajutorul computerului.

Un sistem CAM este *Celay (Mikrona)* ce permitea realizarea de inlay-uri, onlay-uri, coroane, fațete și punți cu ajutorul unității de frezare Celay Plus, din diverse blocuri de ceramică feldspatică, InCeramAlumina, Spinel și Zirconia (Vita). Placarea se făcea cu ceramică Vitadur Alpha. Principiul sistemului Celay (Mikrona) consta în frezarea pur mecanică a unei piese protetice integral ceramice foarte precise prin copierea unei machete realizată dintr-o RDC fotopolimerizabilă, Celay-Tech.



Figura 175. Sistemul CAM (frezare prin copiere) Celay (Mikrona).

Sistemul Cercon (DeguDent) a fost inițial un sistem CAM ce oferea posibilitatea realizării de restaurări protetice fixe de până la 5 elemente, chiar și în zona posterioară, utilizând blocuri pe bază de zirconia Cercon Base, din care se realiza infrastructura. Sinterizarea se făcea în cuptorul Cercon Heat, urmată de placare cu Cercon Ceram.

Ulterior, sistemul Cercon (DeguDent) a fost modificat prin adăugarea componentei CAD, Cercon Art, pentru realizarea designului computerizat, scanarea modelului realizându-se cu ajutorul sistemului Cercon Eye.

Alt sistem inițial CAM, de frezare prin copiere, care a evoluat într-un sistem CAD/CAM complex, este *Tizian (Schutz Dental)*. Sistemul CAM permitea realizarea de coroane, punți și DCR-uri de o mare acuratețe, prin copierea exactă a machetei modelate în prealabil de către tehnician și fixată într-unul din compartimentele sistemului, prin intermediul unei plăci de bază speciale. După încheierea procesului de frezare, piesa protetică era sinterizată și placată corespunzător.

În prezent, sistemul CAD/CAM Tizian este format dintr-un scanner intraoral, un scanner pentru laborator Tizian Smart-Scan Plus 3.0, softul pentru design Tizian Creativ RT software, inclusiv pentru proteze totale, gutiere, având inclusă și componenta Virtual Articulator. Sistemul este dotat cu 7 variante de mașini pentru frezare și 2 variante de cuptoare pentru sinterizare, putând prelucra materiale diverse: zirconia, zirconia precolorată, zirconia policromatică, zirconia cu translucidență crescută, aliaje de titan, Co-Cr, compozit armat cu zirconia, PEEK, ceară, policarbonat (gutiere, RPF provizorii), acrilat (RPF provizorii), acrilat transparent (gutiere, machetă), acrilat pentru model, acrilat roz (bază proteză) etc.

CAPITOLUL 14

INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU DEZAMBALARE, PRELUCRARE, FINISARE ȘI LUSTRUIRE

14.1 GENERALITĂȚI

Prelucrarea și lustruirea pieselor protetice reprezintă o fază esențială în succesul clinic al unei proteze dentare. Prelucrarea și lustruirea prezintă particularități în funcție de materialul din care este realizată piesa protetică.

Suprafețele bine prelucrate și lustruite sunt confortabile pentru pacient și facilitează asimilarea piesei protetice. Suprafețele netede sunt nefavorabile depunerii de placă bacteriană și fenomenelor de coroziune. Dezambalarea constă în eliberarea piesei turnate sau polimerizate din cavitatea tiparului și se poate face manual, cu ajutorul unui ciocan.



Figura 176. Dezambalarea cu ciocanul.

Dezambalarea este ușurată de folosirea unor dispozitive speciale de tip presă, compuse din:

- soclu, pe care se găsește suportul pentru ansamblul conformator/tipar
- coloana verticală
- braț orizontal (fixat pe coloană) pe care culisează poansonul
- maneta de acționare a poansonului.

Tot pentru dezambalare se mai pot folosi piese de mână, care produc lovituri succesive și funcționează cu aer comprimat, asemenea unui picamer în miniatură.

În cazul pieselor protetice metalice și polimerice prelucrarea trebuie să înceapă cu o curățare atentă a suprafețelor, care să asigure înlăturarea tuturor resturilor de masă de ambalat. Aceasta se realizează cu ajutorul frezelor în cazul suprafețelor polimerice și prin intermediul sablării (capitolul 10.3), completată sau nu de acțiunea instrumentelor rotative, în cazul pieselor metalice. Tot în

acest scop se pot folosi și generatoarele de vapori de apă sub presiune, ca și băile de curățare cu ajutorul ultrasunetelor.

Piesele metalice turnate necesită (după îndepărtarea resturilor de masă de ambalat) manopere de dezoxidare/decapare specifice.



Figura 177. Sablarea.

14.2 APARATE PENTRU CURĂȚAREA SUPRAFETELOR

Aparate pentru curățarea suprafețelor cu ajutorul vaporilor de apă sub presiune (steamer-ul)

Vaporii de apă sub presiune sunt direcționați cu ajutorul unei duze sau a unei piese de mână asupra suprafețelor de prelucrat și determină îndepărtarea rapidă a impurităților de la acest nivel. Steamerul se folosește împreună cu un aparat auxiliar pentru dedurizarea apei.

Aparatul are următoarele părți componente:

- instalația de alimentare, la 220V/50Hz
- sursa de căldură pentru vaporizare (de obicei, încălzire rezistivă)
- racordurile de aducție a apei purificate de la dedurizator, respectiv de evacuare
- dispozitivele de proiectare și ajustare a vaporilor se apă- fix și mobil (pistol)
- instalația de comandă, reglaj și control cu întrerupător general, indicatoare de temperatură și presiune, întrerupătoare de lucru.

Aparatul de dedurizare este format dintr-un recipient de dedurizare, prevăzut cu un capac, patru racorduri (de intrare a apei, de ieșire, de depresiune, de regenerare) și două robinete (de intrare și de ieșire a apei).



Figura 178. Aparat de curățare a suprafețelor cu ajutorul vaporilor de apă sub presiune.

Aparate pentru curățat cu ultrasunete

Aceste aparate funcționează pe principiul ultrasonării la cald (30-80°C), fiind compuse din:

- instalația de alimentare cu energie electrică, la 220V/50Hz
- generatorul de ultrasunete
- cuva de ultrasonare, de 2, 5, 10 l sau mai mare

- instalația de comandă, reglaj și control, cu întrerupător pornit/oprit, reglaje și indicatoare de timp și temperatură.

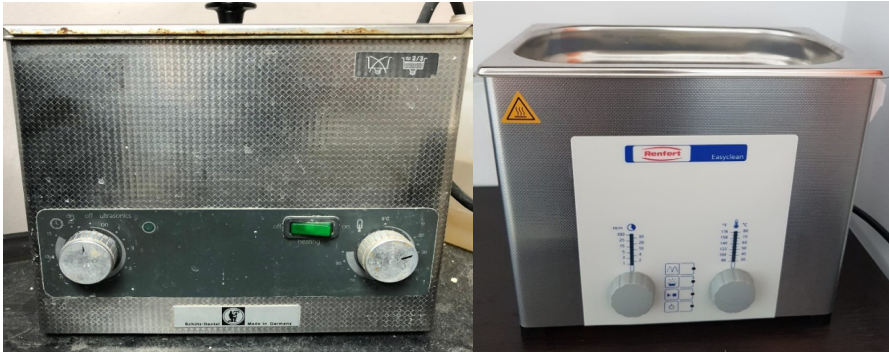


Figura 179. Aparate de curățat cu ultrasunete.

Aparatele pentru curățat magnetice oferă o alternativă superioară sistemelor convenționale, curățarea fiind uniformă, fără a reduce fricțiunea sau a compromite închiderea marginală a respectivei piese protetice. Utilizează o combinație de curățare chimică și mecanică.

Băile de dezoxidare sunt incinte termostat care conțin acizii destinați dezoxidării și se utilizează în cazul pieselor metalice. Ele funcționează pe principiul încălzirii rezistive și sunt compuse din:

- instalația de alimentare, la 220V/50Hz
- sursa de caldură- rezistență electrică, prevăzută cu termostat
- cuva de dezoxidare
- întrerupător pornit/oprit.

14.3 PRELUCRAREA PRIN AȘCHIERE

Prelucrarea prin așchiere constă în acțiunea unor instrumente ascuțite asupra unui material, în urma căreia acesta pierde substanță sub formă de așchii. Acest tip de prelucrare este cunoscut încă din cele mai vechi timpuri, cel mai rudimentar dispozitiv de așchiere fiind rindeaua.

Efectul așchietor poate fi consecința acțiunii unor instrumente ce dispun de dinți sau lame tăietoare sau a materialelor abrazive, sub formă de instrumente rotative (freze diamantate, pietre, discuri, perii), hârtie și pânză abrazivă, prafuri, paste.

În tehnica dentară, prin termenul de prelucrare se înțelege totalitatea operațiunilor ce au drept scop înlăturarea neregularităților mari de la nivelul suprafeței pieselor protetice, în timp ce termenul de lustruire se referă la eliminarea asperităților mai fine, cu obținerea unor suprafețe cât mai lucioase.



Figura 180. Perie și pietre montate.



Figura 181. Instrumente rotative.

Abrazivii cu granulație mare lasă pe suprafețele respective șanțuri bine exprimate, care vor fi eliminate prin utilizarea abrazivilor din ce în ce mai fini, în final, prin lustruire, obținându-se o suprafață foarte netedă, reflectorizantă.

Prima netezire se face cu un abraziv grosier sau cu o freză, rezultând suprafețe rugoase, cu șanțuri adânci. Atunci când se trece la un abraziv mai fin se recomandă să se schimbe pe cât posibil direcția de abraziune, astfel ca șanțurile nou create să se intersecteze cu precedentele pe cât posibil în unghi drept, astfel abraziunea fiind mai uniformă. Între diferitele etape ale finisării și lustruirii este necesară curățarea minuțioasă a suprafeței, pentru a se elimina orice urmă de abraziv.

14.4 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU PRELUCRARE/ FINISARE

În laboratoarele dentare actuale, nu se mai folosesc răzuitoare, dălți și pile pentru prelucrarea suprafețelor pieselor protetice, locul acestor unelte fiind luat de instrumentul rotativ, mult mai eficient. Instrumentarul rotativ poate fi acționat prin intermediul motoarelor electrice suspendate, micromotoarelor, turbinelor sau al motoarelor biax orizontal.



Figura 182. Motor biax orizontal.

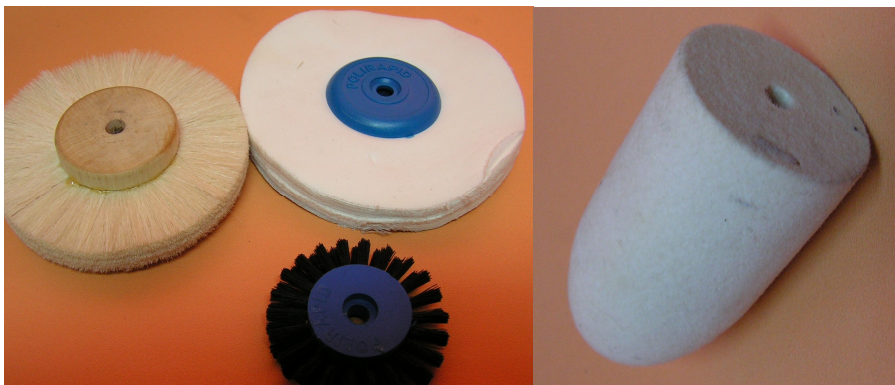


Figura 183. Instrumentar rotativ destinat utilizării la motorul biax orizontal.

Instrumentar rotativ

Frezele reprezintă instrumente rotative așchietoare, a căror acțiune se exercită prin intermediul “dinților” sau lamelor tăietoare situate de-a lungul circumferinței.

Frezele utilizate în laboratorul de tehnică dentară reprezintă în esență miniaturizarea celor utilizate în industrie.

După materialul din care sunt confecționate pot fi clasificate în:

- freze de oțel
- freze din carburi
- freze diamantate (instrumente abrazive).



Figura 184. Freze diverse.

Frezele din oțel sunt obținute consecutiv acțiunii tăietoare a unei freze-mame asupra unui oțel, care poate fi tratat sau netratat anterior acestei prelucrări. Duritatea Vickers a acestor freze este de aprox. 850 HV. Structura oțelurilor pentru freze permite obținerea de lame tăietoare foarte ascuțite, cu eficiență sporită și degajare de căldură moderată.

Frezele din carburi de metale dure (tungsten, wolfram, titan, molibden, vanadiu, cobalt, nichel) sunt produse printr-un procedeu metalurgic particular. Duritatea frezelor din carburi se ridică la aprox. 1600 HV, iar în cazul celor din carbură de tungsten, cele mai utilizate, la 1850 HV. Structura lor contraindică conformarea de lame tăietoare ascuțite (ca la frezele din oțel), întrucât vârfurile ascuțite și poroase s-ar fractura cu ușurință. De aceea, la frezele din carburi se practică lame tăietoare mai puțin ascuțite. Pentru protejarea față de fracturare și uzură, frezele din carbură de tungsten pot fi supuse unui procedeu de durificare, după realizarea lamelor, duritatea ajungând astfel la valoarea de 3700 HV. Acest

procedeu utilizează diatitul, astfel performanțele de tăiere sunt mult îmbunătățite, prin creșterea preciziei și a netezimii suprafeței rezultate și prin îndepărtarea cu ușurință a aschiilor rezultate din acțiunea frezei. Timpul de utilizare este mult prelungit.

Fața anterioară a lamei în sensul de rotație reprezintă fața tăietoare, în timp ce fața opusă (posterioră) este denumită flanc. Fața tăietoare formează un unghi cu raza secțiunii transversale a frezei numit unghi de tăiere sau unghi de atac. Dacă fața tăietoare este radială, unghiul de atac este nul, atacul fiind denumit și radial. Dacă însă fața tăietoare este situată posterior față de rază, în sensul de rotație, unghiul de atac este pozitiv.

Unghiul format între flancul dintelui frezei și planul de lucru este numit unghi de degajare. Atunci când flancul dintelui este curb, degajarea se numește tangențială. În măsura posibilităților, frezele utilizate în industrie au unghiuri de atac pozitive. În acest sens, ele prezintă avantajul facilitării scurgerii materialului în afara părților lucrătoare ale instrumentului. Cu cât unghiul de atac pozitiv este mai mic, cu atât rezistența la degajare este mai mare. Atunci când se utilizează un unghi de atac negativ, așchia părăsește imediat lama tăietoare și este frecvent fărâmițată în fragmente mici sau pulbere. În cazul unghiurilor de atac negative se poate observa că așchia, în loc să alunece pe suprafața tăietoare (ca în cazul folosirii unghiurilor de atac pozitive), se deplasează direct în direcția mișcării. Pe de altă parte, unghiurile de atac pozitive determină o anumită conformație a lamelor tăietoare, a căror secțiune devine mai subțire, deci mai sensibilă la solicitările din timpul lucrului. În consecință, sunt preferate frezele cu unghiuri de atac nule sau negative.

Rolul unghiului de degajare este de a crea un spațiu liber între planul de lucru și lama tăietoare, pentru a împiedica frecarea dintre flancul dintelui și suprafața de lucru. De altfel, există întotdeauna o componentă de frecare între lama tăietoare și această suprafață în momentul apariției așchiei. Această frecțiune este generatoare de căldură, a cărei eliberare este direct proporțională cu mărimea suprafeței de contact dintre lama tăietoare și suprafața de lucru. Teoretic, unghiul de degajare trebuie să aibă valori reduse, în scopul asigurării unui volum suficient pentru susținerea lamei tăietoare. În acest fel se obține nu numai creșterea rezistenței lamei tăietoare, ci și disiparea mai bună a căldurii, datorită masei metalice suplimentare. Totuși, unghiul de degajare nu trebuie să fie atât de mic încât să nu-și mai poată îndeplini rolul de diminuare a frecării flancului dintelui de suprafața de lucru.

Forma generală a părții active a frezelor constă într-un suport, care de cele mai multe ori este cilindric, sferic sau conic, la suprafața căruia se găsesc lamele tăietoare, dispuse în moduri variate. Din acest punct de vedere, deosebim:

- freze cu lame tăietoare drepte
- freze cu lame tăietoare oblice

- freze cu lame tăietoare intersectate
- freze cu tăietură transversală.

Numărul de lame tăietoare al unei freze este important în determinarea calităților de prelucrare. Frezele cu lame tăietoare puține și grosiere au o capacitate de tăiere mai mare atunci când se utilizează la prelucrarea materialelor moi, determinând obținerea de suprafețe rugoase. Frezele cu lame tăietoare multe și fine au o capacitate de tăiere redusă, dar suprafețele rezultate sunt mai netede.

Frezele cu lame tăietoare drepte reprezintă tipul de bază. Sunt foarte eficiente în prelucrarea materialelor moi, nu sunt indicate însă pentru materiale dure, deoarece conformația lor determină vibrații puternice ce pot cauza fracturi ale lamelor tăietoare.



Figura 185. Freză cu lame tăietătoare drepte.

Frezele cu lame tăietoare oblice se pot folosi și pentru materiale dure. Lamele tăietoare pot fi orientate spre stânga sau spre dreapta. La prelucrarea metalelor se formează așchii foarte subțiri, care constituie un real pericol de accidentare. Frezele cu lame spre dreapta sunt foarte agresive, având tendința de a se inclava în piesa de prelucrat. Cele cu lame spre stânga au tendința de a se degaja din materialul de prelucrat, capacitatea lor de tăiere este mai redusă și în urma prelucrării rezultă suprafețe mai netede.

La acest tip de freze, pentru creșterea eficienței, se poate adăuga un relief suplimentar, sectorial, care duce la controlul mai bun al penetrării lamei tăietoare în materialul de prelucrat, suprafața rezultată fiind mai netedă.



Figura 186. Freze cu lame tăietoare oblice și relief suplimentar.

Frezele cu dinți intersectați reprezintă de fapt freze cu dublă tăietură: spre stânga și spre dreapta. Ele combină avantajele celor două tipuri de freze cu lame tăietoare oblice: spre stânga și spre dreapta. *Frezele cu tăietură transversală* au o eficiență sporită, efectul fiind similar creșterii numărului de dinți. Se presupune că tăieturile transversale reduc frecarea în timpul frezării și înlesnesc degajarea așchiilor, care în plus sunt și fărâmițate.

După materialul asupra căruia se indică a se acționa, frezele se împart în: freze pentru prelucrarea lingurilor individuale de amprentă, pentru ceară, pentru materiale siliconice, pentru rășini, pentru metale prețioase și neprețioase, pentru titan, pentru ceramică etc.



Figura 187. Prelucrarea portamprentelor individuale.



Figura 188. Prelucrarea unei proteze totale acrilice.



Figura 189. Prelucrarea suprafețelor metalice.

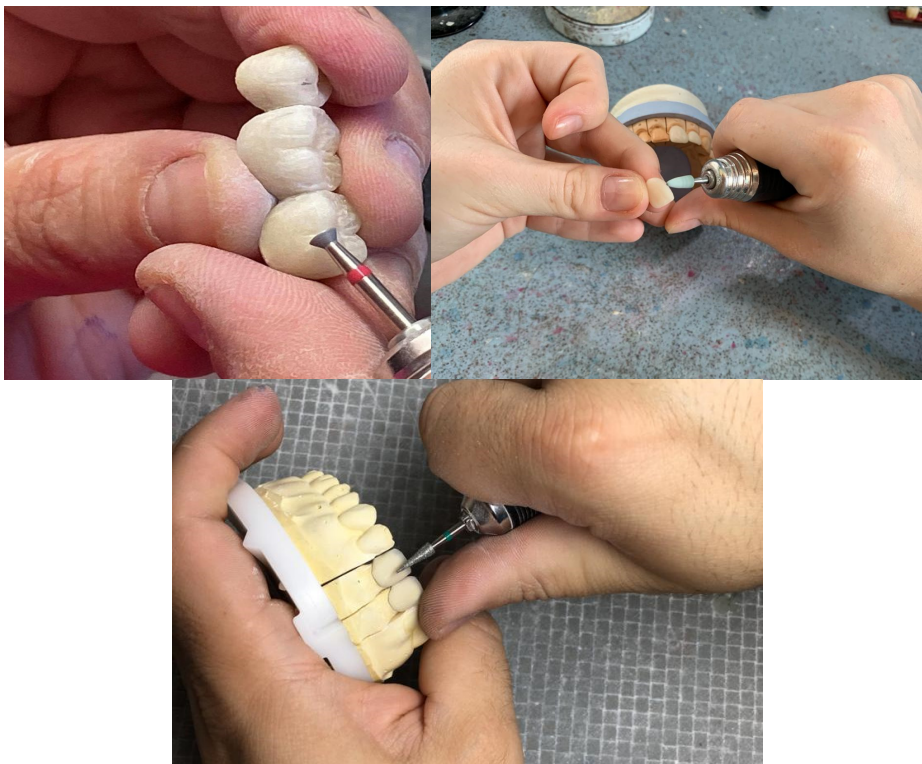


Figura 190. Prelucrarea RPF ceramice.

Frezele pentru titan: datorită faptului că titanul, la o temperatură de 850°C, reacționează cu oxigenul atmosferic, cu consecințe nedorite, supraîncălzirea în cursul prelucrării trebuie evitată. Frezele pentru titan beneficiază de o tăietură specială care permite degajarea cu ușurință a debriurilor, cu reducerea fricțiunii și evitarea supraîncălzirii.

După forma părții active se deosebesc o multitudine de freze, adaptate situației specifice în care se utilizează.

Instrumente abrazive

Acțiunea abrazivă a instrumentelor se bazează pe deplasarea unor particule cristaline dure pe suprafața materialului de prelucrat. Fiecare particulă abrazivă prezintă un unghi ascuțit care exercită o acțiune tăietoare asupra suprafeței, similar cu vârful ascuțit al unei dălți.

Abrazivii prezintă o formă neregulată, au muchii ascuțite cu acțiune tăietoare, sunt mai duri decât materialul care urmează a fi prelucrat, sunt suficient de rezistenți la impactul cu materialul de prelucrat și sunt rezistenți la uzură.

Acțiunea abrazivului care se deplasează de-a lungul unei suprafețe este în mod esențial o acțiune secantă. Fiecare particulă abrazivă prezintă un unghi

ascuțit, care exercită o acțiune tăietoare asupra suprafeței, într-o manieră asemănătoare cu cea a vârfului ascuțit al unei dălți. Se formează o așchie care este imediat transformată în pulbere fină, care adeseori îneacă instrumentul, impunând curățarea lui frecventă.

Acțiunea abrazivă se realizează grație instrumentarului rotativ specific, care constă în freze diamantate de diverse forme și granulații, discuri și pietre de diferite forme (sferă, roată, pălărie, cilindru, pară etc), care pot fi montate sau montabile/demontabile în mandrine. Instrumentarul este acționat cu ajutorul pieselor de mână (racordate la motoare electrice suspendate sau de tip micromotor/turbină) sau cu ajutorul motoarelor biax orizontal, care nu trebuie să lipsească din nici un compartiment de prelucrare/lustruire.

Materialele abrazive sunt substanțe cristaline dure, sub formă de particule cu muchii ascuțite, ce asigură eficiența așchierii:

- corindonul- este un oxid natural de aluminiu. Datorită dificultății izolării sale din materialele în care este conținut el a fost înlocuit cu oxidul de aluminiu sintetic.
- oxidul de aluminiu- sau alumina pură se obține din bauxită. Proporția de oxid de aluminiu este de 60-95%, putând atinge chiar 99,5%. Poate fi obținut în particule de diferite dimensiuni și reprezintă unul dintre cele mai importante materiale pentru prelucrare.
- granatul- se utilizează sub formă de discuri montate
- piatra ponce- material de origine vulcanică, poroasă, în funcție de granulație se utilizează ca abraziv sau material de lustruire
- kieselguhrul- este o rocă silicioasă rezultată din depunerile unor alge microscopice. Este un abraziv moale și un bun material de lustruire
- Tripoli- agent abraziv moale, se obține din roci poroase, provenite din nordul Africii. Intră în compoziția unor paste de lustruire și prelustruire, indicându- se pentru aliajele nobile.
- cuarțul- intră în compoziția pietrei Arkansas. Se mai folosește pentru obținerea hârtiei abrazive.
- carburile de siliciu și bor- sunt eficiente ca agenți de prelucrare, sub formă de pietre și discuri.
- diamantul- este cel mai dur și mai eficient dintre abrazivi. Se prezintă sub formă de așchii ce se utilizează la confecționarea frezelor, discurilor și pietrelor. Se poate utiliza și ca praf abraziv.

Factorii care influențează eficiența abrazivilor sunt: duritatea particulelor abrazive, forma particulelor abrazive, dimensiunea particulelor, proprietățile mecanice ale abrazivului, presiunea aplicată asupra abrazivului, proprietățile materialului asupra căruia se acționează.

Factorii care influențează viteza de abraziune sunt: dimensiunea particulelor de abraziv, presiunea exercitată asupra suprafeței de prelucrat, viteza de rotație a instrumentului.

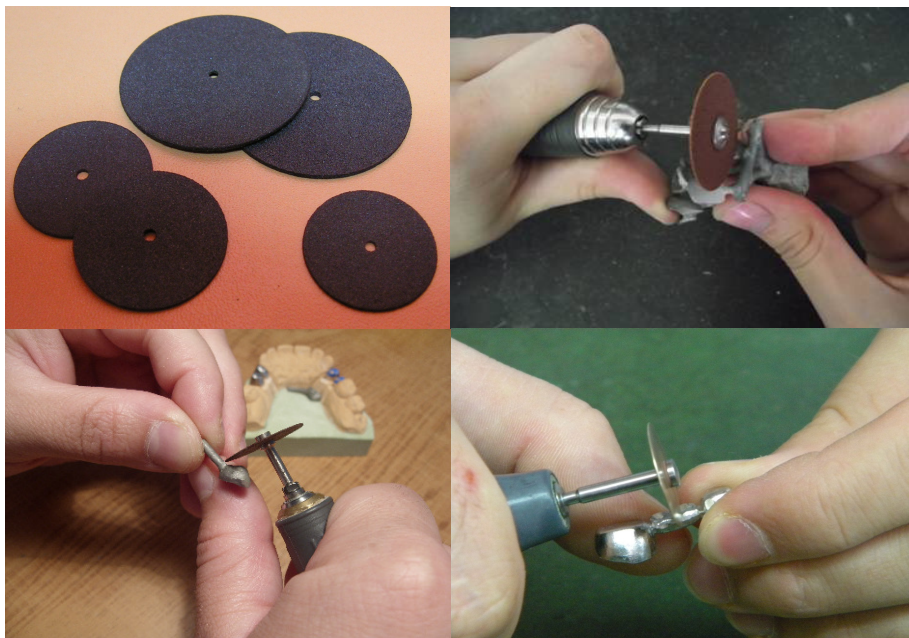


Figura 191. Discuri de diverse diametre, montabile/montate în mandrină și acțiunea lor.

Frezele diamantate convenționale prezintă un singur strat de particule diamantate. În vederea creșterii eficienței de prelucrare, au fost introduse frezele diamantate cu mai multe straturi de particule, caracterizate prin durabilitate crescută, generare mult scăzută de căldură, eficiență crescută, viteză de preparare crescută. Frezele diamantate sunt de diferite granulații, de obicei codate cu ajutorul culorilor și există într-o multitudine de forme, dintre care unele particulare, destinate unei acțiuni anume: periferia protezelor acrilice, fațete, suprafața ocluzală și a bazei dinților artificiali pentru proteze, suprafețe proximale, regiunea cervicală etc.

Un tip particular de freze diamantate sunt cele cu formare de noi fațete tăietoare, în timpul utilizării (Diabolo Bredent), uzura lor fiind uniformă și concentrică. Pentru îndepărtarea debrisurilor depuse pe instrument se utilizează un sistem special de curățare, pus la dispoziție de fabricant, care asigură menținerea performanței instrumentului. O varietate a sistemului Diabolo este FG-Diabolo (Bredent) pentru materiale dure și oxid de zirconiu.



Figura 192. Freze diamantate.

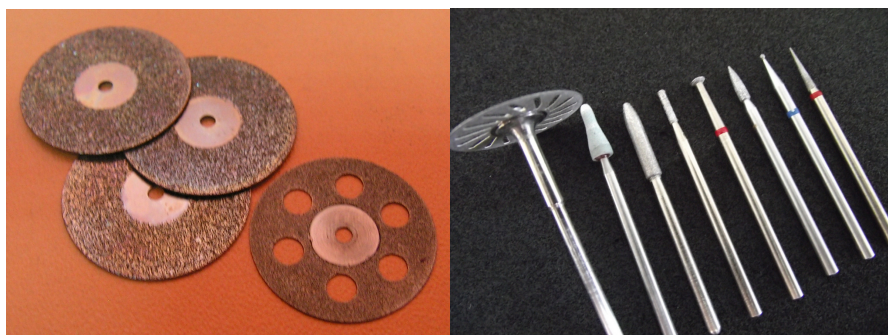


Figura 193. Discuri și freze diamantate.

Discurile diamantate au diverse configurații, putând fi fenestrate în diverse modalități, la nivelul circumferinței sau în interiorul discului. Fenestrările la nivelul circumferinței asigură o eficiență tăietoare mai mare, iar cele ale interiorului o răcire, flexibilitate și eficiență crescute. Ele pot fi

diamantate pe întreaga suprafață, pe o singură față sau pe ambele, doar la periferie etc. Granulația poate fi de diverse dimensiuni.

14.5 INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU LUSTRIRE

Lustruirea implică obținerea unor suprafețe netede strălucitoare. Cantitatea de substanță eliminată prin lustruire este foarte mică, grosimea stratului care se pierde nedepășind 5 μm. În acest scop se folosește instrumentar rotativ specific, cu extremitatea activă din gumă, fetru, pâslă, lână, piele, bumbac, perii, filțuri, în combinație sau nu cu prafuri sau paste abrazive. Acestea pot fi montate sau montabile în mandrină.

Gumele sunt de diferite forme și granulații, de obicei fiind împărțite în dure, medii, fine și codate pe culori. Ele au destinații speciale și anume: pentru aliaje prețioase, aliaje neprețioase: Cr-Co, titan, ceramică, acrilat, oxid de zirconiu etc.



Figura 194. Diverse gume, perie montată la micromotor și pastă pentru lustruit.

Periile pot fi din păr de animal sau sintetice și pot fi de diverse forme și durități. Forma periilor poate varia de la cilindrică, circulară, hexagonală (stea).

Instrumentele pentru lustruire existente pe piață sunt foarte variate și vor fi selecționate cu atenție în funcție de materialul asupra căruia acționează și de gradul de lustruire. Vitezele optime recomandate pentru lustruire sunt mai mari decât cele utilizate pentru abraziere.

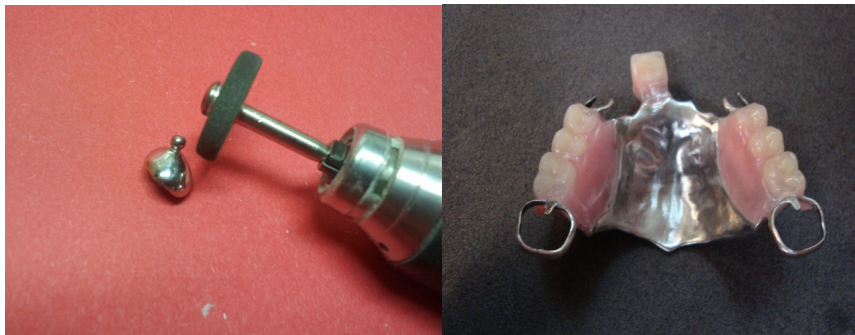


Figura 195. Suprafețe netede strălucitoare, obținute prin lustruire.



Figura 196. Finisarea și lustruirea ceramicii.

Ca materiale de lustruit se folosesc abrazivi cu granulație foarte fină:

- oxidul de fier (roșu de Paris)- este o pulbere fină de culoare roșie. Se utilizează de obicei sub formă de pastă și se poate folosi la impregnarea hârtiei sau pânzei.

- creta- este un carbonat de calciu precipitat
- calcarul vienez- se obține prin arderea dolomitului
- cenușa de os- rezultă din arderea oaselor
- osul sepie- se obține din carapace de sepie și scoici măcinate foarte fin
- oxidul de crom.

Se prezintă simple sau sub formă de amestecuri, sub formă de praf/pulbere sau pastă și se utilizează cu ajutorul periilor și roților/conurilor de filț, fetru, gumă, lână, bumbac.



Figura 197. Pulbere și pastă pentru lustruit.



Figura 198. Paste pentru lustruit, perii și roți.



Figura 199. Pulbere pentru lustruit și lustruirea suprafețelor metalice.

Lustruirea electrolică

Acest procedeu de lustruire a fost descoperit de P.A. Jaquet în 1929 și se utilizează pentru suprafețele metalice.

Sunt utilizate aparate de lustruire electrolică. Eșantionul care trebuie lustruit este plasat la anodul unei celule electrolitice ce mai dispune și de un catod, electrolitul fiind reprezentat de o soluție acidă.

Pentru obținerea unor rezultate optime sunt necesare anumite condiții:

- suprafața supusă lustruirii trebuie să fie perfect curată, deci bună conducătoare de electricitate
- tensiunea aplicată-12V, iar intensitatea curentului- 2-4 A. La intensități foarte mari ale curentului, baia poate începe să fiarbă, ceea ce are drept consecință eliminarea de straturi neregulate
- timpul de lucru trebuie astfel ales încât să asigure o lustruire cât mai bună și o dregosare cât mai redusă a materialului.

Mașinile pentru lustruit permit lustruirea scheletelor metalice ale protezelor mobilizabile, a punților din aliaje nenobile și titan. Utilizează granule de diferite dimensiuni, pentru prelustruire, lustruire de bază și lustruire finală. Aparatul produs de Bredent există în două variante: Quadro-finish, cu 4 recipiente pentru granule și Duo-finish, cu 2 recipiente.

Abrevieri

ADM	– aparat dento-maxilar
ATM	– articulație temporo-mandibulară
CAD/CAM	– computer aided design/computer aided manufacturing
DLP	– direct light processing/procesare cu lumina directă
DMLS	– direct metal laser melting/topire directă cu laser
EBM	– electron beam melting/topire cu fascicul de electroni
FDM	– fused deposition modelling/extruzia materialului termoplastic
PBF	– powder bed fusion
PEEK	– polieter eter cetonă
PEKK	– polieter cetonă cetonă
PJT	– photopolymer jetting/printare cu jet de fotopolimer
PMMA	– polimetacrilat de metil
RDC	– rășină diacrilică compozită
RPF	– restaurare protetică fixă
SLA	– stereolithography/stereolitografie
SLM	– selective laser melting/topire selectivă cu laser
SLS	– selective laser sintering/sinterizare selectivă cu laser
UV	– ultraviolet

Bibliografie

1. Abulius R. Utilizarea mașinii de frezat în protetica fixă pe implante, *Dentis* 5, 27-31, 2006
2. Abulius R. Utilizarea mașinii de frezat în protetica fixă pe implante, partea a II-a, *Dentis* 6, 21-24, 2007
3. Al Mortadi N., Jones Q., Eggbeer D., Lewis J., Williams R.J. Fabrication of a resin appliance with alloy components using digital technology without an analog impression. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 148, 862-867, 2015.
4. Alharbi N., Osman R., Wismeijer D. Effects of build direction on the mechanical properties of 3D-printed complete coverage interim dental restorations. *J. Prosthet. Dent.* 115, 760-767, 2016.
5. Alwan E.H., Sabiha M.K. Methods of additive manufacturing for dental Co-Cr alloys: Systematic review. *J. Techn.* 4, 80–85, 2022.
6. Andrews N., Vigoren G. Ergonomics: muscle fatigue, posture, magnification and illumination, *Compendium* 23, 3, 261-272, 2002.
7. Ardelean L. Instrumente și aparate în laboratorul de tehnică dentară, Ed. Victor Babeș, Timișoara, 2010
8. Ardelean L.C. Materiale utilizate în tehnica dentară, Ed. Victor Babeș, Timișoara, 2023.
9. Ardelean L., Bortun C., Podariu A., Rusu L. Manufacture of different types of thermoplastic, în *Thermoplastic-Composite Materials*, Ed. InTech Open, Croația, 25-48, 2012.
10. Ardelean L., Bortun C., Motoc M., Rusu L. Alternative technologies for dentures manufacturing using different types of resins, *Rev. Mater. Plast.* 47, 433-435, 2010.
11. Ardelean L., Reclaru L., Rusu L.C. Laser sintering technology for Co-Cr alloys, *Int. Poster J. Dent. Oral. Med.* 15, poster 635, 2013.
12. Ardelean L.C., Reclaru L., Bortun C.M., Ghiban B. Laser welding of different dental alloys în *Superalloys for Industry Applications*. Ed. InTech Open, Croația, 85-107, 2018.
13. Ardelean L.C., Țigmeanu C.V. Materiale dentare, Ed. Victor Babeș, Timișoara, 2024.
14. Ardelean L.C., Țigmeanu C.V. Instrumente și aparate în cabinetul de medicină dentară, Ed. Victor Babeș, Timișoara, 2024.
15. Ardelean L., Bortun C.M., Podariu A.C., Rusu L.C. Thermoplastic resins used in dentistry, în *Thermoplastic Elastomers*, Ed. InTech Open, Croația, 145-167, 2015.
16. Ardelean L., Bortun C.M., Podariu A.C., Rusu, L.C. Acrylates and their alternatives in dental applications, în *Acrylic Polymers in Healthcare*, Ed. InTech Open, Croația, 3-24, 2017.
17. Ardelean L.C., Rusu L.C., Jumanca D.E., Tigmeanu C.V, Novel prosthetic solutions for high-quality aesthetics, în *Human Teeth – From Function to Esthetics*, Ed. InTech Open, Anglia, 281-298, 2024.

18. Ardelean, L.C., Rusu L.C., Tigmeanu C.V., Negrutiu M.L., Pop, D.M. Advances in dentures- Novel polymeric materials and manufacturing technologies, în *Advances in Dentures – Prosthetic Solutions, Materials and Technologies*, Ed. InTech Open, Anglia, 79-92, 2024.
19. Arumugham, A.J. *CAD/CAM Laboratory Manual*, Ed. HarperCollins, USA, 2020.
20. Barazanchi A., Li K.C., Al-Amleh B., Lyons K., Waddell J.N. Adhesion of porcelain to three-dimensionally printed and soft milled Cobalt Chromium. *J. Prosthodont. Res.* 64, 120-127, 2020.
21. Barghi N. To silanate or not to silanate: making a clinical decision, *Compend. Contin. Educ. Dent.*, 21, 268-274, 2000.
22. Barghi N., Berry T. Chung C. Effects of timing and heat treatment of silanated porcelain on the bond strength, *J. Oral Rehabil.*, 27, 407-412, 2000.
23. Bălan S. Micșorarea numărului de arderi în cazul realizării unei punți totale din ceramică, *Tehnica Dentară*, 6, 1, 2007.
24. Benli, M., Eker-Gümüș, B., Kahraman, Y., Huck, O., Özcan, M. Can polylactic acid be a CAD/CAM material for provisional crown restorations in terms of fit and fracture strength? *Dent. Mater. J.* 40, 772-780, 2021.
25. Bibb R.J., Eggbeer D., Williams R. Rapid manufacture of removable partial denture frameworks. *Rapid Prototyp. J.* 12, 95-99, 2006.
26. Bibb R.J. Eggbeer D., Williams R., Woodward A. Trial fitting of a removable partial denture framework made using computer-aided design and rapid prototyping techniques. *Proc. Inst. Mech. Eng. H.* 220, 793-797, 2006.
27. Bilgin M.S., Erdem A., Aglarci O.S., Dilber E. Fabricating complete dentures with CAD/CAM and RP technologies. *J. Prosthodont.* 24, 576-579, 2015.
28. Bindl A., Mormann W.H. Clinical and SEM evaluation of all-ceramic chair-side CAD/CAM-generated partial crowns, *Eur. J. Oral. Sci.*, 111, 163-169, 2003.
29. Blatz M.B., Sadan A., Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature, *J. Prost. Dent.*, 89, 268-274, 2003.
30. Blokdyk, G. *3D Printing of Dental Devices*, 3rd ed, Ed. 5STARCOoks, Canada, 2022.
31. Bustrow R. Dioxid de zirconiu și galvanofoming, *Dentis*, 6, 41-50, 2007.
32. Camacho Presotto A.G., Cordeiro J.M., Camacho Presotto J.G., Cipriano Rangel E., Cristino da Cruz N., Landers R., Barão V.A.R., Ferraz Mesquita M. Feasibility of 3D printed Co–Cr alloy for dental prostheses applications. *J. Alloys Compd.* 862, 158171, 2021.
33. Chen H., Lee S.Y., Lin Y.M. Synthesis and formulation of PCL-based urethane acrylates for DLP 3D printers. *Polymers* 12, 1500, 2020.
34. Chen H., Yang X., Chen L., Wang Y., Sun Y. Application of FDM three-dimensional printing technology in the digital manufacture of custom edentulous mandible trays. *Sci. Rep.* 6, 19207, 2016.
35. Chen S.G., Yang J., Jia Y.G., Lu B., Ren L. TiO₂ and PEEK reinforced 3D printing PMMA composite resin for dental denture base applications. *Nanomaterials* 9, 1049, 2019.

36. Chludzinski M., dos Santos R.E., Churiaque C., Ortega-Iguña M., Sánchez-Amaya J.M. Pulsed laser welding applied to metallic materials- A material approach. *Metals* 11, 640, 2021.
37. Cobb D.S, Vargas M.A., Fridrich T.A., Bouschlicher M.R. Metal surface treatment: Characterization and effect on composite-to-metal bond strength, *Oper. Dent.*, 25, 427-433, 2000.
38. Deng Y., Li J., He Z., Hong J., Bao J. Urethane acrylate-based photosensitive resin for three-dimensional printing of stereolithographic elastomer. *J. Appl. Polym. Sci.* 137, 49294, 2020.
39. Desprez R. Modalități și remedii în procesul de ardere a ceramicilor, *Tehnica Dentară*, 24, 40-45, 2007.
40. Dikova, T. Production of high-quality temporary crowns and bridges by stereolithography. *Scr. Sci. Med. Dent.* 5, 33-38, 2019.
41. Doshi K.N., Sathe S., Dubey S.A., Bhojar A., Dhamande M., Jaiswal T. A comprehensive review on virtual articulators. *Cureus*. 16, e52554, 2024.
42. Dudkiewicz K., Łacinik S., Jedliński M., Janiszewska-Olszowska J., Grocholewicz K. A clinician's perspective on the accuracy of the shade determination of dental ceramics-A systematic review. *J. Pers. Med.* 14, 252, 2024.
43. Duret F., Blouin J.L., Duret B. CAD-CAM in dentistry. *J. Am. Dent. Assoc.* 117, 715-720, 1988.
44. Duret F., Preston J. CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr. Opin. Dent.* 1, 150-154, 1991.
45. Ernst K.K. Coroanele galvanice-cu siguranță, *Dentis*, 6, 15-19, 2007.
46. Ernst K.K.: Gram cu gram aur pur, *Dentis*, 5, 5-15, 2006.
47. Esgünoglu Çelik G., Balkaya M.C. Metal manufacturing techniques used in prosthetic dentistry, *Essent. Dent.* 2, 135-140, 2023.
48. Etemad-Shahidi Y., Qallandar O.B., Evenden J., Alifui-Segbaya F., Ahmed K.E. Accuracy of 3-dimensionally printed full-arch dental models: A systematic review. *J. Clin. Med.* 9, 3357, 2020.
49. Fasbinder D. Utilising lab-based CAD/CAM technology for metal-free ceramic restorations, *Dent. Today*, 22, 100-105, 2003.
50. Ferrari C. Culoarea- strigăt ce vine din interior, *Tehnica Dentară*, 6, 53-59, 2007.
51. Gerloczy P. Executarea coroanelor integral ceramice II, *Dentis*, 4, 24-27, 2005.
52. Giordano R. CAD/CAM: An overview of machines and materials. *J. Dent. Technol.* 9, 20-30, 2003.
53. Groth C., Kravitz N.D., Jones P.E., Graham J.W., Redmond W.R. Three-dimensional printing technology. *J. Clin. Orthod.* 48, 475-485, 2014.
54. Golden P.F The Lava CAD/CAM system- Advanced technology promises improved metal-free performance and esthetics, *Cont. Esth. Rest. Prod.*, 6, 84-87, 2002.
55. Greco G.B., Popi D., Di Stefano D.A. Accuracy of 3-dimensional printing of dental casts: A proposal for quality standardization. *J. Prosthet. Dent.* 127, 899-910, 2022.

56. Gronet P.M., Waskewicz G.A., Richardson C. Preformed acrylic cranial implants using fused deposition modeling: A clinical report. *J. Prosthet. Dent.* 90, 429-433, 2002.
57. Hada T., Kanazawa M., Iwaki M., Arakida T., Soeda Y., Katheng A., Otake R., Minakuchi S. Effect of printing direction on the accuracy of 3D-printed dentures using stereolithography technology. *Materials* 13, 3405, 2020.
58. Hansen S. Preparations for Cerec 3: Where are the limits? *Int. J. Comp. Dent.*, 3, 197-205, 2000.
59. Hazeveld A., Huddleston Slater J.J.R., Ren Y. Accuracy and reproducibility of dental replica models reconstructed by different rapid prototyping techniques. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 145, 108-115, 2014.
60. Herschdorfer L., Negreiros W., Gallucci G., Hamilton A. Comparison of the accuracy of implants placed with CAD-CAM surgical templates manufactured with various 3D printers: An in vitro study. *J. Prosthet. Dent.* 125. 905-910, 2020.
61. Hong M.H., Lee D.H., Hanawa T., Kwon T.Y. Comparison of microstructures and mechanical properties of 3 Cobalt-Chromium alloys fabricated with soft metal milling technology. *J. Prosthet. Dent.* 127, 489-496, 2022.
62. Hooper J.W.D. Vita Easyshade-mi-a atras atenția, *vita Info* 2.05, 3, 2005.
63. Hopp M., Brandner M. It started with a frog-The synopsis of electroforming, *Canadian J. Dent. Tech.*, 4, 60-62, 2000.
64. Hummel S.K., Pace L.L., Marker V.A. A comparison of two silicoating technologies, *J. Prosthodont.* 3, 108, 1999.
65. Indig B. Un nou concept despre camera de ardere a cuptoarelor pentru ceramică, *Tehnica Dentară*, 6, 1, 22-23, 2007.
66. Inokoshi M., Kanazawa M., Minakuchi S. Evaluation of a complete denture trial method applying rapid prototyping. *Dent. Mater. J.* 31, 40-46, 2012.
67. Janda R., Roulet J.F., Latta M., Dameneau G. Spark erosion as a metal/resin bonding system, *Dent. Mater.*, 23, 193/197, 2007.
68. Janda R., Roulet J.F., Wulf M., Tiller H.J.: Resin/resin bonding: A new adhesive technology, *J. Adh. Dent.*, 4, 299-308, 2002.
69. Janda R., Roulet J.F., Wulf M., Tiller H.J. A new adhesive technology for all-ceramics, *Dent. Mater.*, 19, 567-573, 2003.
70. Jo L.J. Spark erosion process: An overview, *J. Dent. Impl.* 1, 2-6, 2011.
71. Jokusch J., Öczan M. Additive manufacturing of dental polymers: An overview on processes, materials and applications. *Dent. Mater. J.* 39, 345-354, 2020.
72. Johnson T., Patrick G., Stokes C., Wildgoose D., Wood D. *Basics of Dental Technology*, 2nd ed, Ed. Wiley Blackwell, USA, 2015.
73. Juneja M., Thakur N., Kumar D., Gupta A., Bajwa B., Jindal P. Accuracy in dental surgical guide fabrication using different 3-D printing techniques. *Addit. Manuf.* 22, 243-255, 2018.
74. Kanazawa M., Iwaki M., Arakida T., Minakuchi S. Digital impression and jaw relation record for the fabrication of CAD/ CAM custom tray. *J. Prosthodont. Res.* 62, 509-513, 2018.

75. Kern M. CAD/CAM a fost doar începutul, *Cosmetic Dentistry*, 2, 27-31, 2009.
76. Kessler A., Hickel R., Reymus M. 3D Printing in dentistry-State of the art. *Oper. Dent.* 45, 30–40, 2020.
77. Kim H., Lee D., Young Lee S., Yang H., Park S.W., Lim H.P., Yun K.D., Park C. Denture flask fabrication using fused deposition modeling three-dimensional printing. *J. Prosthodont. Res.* 64, 231-234, 2020.
78. Kiss E. Cercon: o alternativă a ceramicii fără structură metalică, *Dentis*, 3, 28-30, 2004.
79. Koinig H. Estetica și funcționalitatea în funcție de specificul vârstei- a lucra cu cele 4 elemente- material, formă, culoare și lumină, *Tehnica Dentară*, 6, 24-26, 2007.
80. Krastev T., Payer M., Krastev Z., Pena Cardelles J.F., Vegh A., Banyai D., Geczi Z., Vegh D. The utilisation of CAD/CAM technology amongst Austrian dentists: A pilot study. *Int. Dent. J.* 73, 430-434, 2023.
81. Kusayanagi T., Maegawa S., Terauchi S., Hashimoto W., Kaneda S. A smartphone application for personalized tooth shade determination. *Diagnostics*, 13, 1969, 2023.
82. Lege Nr. 96 din 16 aprilie 2007 privind exercitarea profesiei de tehnician dentar, precum și înființarea, organizarea și funcționarea Ordinului Tehnicienilor dentari din România, *Stomatologia Privată Quo vadis?* 3, 15-22, 2007.
83. Levin R.P. Revolutionizing dentistry with advanced technology, *Synergy*, 24, 569-579, 2003.
84. Lin W.S., Harris B.T., Pellerito J., Morton D. Fabrication of an interim complete removable dental prosthesis with an in-office digital light processing three-dimensional printer: a proof-of-concept technique. *J. Prosthet. Dent.* 120, 331-334, 2018.
85. Lo Russo L., Lo Muzio, E., Troiano G., Salamini A., Zhurakivska K., Guida L. Accuracy of trial complete dentures fabricated by using fused deposition modeling 3-dimensional printing: An in vitro study. *J Prosthet. Dent.* S0022-3913, 416-419, 2021.
86. Maiti N., Mahapatra N., Patel D., Chanchad J., Saurabhshah A., Mahboob Rahaman S.K., Surana P. Application of CAD-CAM in dentistry. *Bioinformation.* 20, 547-550, 2024.
87. Masri R., Driscoll C. *Clinical Applications of Digital Dental Technology*, Wiley Blackwell, USA, 2023.
88. Matinlinna J., Lassila L.V.J., Ozcan M., Yli-Urpo A., Vallittu P.K. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry, *Int. J. Prosthodont.* 17, 155-164, 2004.
89. Matinlinna J., Areva S.J., Lassila L.V.J., Vallittu P.K. Characterization of siloxane films on titanium substrate derived from three aminosilanes, *Surf. Interface Anal.* 36, 1314-1322, 2004.
90. Matinlinna J., Lassila L.V.J., Kangasniemi I., Yli-Urpo A., Vallittu P.K. Shear bond strength of Bis-GMA and methacrylated dendrimer resins on silanized titanium substrate, *Dent. Mater.* 21, 287-296, 2005.

91. Matinlinna J., Lassila L.V.J., Kangasniemi I., Vallittu P.K. Isocyanato- and methacryloxysilanes promote Bis-GMA adhesion to titanium, *J. Dent. Res.* 84, 360-364, 2005.
92. Matinlinna J., Lassila L.V.J., Vallittu P.K. The effect of a novel silane blend sytem on resin bond strength to silica-coated Ti substrate, *J. Dent.* 34, 436-443, 2006.
93. Matinlinna J., Ozcan M., Lassila L.V.J., Vallittu P.K. The effect of a 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane and vinyltrisopropoxysilane blend and tris(3-trimethoxysilylpropyl)isocyanurate on the shear bond strength of composite resin to titanium metal, *Dent. Mater.* 20, 804-813, 2004.
94. Matinlinna J., Vallittu P.K. Silane based concepts on bonding resin composite to metal, *J. Contemp. Dent. Pract.* 8, 1-8, 2007.
95. de Matos J.D.M., Lopes G.R.S., Queiroz D.A., Nakano L.J.N., Ribeiro N.C.R., Barbosa A.B., Anami L.C., Bottino M.A. Dental ceramics: Fabrication methods and aesthetic characterization, *Coatings*, 12, 1228, 2022.
96. Molinero-Mourelle P., Canals S., Gómez-Polo M., Fernanda Solá-Ruiz M., del Río Highsmith J., Celemín Viñuela A., Solá-Ruiz M.F., Viñuela A.C. Polylactic acid as a material for three-dimensional printing of provisional restorations. *Int. J Prosthodont.* 31, 349-350, 2018.
97. Moraru E., Dontu G.O., Apostolescu T.C., Cartal L.A., Gramescu B., Dawod N. Aspects regarding subtractive and additive CAD-CAM processes applied in prosthetic dentistry, în *Innovations in Mechanical Engineering II. Lecture Notes in Mechanical Engineering*, Ed. Springer, Elveția, 91-102, 2023.
98. Mormann W.H., Brandestini M. Cerec-system: Computerized inlays, onlays and shell veneers. *Zahnärztl Mitt.* 77, 2400-2405, 1987.
99. Mormann W.H., Brandestini M., Lutz F. The Cerec-system: Computer assisted preparation of direct ceramic inlays in 1 setting. *Quintessenz.* 38;457-470, 1987.
100. Mormann W.H. The evolution of the Cerec system. *J. Am. Dent. Assoc.* 137, 7S-13S, 2006.
101. Morsy N., Holiel A.A. Color difference for shade determination with visual and instrumental methods: a systematic review and meta-analysis. *Syst. Rev.* 12, 95, 2023.
102. Muta S., Ikeda M., Nikaido T., Sayed M., Sadr A., Suzuki T., Tagami J. Chairside fabrication of provisional crowns on FDM 3D-printed PVA model. *J. Prosthodont. Res.* 64, 401-407, 2020.
103. Nakata T., Shimpo H., Okhubo C. Clasp fabrication using one-process molding by repeated laser sintering and high-speed milling. *J. Prosthodont. Res.* 61, 276-282, 2017.
104. Naranje N., Mohod S.C. Application of CAD/CAM technology in dentistry, *J. Res. Med. Dent. Sci.*, 10, 141-144, 2022.
105. Nayar S. *Dental Laboratory Procedures*, Ed. Elsevier, Olanda, 2021.
106. Nicholson J.W. Titanium alloys for dental implants: A review. *Prosthesis.* 2, 100-116, 2020.

107. Ngo T., Kashani A., Imbalzano G., Nguyen K., Hui D. Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. *Compos. Part B-Eng.* 143, 172-196, 2018.
108. Nold, J., Wesemann C., Rieg L., Binder L., Witkowski S., Spies B.C., Kohal R.J. Does printing orientation matter? In-vitro fracture strength of temporary fixed dental prostheses after a 1-Year simulation in the artificial mouth. *Materials*, 14, 259, 2021.
109. Nouri A., Rohani Shirvan A., Li Y., Wen C. Additive manufacturing of metallic and polymeric load-bearing biomaterials using laser powder bed fusion: A review. *J. Mater. Sci. Techn.* 94, 196-215, 2021.
110. Nouri A., Sola A. Electron beam melting in biomedical manufacturing. în *Metallic Biomaterials Processing and Medical Device Manufacturing*. Ed. Woodhead Publishing, Anglia, 271-314, 2020.
111. Novac A.C., Pop D.M., Tănase A., Zaharia C., Craciunescu E.L., Rominu M., Negrutiu M.L., Duma V.F., Sinescu C. The advantages of the implementation of digital flow in the working time management of dental prostheses restorations. *Rom. J. Oral Rehabil.* 15, 75-81, 2023.
112. Padrós R., Giner L., Herrero-Climent M., Falcao-Costa C., Ríos-Santos J.V., Gil F.J. Influence of the CAD-CAM systems on the marginal accuracy and mechanical properties of dental restorations. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 17, 4276, 2020.
113. Pan Y., Zhou C., Chen Y. A fast mask projection stereolithography process for fabricating digital models in minutes. *J. Manuf. Sci. Eng.* 134, 051011, 2012.
114. Panayotov I.V., Orti V., Cuisinier F., Yachouh J. Polyetheretherketone (PEEK) for medical applications. *J. Mater. Sci. Mater. Med.* 27, 118, 2016.
115. Parvizi A., Lindquist T., Schneider R., Williamson D., Boyer D., Dawson D.V. Comparison of the dimensional accuracy of injection-molded denture base materials to that of conventional pressure-pack acrylic resin, *J. Prosthodont.*, 13, 83-89, 2004.
116. Pătrașcu I., Bradu D., Ciocan L.T. Erori de sinterizare a maselor ceramice pe substratul metalic, *Tehnica Dentară.* 6, 28-30, 2007.
117. Peed E., Lee N. 3D printing, history of, în *Encyclopedia of Computer Graphics and Games*. Ed. Springer, Elveția, 26-33, 2024.
118. Perng R.L. A panorama of dental CAD-CAM restorative systems, *Compendium*, 26, 507-517, 2005.
119. Perveen A., Molardi C., Fornaini C. Applications of laser welding in dentistry: A state-of-the-art review. *Micromachines.* 9, 209, 2018.
120. Pesun S., Mazurat R. Bond strength of acrylic resin to cobalt-chromium alloy treated with the Silicoater MD and Kevloc systems, *JADC*, 64, 798-802, 1998.
121. Petri C., Semerean A., Nicoară A. Rezultatul estetic al utilizării sistemelor integral ceramice injectate, *Tehnica Dentară.* 6, 38-39, 2007.
122. Pfeiffer P. Conserving Silicoater treated surface with primers for use in adhesive prostheses, *ZWR.* 98, 665-669, 1989.

123. Piedra Cascon W., Revilla-León M. Digital workflow for the design and additively manufacture of a splinted framework and custom tray for the impression of multiple implants: A dental technique. *J. Prosthet. Dent.* 120, 805-811, 2018.
124. Piedra Cascon W., Parra Nunez A., Charlen Diez I., Revilla León M. Laboratory workflow to obtain long-term injected resin composite interim restorations from an additive manufactured esthetic diagnostic template. *J. Esthet. Restor. Dent.* 31, 13-19, 2019.
125. Pillai S., Upadhyay A., Khayambashi P., Farooq I., Sabri H., Tarar M., Lee K.T., Harb I., Zhou S., Wang Y., Tran S.D. Dental 3D-printing: Transferring art from the laboratories to the clinics. *Polymers.* 13, 157, 2021.
126. Pirozzi C., Franchitti S., Borrelli R., Diodati G., Vattasso G. Experimental study on the porosity of electron beam melting-manufactured Ti6Al4V, *J. Mater. Eng. Perform.* 28, 2649-2660, 2019.
127. Pop D.M., Rominu M., Topala F.I., Sinescu C., Dodenciu D., Rominu R.O., Ardelean L., Rusu L.C., Andoni M., Petrescu E.L., Negrutiu M.L. Laser weldings versus electrical weldings in dental technology. A a corrosion approach study, *Rev. Chim.* 62, 1203-1205, 2011.
128. Punga C. Sistemele de aspirație KaVo EWL, *Tehnica dentară.* 1, 24, 2002.
129. Rebong R.E., Stewart K.T., Utreja A., Ghoneima A.A. Accuracy of three-dimensional dental resin models created by fused deposition modeling, stereolithography, and Polyjet prototype technologies: A comparative study. *Angle Orthod.* 88, 363–369, 2018.
130. Reclaru L., Ardelean L., Rusu L., Sinescu C. Co-Cr material selection in prosthetic restoration: Laser sintering technology, *Solid State Phenom.* 188, 412-415, 2012.
131. Reclaru L., Susz C., Ardelean L. Laser beam welding, *TMJ,* 60, 1, 86-90, 2010.
132. Reclaru L., Ardelean L.C. Alternative processing techniques for CoCr dental alloys, în *Encyclopedia of Biomedical Engineering (Biomaterials: Science and Engineering)*, 1st ed., Ed. Elsevier, Olanda, 1-15, 2019.
133. Revilla-León M., Meyer M.J., Özcan M. Metal additive manufacturing technologies. *Int. J. Comput. Dent.* 22, 55–67, 2019.
134. Revilla-León M., Besné-Torre A., Sánchez-Rubio J.L., Fábrega, J.J., Özcan M. Digital tools and 3D printing technologies integrated into the workflow of restorative treatment: A clinical report. *J. Prosthet. Dent.* 121, 3-8, 2019.
135. Revilla-León M., Özcan M. Additive manufacturing technologies used for processing polymers: current status and potential application in prosthetic dentistry. *J. Prosthodont.* 28, 146-158, 2019.
136. Rexhepi I., Santilli M., D'Addazio G., Tafuri G., Manciocchi E., Caputi S., Sinjari B. Clinical applications and mechanical properties of CAD-CAM materials in restorative and prosthetic dentistry: A systematic review. *J. Funct. Biomater.* 14, 431, 2023.
137. Ringgenberg R.A. Aesthetics and biocompatibility: strong, electroformed, pure gold for PFM crown and bridges, *Dent. Today,* 19, 80-83, 2000.

138. Ruiz-López J., Perez M.M., Lucena C., Pulgar R., López-Toruño A., Tejada-Casado M., Ghinea R. . Visual and instrumental coverage error of two dental shade guides: an in vivo study. *Clin. Oral Invest.* 26, 5961-5968, 2022.
139. Rusu L.C., Ardelean L.C., Jitariu A.A., Miu C.A., Streian C.G. An insight into the structural diversity and clinical applicability of polyurethanes in biomedicine. *Polymers.* 12, 1197, 2020.
140. Saroa, S. 3D Printing in Dentistry, Ed. LAP Lambert Academic Publishing, Germania, 2022.
141. Schweiger J., Edelhoff D., Güth J.F. 3D printing in digital prosthetic dentistry: An overview of recent developments in additive manufacturing. *J. Clin. Med.* 10, 2010, 2021.
142. Schweiger J., Güth J.F., Erdelt K.J., Edelhoff D., Schubert O. Internal porosities, retentive force, and survival of cobalt-chromium alloy clasps fabricated by selective laser sintering. *J. Prosthodont. Res.* 64, 210-216, 2019.
143. Singh R., Singh R., Dureja J.S. Dental crowns by FDM assisted vapour smoothing and silicon moulding, în 3D Printing in Biomedical Engineering. *Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials.* Ed. Springer, Elveția, 231-250, 2020.
144. Sola A., Nouri A. Microstructural porosity in additive manufacturing: the formation and detection of pores in metal parts fabricated by powder bed fusion, *J. Adv. Manuf. Process.* 1, e10021, 2019.
145. Solaberrieta E., Minguez R., Barrenetxea L., Sierra E., Etxaniz O. Computer-aided dental prostheses construction using reverse engineering. *Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin.* 17, 1335-1346, 2014.
146. Sorensen J.A. The Lava all-ceramic sytem: CAD/CAM zirconia prosthodontics for the 21th Century. *Synergy*, 2, 3-6, 2003.
147. Spiegel M. Tehnica de presare și CAD/CAM- o simbioză, *Das Dental Labor*, 9, 4-14, 2009.
148. Stansbury J.W., Idacavage M.J. 3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities, *Dent. Mater.* 32, 54-64, 2016.
149. Stoian C., Ardelean L.C., Negrutiu M.L., Miclau M., Casut C., Sinescu C., Alexandratou A., Katsavrias A., Stoian A.D., Rominu M. Crystalline structure assessment of ceramic veneered Co-Cr-W dental alloy substructures obtained by selective laser melting-A pilot study. *Appl Sci.* 13, 8052, 2023.
150. Stoian C., Pop D.M., Manole M., Ardelean L.C., Caplar B.D., Togoe M.M., Stoian A.D., Sinescu C., Negrutiu M.L., Rominu M. mechanical assessment of metal structures of dental prostheses welded via various technologies, *Romanian J. Oral Rehab.* 16, 426- 432, 2024.
151. Suganna M., Kausher H., Tarek Ahmed S., Sultan Alharbi H., Faraj Alsubaie B., Ds A., Haleem S., Meer Rownaq Ali A.B. Contemporary evidence of CAD-CAM in dentistry: A systematic review. *Cureus.* 14, e31687, 2022.
152. Szalina L.A. Tehnologia executării protezelor termoplastice Flexite, *Dentis*, 4, 36, 2005.
153. Szalina L.A. Materiale termoplastice Flexite și indispensabilul injector R-3C, *Dentis*, 4, 20, 2005.

154. Tantray M. *Articulators Used in Dentistry*, LAP Lambert Academic Publishing, Germania, 2022.
155. Tian Y., Chen C., Xu X., Wang J., Hou X., Li K., Lu X., Shi H., Lee E.S., Jiang H.B. A review of 3D printing in dentistry: Technologies, affecting factors, and applications. *Scanning*, 2021, 9950131, 2021.
156. Tigmeanu C.V., Ardelean L.C., Rusu L.C., Negrutiu M.L. Additive manufactured polymers in dentistry, current state-of-the-art and future perspectives-A review. *Polymers*, 14, 3658, 2022.
157. Thilakumara I.P., Jayasinghe R.M., Wimalaratna A.A.A.K. *Dental Laboratory Instruments, A picture guide*, Ed. Sanmudra Book Publication, India, 2021.
158. Torabi K., Farjood E., Hamedani E. Rapid prototyping technologies and their applications in prosthodontics, a review of literature. *J. Dent.* 16, 1-9, 2015.
159. Torii M., Nakata T., Takahashi K., Kawamura N., Shimpo H., Ohkubo C. Fitness and retentive force of Cobalt-Chromium alloy clasps fabricates with repeated laser sintering and milling. *J. Prosthodont. Res.* 62, 342-346, 2018.
160. Turkyilmaz I., Wilkins G.N. 3D printing in dentistry - Exploring the new horizons. *J. Dent. Sci.* 16, 1037-1038, 2021.
161. Tzeng J.J., Yang T.S., Lee W.F., Chen H., Chang H.M. Mechanical properties and biocompatibility of urethane acrylate-based 3D-printed denture base resin. *Polymers*. 13, 822, 2021.
162. Vaezi M., Yang S. Extrusion-based additive manufacturing of PEEK for biomedical applications. *Virtual Phys. Prototyp.* 310, 123-135, 2015.
163. Vence B.S. Electroforming technology for galvanoceramic restorations, *J. Prosthet. Dent.* 77, 444-449, 1997.
164. Volkl L. Cercon- The all-ceramic CAM system by Degussa Dental, Quintessence. 52, 811-814, 2001.
165. Wendel B., Rietzel D., Kühnlein F., Feulner R., Hülder G., Schmachtenberg E. Additive processing of polymers. *Macromol. Mater. Eng.* 293, 799-809, 2008.
166. Wiedhahn K. Cerec 3 as the first step in digitizing the dental office, *Int. J. Comp. Dent.* 3, 67-71, 2000.
167. Williams R.J., Bibb R., Rafik T. A technique for fabricating patterns for removable partial denture frameworks using digitized casts and electronic surveying. *J. Prosthet. Dent.* 91, 85-88, 2004.
168. Wirz J., Hoffmann A. *Elektroforming in Restorative Dentistry*, Ed. Quintessence Publishing Co. Inc., USA, 2000.
169. Xing X., Hu Q., Liu Y., Wang Y., Cheng H. Comparative analysis of the surface properties and corrosion resistance of Co-Cr dental alloys fabricated by different methods. *J. Prosthet. Dent.* 127, 497, 2022.
170. https://en.wikipedia.org/wiki/Chuck_Hull [Accessed: 2025-01-08]
171. <https://www.aegisdentalnetwork.com/cced/2020/11/the-invention-of-3d-printing-and-its-impact-on-dentistry-an-interview-with-chuck-hull> [Accessed: 2025-01-08]
172. <https://www.guident.net/articles/prosthodontics/SPARK-EROSION-PROCESS--A-NEW-SPARK-IN-DENTISTRY...html> [Accessed: 2025-01-08]

173. <https://www.eos.info/about-us/what-we-do/sls> [Accessed: 2025-01-08]
174. <https://www.eos.info/about-us/what-we-do/dmls> [Accessed: 2025-01-08]
175. <https://www.element.com/nucleus/2016/dmls-vs-slm-3d-printing-for-metal-manufacturing> [Accessed: 2025-01-08]
176. <https://web.archive.org/web/20200205205135/http://www.arcam.com/technology/electron-beam-melting> [Accessed: 2025-01-08]
177. https://www.eos.info/content/blog/support-free-smart-fusion_ [Accessed: 2025-01-08]