

Laborator la disciplina  
**Obținerea pieselor turnate prin procedee speciale**  
**-O.P.T.P.S.-**

*LUCRAREA 1*

**TURNAREA ÎN ATMOSFERĂ INERTĂ A REPERELOR UTILIZATE ÎN TEHNICA STOMATOLOGICĂ**

**1. Scopul**

Cunoașterea tehnicilor de elaborare, retopire și turnare a metalelor și aliajelor utilizate în producerea reperelor utilizate în tehnica stomatologică, în cuptoare cu inducție cu atmosferă inertă sau depresurizată.

**2. Considerații teoretice generale**

Ritmul intens de dezvoltare și diversificare a producției de mașini și instalații medicale, stomatologice solicită industriei metalurgice nu numai o creștere cantitativă ci mai ales una calitativă a pieselor realizate din diverse metale și aliaje. Unele piese din aceste aliaje trebuie să aibă rezistențe mecanice de peste 250 daN/mm<sup>2</sup> cu regim de lucru în medii agresive și la temperaturi de aproximativ 1500-2000°C. În aceste condiții se ivește desigur necesitatea folosirii metodelor moderne de topire, care asigură îmbunătățirea calității aliajelor nu numai pe seama compoziției chimice, ci mai ales ca urmare a creșterii gradului de puritate și a finisării structurii cristaline a acestuia.

Dintre multiplele procedee de topire folosite în prezent, topirea prin inducție în atmosferă inertă sau depresurizată, a cunoscut o dezvoltare deosebită ca urmare a experienței bogate acumulate de-a lungul anilor prin exploatarea cuptoarelor electrice prin inducție ce funcționează la presiunea atmosferică și în prezența aerului din mediul ambiant.

Avantajele topirii în cuptoare electrice cu inducție cu atmosferă inertă sau depresurizată, sunt următoarele:

- permite degazarea metalului, separarea și îndepărtarea incluziunilor nemetalice, datorită menținerii și amestecării acestuia în atmosferă inertă sau depresurizată;
- realizează îndepărtarea prin evaporare a componentilor ușor fuzibili;
- oferă posibilitatea topirii aliajelor cu compoziție chimică complexă pe bază de materii prime greu fuzibile;
- productivitate mare;

- asigură turnarea unor piese de mare complexitate.

Există însă și o serie de dezavantaje, printre care pot fi enumerate:

- la contactul dintre metalul lichid și creuzetul cuptorului are loc micșorarea efectului de rafinare în vid, ca urmare a impurificării cu incluziuni nemetalice și gazoase;
- durabilitatea redusă a căptușelii creuzetelor înrăutățește condițiile de lucru și indicatorii tehnico-economici ai cuptorului;
- instalațiile sunt foarte complicate, au dimensiuni mari și un cost ridicat.

Prin această metodă se pot elabora cu succes: aliaje utilizate în tehnica dentară, oțeluri inoxidabile; oțeluri refractare; oțeluri și aliaje electrotehnice;

### 3. Modul de lucru

#### 3.1. Specificațiile echipamentului

În cadrul laboratorului se va utiliza pentru elaborare un echipament de turnare prin inducție cu incintă depresiurizată/controlată de argon - Enterprise UltraCast, ale cărui date tehnice sunt cuprinse în tabelul 1.

Acest sistem poate fi utilizat pentru turnarea tuturor metalelor și aliajelor, inclusiv titan, metale prețioase și neprețioase, detinând un bun control asupra pericolului oxidării.

Tehnologia nu folosește creuzete sau modele metalice. Injecția topiturii sub presiune conduce la turnări rapide, precise și repetabile.

Topirile se realizează fără forță centrifugală, lipsa acesteia însemnând de fapt eliminarea pierderilor de metal.

În figura 1 sunt prezentate comenzile principale ale UltraCast pentru partea din față a echipamentului:

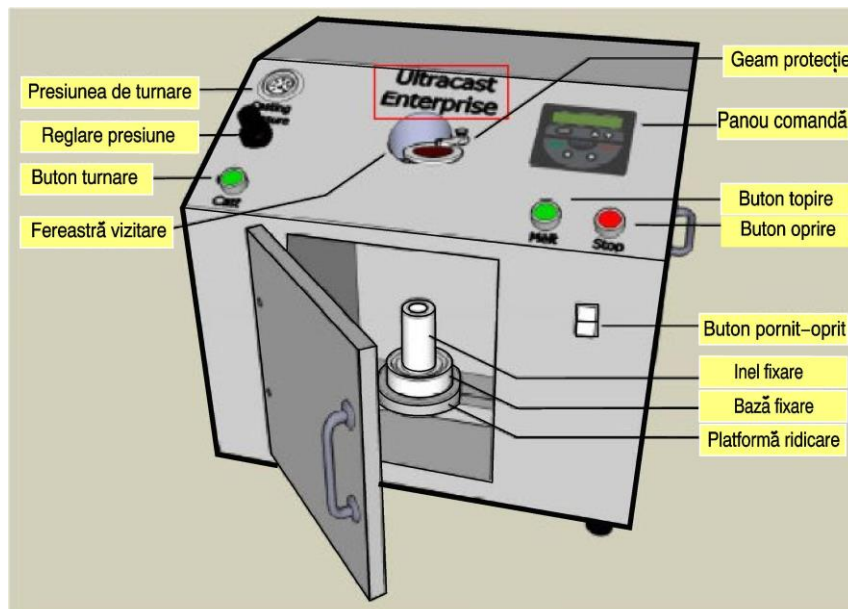


Figura 1. Butoanele de comandă pentru partea din față.

*Tabelul 1. Date tehnice*

Putere de alimentare	98 – 264 VAC (50Hz)
Curent maxim	22 <sup>a</sup>
Putere maximă	4.8 kVA
Sursă de gaz	Ar
Sistem de răcire	Apă
Timp de topire	2 min
Dimensiuni L/B/H	22x19x19 “
Greutate echipament fără apa de răcire	<56 kg
Greutate echipament cu apa de răcire	Aprox. 70 kg

Încălzirea se face rapid și în condiții de siguranță prin inducție de mare putere. Enterprise UltraCast are un sistem integrat de răcire care permite un număr de 15 topiri secvențiale la 100% (putere maxima). După un astfel de număr de cicluri de activitate trebuie efectuată o pauză a ciclului de lucru, astfel încât apa de răcire din rezervor să ajungă la temperatura camerei.

### **3.2. Considerații teoretice privind operațiile**

Sunt utilizați algoritmi avansați de control implementați într-un microprocesor pentru a controla debitul de argon, sistemul de vacuum, sistemul de topire sau de turnare și cel de presiune. Înainte de încălzire, microprocesorul realizează mai multe cicluri de purjare cu argon la joasă presiune și vid de mai multe ori pentru a se asigura că nu este prezent oxigenul în timpul turnării. Acest lucru asigură lipsa oxidării.

În figura de mai jos este prezentată schema tehnologică a echipamentului.

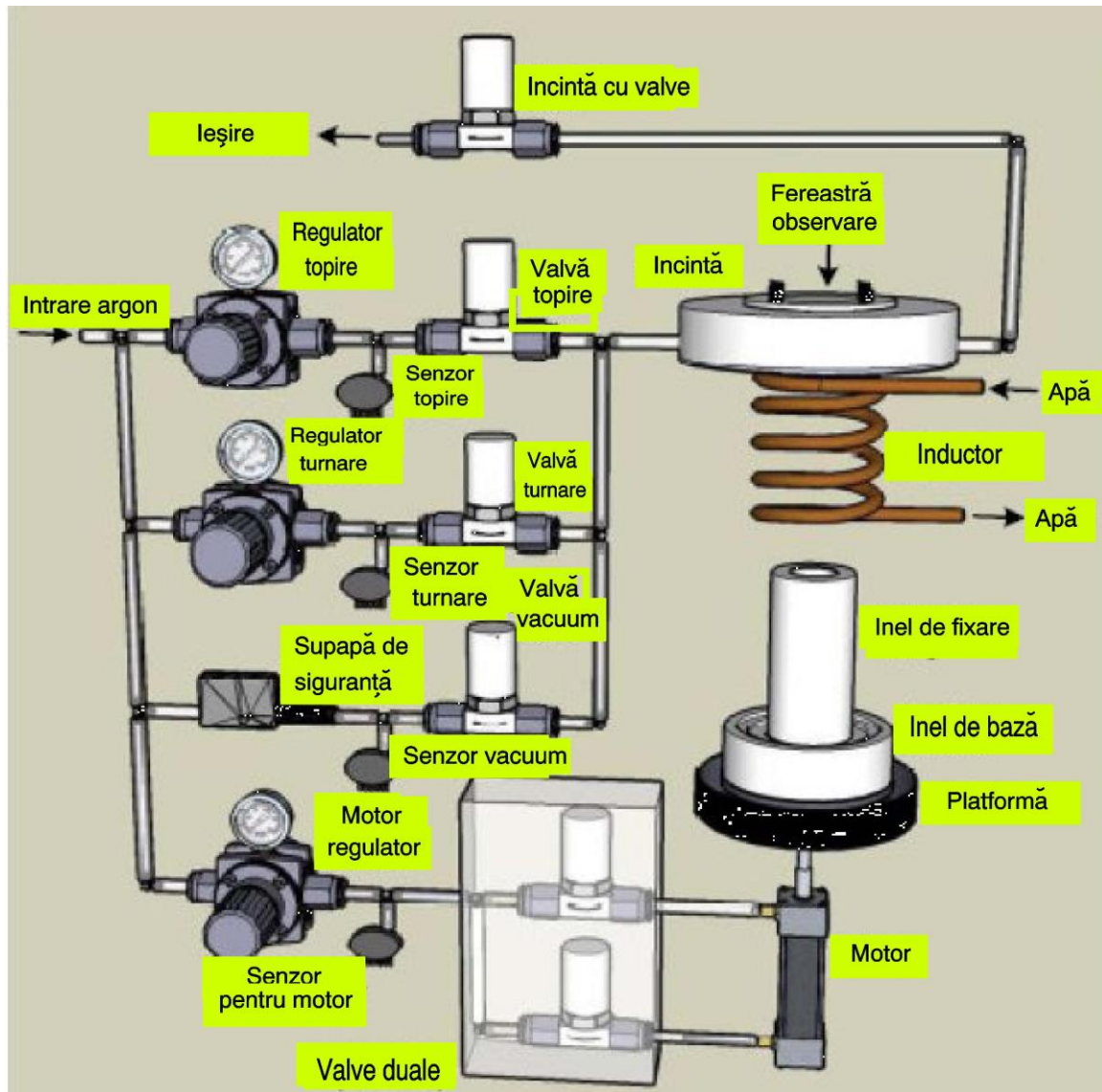


Figura 2. Schema tehnologică a echipamentului de turnare Enterprise UltraCast

După ce metalul este topit, echipamentul de turnare folosește noi valuri sub presiune de argon pentru a reduce oxidarea.

Presiunile motorului și de topire sunt setate din fabricație. Presiunea de turnare poate fi ajustată prin panoul frontal pentru a oferi turnări perfecte pentru mulaje de toate tipurile de metale. Toate presiunile de gaze sunt monitorizate de controale electronice sofisticate.

### 3.3 Realizarea creuzetelor și a formelor de turnare

Turnarea se realizează în forme unice, obținute din amestecuri de formare specifice fiecărui tip de aliaj elaborat. Aceste forme unice se obțin prin amestecul componentei solide refractare cu un liant lichid și turnarea într-o formă special proiectată în acest scop. (figura 3)

Pentru a putea fi utilizat, forma obținută se supune unui proces de sinterizare care să asigure rezistența necesară conducerii ulterioare în bune condiții a procesului de turnare.

În continuare este prezentat un exemplu de realizare a procesului de sinterizare:

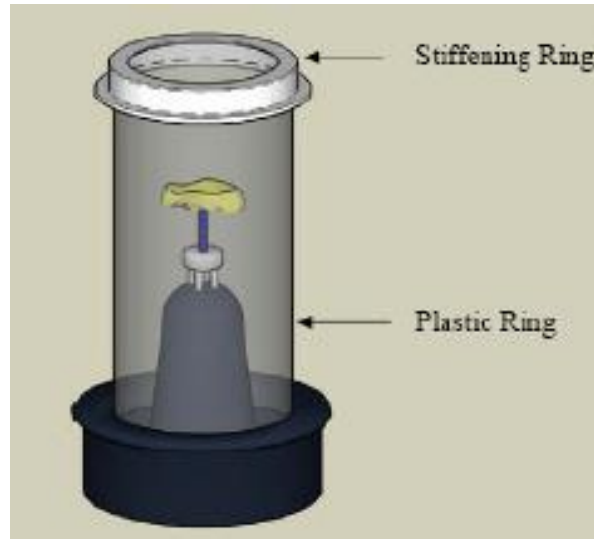


Figura 3. Formă de turnare

- forma obținută se introduce în cuptorul aflat la temperatura camerei (figura 5);
- se crește temperatura cu  $0,33\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{min}$  până la  $315\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- se menține temperatura la  $315\text{ }^{\circ}\text{C}$  pentru 30 de minute;
- se crește temperatura cu  $11\text{ }^{\circ}\text{C} / \text{min}$  până la  $870\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- se menține temperatura la  $870\text{ }^{\circ}\text{C}$  timp de 1 oră, plus 10 minute suplimentare pentru fiecare formă suplimentară (până la un maxim sau  $1 - \frac{1}{2}$  ore).

Procesul se conduce conform graficului de sinterizare prezentat în figura 4.

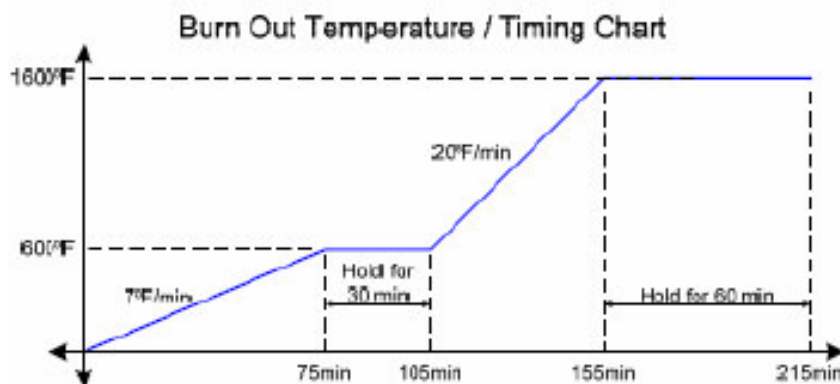


Figura 4. Grafic de sinterizare

În cazul în care cuptorul de ardere nu reglementează rampa de timp, se încălzește cât de lent este posibil până la  $315\text{ }^{\circ}\text{C}$  și se crește timpul de așteptare la 60 de minute.

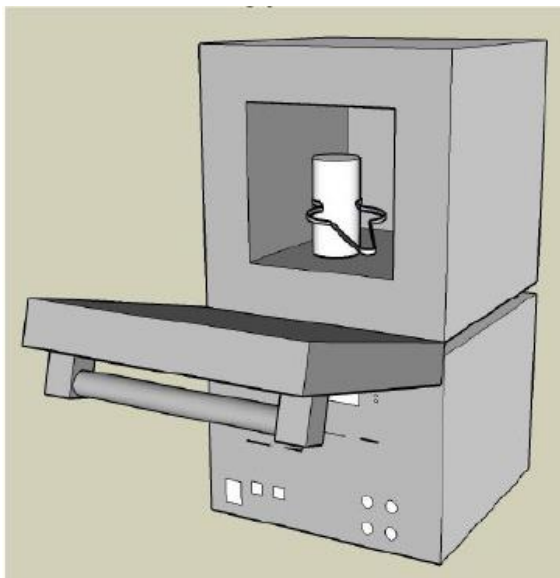


Figura 5. Modul de manipulare a formei în cuptorul de sinterizare

### 3.4. Modalități de control și operații

1. Se pornește echipamentul prin comutarea întrerupătorului de circuit pe ON (deplasat în sus). Acesta este plasat pe partea din spate a unității. Se rotește comutatorul ON-OFF pentru alimentarea sistemului.

Pe ecran va apare scris:

Inițializare

După 5 secunde de la inițializare

Enterprise  
Ultra Cast Rev-2.1

În acest timp partea de control intern rulează platforma în poziția cea mai joasă. În mod normal, platforma este în partea de jos după ultimul ciclu de operațiuni anterioare, astfel încât acesta va rămâne în acea poziție. Această acțiune este necesară pentru a garanta poziția de bază a platformei (de exemplu, după un eșec al presiunii gazului).

Este recomandată pornirea echipamentului Enterprise UltraCast cu ușa camerei închisă pentru a evita eventuala mișcare a platformei.

După inițializare, unitatea este gata pentru utilizare și pe ecran apar intermitent ambele ferestre:

Load Crucible (Încărcați creuzetul)  
Press Melt (Apăsați butonul Melt )

MELT = XX.X PSI  
Recommend (Recomandat)8-10 PSI

2. Se verifică presiunea de turnare: 30 psi (2 bar) pentru metale ne-prețioase, 25 psi (1,7 bar) pentru metale prețioase (aur, platină, argint, etc).

3. Pentru încărcare: se îndepărtează forma fierbinte din cuptorul de ardere. Se încarcă metalul brut în formă și se așează pe inelul de bază de poziționare. Se închide ușa.

4. Pentru topire: se apasă butonul MELT. Se monitorizează etapa de încălzire a metalului prin fereastra de vizualizare. Un obiectiv de protecție este prevăzut pentru a vizualiza în condiții de siguranță metalul topit. Atunci când metalul lichefiază, este gata de turnare.

Pe ecran va apare scris:

Raising platform  
(Ridicarea platformei)

După 2 secunde de ridicare

Platform is raised  
Successfully (Platforma a fost  
ridicată cu succes)

Și

X.X to Melt  
Vacuum = xxx mbar

Perioada de timp de 5 sec se scurge aici pentru pregătirea și stabilizarea mediului de gaz inert și vid. După 5 sec:

Increasing Pressure (creșterea  
presiunii)  
Time Left: X.X sec (timp rămas)

După 2 secunde controlul intern pornește etapa de încălzire.

MELTING X.X PSI (topirea)  
CAST when Ready (turnare când  
este gata)

6. Turnarea: se apasă butonul **Cast** când metalul este lichefiat. Enterprise UltraCast va turna automat folosind ca gaz de presiune argonul. Când turnarea este completă, platforma se va reveni în poziția inițială, iar materialul poate fi scos.

Apăsați butonul CAST

CASTING (turnarea) = XX Sec

Pressure (presiunea) = X.X PSI

Echipamentul Enterprise Ultracast oprește automat încălzirea și deasemenea automat va realiza turnarea sub presiune de argon. Atunci când turnarea este încheiată platforma se va retrage și suportul de material poate fi îndepărtat.

Lowering Platform (coborârea  
platformei )  
Caution Hot Crucible (**ATENȚIE**  
creuzet fierbinte )

După 2 secunde

Cast Complete (Turnarea  
completă)  
Caution Hot Crucible (**ATENȚIE**  
creuzet fierbinte )

Deschideți ușa și îndepărtați suportul de material.

Toate acțiunile, descrise mai sus, cu excepția plasamentului și a eliminării de suporturi de materiale sunt posibile numai prin ușa camerei închise. Orice încercare de folosire a echipamentului cu ușa deschisă duce la încetarea pasului curent (a procesului în desfășurare) și pornirea unui mesaj de alarmă:

**ALARM**

Chamber Door Open (Ușa incintei  
deschisă)

Lumina de alarmă roșie se aprinde și luminile butonului STOP se activează.

**NOTĂ!** După încetarea procesului platforma rulează până la poziția inferioară. În timpul mișcării sale butonul STOP și lumina de alarmă sunt pornite. Starea de alarmă poate fi anulată prin apăsarea butonului STOP după ce platforma ajunge în poziția de jos.

Procesul poate fi întrerupt în orice moment, dacă este necesar, prin apăsarea butonului STOP. După încetarea procesului platforma rulează în jos la cea mai redusă poziție (poziția de siguranță). Atunci când platforma este acolo, pe ecran se afișează:



Process is Canceled (Procesul a fost anulat)  
Caution Hot Crucible (**ATENȚIE** creuzet fierbinte )

În acest moment ușa camerei poate fi deschisă și se pot lua măsurile corespunzătoare pentru a rezolva problema apărută. Când se închide ușa, unitatea este gata de utilizare.

În cazul în care platforma nu este ridicată în timp de 5 secunde după apăsarea butonului MELT, unitatea termină procesul și următoarele mesaje de avertizare sunt afișate:

Platform is NOT  
Raising (Platforma nu se ridică)

Process is Canceled  
Caution Hot Crucible (Procesul a fost anulat )  
(**ATENȚIE** creuzet fierbinte )

Motivul ar putea fi presiunea slabă a gazului sau lipsa acestuia, sau lipsa suportului de material.

Uneori suportul de material ar putea fi plasat în mod greșit - excentric față de poziție sau într-o anumită pantă. UltraCast Enterprise are un sistem personal de blocare pentru siguranță cu scopul de a evita daunele echipamentelor și/sau a utilizatorilor. În acest caz, prin ridicarea platformei, unitatea detectează faptul că situația nu este în regulă și se termină procesul. Un mesaj de alarmă apare pe ecran:

**ALARM**  
Wrong Crucible Pos. (Poziția creuzetului greșită )

Deschideți ușa și rezolvați problema. Opriți alarma prin apăsarea butonului STOP.

### **3.5. Controlul procesului**

Afișajul panoului de control va indica nivelul de putere (0-100%) și timpul de turnare în secunde. Turnările normale folosesc puterea de 100% și 60 secunde timp de topire.

UltraCast Enterprise monitorizează următoarele presiuni:

- platforma - presiunea recomandată este de 40-45PSI (2,75 - 3,1 bar);
- turnare - presiunea recomandată este de 25-30PSI (1,7 - 2 bar);
- topire - presiunea recomandată este de 8-10PSI (0,55 - 0,7 bar).

În cazul în care presiunile de mai sus sunt în afara presiunii recomandate, echipamentul Enterprise UltraCast va indica un avertisment. Ecranul va afișa valorile normale și recomandate pentru acestea. Vor fi necesare ajustări de presiune pentru funcționarea normală a echipamentului.

UltraCast Enterprise va indica un avertisment în cazul în care debitul de apă este sub 0,4 GPM (<1,5 LPM). Butonul MELT (topește) nu va funcționa decât dacă fluxul de apă este mai mare de 0.4 GPM (> 1,5 LPM).

UltraCast Enterprise va indica un avertisment pentru înlocuirea garniturii de etanșare la fiecare 5 mulaje. În cazul în care garnitura este înlocuită, apăsați butonul STOP pentru a reseta avertizarea. Enterprise UltraCast se va opri în cazul în care temperatura apei de ieșire depășește 60 °C.

#### 4. Interpretarea rezultatelor

Pe parcursul elaborării studenții vor consemna ordinea de încărcare a componentelor, masa și modul de pregătire a acestora, temperaturile măsurate, compoziția chimică - înainte de corecție și după corecție (în cazul în care există și un aparat de analiză rapidă). Se cântărește cantitatea de aliaj obținută și se calculează indicele de scoatere (*I<sub>s</sub>*). Se fac aprecieri asupra pierderilor de material cauzate de vaporizarea și oxidarea elementelor de aliere, comparând compoziția chimică calculată cu compoziția chimică obținută prin analiza spectrală.

$$I_s = \frac{Q_f}{Q_i} \cdot 100 \quad [\%],$$

unde:  $Q_i$  – masa componentelor introduse, [g] ,

$Q_s$  – masa aliajului elaborat, [g].

În final, se analizează structura aliajului obținut și se identifică constituenții utilizând diagrama de echilibru termodinamic.