

UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ARTE BUCUREȘTI / Catedra de sculptură

ARTĂ și TEHNOLOGIE

Sculptura în bronz

**Despre
turnarea formelor
prin metoda cerii pierdute**

Lector Univ. Dr.
Elena Dumitrescu

București 2010

Mulțumim Universității Naționale de Arte București
pentru sprijinul acordat în realizarea acestei cărți.

Viziune editorială:

Elena Dumitrescu / Ovidiu Croitoru

procesare digitală:

Ovidiu Croitoru

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

DUMITRESCU, ELENA

**Artă și tehnologie : sculptura în bronz : despre turnarea
formelor prin metoda cerii pierdute** / Elena Dumitrescu. - București :
Editura UNARTE, 2010

ISBN 978-973-1922-79-9

730.023.3

Cuprins

Cuvânt înainte de Ioana Vlasiu

I Introducere /**9**

II Repere istorice /**11**

III Tehnologie /**23**

- realizarea negativelor (matrițe, șticluri, mulaje) /**30**
- elaborarea formei în ceară și a miezului acesteia, după caz /**43**
- formarea rețelei de canale pentru umplerea formei cu metal topit și de evacuare a gazelor din interiorul ei /**57**
- împachetarea formei în material refractar și pregătirea pentru turnare /**67**
- decerarea, uscarea, calcinarea formei /**72**
- tipuri de cuptoare de topit și turnarea bronzului în forme /**77**
- bronzul și aliajele sale /**93**
- cizelura și patina /**99**

IV Concluzii /**113**

V Indice de termeni /**115**

VI Bibliografie /**121**

Cuvânt înainte

La nici 40 de ani, Elena Dumitrescu este deja un nume cunoscut al sculpturii tinere românești, este lector la catedra de sculptură a Universității de arte București și, iată, este autoarea unui volum de inițiere în tehnica sculpturii în bronz.

Cartea aceasta reprezintă un decupaj, o parte din teza ei de doctorat, susținută nu de mult, care prezenta o diversitate problematică mult mai mare. În ceea ce mă privește nu le pot disocia. Exigentă cu sine, autoarea a selectat pentru tipar ceea ce a considerat că ar fi necesar astăzi tinerilor artiști să știe despre materia nobilă, clasică a bronzului și transformarea lui în operă de artă. Și-a delimitat zona de competență, cred, cu prea multă modestie, punând la dispoziția celor interesați o sumă de cunoștințe, un îndreptar, un manual de tehnică a turnării în bronz, tăind, aș zice fără milă, textul de față din discursul mai larg în care practica turnării, cu toate variantele și etapele ei își găsea locul. Această amputare are însă dublul avantaj al concentrării asupra unei probleme și al conciziei în expunere. Astfel de lucrări sunt rare, cum se vede și din bibliografia autoarei și se datorează mai degrabă unor tehnicieni, cu o perspectivă precis delimitată și inevitabil îngustă. Ori, aici avem de a face cu perspectiva unui artist pentru care tehnica nu este literă moartă, ci sursă inovatoare. Mi-a făcut plăcere să-l găsesc citat, tocmai în acest sens, pe Henri Focillon, considerat azi drept cel mai important istoric de artă francez din secolul trecut și, în același timp, cel care, prieten cu George Oprescu, Steriadi și alți români a făcut atât de mult pentru arta românească. Focillon spune că „tehnica e activă și vie”, cum inspirat citează Elena Dumitrescu, pentru că tehnica

e o sursă continuă de înnoire a formei și expresiei, convingere care a stat la baza multora dintre interpretările și analizele sale, ale artei medievale, extrem-orientale sau moderne. Sensibilizarea la aspectul tehnic al operei de artă a fost în egală măsură parte a pedagogiei lui Henri Focillon și a metodologiei sale ca istoric de artă, transmisă consecvent elevilor săi. Cu alte cuvinte tehnica nu se reduce la un set de rețete executate mecanic, ci este un câmp de cercetare infinit, care promite și oferă mereu deschideri noi, soluții inedite, chiar dacă principiile rămân aceleași. Sunt idei împărtășite și de Elena Dumitrescu. Scriind despre tehnologie, este mereu atentă la implicațiile ei artistice, așa cum în propria ei sculptură, ingeniozitatea și experimentul tehnologic se răsfrâng și se convertesc în valori stilistice originale. Cum a utilizat Elena Dumitrescu teracota și bronzul, cum a jonglat cu capacitatea de expresie și sugestie simbolică a materiei s-a putut vedea și admira în explorarea indirectă a corpului uman întreprinsă în ciclul de sculpturi "Veșminte".

Întregul proces tehnologic al turnării în bronz este disecat etapă cu etapă, cu semnalarea continuităților și inovațiilor de la o epocă la alta, variantelor posibile, rețetelor și materialelor. Observațiile de nuanță sunt de semnalat și reținut, testarea elementului tehnic și a corelativului său expresiv, a „întâmplării controlate” sunt urmărite în cele mai fine articulații.

Familiaritatea Elenei Dumitrescu cu mecanismele de producere a sculpturii în detaliile lor cele mai subtile vine din două direcții, cea a implicării directe, a tatonării aceluși loc în care individualitatea ei își poate găsi timbrul propriu în teritoriul accidentat, haotic al artei de azi, și cea a practicii restaurării sculpturii. Dacă imaginarul și spiritul inventiv sunt puse la încercare în primul caz, în ceea ce privește restaurarea este solicitată capacitatea de a observa, de a cerceta cu perseverență operele trecutului, de a descifra în fragmente distorsionate de uzura timpului întregul de altădată. Experiența italiană - Elena Dumitrescu a petrecut doi ani la Roma ca beneficiară a bursei Vasile Pârvan - i-a marcat profund devenirea artistică și profesională. Multiplele straturi culturale care fac din Italia un compendiu al istoriei sculpturii nu puteau decât să stârnească un interes pasionat și să ofere un material de studiu copleșitor prin prestigiul său istoric și artistic. Lumea antică, grecească și romană, prilejul atâtor reverii și revivaluri în spațiul european, devine și pentru Elena Dumitrescu un spațiu privilegiat. Performanța tehnică întâlnește perfecțiunea formală în cazul statuilor în bronz, de mari dimensiuni, dintre care autoarea a ales pentru teza ei câteva pentru a dezvolta studii de caz pertinente - Apollo Piombino, eroii de la Riace, Auriga din Delfi, calul cu călărețul copil de la cap Artemisium, Zeus de la Muzeul Național din Atena, Pugilistul de la Roma, caii de la San Marco. Toată această cercetare a presupus un efort de asimilare a unei bibliografii vaste și foarte specializate, îndeosebi arheologică și o capacitate de sinteză remarcabilă. Examinarea tehnică minuțioasă a lucrărilor nu s-a consumat doar în sine, ci i-a stimulat autoarea

apetitul pentru cunoașterea semnificațiilor operei de artă ca fapt de cultură și societate.

Spun toate acestea tocmai pentru a atrage atenția că textul de față este numai „vârful icebergului” unei cercetări mult mai vaste și mai ambițioase. Alegând să urmărească studierea tehnologiei bronzului de-a lungul parcursului ei multimilenar, Elena Dumitrescu s-a autoconstrâns cu entuziasm la un raccourci prin milenara istorie a sculpturii. Nu în ultimul rând dezinvoltura cu care se mișcă printre concepte și verva exprimării trebuiesc relevate într-o lucrare a unei sculptorițe, care, dacă un paragone modern și-ar mai avea sensul, ar avea cu siguranță ceva de spus în apărarea artei pe care o practică cu certă distincție.

Ioana Vlasiu

INTRODUCERE

Se cuvine de la început o lămurire asupra titlului sub care apare acest manual, pentru că în limbajul tehnic, de specialitate, nu găsim termeni specifici turnătoriei operelor de artă. Am optat în consecință, pentru varianta mai amplă a subtitlului pentru a sublinia, de la început, conținutul scrierii de față.

„Despre turnarea formelor” se referă în primul rând la turnarea volumelor în diversele aliaje ale cuprului, pe care noi le utilizăm astăzi și care apar sub numele generic de bronz sau alamă. Manualul își propune să explice studentului sau tânărului artist, metoda realizării unei forme direct în ceară sau transpunerea în ceară a unui volum realizat în alt material și pregătirea lui pentru turnarea în aliajul dorit.

Împachetarea prin metoda tradițională, descrisă aici, aduce în discuție prepararea materialului refractar pentru ambalarea formei create în ceară, folosind metoda clasică a prafului de cărămidă și a ipsosului, care este de asemenea una dintre cele mai vechi metode de ambalare a formelor ce se doresc a fi turnate în metal.

După cum se știe există și alte metode de a pregăti acest strat refractar, una la fel de veche fiind cea cu ajutorul pământului special pregătit în forme fixe, metodă descrisă de Profesorul Neculai Păduraru în teza sa de doctorat, precum și o altă metodă relativ recentă și mai costisitoare, cea a cojii ceramice. Ea impune folosirea unor materiale refractare mai moderne, uneori gata preparate, dar care trebuie să recunoaștem că reduce simțitor riscul eșecurilor de turnare și timpul de uscare a formei respective.

Cărțile despre tehnologia turnării prin metoda cerii pierdute sunt destul de rare și majoritatea sunt adaptate formelor strict tehnice, iar cele scrise de istoricii de artă sau arheologi descriu metode sumare de realizare a cerii pentru formele sculpturale, ele fiind practic incomplete din punct de

vedere tehnologic. De aceea am gândit conceperea unui manual care să le dea tinerilor o imagine mai unitară asupra acestei tehnologii specifice sculpturii.

Acest curs s-a născut firesc după terminarea tezei de doctorat și reia o parte din rezultatele cercetării prezentate în acea scriere. Am dorit în primul rând un reper teoretizat, întemeiat pe date istorice, argumente tehnologice și practice, pe care un tânăr care dorește să se inițieze în acest domeniu să-l poată avea ca punct de plecare în aprofundarea acestei tehnologii. De multe ori metoda de lucru abordată este cea care influențează finalitatea plastică a unei opere de artă, iar cunoașterea ei temeinică implică automat o diversificare a spectrului de virtuți plastice pe care materialul îl poate avea în confruntarea cu o anumită formă tridimensională. De aceea am conceput acest manual ca pe un reper argumentat, atât tehnic cât și plastic, prin experiențe personale și exemple reprezentative ale sculpturii universale, care să servească celor pasionați de lucrul cu acest material și să le poată fi de ajutor în dezvoltarea propriei metode de lucru.

Cursul se vrea o sistematizare a informației și a cunoștințelor unui domeniu specific sculpturii care necesită deopotrivă cunoștințe și abilități tehnice cât și performanțe și calități plastice.

Își propune ca obiective descrierea principalelor etape ale parcursului tehnic și plastic pe care o operă de artă le traversează până la forma finală, de la realizarea negativelor, importante pentru fidelitatea formei, folosirea corectă a cerii și a mijloacelor prin care se pot crea artificii plastice ce pot fi adaptate lucrării, apoi folosirea materialelor care pot constitui stratul termo-izolant în care se toarnă bronzul și nu în ultimul rând cizelarea și patinarea unei lucrări. Considerăm că aceste elemente, cu cât sunt mai bine însușite de către tânărul artist, cu atât rezultatele sale au o valoare plastică apreciabilă și o spectaculozitate unică.

Repere istorice

Turnarea metalului își are originea în industriile incipiente și artele civilizațiilor timpurii și este fundamentul pe care s-a construit ingineria modernă. Există doar presupuneri privind locul și perioada când a fost descoperită arta turnării, însă se știe că aceia care au dezvoltat această metodă au unit, într-o fericită combinație de știință, artă și experiențe, două importante meșteșuguri: olăritul și metalurgia.

Legătura strânsă între formarea matrițelor și ceramică dovedește o dezvoltare simultană a celor două meșteșuguri. Arta olăritului descoperă pământul potrivit pentru modelarea formei și a miezurilor și furnizează materia primă pentru obținerea creuzetului incipient sau a vasului în care se va topi metalul. Ea este considerată și acum piatra de temelie a meșteșugurilor, o descoperire de o mare importanță, plină de abilitate, ingeniozitate și deducție a omului primitiv. Luând în considerare insuficiența uneltelor și a materialelor, experiența omului simplu și educația lui în acele vremuri de mult apuse, putem concluziona că modelarea și turnarea cu materiale ușor fuzibile (ceara pierdută) poate fi socotită o realizare

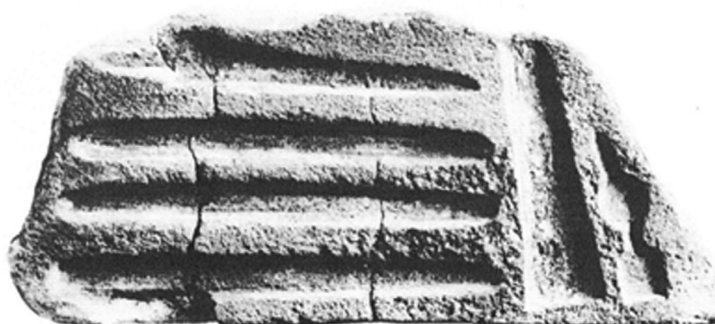


fig 1
Mulaj deschis din piatră.
Egipt, aprox. 2500 î.C.

majoră și importantă pe scara evoluției omului. Într-o singură operațiune, omul a descoperit ideea de materie vie, modelabilă, supusă și era suficient de inteligent să o folosească fără a distruge sau dezmembra matricea. Datorită contopirii metalurgiei și ceramicii, arta turnătoriei poate acum să perfecționeze materialele cu o viteză uimitoare. Doar insuficiența sau limitele echipamentului folosit de-a lungul istoriei și lipsurile în a aplica principiile de bază i-au întârziat pe cei ce practicau această tehnică să-și atingă uneori țelurile propuse.

Vestigiile arheologice ne arată că în Mesopotamia, cu 4000 de ani î.C. funcționa un foc pentru forja care reducea minereul topit fuzibil. Astfel arta turnării s-a născut accidental, prin combinarea chimiei metalului cu mecanica turnării în forme. Primele matrițe deschise au fost făcute din nisip sau pământ iar apoi au fost înlocuite cu mulaje permanente din lemn, piatră (fig.1) sau ipsos, facilitând astfel obținerea obiectelor.

Istoria turnătoriei începe plecând din Mesopotamia în Orient, apoi în bazinul Mediteranei, Europa și America. Tot din Mesopotamia, prin intermediul caravanelor sau a triburilor nomade, au fost aduse în India și China informații despre metalurgie. Astfel încât în anul 1500 î.c. în China epoca bronzului era în plin progres, cu o tehnică foarte dezvoltată în Valea Hwang. Foarte dezvoltată era și tehnica turnării cu mulaje fuzibile și mulaje acționate prin presare, închise sau matrițe realizate din piatră. Mărturie stau numeroasele statuete, podoabe, vase, oglinzi, clopote, arme și obiecte realizate din metal turnat. Deși în esență principiul este același, fiecare civilizație își dezvoltă propriile cuptoare pentru topit, adaptează materialele și materiile prime în funcție de zona geografică din care fac parte, nascocesc unelte specifice și potrivește aliajele topite pentru ca obiectele rezultate din turnare să fie mai rezistente și mai evaluate estetic, comparativ cu cele realizate până atunci.



fig 2

Statuetă egipteană datând din secolul VI î.C, turnată în bronz, realizată prin metoda cerii pierdute, având urmele miezului interior.

Această tehnică străveche care datează încă din a doua jumătate a mileniului al III-lea cunoaște evoluții începând cu epocile primitive, dar principiul tehnologic rămâne în esență același. Ea evoluează odată cu știința și tehnica, odată cu diversificarea metodelor și, lucrul cel mai important, apare odată cu abilitatea omului de a folosi focul, ca pe un instrument „fizic” în dezvoltarea tehnologică. Acestor abilități li s-au dat adesea rațiuni, legate de mituri și legende care explicau tehnologiile prin directă implicare a darului divin, Prometeus fiind divinitatea direct implicată în furnizarea acestei surse pe lângă alte personaje mitologice; fie legate de natură și fenomenele specifice ei, care, personificată adesea în sursele literare înlesnește, prin intermediul binefăcătoarei sale voințe, capacitatea omului de a beneficia de o tehnologie mai avansată. Nu în ultimul rând, există rațiunea evoluției firești a umanității, specie unică înzestrată cu abilități la fel de unice, care, forțată de împrejurări sau condusă de inteligența sa, ajunge în cele din urmă să stăpânească această descoperire.

Lucrețius atribuie descoperirea metalului și a caracteristicilor lui acțiunii forțelor naturii asupra metalelor în stare naturală, lucru pe care omul a încercat mai apoi să-l reproducă și să-l perfecționeze.

Încercările de a supune acest material au constat, se pare, în prelucrarea metalului nativ, găsit în zăcămintele, pe care oamenii îl ciocăneau și mai apoi îl topeau obținând din el așa numitele „lupe” din metal, cu un procentaj mai mare de material pur. Acest nivel poate fi asimilat cu stadiul incipient al metalurgiei care evoluează treptat prin asimilarea cunoștințelor legate de calitățile fizice ale metalelor descoperite și izolarea lor de restul zăcămintelor, precum și de găsirea, datorită hazardului sau întâmplării, de noi combinații de metale care nu existau în stare nativă, dar care aveau importante calități fizice, mecanice și plastice. Toate aceste etape sunt direct legate de evoluția capacității intelectuale a omului și de dorința sa de a progresa și a-și extinde cunoștințele despre metale și prelucrarea acestora.

Caracteristicile de maleabilitate și rezistență ale metalelor au primat în fața celor deținute de olărit descoperite anterior, la acestea adăugându-se calitatea de a se refolosi a materialului ceea ce a făcut ca, odată cu stăpânirea lui tehnologică, acesta să devină indispensabil vieții. Era folosit în aproape toate domeniile vieții cotidiene și de cult, la agricultură, construcții, în război și nu în ultimul rând ca decor sau podoabă.

Bronzul, format din alierea cuprului cu staniu, avea în fața fierului avantajul obținerii și prelucrării mai ușoare, rezistența la coroziune și un punct de topire mai scăzut decât cel al fierului, și de aceea a fost și este în continuare preferat pentru lucrările care erau expuse în aer liber și pentru cele care presupuneau forme complexe, volume mai complicate sau dimensiuni mai mari.

Primele încercări de turnare prin metoda cerii pierdute, sau cu materiale ușor fuzibile sunt atribuite egiptenilor (fig. 2), însă nu se poate vorbi

de o dezvoltare a acestei tehnici decât după ce aceasta a fost însușită și aprofundată de greci. Grecilor le este atribuită descoperirea turnării la scară largă a lucrărilor în bronz și, de asemenea, perfecționarea acestui procedeu prin intermediul „cerii pierdute”. Tot din antichitatea greacă provin și informațiile despre numeroasele surse de cupru din jurul bazinului mediteranean, insula Ciprului fiind una din cele mai importante, ea dând de altfel numele celei mai importante materii prime, cuprul- *cyprium aes*. Zincul, mai puțin la îndemână, era importat din Cornwall - Marea Britanie, sudul Turciei sau chiar Afganistan. Tot aceleași surse amintesc de centre de prelucrare a bronzului ce activau în epoca elenistică pe tot cuprinsul teritoriului grecesc (Rodos, Corfu, Atena, Nemeea, Pergam, Alexandria, Efes, Olimpia, Sardis, Demetria sau Kassope), precum și de o intensă circulație sau migrare a artiștilor către locurile unde existau comenzi, ceea



fig 3 Kylix, Muzeul de Stat din Berlin

ce ne face să deducem că, în ciuda cunoștințelor relativ reduse, producția lucrărilor în bronz era foarte frecventă.

Arheologia este cea care, pe lângă sursele literare, dă o serie de indicii importante despre cum arătau cuptoarele, cum erau turnate lucrările în antichitate și scoate la lumină uneltele folosite în metalurgia antică. Variatele metode de turnare sunt de asemenea amintite, precum și implicarea meșterilor și a sculptorilor în formarea mulajelor din piatră, ipsos sau pământ, sau a pozitelor din pământ sau ceară.

Secolul VI î.C. este socotit de învățați ca fiind apogeul nivelului de competență a acestei arte de a realiza sculpturi în bronz, iar acest meșteșug bine stăpânit rămâne pentru multe secole cea mai importantă ramură a artei grecești. Tot ce se va crea după această perioadă, va fi în mare măsură influențat de performanța și puterea de expresivitate a acestui material pe care grecii au reușit să-l exploateze la cote maxime.

O cupă de ceramică (kylix) din perioada clasică (fig. 3), datată 470-460 î.C., supranumită „vasul pictorului turnător” aflat acum la Muzeul de Stat din Berlin, ne înfățișează două registre remarcabile despre o turnătorie din Grecia antică. Doi bărbați topesc metalul pentru a lipi părțile unei lucrări, un băiat mânuiește foalele cuptorului, cei doi comanditari sunt detașați prin înfățișarea lor drapată și un al treilea (vizitator) privește procesul

tehnologic și este înfățișat ironic sprijinindu-se într-o unealtă.

Toate Personajele sunt înfățișate nude cu excepția comanditarilor, cei doi meșteri-sculptori au barbă, iar unul dintre ei poartă căciulă. Desenul arată cum se îmbinau părțile componente ale unei lucrări și, de asemenea, ne oferă o imagine destul de clară asupra uneltelor și a modalității prin care se realizau statuile, dat fiind faptul că pe pereții atelierului sunt înfățișate negative ale formelor precum și fragmente de corp uman, turnate, care așteptau probabil să fie asamblate.

Mare parte a bronzurilor grecești sunt cunoscute mai ales prin intermediul copiilor romane, copii realizate de cele mai multe ori în marmură. Acestea, pe lângă faptul că ne dau măsura remarcabilei performanțe tehnice la care se ajunsese, ne furnizează date despre frecvența lor în viața societății și, implicit, despre existența unei producții la scară largă a statuarii în bronz realizate prin această metodă.

Toate curente importante ale istoriei artei, renașterea, barocul, rococo-ul, art nouveau-ul și de asemenea o parte din arta începutului de secol XX, se vor folosi de experiența antichității și de expresivitatea acestui material pentru a-și defini coordonatele plastice specifice, dar o fac asimilând exemplul grecesc al performanțelor artistice.

În ceea ce privește existența și frecvența bronzului ca material folosit în figurarea sculpturală, datele arheologice, istorice și literare arată că, cel puțin de la începutul secolului V î.C., în Grecia Antică folosirea acestui tip de material pentru realizarea sculpturilor cu rol de cult, votiv, comemorativ și onorific devine un lucru foarte frecvent. Mărturie stau în acest sens multitudinea de copii din epoca romană, copii în marmură după sculpturile grecești ce încearcă să redea bogăția plastică a sculpturii în bronz.

Fie pentru deosebitele sale calități plastice care au impus treptat o educare și o cultivare a gustului artistic al claselor sociale, fie pentru că deschide posibilitatea evoluției principalelor tipuri ale formelor sculpturale, bronzul se impune ca unul dintre cele mai importante materiale ale sculpturii încă din epocile timpurii. De la cele mai vechi reprezentări până astăzi, sculptura monumentală ne-a oferit o mulțime de modele ale figurării ei aproape de necuprins, realizate în diverse materiale și asta gândind doar la exemplele vechiului teritoriu european, nemaivorbind de celelalte continente. Este materialul care a fost cel mai râvnit, dorit și frecvent utilizat pentru ridicarea sculpturii monumentale în antichitate și acesta este un indiciu important dacă dorim o garanție a capacității sale de a susține și a îmbogăți plasticitatea unei forme, de a-i releva toate atributele și calitățile suprafeței, de a da consistență sculpturală unui volum.

Lucrul important și de necontestat la o profundă analiză și înțelegere a mecanismelor care stau la baza realizării în tridimensional a lucrărilor de for public, a monumentelor comemorative și a altor tipuri de sculpturi este că bronzul ca material, poartă cu sine amprenta definirii acestor modele de reprezentare și este, fără îndoială, garanția reușitei estetice, plastice și nu

În ultimul rând tehnice a acestor figurări.

Sursele literare ale antichității vorbesc de mii de statui și monumente de bronz ridicate în sanctuare sau în diverse orașe ale imperiului. Dintre acestea astăzi mai stau mărturie doar câteva exemplare aparținând diverselor tipuri de reprezentări, sculpturi remarcabile pentru noi, care probabil erau destul de frecvente în vremea aceea și câteva ecouri ale acestora venite prin filiera romană a copiilor.

Relatarea călătoriei în Elada a lui Pausanias, poate cel mai cuprinzător compendiu de mărturii ale antichității, menționează despre numeroși sculptori și despre monumentele în bronz ale acestora ridicate pe cuprinsul Greciei, cât și despre modalitățile tehnice de realizare a lor. Plinius cel Bătrân, în *Naturalis Historia*, ne lasă de asemenea indicii despre prepararea cerii și a bronzului pentru turnat. S-a putut face și o cronologie a sculptorilor lumii grecești și a operelor lor, pe baza surselor literare ale antichității, ceea ce ne oferă o imagine destul de cuprinzătoare a volumului mare de monumente în bronz care existau în lumea antică sau care se ridicau în acea perioadă.



fig 4.

Exemple ale extensiilor plastice folosite în cazul lucrărilor de piatră, necesare susținerii volumelor respective.



fig 5.

Auriga din Delfi

În ciuda rezistenței și a remarcabilelor calități plastice, bronzul are un mare dezavantaj ca material și anume acela că se poate refolosi. Dezavantaj sau avantaj, ar spune alții! Cert este că în ceea ce privește numărul remarcabilelor realizări sculpturale care ar putea constitui exemple nu mai putem vorbi astăzi de o sumă, din cauza „avantajului” acestui material de a se putea remodela. Jefuite și topite apoi, sau pur și simplu topite din diverse rațiuni economice, politice sau militare, ele au stat mărturie pentru evoluția și stadiul de dezvoltare artistico-plastică și implicit nivelul cultural a unei națiuni sau a unei anumite perioade istorice.

Multe din operele de artă în bronz au fost distruse din cauza convertibilității acestui material sau au fost luate de romani, copiate și apoi distruse în timp din diverse alte motive.

Cele care au rămas spre exemplificare sunt destul de puține, iar copiile romane în marmură nu ne pot da cu certitudine o imagine fidelă a originalului

de bronz, pentru că piatra nu oferă o mobilitate fizică a volumelor în spațiu și presupune adaosuri volumetrice adiacente care sunt menite să susțină formele (fig.4).

Discobolul lui Miron, Doriforul lui Policlet, Apoxiomene al lui Lisip, Hermes cu Dionisos copil realizat de Praxiteles precum și multe alte sculpturi mai puțin celebre, au integrate în compoziție acele volume sub forma unui trunchi de copac ce are rol de întărire a masei la baza ei sau așa numitele proptețe între brațe și trunchi sau între degete. Aceste elemente cu certitudine nu existau la un original de bronz fiind extensii plastice menite să susțină volumele din piatră sau marmură.

În concluzie toate aceste fragmente ar trebui excluse la o analiză plastică a formei sculpturale și drept urmare ele pot pune o reală problemă în privința acurateții și fidelității copiei. O analiză plastică trebuie făcută cu această rezervă și nu putem exclude în consecință posibilitatea intervenției

la nivelul compoziției. Sigur că în cazul multora dintre copii se cunoaște faptul că ar fi existat un original de bronz iar în cazul altora doar se presupune că acesta ar fi existat.



Ceea ce este de remarcat este amploarea și performanța pe care această tehnologie a turnării bronzului le dezvoltă în decurs de câteva secole, dacă a făcut ca supra-dimensiunea să nu mai constituie un impediment în punerea în practică a ideilor sculpturale. Un exemplu remarcabil al tehnicii ajuns până astăzi la noi este personajul masculin Auriga (fig.5). Realizat în bronz, descoperit în sanctuarul lui Apollo din Delfi în 1869, se pare că aparținea unei cvadrigi și a fost oferit în cinstea unei victorii într-o cursă de care, în anul 476 î.C. de către Polyzalos din Gela. În situl arheologic, pe lângă fragmentele statuii, au mai fost descoperite rămășițele în bronz ale unui car, osia și jugul, fragmente ale cailor și fragmente ale unei mâini de copil, lucru ce i-a făcut pe

specialiști să deducă faptul că probabil scena înfățișa în mărime naturală o cvadrigă surprinsă chiar în momentul de start al unei curse. Nu intrăm aici în analiza datelor stilistice ale statuii ci doar o amintim pentru a sublinia performanța unică a tehnicii de realizare. Ceea ce este interesant și unic din acest punct de vedere este faptul că trupul statuii nu este modelat în lut și apoi turnat, ci este realizat din lemn după care se toarnă originalul de bronz, fiind și el la rândul lui împărțit în două elemente delimitate de centura de la brâu personajului. Celelalte elemente ale statuii sunt însă turnate prin metoda cerii pierdute și apoi asamblate.

Este unica statuie de dimensiunea aceasta care a ajuns la noi și care a fost mulată după un exemplar în lemn iar acest lucru poate indica faptul că, la timpul când statuia a fost executată, tehnica mulării cu forme de ipsos sau lut nu era așa de bine pusă la punct, și pentru o lucrare cu o astfel de dimensiune acest procedeu de turnare era unul care indica începuturile dezvoltării acestei tehnici. Este ceea ce putem deduce și din caracteristicile stilistice specifice formei care indică o perioadă de început a artei clasice grecești.

Un alt exemplu remarcabil și la fel de controversat este dat de cele două bronzuri descoperite la Riace, înfățișând doi luptători.(fig.6). Analizele stilistice aduc în discuție o teorie, cea a sculptorului Nigel Konstam¹ prin care atribuie realizarea celor două bronzuri de la Riace copierii formei direct după un model viu. Omului i se lua mulajul cu ghips, iar în negativul rezultat era direct așezată ceara. După obținerea pozitivului de ceară se făceau retușuri direct pe el. Ipoteza lui se bazează pe observarea atentă

fig 6.

"Eroii de la Riace" aflați astăzi în Muzeul Nazionale Reggio Calabria, Italia



1. Konstam Nigel, *Life Casting*, The Oxford Journal of Archaeology, 2002, (internet)

a tălpilor, a tendoanelor de la picioare, poziției degetelor mai ales a celui mic, ce sugerează prin forma lor presiunea greutateii corporale. Acest lucru nu este de regulă reprezentat în modelajul normal și direct al unei forme ci este mai degrabă un rezultat al mulării după un model viu. În sprijinul acestui argument aduce și faptul că grosimea celor două bronzuri este extrem de inegală, ceea ce vine în sprijinul ipotezei că modelele de ceară au fost intens lucrate direct prin adăugare sau scoatere (răzuire).

Dacă luăm în considerare această supoziție și luăm ca reală mărturia lui Plinius² prin care Lisip realizase nu mai puțin de 1500 de statui, iar fratele său Lysistratus din Siciona este consemnat ca primul care „a reprodus chipul omenesc în ghips folosindu-se chiar de față” și tot el a fost cel care a „găsit o cale de a face mulaje pornind de la statui” atunci putem avea o imagine a metodei prin care se realizau sculpturile și un argument în sprijinul unor producții atât de masive.

Spre deosebire de piatră în al cărei parcurs evolutiv putem observa etape și constata schimbări majore, în cazul bronzului asistăm, curios, la o dezvoltare aproape completă odată cu stăpânirea tehnologiei. Procesul perfecționat de sculptorii greci pentru turnarea prin metoda cerii pierdute este și astăzi același, pentru simplul fapt că nu se poate vorbi de o simplificare a lui sau de o modificare a tehnologiei. Probabil că tocmai această perfecționare timpurie a tehnicii a devenit mai ispititoare pentru figurarea sculpturii decât cea în marmură sau piatră, la aceasta adăugându-se faptul că bronzul permitea desfășurarea în spațiu a unei mai mari mobilități plastice a volumului pe care piatra o limita, datorită structurii și rezistenței sale.

La începutul anului 2007, am avut ocazia să văd la Florența, în Palatul Medici Ricardi, expus publicului, un atlet de bronz descoperit în largul insulei Losinj în Dalmația, în anul 1999 (fig.7). După o îndelungă și minuțioasă restaurare, s-a ajuns la concluzia că data aproximativ din anii 50-40 î.C. când la Roma domnea Cezar și era reprezentarea unui „Apoxyomenos”, un atlet realizat cu destul de mult timp în urmă după vestitul „Apoxyomenos” a lui Lisip, creat aproximativ în anul 325 î.C., cu vădite asemănări stilistice cu acesta din urmă. Trecând peste concluziile specialiștilor în ceea ce privește stilul abordat, ușor înclinat spre naturalism, statuia, ca de altfel și exemplarele bronzurilor de la Riace, e de o desăvârșită perfecțiune a tehnicii. Buzele și mameloanele sunt încrustate cu cupru (fig.8), iar ochii probabil că erau și ei la rândul lor din pietre semiprețioase, sticlă sau metal. Modelajul este remarcabil, iar volumele sunt atent proporționate. Aproape că orice comentariu plastic este de prisos pentru că forma vorbește prin ea însăși. Îmi pun adesea întrebarea în fața unei astfel de lucrări dacă nu a fost gândită special pentru acest material. Nu-mi pot imagina altul care să desăvârșască forma mai bine și nici care să aibă o expresivitate plastică atât de remarcabilă. În fața acestor „minuni” ale sculpturii mă întreb dacă bronzul se mai poate numi un material de transpunere! Cred totuși că nu

2. Plinius, *Naturalis Historia.*, cartea XXXV, pag. 149



fig. 7
Apoxyomenos



fig. 8
Detaliu

Întâmplător frecvența sculpturilor în bronz în antichitate era așa de mare, mai ales în lumea greacă, perioadă din care s-au păstrat destul de puține lucrări. Suntem înclinați să credem astăzi că au rămas cele mai reprezentative, dar probabil la vremea respectivă ele erau doar niște opere obișnuite. Desigur, bronzul era considerat un material dintre cele mai nobile având calități plastice remarcabile. Performanțele plastice la care ajunge portretistica romană sau statuara grecească în domeniul prelucrării bronzului sunt de neegalat până astăzi. Pe lângă valoarea plastică, remarcabilă este bogăția estetică și măiestria cu care artiștii-meșteri combinau suprafețele turnate cu alte metale (plumb, fier, cupru, aur, argint, sau cu pietre semiprețioase) prin intermediul intarsiei. Performanța era mare dacă stăm să ne gândim că se ajungea la simularea genelor cu ajutorul metalului, atent încastrat în volum. Aceste exemple nu au făcut altceva decât să-mi confirme faptul că există o varietate foarte mare de attribute plastice oferite de bronz ca material, attribute care de-a lungul istoriei sculpturii au fost dezvăluite, exploatate în toată expresivitatea și splendoarea lor, dar date uitării, așa cum se întâmplă deseori. Istoria artei ne furnizează exemple de netăgăduit în acest sens, iar în funcție de curente și perioade istorice, acest material

a fost fie exploatat la cote înalte, fie a căzut în desuetudine.

Mult timp consumatorul, privitorul și chiar creatorul de artă au gândit opera de artă în bronz ca pe ceva masiv, plin de robustețe, care asociază obiectul cu greutatea metalului. Bronzul a fost adesea confundat cu imaginea unui lucru masiv, greoi, chiar amorf, opac, ce absoarbe lumina, având, datorită consistenței lui, doar garanția perenității, dar nefiind apreciat pentru expresivitățile sale plastice nebănuite care puteau fi exploatate într-o formă sculpturală.

Monumentele epocilor totalitare sunt mărețe și masive, astfel încât să domine prin greutate și umplere până la refuz a spațiului, fără a ține cont că acest material permite o exploatare expresivă și în alte modalități și forme decât cele uzate ani de-a rândul de plasticieni. O lucrare în bronz era preferată uneia mai bine exprimată plastic în piatră sau alt material, fie și numai pentru faptul că bronzul folosit doar ca suport plastic era mai valoros, mai durabil ca material și mai admirat pentru rezistența la intemperiiile vremii.

Până la Brâncuși și Paciurea, în sculptura românească au fost aproape imperceptibile încercările de a da acestui material măsura expresivității sale maxime. Formele lui Brâncuși aduse la oglindire sau cele în care volumele patinate se completează cu strălucirile bronzului șlefuit, constituie un adevărat eveniment și marchează o evoluție importantă în manipularea performanțelor plastice ale unui material, pus în valoare de o formă sculpturală care-i susține pe deplin calitățile. Probabil că acesta este unul din momentele în care bronzul își recâștigă importanța meritată ca mijloc de exprimare plastică, iar formele sculpturale încep să fie gândite astfel încât expresivitatea lor maximă să fie în deplin echilibru cu expresivitatea plastică exprimată și susținută de bronz ca material.

Ceea ce este important de reținut este că bronzul este un material care este în special preferat de sculptorii modelatori, de cei care lucrează cu materia moale pentru a o încremeni apoi într-una solidă. Este un material care trece de la o materie incandescentă supusă cu ajutorul focului la una solidă, dură dar plastică, supusă cu ajutorul mâinilor creatorului.

Nu este un material cu care se lucrează ușor, dar dacă ajungi să îl cunoști bine se lasă lesne supus.

Se poate spune că este poate singurul material sculptural care îmbracă orice structură plastică, fie ea cât de precară, dându-i consistență fizică, datorită caracteristicilor lui. Este materialul care a fost cel mai râvnit, dorit și frecvent utilizat pentru ridicarea sculpturii monumentale în antichitate și acesta este un indiciu important dacă vrem o garanție a capacității sale de a susține și a îmbogăți plasticitatea unei forme, de-a releva toate atributele și calitățile suprafeței, de a da consistență sculpturală unui volum.

Interesant este că bronzul are un parcurs clar și un timp de prelucrare care nu poate fi substituit în nici un fel. Deci față de alte metode de realizare a unei opere, realizarea unui volum în bronz este una destul de anevoioasă,

dificilă chiar, și se face exclusiv cu implicarea directă a artistului sau tehnicianului, fără ca etapele să fie substituite de mașini sau tehnologii moderne, poate doar în cazul realizării crustei ceramice. De aceea mi se pare important ca toate aceste etape să fie bine însușite de tinerii artiști sau măcar bine cunoscute, dacă implicarea lor nu este directă, pentru a ști cum se poate realiza forma pentru a fi apoi lesne obținută în bronz.

Tehnologie

„Cire perdue”, „lost wax” sau „ceară pierdută”, termeni pe care îi întâlnim destul de frecvent în cărțile ce au ca subiect sculptura, atunci când se vorbește despre tehnica realizării bronzului, este una dintre cele mai vechi tehnici sculpturale cu performanțe remarcabile la fel de vechi și ele.

Constă în modelarea unei forme în ceară, acoperirea ei cu un strat de material refractar, coacerea ei și mai apoi turnarea bronzului în interiorul ei în locul cerii care la temperatură ridicată se topește lăsând loc metalului. Desigur că materialele refractare care înveleau această formă de ceară au suferit modificări de-a lungul epocilor din diverse rațiuni (geografice, economice), dar în esență compoziția este cea bazată pe pământuri arse și refolosite cărora li se adaugă un liant, cel mai adesea fiind ipsosul.

Metalele topite și turnate, întrebuințate încă din cele mai vechi timpuri erau de cele mai multe ori maleabile (aur, argint, plumb, cupru cu aliajele sale), iar prelucrarea acestor metale presupunea cunoaștere și îndemânare, fiind în același timp o operațiune plină de secrete ce determinau reușita unei forme.

Pentru o mai bună înțelegere a complexității acțiunilor care au ca scop realizarea unei forme în bronz și pentru a sublinia importanța acestui material ca principal mijloc de expresie plastică a formelor tridimensionale și nu numai, am decis ca folosindu-mă de propria-mi experiență, alături de asimilarea evoluțiilor istorice ale metodelor folosite, împreună cu experiența sintetizată a celor care au fost atrași de această tehnologie precum și a datelor științifice moderne, să ofer în capitolele ce urmează o viziune cât mai clară asupra etapelor ce trebuie parcurse pentru realizarea unei forme în bronz.

Așadar, voi descrie toate etapele pe care o formă trebuie să le parcurgă pentru a se naște din nou în bronz, la care voi adăuga o serie de argumentații în favoarea unui anumit procedeu sau manieră de lucru ce desăvârșește limbajul plastic al formei.

Înainte de a începe, trebuie să subliniez faptul că aceste etape, cu foarte

mici excepții, au rămas aceleași din antichitate, pentru simplul fapt că nu a mai fost nimic de schimbat în ceea ce privește metoda. Doar dezvoltarea industrială a epocii moderne a făcut ca performanțele tehnice sau randamentul să fie mai mare, iar descoperirea de noi materiale fuzibile sau de noi pământuri, nisipuri sau lianți chimici să determine o reducere a marjei de eroare la nivelul formei turnate.

În concluzie, după ce artiștii au dat formei lor „întreaga desăvârșire pe care le-o îngăduie arta și cunoștințele lor,”³ purced la:

- realizarea negativelor (matrițelor, știclurilor, mulajelor)
- elaborarea formei în ceară și a miezului acesteia, după caz
- formarea rețelei de canale pentru umplerea formei cu metal topit și de evacuare a gazelor din interiorul ei

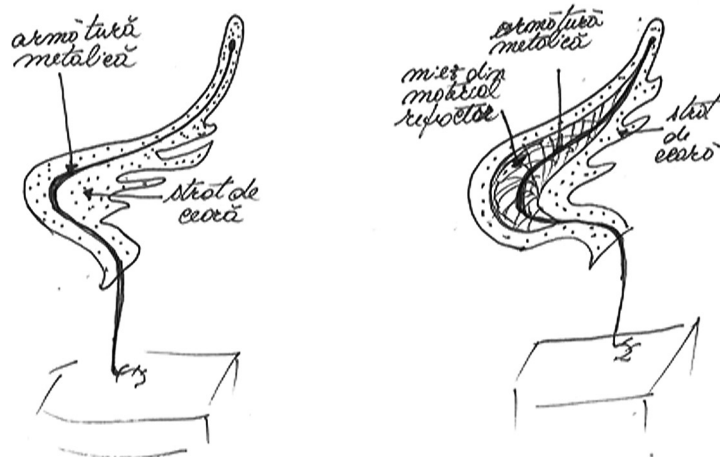


fig. 9

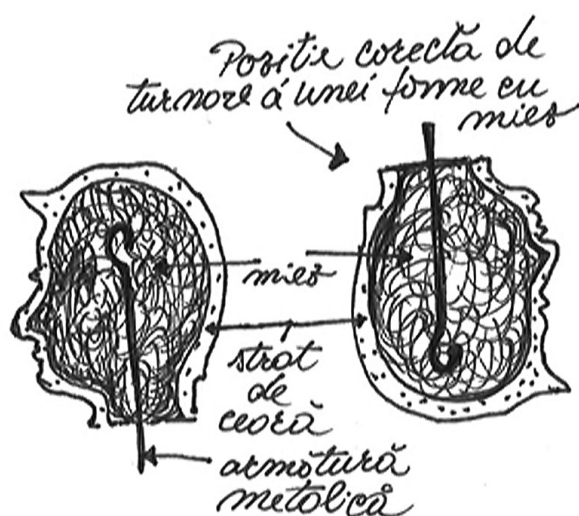


fig. 10

3. Vasari Giorgio, *Viețile celor mai de seamă pictori, sculptori și arhitecți*, Editura Meridiane, București, 1962, Vol. I, cap. al IV-lea, pag. 102

3. Vasari Giorgio, *Viețile celor mai de seamă pictori, sculptori și arhitecți*, Editura Meridiane, București, 1962, Vol. I, cap. al IV-lea, pag. 102

- împachetarea formei în material refractar și pregătirea pentru turnare
- uscarea, calcinarea formei
- turnarea bronzului sau a aliajelor cuprului
- analiza tipurilor de cuptoare de topit și turnarea bronzului în forme
- cizelura și patina formei turnate

Există o multitudine de forme care se pot turna în bronz, dar pentru a ușura înțelegerea tehnicii, am ales să le împart în două categorii:

Prima se referă la cele modelate în lut, realizate în ipsos, ceramică, plastic sticlă, fier, sau orice alt material, iar cea de a doua categorie este alcătuită din formele modelate direct în ceară.

Pentru prima categorie trebuie realizat un negativ al formei respective în care ceara să fie așezată (modul cum se realizează acesta îl voi descrie în capitolul imediat următor). Odată obținut, în negativul formei se depune ceară cu ajutorul pensulei sau prin barbotinare obținând astfel originalul formei noastre în ceară. I se toarnă un miez, dacă are nevoie, din material refractar, înainte de a scoate forma din negativ, sau se scoate cu grijă din negativ, dacă forma este mai mică, mai simplă și mai ușor manipulabilă și se purcede la împachetarea ei în materialul preparat în acest scop, rezistent la foc.

Dacă dorim ca forma noastră să fie realizată direct din ceară, atunci fie că vom construi o armătură din sârmă de cupru sau alamă pe care o vom lăsa în interiorul ei și vom modela ceara pe ea în cazul formelor subțiri, fie vom construi un miez din material refractar în cazul formelor mai groase (fig 9). Acest miez, care ar fi de preferat să aibă și el o armătură de sârmă, chiar dacă este suficient de gros, se construiește cu o formă aproximativ apropiată de forma dorită și se acoperă cu ceară. Primul strat se depune de regulă imersând miezul într-o baie de ceară pentru a fi integral acoperit după care se modelează suprafața după cum se dorește, păstrând în permanență o grosime egală a cerii pe toată suprafața obiectului.

Obiectului de ceară modelat, curățat și pregătit pentru turnat i se adaugă o rețea de canale de umplere, pe unde va intra bronzul, și de aerisire, pe unde vor ieși gazele din interiorul formei, rețea realizată tot din ceară în forme speciale. O regulă destul de importantă în cazul formelor cu miez este aceea ca ele să se toarne cu partea în care miezul are contact cu exteriorul formei în sus (fig.10). Dacă avem o formă al cărei miez nu are contact cu exteriorul, atunci trebuie să găsim o posibilitate de a perfora forma pentru a-i face o legătură cu exteriorul, ca gazele acumulate în materialul miezului să poată ieși prin această legătură în exterior și nu să se acumuleze în interiorul formei și să producă defecte ale acesteia.

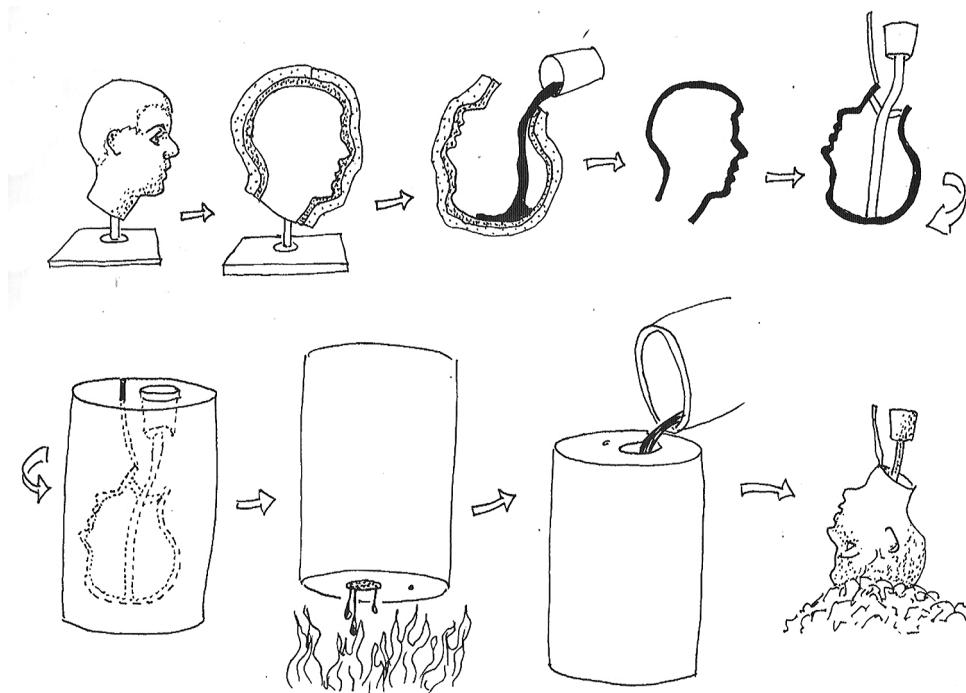
Deci avem forma noastră cu miezul în sus pe care se împletește o întreagă rețea de canale de umplere și aerisire. După această etapă, se acoperă forma cu o compoziție de material refractar cu diferite granulații, primul strat fiind foarte fin ca să copieze bine detaliile, apoi granulația materialului

crescând treptat pe măsură ce ne îndepărtăm de suprafața lucrării. După ce forma a fost integral acoperită dându-i-se o grosime considerabilă și rezistentă, se bagă la un cuptor de uscare în care ceara se topește și o parte curge din formă iar restul se arde, deci se pierde, de unde și numele metodei de lucru, „ceară pierdută”. Apa iese și ea din formă, iar aceasta se usucă foarte bine la o temperatură ce poate ajunge până la 700° C, în cazul formelor mari.

După ce calcinarea a fost realizată, se lasă forma să se răcească treptat apoi se introduce într-o groapă în care este acoperită cu nisip sau pământ nisipos până la nivelul superior unde există gurile de turnare și de aerisire, ce vor fi lăsate libere și ferite de praf sau alte particole care să cadă în interiorul formei calcinate. Între timp, se topește metalul într-un cuptor special, iar când acesta este gata se toarnă în forma calcinată, care ar fi de preferat să fie caldă, pentru ca metalul incandescent să nu sufere o diferență foarte bruscă de temperatură la contactul cu materialul formei. Se scoate după o zi sau după câteva ore dacă forma nu este prea mare, se curăță de materialul refractar și apoi se cizelează și patinează. Acesta este, în mod succint, parcursul tehnologic al unei forme ce urmează a fi realizate în bronz (fig 11).

Am să amintesc în cele ce urmează tot din rațiuni tehnice, câteva considerente asupra cercetărilor istorice ce au fost întreprinse în cursul timpului pentru a face cunoscute și celor tineri termenii și modalitățile de

fig. 11 Etapele realizării unei lucrări în ceară



pregătire a unei forme și în epoci ceva mai îndepărtate decât cea în care ne aflăm.

Sean Hemingway⁴, arheolog, în cercetările sale asupra monumentelor în bronz din epoca elenistică, notează trei modalități de realizare a unei forme la ceară pierdută. Procedul pe care el îl numește „direct” implică turnarea formelor de ceară pline, fără miez sau găuri, turnate în matrițe și întrebuițate de obicei pentru obiecte cu dimensiuni mici. A doua modalitate, inclusă de Sean Hemingway tot în acest procedeu „direct”, consta în modelarea formelor direct în ceară. Sculptorii antichității modelau o formă în pământ apropiată de forma sculpturii dorite, cu o armătură solidă în interior și o acopereau cu un strat de ceară subțire (așa se explică subțirile la care ajunge o formă turnată de 2 sau 3 mm.) modelând suprafața în felul în care doreau, adăugând detalii, apoi acopereau forma cu alte straturi de pământ și o pregăteau pentru turnat. Acest procedeu presupunea turnarea unui singur original și nu realizarea unei serii. Cele două modalități „directe” sunt folosite cu precădere în epoca arhaică și cea clasică timpurie. În această categorie putem regăsi exemplul cailor de la Veneția, exemplare executate direct în ceară, fără un negativ realizat în prealabil.

Cea de a treia modalitate de turnare a formei de ceară se realizează într-un negativ al unei forme - procedeu numit de Hemingway „indirect” - și este folosit frecvent în epoca elenistică și romană pentru realizarea ansamblurilor sculpturale. Metoda directă este folosită și ea în perioada elenistică pentru realizarea detaliilor care nu aveau grosimi foarte mari și nu presupuneau formarea unui miez interior. Metoda indirectă este frecvent întrebuițată și astăzi, dar din pricina riscurilor pe care le presupune acest proces tehnologic se iau măsuri de precauție pentru ca originalul să nu fie distrus complet.

Istoricii au pus deseori în discuție folosirea acestor metode în Grecia Antică. S-a crezut mult timp că folosirea metodei directe, ce presupunea realizarea unui singur original de ceară transformat în bronz era metoda predilectă pentru turnarea statuilor în bronz în acea perioadă, nici o altă replică nemaexistând. Dar metodele moderne de analiză și examinare a măturilor sculpturale rămase au făcut ca această ipoteză să nu mai fie împărtășită de atât de mulți cercetători. Metoda indirectă dădea ocazia returnării părților componente ale unei lucrări sau ansamblu sculptural dacă acestea nu erau bine realizate, pentru că turnarea nu se făcea direct pe originalul lucrat în ceară, ci după unul realizat în lut sau ipsos. Analizele făcute pe interiorul bronzurilor din epoca elenistică (de pildă, ansamblul sculptural alcătuit din cal și călăreț, descoperit la Cap Artemisium în nordul Greciei - fig.12) detectau urme de pensulare a cerii imprimate în bronz și urme de picături, precum și mici granule în relief care confirmau faptul că miezul a fost turnat lichid în forma respectivă (fig 13). Acestea duc la concluzia că practica turnării cu ajutorul negativelor era o tehnică frecventă

4. Hemingway Sean, *The Horse and Jockey from Artemision: A Bronze Equestrian Monument of the Hellenistic Period*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 2004



fig. 12
Cal și călăreț descoperți
la Cap Artemisum, Grecia



fig. 13
detaliu cu urme de
pensulare a cerii,
descoperit pe
interiorul statuii

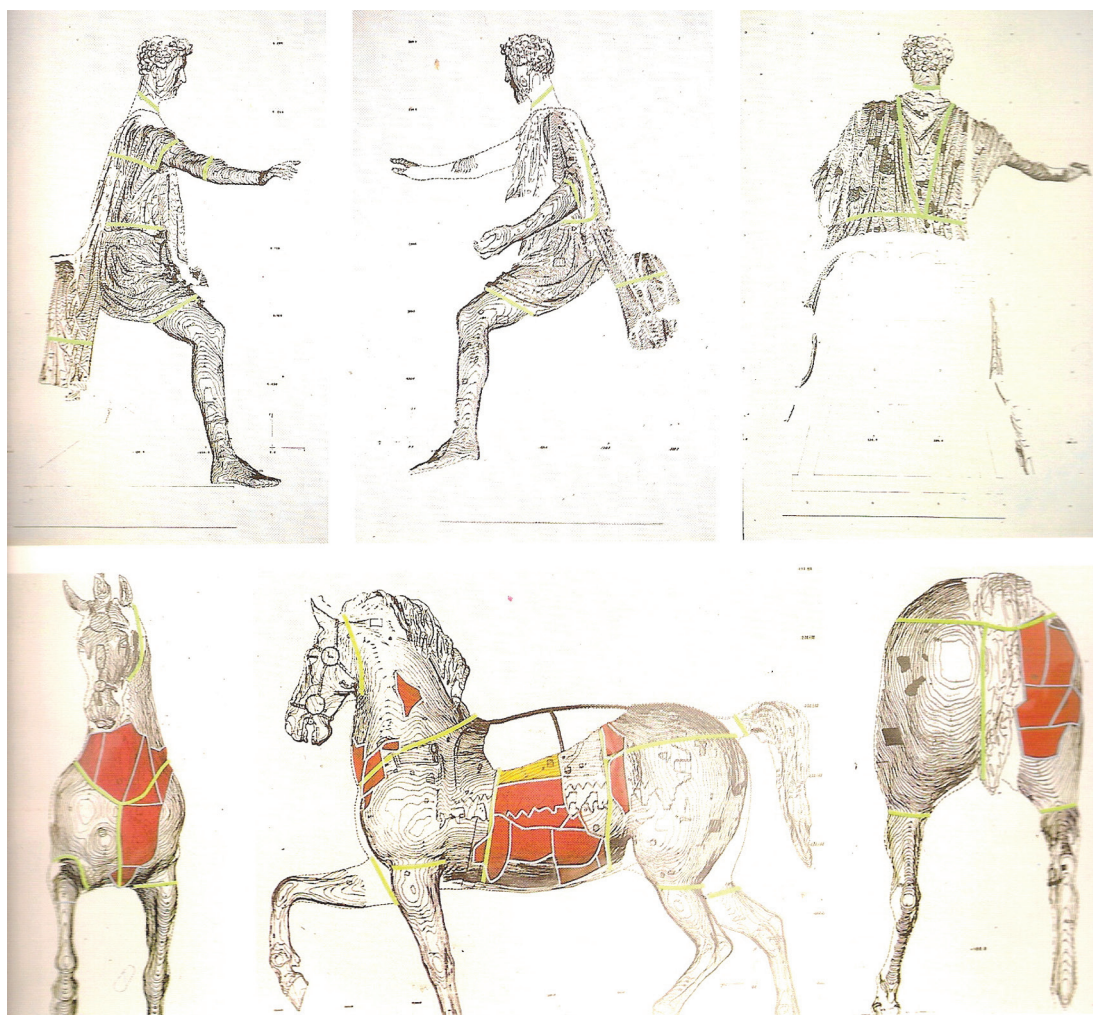
în acea epocă.

Alt exemplu remarcabil îl avem în ecvestra lui Marcus Aurelius, aflată astăzi în Musei Capitolini de la Roma, sculptură ce este realizată prin metoda indirectă, adică prin realizarea de negative ale formelor, pe mai multe secțiuni asamblate ulterior. Grosimea lucrării variază de la 3 la doar 8 milimetri, media fiind de 6 milimetri. Călărețul este realizat din 17 bucăți și cântărește 620 kg. iar calul este împărțit în 16 bucăți (fig 14). Lipitura părților este făcută în două modalități: prima prin unirea formelor iar în crăpăturile dintre ele turnându-se metal topit astfel încât pe interior să se creeze o cusătură, o margine care strânge și ține părțile împreună, ea fiind folosită la toracele calului și la o parte din călăreț, iar cea de a doua

tehnică folosită la lipirea capului calului și a membrilor, este cea de inserție a metalului ce prinde piesele într-o legătură mecanică. Găurile de turnare sunt acoperite de petice din aliaj de cupru, cositor și plumb, cu cantități ce variază pentru cositor de la 4,4% la 9,7%, iar pentru plumb de la 8,45% la 16,2%.

Exemplele sunt numeroase în ceea ce privește ambele modalități de realizare a sculpturii în bronz, pentru că fiecare epocă a istoriei urmărește să dezvolte această tehnologie în mare parte din rațiuni propagandistice sau militare.

fig. 14
Delimitarea bucăților din care este constituit ansamblu ecvestru Marc Aureliu.



Realizarea negativelor

(matrițe, șticluri, mulaje)

Arheologia ne furnizează odată cu vestigiile vechilor vetre de reducere a zăcămintelor (calcinarea zăcămintelor până la obținerea unei mase solide ce conținea o cantitate mai pură de metal) și dovezi ale întrebuințării matrițelor sau a negativelor. Acestea erau realizate din piatră, lemn, lut ars sau chiar din ipsos. Matrițele erau deschise pentru formele simple și subțiri sau închise, acționate prin presare, utilizate de asemenea pentru turnarea acelorași tipuri de forme, cum ar fi armele (vârfuri de săgeți, cuțite etc.), unelte, podoabele și alte obiecte decorative sau de cult.

Egiptenii au descoperit, se pare, formarea cu modele destructibile și tot lor li se datorează realizarea celor trei părți care alcătuiesc un mulaj, partea superioară, inferioară și miezul. Aceste modele destructibile erau din lut ars pe care se puneau un strat de ceară cu o dimensiune potrivită și se acopereau din nou cu straturi de argilă, apoi întreaga formă era arsă și în locul cerii topite era turnat un aliaj de cupru și staniu. După răcire, mulajul se distrugea pentru a fi descoperită forma turnată. Tot egiptenii au fost cei care au descoperit, realizat și pus în practică matricea. Această descoperire le permitea folosirea mulajului fără a fi distrus și îndepărtarea lui de pe forma de ceară fără ca aceasta să se deformeze sau deterioreze. După cum am observat, existau mai multe metode de a turna o formă la ceară pierdută, acest lucru implica diverse materiale și metode prin care se realiza negativul unei forme. Grecii foloseau ca materiale pentru a realiza negativele pământ preparat pentru turnat probabil amestecat cu nisip și uneori cu cărămidă pisată, împreună având calități de rezistență și refractareitate, iar în epoca elenistică era utilizat ipsosul. Dacă forma era modelată direct dintr-un miez de pământ preparat special în acest scop, atunci după ce ceara era adăugată, aceasta se acoperea cu straturi succesive

de pământ, primul fiind foarte fin, astfel încât forma să fie fidel copiată. În acest caz nu mai era necesară o construcție auxiliară a negativelor. Dar dacă modelul era din lemn, cum s-a întâmplat adesea, ca în cazul lucrării „Auriga” din Delfi al cărui trup se pare că a fost mai întâi lucrat în lemn și apoi turnat în bronz, stratul de pământ ce copiază forma de lemn are rol de mulaj, de negativ. Această procedură implică însă două modalități de turnare. Prima folosea ceara aplicată în interiorul negativului scos de pe lemn, iar tehnologia se desfășura similar cu cea descrisă mai sus. A doua modalitate, care este și cea folosită în cazul lucrării „Auriga”, este numită „la pământ” (aceasta nu face obiectul cercetării de față), realizată prin intermediul a două jumătăți (față și spate), negative din pământ amestecat cu nisip, formate în niște cutii speciale, în interiorul cărora se introducea un miez și în care după uscare și închidere se putea turna bronz.

Metoda în cazul căreia putem vorbi de formarea negativelor este cea indirectă, adică cea în care se folosește un model-original dintr-un material mai rezistent după care se scot negativele forme.

Se cunoaște faptul că grecii nu turnau sculpturile dintr-o singură bucată, fiecare element fiind lucrat separat, iar apoi lipit sau sudat. Singurele exemple care infirmă această ipoteză sunt celebrele bronzuri descoperite la Riace, ce figurează doi eroi-luptători turnați dintr-o singură bucată. Vestigiile arheologice atestă existența unui atelier la Baiae, lângă Napoli, unde au fost descoperite fragmente din ipsos turnate după modele grecești de epocă elenistică, ce au fost utilizate probabil ca modele pentru realizarea în bronz sau marmură.

Plinius atribuie folosirea modelelor și negativelor în lut și ipsos pentru turnarea prin metoda cerii pierdute, sculptorului Lysistratus din Sicione, fratele faimosului sculptor Lisip. „Cel care cel dintâi a reprodus chipul omenesc în ghips - folosindu-se chiar de față, iar apoi, după ce a turnat ceară în mulajul de ghips, finisând imaginea - a fost Lysistratus din Sicione, fratele celui Lisip despre care am vorbit. Tot el a găsit o cale de a face mulaje pornind de la statui și faptul a avut un asemenea succes, încât nici o statuie de bronz sau marmură nu s-a mai făcut fără a se realiza mai înainte un model de argilă. De aici rezultă limpede că tehnica aceasta a fost mai veche decât cea a turnării bronzului.”

Cercetătorii Brunilde Ridgway și Carol Mattusch aduc argumente în favoarea folosirii tehnicii directe de turnare prin cercetările întreprinse pe exemplare mici de bronz datând din epoca arhaică și clasică timpurie. Deși mărturiile arheologice care atestă folosirea unui negativ pentru formarea pozitivului de ceară sunt puține, ele fiind de cele mai multe ori deductibile, există certitudini bazate pe descoperirile științifice actuale ce confirmă întrebuintarea lor, așa cum am arătat în capitolul anterior.

Negativele tradiționale, ca să le numim așa, cele mai des întâlnite și folosite, sunt realizate din gips. Gipsul, ipsosul, sulfatul natural hidratat de calciu de culoare albă, este un material cu o rezistență destul de redusă,

care datorită calităților sale, poate copia aproape orice structură sau formă păstrându-i fidelitatea. El se amestecă cu apă rezultând o pastă care se întinde pe suprafața care urmează a fi copiată și se întărește într-un interval relativ scurt de timp.

Principiul care stă la baza realizării unui mulaj negativ este umplerea concavităților forme care trebuie copiate până la acoperirea sa integrală. În cazul formelor rotunde-bosse sau a formelor mai complicate se realizează un întreg ansamblu de negative sau șticluri mai mici, astfel încât ele să aibă o conicitate suficientă pentru a fi scoase afară din interiorul forme, fără ca aceasta sau vreuna din negative să se rupă. După ce ele au fost realizate umplând în primul rând concavitățile, urmează formarea unei asazise „cămăși” sau formă-mamă, un negativ mai mare, care ține în el aceste șticluri mai mici (fig 15). În funcție de complexitatea unei forme, un mulaj poate conține mai multe șticluri, așa cum am arătat mai sus. Acestea stau așezate ca un puzzle în forma respectivă și sunt armate sau întărite cu câlți sau pânză rară de sac și prevăzute cu așa numitele chei sau direcționare de poziție, pentru a le orienta așezarea în forma respectivă (fig.16).

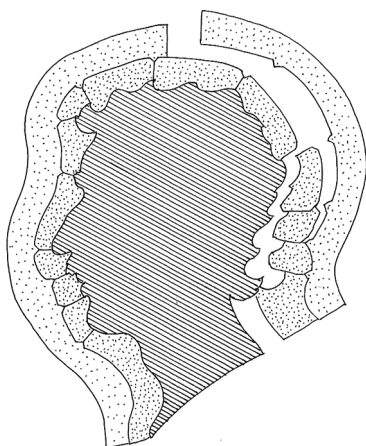


fig. 15
Ansamblul formelor care alcătuiesc negativul unui portret.

fig. 16
Chei de direcționare a negativelor, realizate pe cantul știclurilor.



Se spune că ipsosăria, formarea negativelor și a știclurilor este o meserie aparte - așa și este. De realizarea acestor forme depinde reușita pozitivului de ceară și implicit a lucrării pe care vrem să o reproducem. Orice deplasare, decalare, a acestor forme în timpul lucrului cu ele poate crea distanțe sau diferențe între părțile ce compun volumul, și deci o deformare a lui. De aceea, se lucrează cu multă atenție, controlându-se în permanență conicitatea formelor care compun negativul formei pe care vrem să o mulăm. Negativul trebuie să se dezassembleze foarte ușor, fără a fi bruscăt sau ciobit, lucru care ar duce în cele din urmă la fisurarea formei de ceară formate în interiorul lui.

Unelte cu care se lucrează ipsosul sunt din metal și sunt adesea întâlnite în truse speciale pentru acest scop. Profilele formelor lor sunt adesea ascuțite, utilizate pentru tăiat sau zimțate pentru ras. Formele sunt dintre cele mai variate, astfel încât să se potrivească tuturor profilelor formei mulate, de la simpla spatulă dreaptă, ovală sau adâncită sub forma unei lingurițe la forme spiralate (fig17).

Sigur că experiența lucrului cu acest material te duce la adaptarea sau la născocirea de noi unelte care să înlățească lucrul cu el. De aceea se și spune că fiecare sculptor are o unealtă preferată cu care modelează ipsosul sau lutul, iar aceasta nu este în cele mai multe cazuri cea găsită la magazinele specializate. Și dacă vorbim despre unelte folosite la lucrul cu acest material, putem spune că există o mulțime de alte ustensile care se pot adapta foarte bine pentru ca lucrul cu ipsosul să devină plăcut.



fig. 17
Unelte pentru lucrul cu ipsosul

De pildă, putem subția o suprafață mai mare de ipsos cu ajutorul unei simple răzătorii de metal cumpărată din piață sau cu un bomfaier sau putem adapta un simplu cuțit cu lama elastică, în locul unei spatule. O linguriță o putem folosi pentru a da o gaură rotundă în marginea unui știclu pentru a o folosi drept cheie sau element de ghidaj pentru partea ce vine să completeze și să închidă acel negativ, iar plasele de sită din fier, cupru sau alamă de diferite mărimi se folosesc pentru a șlefui negativele de ipsos.

Din experiența pe care am dobândit-o lucrând cu acest material, am constatat că pentru realizarea unei lucrări în ceară formarea unui mulaj de ipsos este puțin diferită de cea realizată pentru turnarea unui pozitiv din ipsos sau din alt material, căci, dacă o formă turnată în ipsos are o anumită rezistență și nu se deteriorează la o bruscare ușoară, la forma de ceară nu poate fi vorba în nici un fel de bruscare. Deci trebuie avut în vedere ca negativele să fie perfect conice și, dacă se poate, cât de subțiri.

Pentru a lua un negativ după lucrări de dimensiuni mari (peste un metru) sau cu ramificații multiple, care urmează a fi turnate în ceară, acestea se împart în mai multe părți. Se obișnuiește a se tăia pozitivul de ipsos al lucrării în bucăți pentru a fi mai bine mulate, transformate în ceară, apoi în bronz. Aici trebuie să se aibă foarte bine în vedere locul unde se face tăietura, să nu fie în vecinătatea sau chiar pe un detaliu important al sculpturii, precum și modul în care acel element tăiat vine asamblat, lipit, sudat cu restul volumului. Acest mod de a secționa pozitivul este foarte frecvent utilizat în cazul monumentelor ce urmează a fi turnate în bronz, datorită mărimii lor. Așadar, vor rezulta mai multe negative, șticluri, astfel gândite încât la desfacerea lor să nu rupem pozitivul de ceară sau să nu îl deformăm. Ultimul știclu care va închide negativul formei noastre este și primul ce va fi scos de pe pozitiv, iar el trebuie să aibă o dimensiune mai mică, astfel încât, dacă forma este îngustă la bază, să ne permită lipirea cerii și pe interior, la îmbinările rezultate din asamblarea formelor pe care a fost depusă ceara.

Pentru lucrările monumentale șticluirea se face pe etape, elementele prinzându-se între ele cu așa numitele cepuri de formă tronconică realizate tot din ipsos, sau cu ajutorul cheilor, pentru ca asamblarea lor să fie întocmai cu originalul.

Pentru realizarea unei forme de ceară, interiorului știclului se lasă nelăcuit, dar trebuie foarte bine curățat și udat în prealabil timp mai îndelungat, mai ales dacă este nefolosit de ceva timp. Umezirea lui este obligatorie pentru reușita pozitivului de ceară, altfel aceasta s-ar putea lipi atât de tare - pentru că ceara trebuie aplicată relativ caldă pe suprafața negativului - încât să fie necesară distrugerea ei sau chiar a negativului pentru desfacerea părților componente.

Pentru a realiza un negativ după o formă simplă se împarte forma în două sau mai multe părți. Tot experiența mi-a arătat că, pentru o mai mare

fidelitate a cerii, majoritatea formelor simple este bine a fi împărțite în mai mult de două negative, pentru că de cele mai multe ori grosimea formelor, a treia dimensiune, necesită un negativ separat. Cu ajutorul unui creion chimic se desenează pe suprafața pozitivului de ipsos traseele în care urmează a fi împărțită forma, astfel încât, privite frontal, aceste segmente rezultate din împărțire să aibă o formă perfect conică. Dacă acest lucru a fost bine realizat, atunci forma sau negativul ei nu vor avea de suferit atunci când vor fi desfăcute una de pe cealaltă. Apoi se așează forma astfel încât una din suprafețele cu care dorim să începem negativul să fie în poziție orizontală. De regulă, dacă avem o formă cu o zonă mai complicată, se începe șticluirea de la ea, pentru a putea realiza mai lesne negativele în interiorul ei și pentru că acestea vor fi ultimele care vor ieși de pe pozitivul de ceară format și ca atare se vor putea scoate cu mai multă atenție după ce restul formei a fost ușurat. Având forma în poziție orizontală, îi vom atașa pe marginile delimitate de desenul nostru despărțitor, o bordură de plastilină sau lut de modelaj, cu o grosime care va fi măsura grosimii negativului de ipsos. Aceasta este de regulă până într-un centimetru pentru formele mici (de până la 3, 4 cm) și peste, pentru formele mai mari (fig. 18).

Abia după ce această bordură a fost aplicată, forma noastră poate fi izolată cu stearină sau un amestec de săpun topit amestecat cu motorină sau orice altă combinație de grăsimi care nu intră total în porii pozitivului de ipsos sau nu se evaporă definitiv. Trebuie să adaug faptul că pozitivul de ipsos trebuie izolat cu șerlac sau cu un simplu lac pentru ca negativul să nu se lipească de el și pentru ca suprafața să aibă o mai mare rezistență la

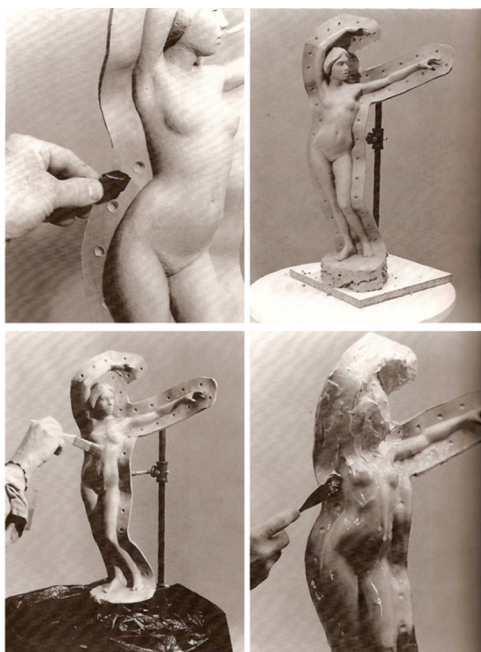


fig. 18
Realizarea unui mulaj de cauciuc
siliconic și a cămășii de ipsos

manipulare. După ce suprafața a fost curățată și izolată, se prepară într-un cancioc o cantitate nu foarte mare de ipsos, se amestecă bine și se aplică pe suprafața izolată a pozitivului, având grijă ca marginea de lut sau plastilină să nu se desprindă și să cadă, iar ipsosul să acopere întreaga suprafață a lui. Dacă suprafața este mai mare, se mai prepară încă o cantitate de ipsos și se completează forma ținând cont ca grosimea să fie aceeași pe toată suprafața modelului. Este important ca primul strat turnat pe suprafața pozitivului să fie mai subțire pentru că astfel va copia mai bine. După ce negativul s-a întărit, se scot marginile de lut și se scoate și el de pe pozitiv, se curăță cu un șpaclu, cuțit sau spatulă, astfel încât marginea să fie perfect plană și conică, se crestează la margini o formă de V cu vârful în interiorul negativului, ce va fi socotită ca un ghidaj pentru negativul care o să vină lângă el și, bineînțeles, o să ia forma inversă. Dacă forma este mai mare, și acestea vor fi mai mari sau pot fi înlocuite cu ghidajele făcute pe grosimea negativului sub forma unei semisfere sau adâncituri rotunde sau conice. După ce acestea au fost realizate iar negativul curățat și așezat la loc pe pozitiv, se potrivește iar o margine de lut după desen, de astă dată având una din laturi primul nostru pozitiv de ipsos. Se izolează suprafața și se toarnă ipsos. Procedul se repetă până când suprafața pozitivului este integral acoperită cu negativul de ipsos. Dacă negativul cuprinde mai multe șticluri, atunci este necesară o cămașă care să cuprindă cât mai multe din aceste piese, ca ele să se poată sprijini și să poată sta una în alta și fără forma solidă din interiorul ei.

În linii mari, aceasta este descrierea unui procedeu simplu de realizare a unui negativ. Desigur că formele mai complicate necesită o mai mare atenție și un mai mare număr de elemente constitutive ale negativului.

O condiție pentru ca negativele de ipsos să dureze la mai multe formări ale exemplarelor de ceară (exemplare în serie) este curățarea lor după fiecare utilizare pe toate fețele și, neapărat, dacă este un mulaj luat după o formă ronde-bosse, păstrarea lui, cât timp nu este utilizat, asamblat și legat strâns prin curele din cauciuc, piele sau sârmă. Ideal ar fi ca acest ansamblu de ipsos să fie păstrat cu lucrarea (cu pozitivul) în interior. Puțini știu că formele de ipsos se deformează după ce sunt turnate, chiar și în timp mai îndelungat, dar mai ales atunci când pentru rezistența lor se armează cu stîngii de lemn. Lemnul lucrează în timp, formând la nivelul formei rigide de ipsos fisuri și deteriorări. Umezirea negativelor în care urmează să se toarne ceară se face într-un bazin cu apă în care forma să fie pătrunsă din toate părțile și trebuie să se evite lăsarea jetului de apă să cadă direct pe negativul de ipsos, pentru că îl poate coroda cu rapiditate scăzându-i rezistența și stricându-i suprafața.

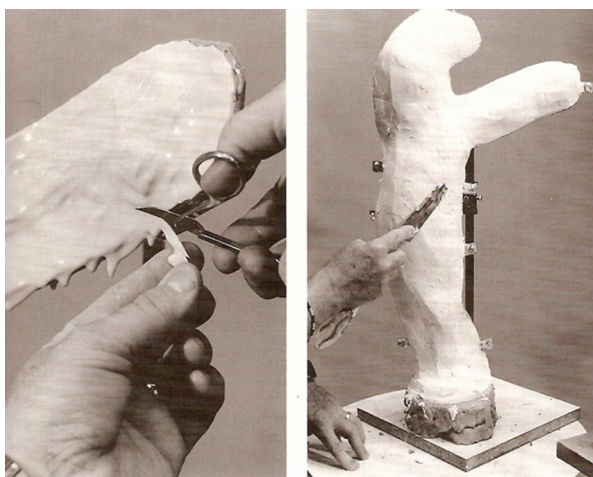
Mulajele de ipsos se pot lua de pe orice material - piatră, lemn, ceramică, fier, sticlă, ipsos - cu condiția ca acestea să fie bine izolate cu lacuri și grăsimi pentru a se putea evita aderența ipsosului la suprafața lor. Dar pentru o exactitate și o fidelitate mai mare a suprafeței cel mai bine este

ca forma care urmează să fie turnată în bronz să fie mai întâi transpusă în ipsos pentru ca negativul să fie corect și bine realizat.

Știința modernă a născocit însă alte materiale cu ajutorul cărora să putem înlocui cel puțin parțial (la aplicarea primului strat ce copiază pozitivul forme) efortul de a lucra cu acest material. Gelatina, plastizolul sau cauciucul silionic sunt înlocuitorii cei mai frecvenți ai acestor tipuri de mulaje. Primele două materii prime au avantajul că se pot refolosi, fiind topite într-un vas cu pereți dubli ce au în interior apă.

Leonardo da Vinci este cel care, după o perioadă de uitare, redescoperă folosirea mulajului din gelatină și ipsos pentru a realiza o replică după unul din modelele sale în lut ars. Această tehnică fiind dată uitării până atunci, realizarea bronzurilor se făcea prin distrugerea originalului sau copierea cu ipsos.

Cel mai răspândit în zilele noastre rămâne totuși cauciucul silionic, produs industrial elastic și rezistent obținut pe cale sintetică format din două componente: masa de consistență smântânoasă, întăritor și un ultim component opțional, acceleratorul. Acest material are avantajul că rezistă la apă și la temperatura mare a cerii topite, iar cu ajutorul lui se poate realiza un mulaj după o suprafață foarte denivelată fără împărțirea forme în mai multe părți conice. El trebuie să fie însă susținut de o cămașă de ipsos, care, dacă este nevoie, va fi împărțită și ea în mai multe șticluri în funcție de complexitatea forme. El se poate aplica pe aproape orice material, cu condiția ca suportul pe care se depune să fie foarte bine izolat cu ulei, pentru că și cauciucul are aderență la suprafețe, iar la scoaterea sa se riscă ruperea lui sau deteriorarea pozitivului dacă este realizat dintr-un material mai friabil. Metoda de lucru este ca și cea în cazul ipsosului, dar cu amendamentul că nu mai este nevoie de o împărțire în foarte multe fragmente. Pentru o formă simplă două părți sunt suficiente și se realizează de regulă prin despărțirea planului frontal al forme de cel din spate (fig. 19). Trebuie avut în vedere de asemenea faptul ca



împărțirea forme să nu se facă pe un detaliu important, acesta putând fi ocolit și cuprins într-o singură parte a negativului de cauciuc. Formei i se adaugă o bordură de plastilină sau lut, de preferință pe margine, lipită bine pentru că masa de cauciuc silionic are o consistență smântânoasă și poate pătrunde foarte bine în spațiile nedorite ale lucrării. Forma se unge bine cu ulei, iar apoi se toarnă puțin câte puțin cauciucul pe suprafața sa

având grijă să nu curgă dincolo de limitele stabilite de bordura de plastilină. Dacă acest lucru se întâmplă și nu mai poate fi controlat, după întărirea cauciucului părțile în exces se vor tăia cu foarfeca sau cutter-ul pentru a crea o margine regulată a formei. Grosimea stratului poate varia în funcție de formă de la 2 la 5 sau 8 mm., sau chiar 1 cm. pentru formele mari. După ce negativul de cauciuc este gata, peste el se toarnă o cămașă de ipsos și se întoarce pentru a realiza și cealaltă jumătate a formei tot în același mod.

La îmbinarea a două negative de cauciuc siliconic se lasă pe margine un așa zis fermoar, o dungă sau o serie de găuri imprimate într-o parte în negativ, iar în cealaltă în pozitiv astfel încât să calce perfect una peste alta fără a lăsa formele de cauciuc să se deplaseze atunci când în ele va fi ceară sau ipsos. El se prepară după un dozaj dat odată cu caracteristicile sale chimice și la aplicare se amestecă foarte bine preț de câteva minute. Se armează cu o pânză foarte fină de fibră sintetică sau ca înlocuitor putem folosi și pânză de tifon. Timpul de întărire variază de la câteva ore la 24 de ore și poate fi scurtat dacă se adaugă la compoziția cauciucului o cantitate de accelerator, compus chimic ce grăbește întărirea masei și care se cumpără odată cu masa cauciucului. Acesta este foarte avantajos pentru mularea formelor verticale care nu pot fi mișcate sau așezate pe orizontală, se poate pune cu o spatulă și are avantajul că nu alunecă și nu creează goluri de aer în interiorul formei de cauciuc.

Și acest mod de șticluire necesită răbdare, atenție și durează uneori mai mult decât cel de ipsos, din cauza timpului îndelungat de întărire a cauciucului, însă, dacă este păstrat cum se cuvine, are o viață mult mai lungă decât unul din ipsos. Pe lângă curățarea lui după fiecare întrebuințare, o regulă de bază pentru menținerea lui în stare bună este că, indiferent de forma mulată (relief sau ronde-bosse), este bine ca aceasta să fie păstrată în interiorul știclului de cauciuc. Astfel cauciucul nu se va îndoi sau curba în timp modificând negativul formei după care a fost scos.

Pentru economia utilizării cauciucului, deoarece costul lui nu este la fel de accesibil ca al ipsosului, se obișnuiește să se realizeze șticluri parțial de cauciuc, parțial din ipsos. De regulă, cauciucul se întrebuințează în zonele cu structuri mai vibrante sau detaliate pe care ipsosul nu le poate reda atât de fidel (fig.20). Și în acest caz îndemânarea și experiența sunt necesare pentru succesul formei, însă pentru un artist care dorește să-și creeze singur mulajele acest lucru nu este unul de nerealizat.

Există și o altă modalitate de a realiza un negativ de cauciuc siliconic, fără însă a-l mai așeza cu mâna pe forma respectivă (fig 21). Forma de ipsos (sau alt material) se împarte în două prin bordura de plastilină. Separat, se realizează tot din plastilină plăci cu o grosime nu mai mică de 5 mm. După ce sunt realizate, se iau și se așează pe suprafața formei de ipsos acoperind-o și controlând în permanență ca prin presarea lor pe suprafață, grosimea plastilinei să nu se modifice semnificativ. În cel puțin două puncte ale formei se decupează în plastilină o fereastră



fig. 20
Mulaj de ipsos și cauciuc siliconic, format din "cămașă" și alte șticluri mai mici care se desprind conic de pe forma originală.

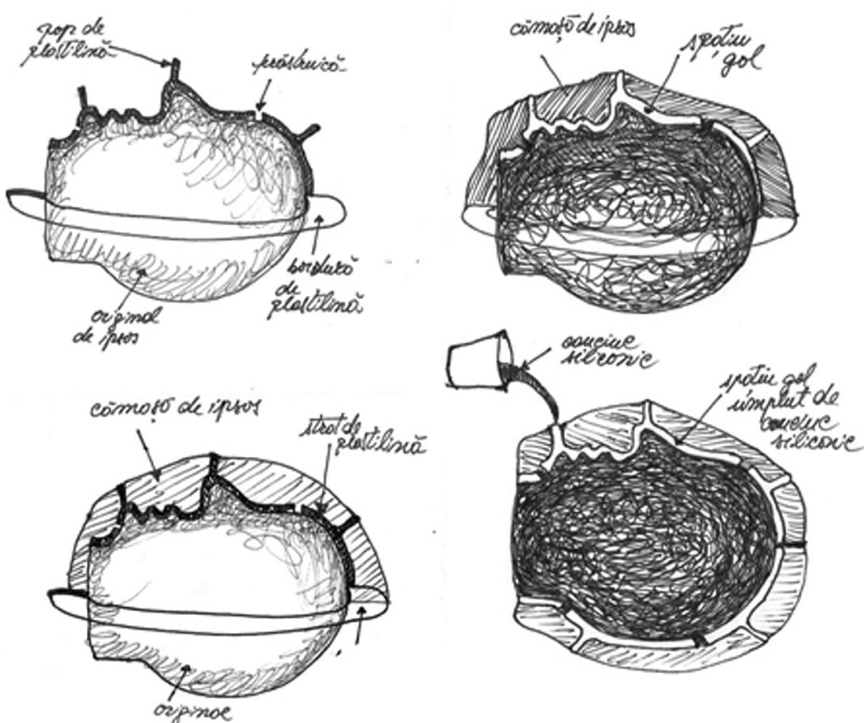


fig. 21
Realizarea unui mulaj din cauciuc siliconic, prin metoda turnării cauciucului în negativ.

de aproximativ 1cm./1cm., în funcție de mărimea formei. Aceasta are rolul de a mijloci contactul dintre forma interioară și cămașa exterioară care va fi turnată ulterior și va ține forma pe poziție după ce stratul de plastilină din interior nu va mai fi. Din loc în loc pe suprafața carapacei de plastilină se atașează câte un pop cu diametru de până la 1 cm, locul lui fiind diferit de cel al ferestruicilor. Peste toată această coajă de plastilină se va turna apoi negativul de ipsos, având grijă ca popii să iasă în afara negativului. După ce ipsosul s-a întărit, scoatem negativul de pe formă, scoatem plastilina, curățăm suprafața pozitivului, eliberăm găurile formate de popii care străpung negativul, curățăm bine forma, o ungem cu ulei, la fel și negativul. Îl așezăm din nou pe formă, în poziție, având grijă ca ferestruicile care sunt ghidaje pentru buna așezare a negativului să cadă în același loc și pe aceeași poziție pe forma noastră. Preparăm cauciucul siliconic și îl introducem în interiorul formei prin una din găurile formate de popi, de preferință situată pe curbura formei, astfel încât de acolo să poată avea cădere și tot interiorul rămas gol după scoaterea plastilinei să se umple. Când toate orificiile rezultate de pe urma popilor se umplu în interior cu cauciuc, semn că forma a fost acoperită în întregime cu acesta, se astupă la suprafață cu plastilină pentru ca acesta să nu curgă și să se irosească. Se așteaptă întărirea lui, după care forma se întoarce, se scoate bordura de plastilină care a despărțit în două forma și se repetă același procedeu cu stratul de plastilină în care se vor inciza ferestruici și pe care se vor adăuga popi. A doua cămașă a negativului de ipsos va veni turnată apoi. După realizarea celui de-al doilea negativ de cauciuc, se scoate din interior forma noastră, se curăță bine de ulei interiorul cauciucului și se poate pune ceară în el. Prin acest procedeu, obținem un negativ de cauciuc după o formă în ronde-bosse, cu o grosime aproximativ egală pe toată suprafața formei, lucru pe care nu îl putem obține așezând cauciucul cu mâna, singurul dezavantaj fiind faptul că negativul de cauciuc nu se mai poate arma cu pânză ca la procedeul anterior.

Tot experiența mi-a arătat că negativul de ipsos este ideal pentru aplicarea cerii prin rotirea formei (barbotinare), pentru că ceara aderă mai bine pe pereții de ipsos ai formei și, dacă se aplică la o temperatură optimă, prin barbotinare ea se depune în straturi cu grosimi egale pe toată suprafața negativului. Această tehnică este ideală pentru lucrări în serie mică realizându-se un randament mai mare. Nu același lucru îl putem spune despre negativul realizat din cauciuc siliconic pentru că pe suprafața acestuia ceara nu aderă, iar dacă este fierbinte și se aplică în straturi succesive destul de calde, acestea riscă să se spele unele pe altele în loc să se depună. De aceea, se preferă varianta depunerii cerii cu ajutorul unei pensule (pensulare), primul strat fiind mai cald iar succesivele ușor mai reci, pentru ca această metodă să dă timp cerii să se întărească ușor între aplicarea straturilor, astfel evitându-se spălarea straturilor succesive(fig 22) .

Un lucru mai puțin știut, ce ține de laboratorul interior al artistului și

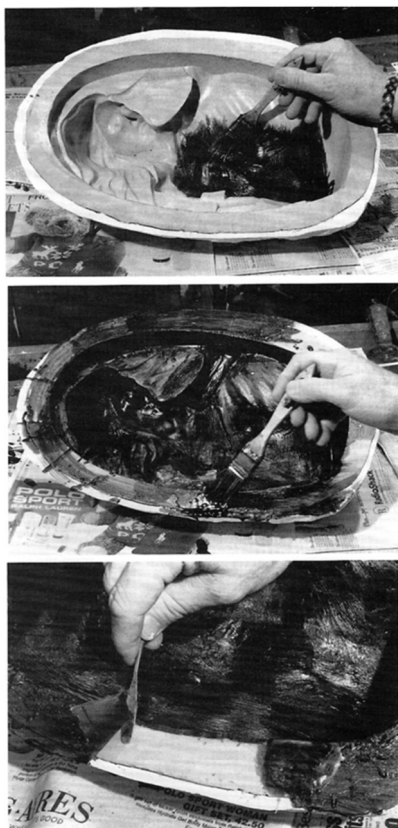


fig. 22
Aplicarea cerii cu pensula în
negativul de cauciuc siliconic

pe care puțini îl practică, este modalitatea de a interveni pe negativul de ipsos unei forme înainte ca aceasta să fie mulată în ceară. Se poate realiza doar în cazul în care lucrarea permite o intervenție de acest gen și nu necesită o copiere foarte fidelă a suprafeței. Este o primă posibilitate de a spori plasticitatea unui volum pe parcursul desfășurării îndelungatului proces de obținere a formei în bronz, intervenție ce ține de o sensibilizare a suprafeței. Folosind tehnica gravurii în negativul de ipsos, respectiv cu ajutorul dălițelor și a spatulelor, uneori chiar și a acului, se poate îmbogăți suprafața cu accente, se poate desena sau se poate defini sau detașa mai clar un volum. Se poate șlefui cu ajutorul plasei de sârmă care are și ea, ca și șmirghelul, diferite grosimi oferind posibilitatea de a lăsa suprafața vibrată sau șlefuită foarte fin. Se poate interveni chiar cu ipsos moale pentru a reîncărca suprafețele care cer o anumită intervenție, remodelând practic unele zone ale formei. Semnul plastic lucrat în negativ devine în pozitiv mai sincer, poate ușor stângaci, dar încărcat de o mare prospețime și naturalețe. Putem spune că este o etapă în care creativitatea se poate manifesta plinar, cu amendamentul că trebuie stăpânit și mai ales îndrăgit lucrul cu ipsosul - material destul de ingrat - pentru ca rezultatul să fie pe măsura efortului. Această tehnică necesită în primul rând răbdare, rigoare și mai ales o atenție sporită pentru ca fiecare intervenție la nivelul volumului

să-și aibă justificarea sa plastică, iar acesta să nu sufere o transformare majoră în expresie prin aglomerarea intervențiilor pe suprafața formei. Se poate controla în permanență stadiul intervenției prin presarea plastilinei sau lutului în interiorul negativului pentru a vedea efectul în pozitiv al lucrului. Unii artiști preferă ca după o astfel de operațiune să toarne iar un pozitiv de ipsos pentru a vedea mai bine rezultatul intervenției, iar mai apoi decid dacă urmează iar o etapă de lucru sau forma poate fi realizată în ceară. Acest demers creativ la nivelul negativului este uneori o apropiere de structura mai firească a metalului, o căutare, pentru a da formei turnate un pic de arhaism al structurilor primare, structuri care nu erau așa de cerebral analizate și redată în vechime, ci erau mai degrabă izvorâte dintr-o observație mai sinceră a naturii.

Ar mai fi de adăugat faptul că pentru cei experimentați în crearea negativelor, există posibilitatea scoaterii lor directe de pe o formă cu ajutorul plastilinei sau lutului, dar acest lucru necesită o atenție mărită la presarea stratului de plastilină pe formă și mai ales la scoaterea lui de pe pozitiv, pentru că există riscul de a deforma negativul. În această formă se poate turna ipsos care la rândul lui poate fi șticluit sau se poate turna direct ceară.

O altă metodă, dar care cere o experiență mai îndelungată, este cea de a scoate negative după o formă direct cu material refractar, scurtându-se astfel etapele realizării celor de ipsos. Procedeu este în esență același și constă tot în împărțirea formei în mai multe elemente conice. Singurul dezavantaj este că trebuie o atenție sporită deoarece materialul refractar nu are o rezistență așa de mare ca a ipsosului și se poate distruge mai ușor. În formele astfel realizate se depune apoi ceară și se împachetează direct.

Elaborarea formei în ceară și a miezului acesteia, după caz

Ceea ce numim generic „ceară” există în mai multe sortimente, iar istoria acestei tehnologii ne dă o vastă gamă de materii prime care intră în compoziția acesteia și care trebuie să îndeplinească laolaltă anumite calități fizice, chimice și mecanice, în funcție de cerințele formei pe care ea trebuie aplicată. Ceara de albine, parafina, stearina, cerezina și colofoniul sau diverse alte rășini, sunt cele mai cunoscute și ușor de procurat.

Prin intermediul scrierilor lui Plinius⁵ ne parvine rețeta preparării cerii în antichitate. „Ceara se obține din fagurii storși de miere, dar după ce au fost spălați cu apă și uscați trei zile în întuneric; într-a patra zi se pun să se înmoaie la foc într-un vas nou de argilă, acoperiți cu apă, apoi se trec printr-o sită. În același vas și în aceeași apă se pune din nou la foc ceara, se amestecă apoi cu altă apă, rece de astă dată, în vase unse de jur împrejur cu miere. ... Ceara punică se obține astfel: ceara galbenă se lasă în aer liber, apoi se fierbe în apa de mare luată din larg și se adaugă nitră. Cu niște lingurițe se golește conținutul florii, adică partea cea mai albă, și se toarnă într-un vas care conține puțină apă rece; se pune apoi separat la fiert în apă de mare. Se pun apoi la răcit vasul sau apa. După ce s-a repetat de trei ori această operație, ceara se pune la uscat pe un grătar de trestie, în aer liber, la soare și la lună: datorită acesteia din urmă își capătă culoarea albă, în vreme ce soarele o usucă, iar ca să nu se lichefieză, se acoperă cu o pânză subțire de in.” Din mărturiile lui Benvenuto Cellini⁶ aflăm cât de frecventă era întrebuințarea cerii pentru a modela direct formele. „Perseu” și o mulțime de alte sculpturi ale acestuia sunt construite direct din ceară pe un miez de lut preparat special în acest

5. Plinius, *op. cit.*, cartea XXI, pag. 90

6. *Viața lui Benvenuto Cellini scrisă de el însuși*, Editura Meridiane, București, 1969

scop. Michelangelo obișnuia să deseneze după modele mici realizate în prealabil din ceară, iar istoria desenului⁷ atestă faptul că această metodă se extinde în maniera academică de lucru și asupra secolelor al XVII-lea și al XVIII-lea. Din pricină că lutul prin uscare se crăpa și nu mai adera la o armătură făcută din fier sau lemn sau orice alt material, iar plastilina nu era încă inventată (ea apare abia în 1890 descoperită de Franz Kolb, farmacist german), ceara rămânea singurul material pe care sculptorii îl puteau folosi pentru schițele sau lucrările lor ce aveau sau nu să ia drumul cuptoarelor de bronz. Datorită calităților sale chimice și fizice, ea nu suferea nici un fel de modificare, doar dacă era expusă la o temperatură ridicată timp mai îndelungat, nu îngheța iarna și rămânea la forma inițială odată cu trecerea timpului.

Am să amintesc în cele ce urmează câteva calități fizice ale compuşilor cerii folosite în turnătorie, pentru a lămuri tânărul artist asupra calităților diverselor combinații ce se folosesc în realizarea lucrărilor de ceară.

Ceara de albine este cea mai veche dintre materiile prime și stă la baza amestecurilor specifice formelor pentru turnătorie. Produs natural obținut din topirea fagurilor are o culoare ocru galben deschis, punctul de topire de 65° – 70° C și o greutate de 0,965 gr/cm³. Este maleabilă mai ales când se încălzește puțin și ideală pentru modelat deoarece, după ce se lasă o perioadă în aer fără contactul cald al mâinilor, capătă o ușoară rigiditate care dă soliditate formei.

Ozocherita este o ceară minerală compusă din hidrocarburi din seria parafinelor, de culoare galben-brună, verzuie sau negricioasă, lipicioasă, foarte moale, elastică la încălzire, iar în stare pură dizolvabilă în benzină, petrol lampant și eter. Are un miros aromatic și se folosește de regulă la fabricarea lumânărilor sau a diverselor ceruri.

Cerezina este un rezultat al prelucrării ozocheritei la 115° – 175°C sau a reziduului de petrol. După prelucrare, capătă o culoare galben-maronie și are proprietăți apropiate de cele ale cerii de albine. Are punctul de topire de 60° – 85° C și o greutate de 1,93 gr/cm³. Este moale și maleabilă și își păstrează în timp această calitate, nu se întărește ca ceara de albine, iar pentru că este lipicioasă, este folosită la îmbinarea formelor de ceară sau chituiră lor, precum și la lipirea canalelor de alimentare sau aerisire pe aceste forme.

Parafina este tot un produs rezultat din distilarea țițeiului, cu punctul de topire situat între 35° – 72° C și greutatea de 0,91 gr/cm³. Se utilizează ideal în combinație cu ceara de albine, fiind casabilă. Este solidă, alb-translucidă și, ca și ozocherita, intră în compoziția lumânărilor.

Stearina este un amestec de acid stearic cu acid palmic sau oleic, obținut din unele grăsimi solide animale sau vegetale, supuse unui proces de distilare, cristalizare, până când încep să se separe într-un proces de presare acizii solizi de cei lichizi din componență dând naștere unor fulgi de culoare alb gălbuie transparentă cu punctul de topire la 91° – 94° C și

7. de Tolnay Charles, *History and Technique of Old Master Drawings*, H. Bittner and Company, New York, 1943

o greutate de 1,947 gr/cm³.

Colofoniul este un reziduu de culoare galben-roșcat obținut după îndepărtarea terebentinei din rășina de conifere, denumit tradițional și sacâz. Este casabil cu 0,05% cenușă în compoziție cu temperatură de topire de 100 – 130° C și greutate de 1,01 – 1,09 gr/cm³ și combinat cu alte ceruri conferă duritate acestora.

Alte ceruri cu o utilitate importantă ar fi:

Celuloza elitică sau trietil celuloza, o pulbere alb-galbenă cu punct de topire situat între 155° – 165° C, cu o greutate de 1,14 gr/cm³ și un conținut de cenușă de 0,2%.

Rășina de conifere de culoare roșu-negru cu o temperatură de topire de 93° C și o cantitate de cenușă de 0,2% complet solubilă în alcool etilic.

Pentru crearea formelor din ceară de-a lungul secolelor s-au folosit diverse amestecuri ale acestor componenți, în special a cerii de albine și a rășinelor obținute din diverse surse organice. În funcție de cantitate, fiecare își aduce aportul la elasticitatea, soliditatea, rezistența și coeficientul de contracție al formei.

Aceste amestecuri sunt în funcție de anotimpul în care se realizează forma: cu un înalt punct de topire 65° – 90° C și o rezistență chiar și în perioade mai călduroase, deformându-se mai greu și cu un scăzut punct de topire 50° – 55° C mai ușor de preparat, ușor deformabile la căldură necesitând o temperatură de până la 18° C pentru păstrare în condiții optime.

Iată câteva amestecuri și proprietățile acestora:

Amestec	Stearină	Parafină	Ceară de albine	Cerezină	Celuloză etilică	Colofoniu	Rășină de conifere
1.	40%	30%	25%	5%	-	-	-
2.	65%	25%	-	-	10%	-	-
3.	-	38%	4%	-	18%	40%	-
4.	-	27%	5%	-	23%	45%	-
5.	28%	-	-	-	4%	-	68%
6.	70%	20%	-	10%	-	-	-

Primul amestec, folosit cu precădere la barbotinare și aplicare liberă cu pensula, nu produce fisuri, iar în cazul formelor complicate cu secțiuni mici are o contracție mică și nu apar bule de aer în amestec. Rezistența mecanică este destul de scăzută.

Al doilea amestec este mai puțin rezistent decât cel precedent și mai ușor de diluat în alcool etilic, fiind ideal pentru suprafețe curate, netede, fără crăpături. Este destul de vâscos, are contracție mai mare și trebuie mai rapid aplicat.

Al treilea amestec are tendințe de deformare la temperatura ambientală, o vâscozitate ridicată, se toarnă bine la o temperatură mai mare și este destul de dificil de preparat.

Al patrulea și al cincilea amestec au o compoziție fragilă, se deformează ușor și au tendință de lipire.

Al șaselea amestec este unul potrivit pentru barbotinare sau aplicare cu pensula.

În funcție de dimensiunile formelor și complexitatea lor, ca și de materialul din care este realizată matricea, ceara este aplicată în negativ prin barbotinare sau aplicare cu pensula. Grosimea stratului de ceară variază în funcție de mărimea formei de la 2-3 mm. până la 1,2,3 cm. pentru marile lucrări monumentale(fig.23).



fig. 23
Grosimea stratului de ceară.

În America anilor de după cel de al doilea război mondial, odată cu avântul industrial și tehnologic, iau naștere un mare număr de turnătorii de artă în mare parte conduse de meșteri italieni emigranți (ex. Riccardo Bertelli), care reînvie tradițiile de turnare a acestei metode moștenite din generații sau dezvoltă noi metode și adaptează noi materiale pentru a o perfecționa.

Dintre aceștia, Mario Scoma avea una dintre cele mai faimoase turnătorii (Scoma Foundries, Brooklyn, N. Y.). Printre numeroasele metode, sfaturi și rețete ale desfășurării acestui procedeu date de Scoma, găsim și detalii în ceea ce privește componentele și prepararea cerii pentru turnatul în bronz: Ceară de albine -2 sau 3 părți; Rășină (colofoniu) -1 parte; English vermilion – pigment utilizat pentru a da culoare cerii.

Acest amestec era folosit pentru aplicare cu pensula pe negativul realizat din agar (cunoscut la noi ca agar-agar- substanță gelatinoasă extrasă din unele alge marine), plastizol, clei sau cauciuc. La această compoziție prefera, spune el , să adauge 10% ceară de carnauba, care, având un punct mai ridicat de topire, făcea compoziția ceva mai rezistentă în timpul verii. Pentru iarnă sugera adăugarea a 10% gelatină de petrol (petrolatum) pentru a scădea punctul de topire sau un mic adaos de kerosen sau de terebentină pentru a întârzia întărirea cu rapiditate a compoziției. Pentru

straturile secundare ale cerii, Scoma combina o parte de cerezină cu trei părți de colofoniu, amestec folosit de asemenea și pentru a realiza canalele de umplere și de aerisire care erau așezate pe lucrare.

Alfred David Lentz este cel mai renumit dintre pionierii inovației în acest domeniu, pentru că a revigorat turnarea prin metoda cerii pierdute ajungând la performanțe care i-au conferit dreptul de posesiune asupra rețetelor și tehnologiei inventate de el.

Ceara de carnauba este o ceară care se extrage din copacul cu același nume din nord-estul Braziliei, cunoscută sub numele de „regina cerii”, are o culoare galben-brună și, pe lângă compoziția sa bogată în grăsimi și acizi, este printre puținele ceri naturale cu punctul de topire ridicat, de aproximativ 80-85°C. Are o duritate foarte mare și un coeficient de contracție foarte mic și este solubilă în alcool etilic la cald și în eter etilic. Este ideală pentru compoziția primului strat aplicat pe negativ pentru că dă o duritate care face ca volumul să nu se deformeze, detaliile să se copieze perfect și să nu se strice când negativul este desfăcut de pe forma de ceară. De asemenea, cum am mai arătat, este ideală pentru lucru în sezonul cald pentru că nu se topește ușor și nu se deformează.

Sculptorița Malvina Hoffman (1887-1966), pasionată de această tehnică până într-atât încât a dorit să ajungă „maestru-turnător”, strânge, după o serie de călătorii în Europa - când se întâlnește cu unii dintre cei mai mari sculptori ai vremii - Rodin, Mestrovici, Brâncuși - toate experiențele și cunoștințele dobândite lucrând în acest domeniu, într-o carte intitulată „Sculpture: Inside and Out”. Ea ne lasă, cum era și normal, o serie de date și rețete de preparare a cerii:

- Ceară pură de albine- o livră, terebentină(de Veneția) - 4 uncii
- Ceară pură de albine-1.3 Kg., ceară pură albită(albă)- 0.1 2 kg. ,parafină- 0.4 Kg., colofoniu- 0.2 Kg.
- Ceară pură de albine- 10 gr., colofoniu- 10 gr., carbonat de oxid de calciu- 90 gr., ulei de măsline-90 gr.

La toate aceste combinații ea sugerează colorarea cerii cu pigmenți de culoare roșie, după ce amestecul a fost realizat, pentru a permite o mai bună corectare a suprafeței cerii. Ceea ce nu sugerează însă în scrierile sale este dacă aceste rețete sunt pentru a pensula ceara sau a o barbotina. Oricum, coeficientul de relativitate este mare, mai ales în cazul artiștilor care dau rețete, pentru că, spre deosebire de un inginer sau chimist, artistul își adaptează materia cu care lucrează în funcție de forma sa și îi modifică compoziția până ce ajunge la o formulă optimă capabilă să-l mulțumească.

Malvina Hoffman indică în scrierile ei să se frământă ceara între degete, așa cum se și face de altfel, pentru a vedea dacă se modelează ușor. Putem spune că dincolo de proporții și măsurători, componenta de „căutare” a formulei satisfăcătoare a unui amestec de ceară, este adesea decisivă pentru reușita cerii, iar aceasta exclude până la final o măsurătoare foarte exactă. De cele mai multe ori, compoziția se „simte” sau se cunoaște după

culoare, miros sau alte indicii, iar acest lucru este posibil numai având o experiență consistentă înainte.

În cartea sa referitoare la practici ale turnării directe, Johnson Randolph Waddell recomandă o compoziție de uleiuri pe bază de plumb (oleat de plumb), substanță toxică, dar care îmbunătățește caracteristicile compoziției de ceară și rășină, pentru modelaj la turnarea directă. Formula recomandată pentru prepararea compoziției este:

- ulei de măsline- o parte, untură (de porc)- o parte, monoxid de plumb- o parte, apă fiartă și borax- cantitate suficientă;

Uleiul și grăsimea se încălzesc până se amestecă, o jumătate de uncie (o uncie= 28,3 gr) de borax este amestecată cu apa fiartă, aceasta este adăugată peste monoxidul de plumb și amestecată până se formează o pastă tare. Pasta se amestecă apoi cu combinația din ulei și grăsime și se amestecă continuu la foc mic până ce se ajunge la o compoziție omogenă. Pasta rezultată din amestec se întărește treptat până ce capătă o fragilă soliditate. Ea are calități plastice și este ideală în compozițiile cu ceară de albine necesare la modelajul direct sau la imersia miezurilor de material refractar pentru a fi modelate în prealabil. Proporția dintre cantități dă o serie de amestecuri cu calități fizice și plastice.

Formula W1: ceară de albine-16 părți, compoziția pe bază de plumb- o parte; Amestec solid și rezistent întrebuințat pentru lucrări de dimensiuni mici.

Formula W2: ceară de albine- 16 părți, parafină- 16 părți, lanolină- o parte, compoziția pe bază de plumb- o parte, terebentină (de Veneția)- o parte; Amestec moale și mai maleabil ca primul.

Terebentina poate fi utilizată în locul rășinilor pentru combinația necesară cerii de modelaj. În cantitate mică, ea dă plasticitate și maleabilitate masei și o fragilitate mai scăzută. Același rezultat se obține și prin adăugarea esenței de terebentină la compoziție.

Formula W3: ceară de albine- 24 părți, seu- 7 părți, cerezină-16 părți, ceară de carnauba- 8 părți, parafină- 8 părți, compoziția pe bază de plumb- 5 părți. Acest amestec se colorează cu un pic de albastru de Prusia, culoare de ulei, dacă se dorește, compoziția fiind una fragilă și ușor de răzuit. Seul este utilizat pentru a scădea punctul de topire al amestecului, dar trebuie avut în vedere că el rânzește în timp.

Formula W4: ceară de albine- o parte, parafină- o parte, ester de rășină (colofoniu)-o parte. Amestec simplu ce merge foarte bine la lucru în vreme caldă. Esterul de rășină se obține prin adăugarea glicerinei în proporție de 10%, rezultând o masă mai tare și mai rezistentă.

Formula H2: ceară de albine- 24 părți, cerezină- 21 părți, parafină- 16 părți, ceară de Carnauba- 16 părți, ceară sintetică- 24 părți, compoziția pe bază de plumb- 9 părți, rășină de „Burgundia”- 9 părți. Amestec cremos și opac foarte maleabil mai ales cald. Ceara sintetică (hallowax) este un compus sintetic neinflamabil, cu un ridicat punct de topire, tare, dură. Dă

o opacitate ca de lapte amestecului odată cu răcirea lui.

Rășina de „Burgundia” (Burgundy pitch) este în fapt o mixtură de tipuri de rășini, de pin, palmier și alte vegetale, precum și cărbune și catran. Johnson o consideră superioară colofoniului, pentru că amestecul lor dă o consistență mai puțin sfărâmicioasă.

Toate aceste formule de compoziții cunoscute pot fi probate iar unii artiști chiar le întrebuințează, mai ales pe cele în amestecul cărora intră colofoniu pentru că este o rășină încă destul de accesibilă la noi și ideală pentru compoziția cerii aplicată cu pensula în primul strat ce copiază forma. Pentru straturile secundare se aplică însă o ceară mai săracă în rășină.

În cazul cerii pentru modelat, experiența mi-a arătat că, dacă nu mai putem avea acces la cerezina din ce în ce mai greu de procurat, o putem înlocui cu ceară de albine topită (1 l.) amestecată până la omogenizare și răcire cu vaselina simplă, mai ușor de procurat (0.45 l.). Probabil că acesta este cel mai economic și la îndemână mod de a prepara o astfel de ceară. Desigur, și ceara de albine ușor încălzită are o consistență maleabilă și poate fi întrebuințată pentru adăugarea diverselor detalii pe forma de ceară, având avantajul că, după ce contactul cu mâinile este întrerupt, se întărește ușor și capătă o consistență mai dură. Ea se mai poate amesteca, de asemenea, cu ulei de in pentru a fi modelată mai ușor.

După ce am trecut în revistă câteva din rețetele pe care le putem găsi în cărțile de specialitate ce tratează acest subiect, putem spune că am trecut un prim pas în prepararea ingredientelor folosite pentru reușita formei noastre. Ceea ce rămâne însă de făcut nu este mai puțin important pentru că aplicarea acestei compoziții de ceară determină reușita unei forme în bronz. Ea se aplică cu răbdare întinzându-se uniform pe toată suprafața negativului, controlând în permanență stratul de grosime. Grosimea ei ce determină grosimea bronzului, poate varia de la 3 sau 4 mm. pentru formele cu înălțimea de până la un metru și până la 8 mm., 1 cm. sau chiar 2 cm. pentru lucrările monumentale mari.

Aplicarea se face în straturi succesive, cel mai cald fiind primul, celălalte fiind adăugate cu ceară ușor răcită. Dacă ar fi mai fierbinte, straturile nu s-ar mai depune, ci s-ar topi, iar dacă ceara este prea rece, la scoaterea ei din negativ straturile s-ar exfolia. Se întrebuințează de regulă o pensulă mai groasă pentru că aplicarea trebuie să fie destul de rapidă și cu randament. Trebuie controlat în permanență ca straturile să nu prindă între ele bule de aer sau diverse alte impurități, de aceea ceara trebuie strecurată din când în când. Este de dorit ca pe toate părțile componente ale unui mulaj să se aplice ceara relativ în același timp, astfel încât să se întărească odată pentru ca, dacă intervine o mică contracție, ea să fie egală la toată forma nu numai la o parte a ei. Grosimea cerii trebuie să fie egală pe toată suprafața formei, iar dacă aceasta este de dimensiuni mari, baza ei trebuie să fie întotdeauna ușor mai groasă. Ea se controlează introducând un vârf al unei spatule în stratul de ceară pentru a vedea grosimea ei. De regulă

negativele se pensulează cu ceară și pe marginea lor, pentru a se evita contracția intervenită odată cu răcirea cerii care face ca stratul de ceară să se dezlipească de pe marginea formei dacă nu e lipită de ea.

După răcirea cerii, formele cu stratul de ceară în interior se curăță pe margini bine iar pe acestea, împrejurul lor, se lipește un fir subțire răsucit de ceară moale de modelat. Acesta are rolul ca, după asamblarea părților componente ale negativului, să oprească ceara ce vine turnată în interior și ar putea pătrunde între primul strat al cerii și negativ în decursul procesului de barbotinare și lipire a elementelor de ceară ale formei noastre. Aceste fire răsucite sunt întrebuintate dacă nu este posibilă lipirea pe interior cu ceară caldă a păsuirilor, înnăditurilor, formate de îmbinarea negativelor sau dacă știclul este prea complicat sau are o dimensiune mare ce nu permite lipirea cu ceară lichidă (barbotinare) a părților componente. Trebuie avut în vedere faptul că barbotinarea duce la o îngroșare excesivă a pereților de ceară. De aceea, este necesar ca atunci când aplicăm grosimea cerii pe pereții formei să o lăsăm mai mică pentru ca, odată cu depunerea cerii barbotinate, să se ajungă la grosimea optimă.

După ce aceste operațiuni au luat sfârșit, se lasă ceara să se răcească. Scoaterea acesteia din știclu mai devreme conduce la apariția defectelor și deformărilor. Se obișnuiește ca, înainte de a scoate forma de ceară din negativ, să se toarne miezul formei, dacă e cazul, pentru a rigidiza volumul și pentru a-l putea manevra și retușa fără ca el să se deterioreze sau deformeze. Dacă forma este de dimensiuni reduse, miezul se poate introduce odată cu împachetarea formei(fig. 24).

fig. 24

Negativ de ipsos în care a fost așezată ceara și s-a turnat miezul cu gaura pentru aerisirea lui, înainte de a fi scoasă forma (de ceară) din interior.





Negativ de ipsos care a fost parțial desfăcut și în care se află pozitivul din ceară



Dezbrăcarea totală a formei de negativul de ipsos și introducerea cuielor de turnătorie în interiorul miezului. Decuparea unei mici suprafețe de ceară în partea superioară a formei pentru a se lăsa un contact direct cu miezul din interior.

Împachetarea formei cu straturi succesive de material refractar, până la acoperirea ei totală







Așezarea unei rețele simple de turnare, prin procedeul turnării directe. Forma este împachetată și răsturnată iar rețeaua de canale adăugată ulterior. Astfel, miezul interior are contact direct cu exteriorul, iar gazele acumulate ies mai ușor din interior

Forma finală, gata de uscare. Prezintă o gură de turnare rotundă și două aerisiri extreme, iar în partea centrală o gaură sub formă aproximativ dreptunghiulară care este aerisirea miezului. Pentru că acesta este foarte gros, s-a preferat subțierea lui prin realizarea unui astfel de canal care să reducă din volumul lui și totodată să degajeze gazele acumulate în interiorul miezului în momentul turnării.





fig.25
Lipirea rețelei din ceară cu
ajutorul ciocanului de lipit
electric

Pozitivul de ceară care iese din negativul de ipsos sau de cauciuc are adesea mici defecte care trebuie corectate. În acest scop se folosesc spatulele și răzuitoarele mici descrise la capitolul formării negativelor, precum și ciocanul electric de lipit. Cu acesta putem topi părțile în exces ale cerii pe care nu vrem să le tăiem sau să le răzuim (fig. 25). Chituirea se face cu cerezină pentru că este moale și permite retușul cu ușurință, cu ceară de albine sau oricare amestec bun pentru modelat, urmărind în permanență forma. Unii artiști preferă ca, după intervențiile de retuș, să lustruiească suprafața cerii cu degetele înmuiate în ulei, pentru că acesta face ca porii deschiși ai cerii să se închidă și suprafața să devină curată.

Avem în acest moment cea de a doua posibilitate de a interveni în mod creativ pe forma sculpturală, de data aceasta pe pozitivul de ceară. Ceara de modelat este o materie moale plăcută lucrului care se poate adăuga întocmai ca lutul pe suprafața acum integral formată din ceară a volumului nostru. Cu ajutorul spatulei se poate modela ceara aplicată pe suprafață, ținând cont ca acest procedeu să nu ducă la o îngroșare excesivă a stratului de ceară. Se pot accentua marginile tăioase prin adăugare, se pot inciza desene, trasee, sau accentua volume, intervine iar acel joc, dialogul artistului cu materia care-i permite nuanțarea plastică a volumului. Putem intui așadar posibilitățile de a jongla cu expresivitățile materiei ce se întind pe o plajă destul de mare și de cele mai multe ori ele fac să sporească atribuțiile estetice ale formei turnate. Tot acum putem interveni cu diverse alte materiale care, imersate în baia de ceară, se pot aplica pe suprafața volumului nostru îmbogățindu-i calitățile estetice. Materiale textile, hârtie, plante sau alte structuri organice pot veni în ajutorul acestui demers pentru a da plasticitate formei, se pot amprenta diverse structuri sau se pot modifica sau accentua cele existente.

După ce forma din ceară este gata de împachetare, înainte de a purcede

la montarea rețelei de alimentare și aerisire a formei, este important ca forma de ceară să se degreseze. Pentru această operațiune se folosește de obicei alcool tehnic. Aplicarea unui strat de alcool cu ajutorul pensulei pe suprafața lucrării de ceară îndepărtează straturile de grăsimi acumulate pe suprafața ei, previne alunecarea și întărește aderența primului strat de material refractar aplicat. După degresarea piesei de ceară se introduc în suprafața ei, din loc în loc, cam la o distanță de aproximativ 10 cm. la piesele mari și mai dese pentru cele mici, cuie care au rolul de a ține miezul din interiorul formei nemișcat, după ce ceara s-a topit și spațiul dintre miez și coaja exterioară a rămas gol. Cuiele sunt speciale pentru turnătorie, din fier cu diametru de 1.5 mm. și lungi de 10 cm. Acestea se folosesc pentru formele mari și destul de groase care au un miez consistent. Pentru formele mai mici se adaptează sârmă de alamă sau cupru cu o grosime și o rezistență asemănătoare celor din fier, dar cu o lungime mai mică. Tot pentru formele mici se pot folosi acele cu gămălie care rezistă foarte bine la toate intervențiile pe care le suferă forma turnată în bronz. De asemenea, în miezul care are contact cu exteriorul se introduc cuie pentru a face legătura cu învelișul exterior al formei. În general, este bine să se evite închiderea totală a miezului în interiorul unei forme. În momentul turnării, gazele din interiorul lui tind să se degajeze și formează în partea superioară o gaură, la nivelul piesei turnate, un loc de răsuflare, prin care miezul își elimine gazele. De aceea, se practică un decupaj al formei, astfel ca miezul să aibă un contact cât de mic cu exteriorul la nivelul superior al formei și o aerisire în interiorul lui pentru degajarea gazelor. Acest decupaj este apoi astupat cu un petic din același material turnat, ștemuit sau sudat astfel încât forma să nu sufere nici o modificare. Dacă formele sunt cu miezul deschis, se alimentează în așa fel încât întotdeauna acesta să fie cu partea deschisă în sus.

Formarea rețelei de canale pentru umplerea formei cu metal topit și de evacuare a gazelor din interiorul ei

Este o operație deosebit de importantă pentru că de buna realizare a acestora depinde umplerea cu succes a formei cu bronz, precum și evacuarea gazelor din interiorul ei.

Rețelele sunt confecționate tot din ceară, de preferat mai maleabilă, în matrițe speciale confecționate din ipsos, cu grosimi și forme variabile (fig. 26). Pentru economie, astăzi sunt înlocuite cu lumânări de ceară de diferite grosimi, pentru formele mici acestea se pot substitui cu paiele de plastic întrebuințate pentru băuturi, imersate obligatoriu într-o baie de ceară pentru a putea face lipitura cu pereții de ceară ai lucrării sau cu celelalte ramificații ale rețelei de umplere sau aerisire. Se mai utilizează tije de trestie (fig. 27) pentru lucrările mai mari sau se pot confecționa tuburi de hârtie imersate în baie de ceară.

Canalele confecționate se lipesc de forma de ceară cu ajutorul ciocanului electric (fig. 25), mai ales la formele mari care trebuie să aibă o anumită rezistență la asamblare, și cu cerezină, ceară de albine sau orice mixtură de ceară maleabilă în cazul formelor mai mici. În timpul acestei operațiuni, trebuie protejat în permanență originalul de ceară și avut în vedere faptul că la lipirea rețelei el se poate supraîncălzi și deforma mai ales dacă nu are miez turnat în interior.

Secțiunea formei alimentărilor este de obicei rotundă, dar poate fi și pătrată sau dreptunghiulară. Ceea ce este important este însă grosimea lor, ea variind în funcție de mărimea și, implicit, grosimea lucrării pe care vrem să aplicăm aceste alimentări.



fig.26
Diferite profile de ceară ce
alcătuiesc rețelele de umplere
și aerisire a formei



fig.27
Tijele de trestie folosite pentru
crearea rețelilor de umplere a
formelor.



fig.28
Tipuri de canale de
alimentare

André Félibien lasă ca reper „grosimea aproximativă a degetului mare” (police) ca diametru pentru figurile mari cât mărimea naturală.

Tehnica turnării pieselor industriale în serie a elaborat un sistem de calcul a grosimilor alimentărilor, folosite pentru piese în serie cu dimensiuni și greutate fixe, pentru ca randamentul turnării lor să fie maxim.

Pentru o operă de artă însă, putem spune că funcționează intuiția, bunul simț și proporționarea la ochi a grosimilor alimentărilor sau, altfel spus, experiența. Pentru piese de aproximativ 30, 40 cm, secțiunea canalului poate fi aproximativ de 0,8 cm. ajungând până la secțiunea de 1cm. sau chiar la 1,5 cm. pentru piesele înalte de 1m. La formele mici de 10-15 cm. se poate folosi drept alimentare grosimea unei lumânări medii, cu condiția ca ea să fie îngroșată spre pâlnia prin care se toarnă metalul.

Rețelele de distribuție trebuie să fie cu grosimi variabile pentru că asigură viteze de alimentare mult mai uniforme. Aceste canale sunt tip pană sau în trepte (fig.28). Cele tip pană sunt folosite mai frecvent la turnarea operelor de artă, iar cele în trepte la turnarea pieselor industriale. Secțiunea lor crește, se mărește, spre canalul principal de alimentare și se subțiază la îmbinarea cu forma de ceară. Secțiunea canalului la îmbinarea cu forma nu trebuie să fie cu mult mai mare decât grosimea peretelui de ceară al formei pentru că poate cauza defecte în forma de bronz, care de regulă sunt sub forma de găuri, din cauza contracției materialului topit care are diferențe mari de grosime. Întotdeauna stratul mai gros de metal va trage din stratul subțire în timpul răcirii, rezultând la nivelul formei subțiri o concavitate, sau chiar o gaură.

În principiu, există 2 metode de a alimenta o formă ce se toarnă în bronz (fig.29) și aici ne întâlnim iar cu termenii amintiți mai sus (de direct sau indirect) dar care au altă semnificație: alimentarea directă și cea indirectă (supranumită prin sifonare). Este necesar să le cunoaștem pentru a adopta în funcție de forma noastră cel mai bun sistem de alimentare cu metal topit. Aceste metode se aplică în funcție de complexitatea volumului, ele repartizând debitul și viteza de alimentare cu bronz a modelelor. În funcție de așezarea lor corectă apar sau nu defecte ale formelor turnate.

Alimentarea formei prin sistem „direct” se face de regulă la piesele mici și cu o conformație mai simplă dar se poate adopta și în cazul formelor mari care au de asemenea o conformație simplă, fără ramificații. Alimentarea directă constă în aplicarea canalului de turnare și a pâlniei direct pe una din marginile formei, metalul topit intrând în formă direct, de sus în jos.

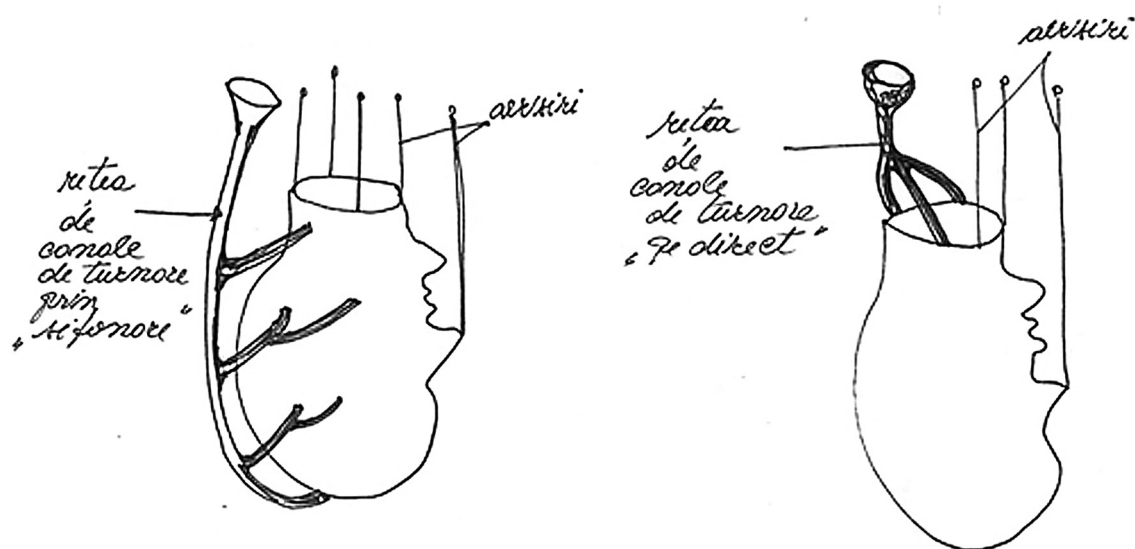


fig.29
Modalități de alimentare a unei forme

fig.30
Obiect alimentat prin metoda indirectă.



Este cel mai simplu și mai curat mod de alimentare a unei forme pentru că nu mai are pe suprafața ei altă atingere cu ramificațiile rețelelor de turnare decât la una din extremitățile ei, unde de obicei se lipește canalul. Dacă forma are miez sau bază, va fi turnată invers, cu capul în jos, deci întotdeauna cu miezul în sus, pentru ca acesta să aibă contact cu exteriorul, după cum am amintit la descrierea tehnologiei. De regulă, forma se pune în poziția inițială, se împachetează cu material refractar, iar după întărirea lui se întoarce invers. Pe marginea sau la baza ei se va lipi canalul sau, după caz, canalele de umplere, ce pot avea o înălțime egală cu diametrul bazei pe care se aplică, această măsurătoare fiind valabilă doar la alimentarea directă. Astfel, pentru o lucrare cu o bază sau o extremitate a formei cerii de 20 cm. se poate pune un canal de umplere, cu ramificații, tot de 20 cm. înălțime, cu tot cu pâlnia de turnare. Turnarea într-o astfel de formă are o presiune mare pentru că metalul intră direct în ea și de aceea se face cu o viteză ușor mai scăzută. Este obligatoriu ca forma să fie foarte bine armată și bine îngropată în nisip, pentru a evita o eventuală fisurare a ei la presiunea metalului topit ce intră în formă.

Alimentarea prin sistem indirect(fig.30), prin „sifonare”, este mai complexă și presupune o rețea mai mare și de obicei supradimensionată de canale lipite de jur împrejurul formei. Implică atingerea în mai multe puncte a suprafeței modelului de ceară și, deci, a formei de bronz cu extensii ale rețelei de umplere ce trebuie îndepărtate și locul atent remediat. Această metodă constă în umplerea formei cu bronz, de jos în sus, metalul topit distribuindu-se prin ramificațiile rețelei în mod egal în formă. Se utilizează în mod frecvent la formele ronde-bosse mai complicate sau cu volume ramificate.

În funcție de mărimea acestor forme, se utilizează 2 sau chiar 3 alimentări principale care la rândul lor posedă alte ramificații. Aceste alimentări se întâlnesc în partea superioară a formei și se unesc formând pâlnia prin care se toarnă metalul. Metoda de alimentare prin sifonare, bazată pe principiul vaselor comunicante, presupune turnarea formei tot cu susul în jos, deci cu miezul în sus, dar cum, de regulă, o formă cu miez nu se poate răsturna și ține în această poziție fără a fi deteriorată, se preferă așezarea rețelei de canale în poziția inițială, cu condiția să se țină cont de unghiul lor de înclinație. După împachetarea ei cu material refractar, forma se răstoarnă și alimentările se continuă în partea inferioară a modelului.

Alimentarea principală se așează vertical lângă lucrare la o distanță de cel puțin 3 cm. (fig.31). Din ea pornesc rețelele de distribuție care se așează în sensul invers al crengilor de brad, dacă forma stă în poziția ei verticală, nu răsturnată. Cu cât înaintăm spre vârful sau extremitatea formei, unghiurile își schimbă direcția. Unghiurile de atac ale ramificațiilor sunt cuprinse între 45 – 60 de grade și de regulă se practică o modificare diferențiată a lor pentru a obține o uniformizare a vitezei de curgere. La atingerea cu forma de ceară unghiurile trebuie să fie rotunjite(fig.32), racordul făcându-se



fig.31
Formă alimentată prin metoda indirectă.





fig.32
Tipuri de racorduri ale canalelor



fig.33
Tipuri de pâlnii pentru turnare

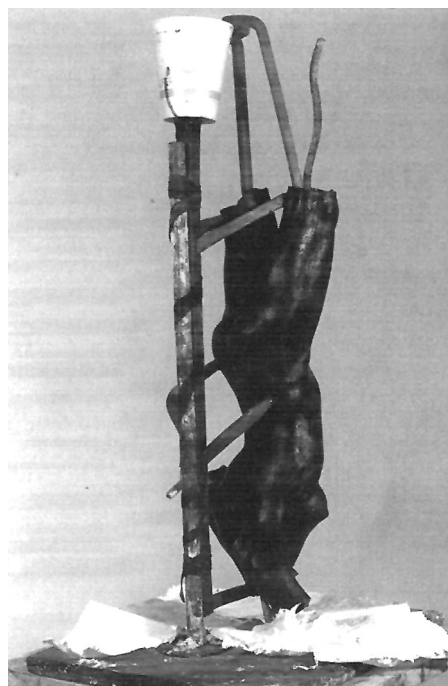


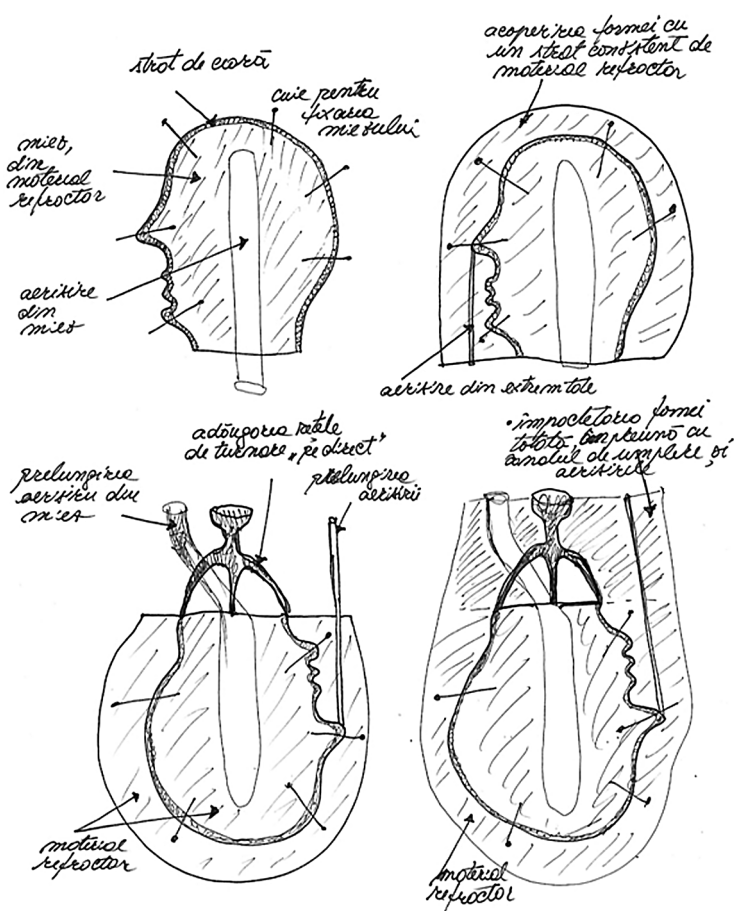
fig.34
Modalitate de substituie a pâlniei pentru umplerea unei forme.

treptat și nu brusc. Rețelele nu se așează la o distanță mai mică de 8 - 10 cm. una față de alta, iar dacă forma este mai mare și alimentările mai groase, distanța poate fi mai mare.

Pâlnia de turnare (fig.33) este simplă sau în formă de cupă, aceasta din urmă fiind mai eficace pentru că turnarea jetului din oală nu se face pe axa piciorului pâlniei, ci indirect, reținând astfel pătrunderea incluziunilor (zgurii) în rețeaua de distribuție. Denumirea tehnică a turnării printr-o astfel de pâlnie este aceea de turnare în regim de tranziție. Pentru această formă se poate adapta un pahar de plastic, lipit în capătul rețelei de umplere(fig.34).

Un alt component important al acestei complicate rețele necesară turnării unei forme este canalul de aerisire. Acesta sau acestea, pentru că o formă presupune în funcție de mărime de la una la mai multe guri de aerisire, au rolul de a evacua gazele acumulate în interiorul miezului și în extremitățile formei la contactul cu metalul topit ajuns acolo. Sunt indispensabile unei turnări reușite și de regulă se ridică din ramificațiile cele mai depărtate ale formei la turnarea prin sifonare iar la turnarea directă, din partea opusă canalului de alimentare al formei. Cât de mică ar fi o formă, este necesar

ca ea să aibă pe lângă canalul de umplere și o aerisire. Se confecționează tot din ceară și nu trebuie să aibă o grosime semnificativă pentru că nu ține loc de canal de turnare, ci doar de evacuare a gazelor. Singura situație când această aerisire poate avea diametre mari este când ea e făcută în miezul unei forme. Dacă miezul are o grosime considerabil de mare, atunci această aerisire are rolul de a colecta gazele pe care aceasta îl degajă în timpul cât este acoperit de jur împrejur de metal topit. Aerisirea ajunge uneori, pentru miezuri mari cu diametre de peste 30 cm., la grosimi cu diametrul de 10 cm., rezultatul fiind, în fapt, o subțiere a peretelui miezului forme respective. La această dimensiune, ea se realizează cu ajutorul unui cofraj și rămâne o simplă gaură în miezul forme, prelungită până la exterior, fără a mai fi umplută cu ceară sau alte materiale. De-abia când o astfel de formă se va îngropa în pământ pentru a fi turnată, ea se umple cu nisip pentru că dacă forma are o fisură interioară, bronzul va pătrunde și va umple și această formă lăsată liberă. Gazele se vor elimina oricum dacă acest canal de aerisire este înfundat cu nisip, uscat, pentru că nu are o densitate așa de mare ca a materialului de împachetat (fig.35).



Celebre în istoria artei rămân desenele realizate după operațiile de formare, împachetare și turnare a statuiilor ecvestre ale lui Louis al XV-lea, realizate de Bouchardon (fig.36) și Louis al XIV-lea realizate de François Girardon (fig.37).

fig.35
Fazele împachetării unei lucrări

fig.36
Desen înfățișând rețeaua de alimentare și
aerisire a statuii ecvestre a lui Louis al XV- lea,
realizate de Edm Bouchardon

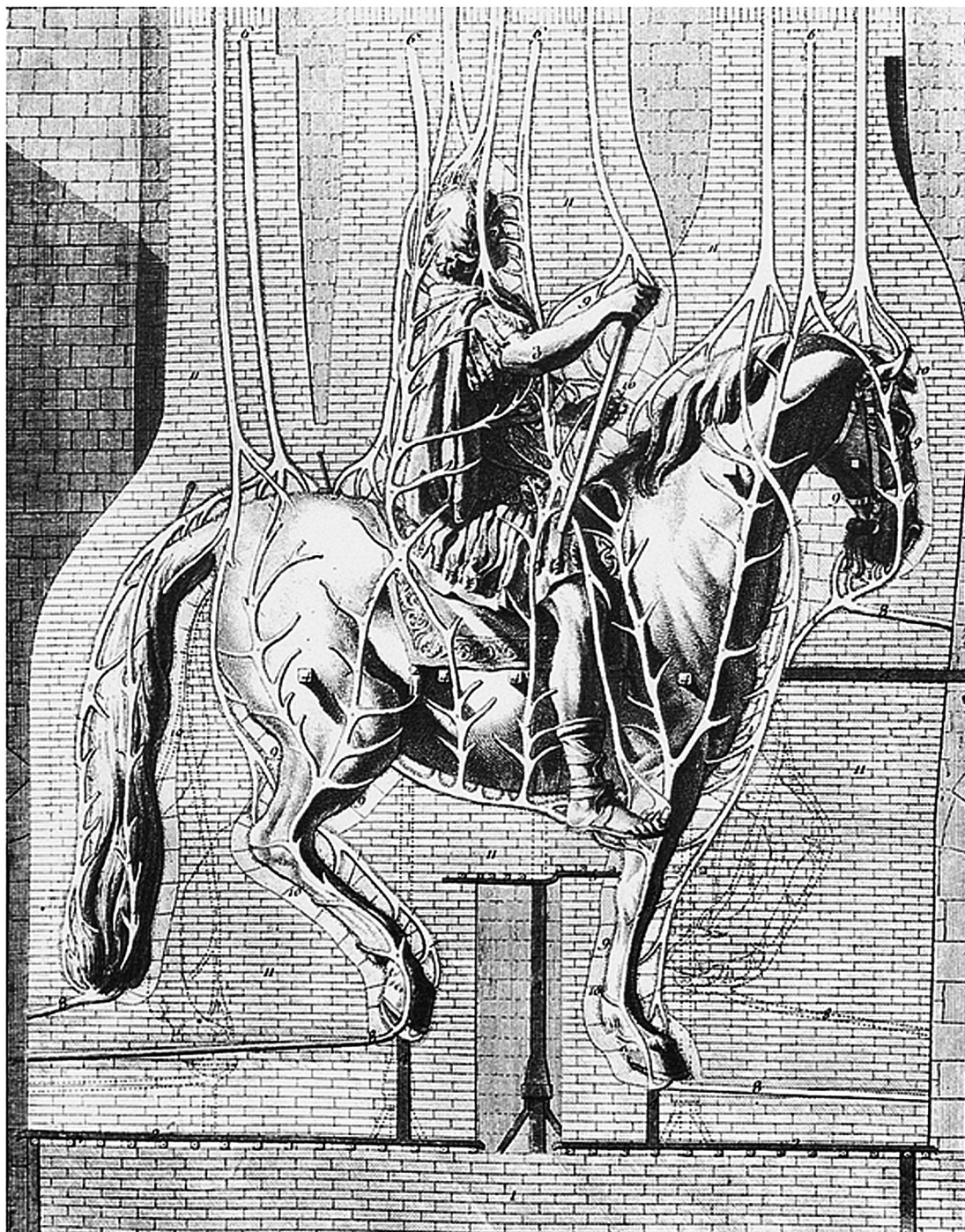
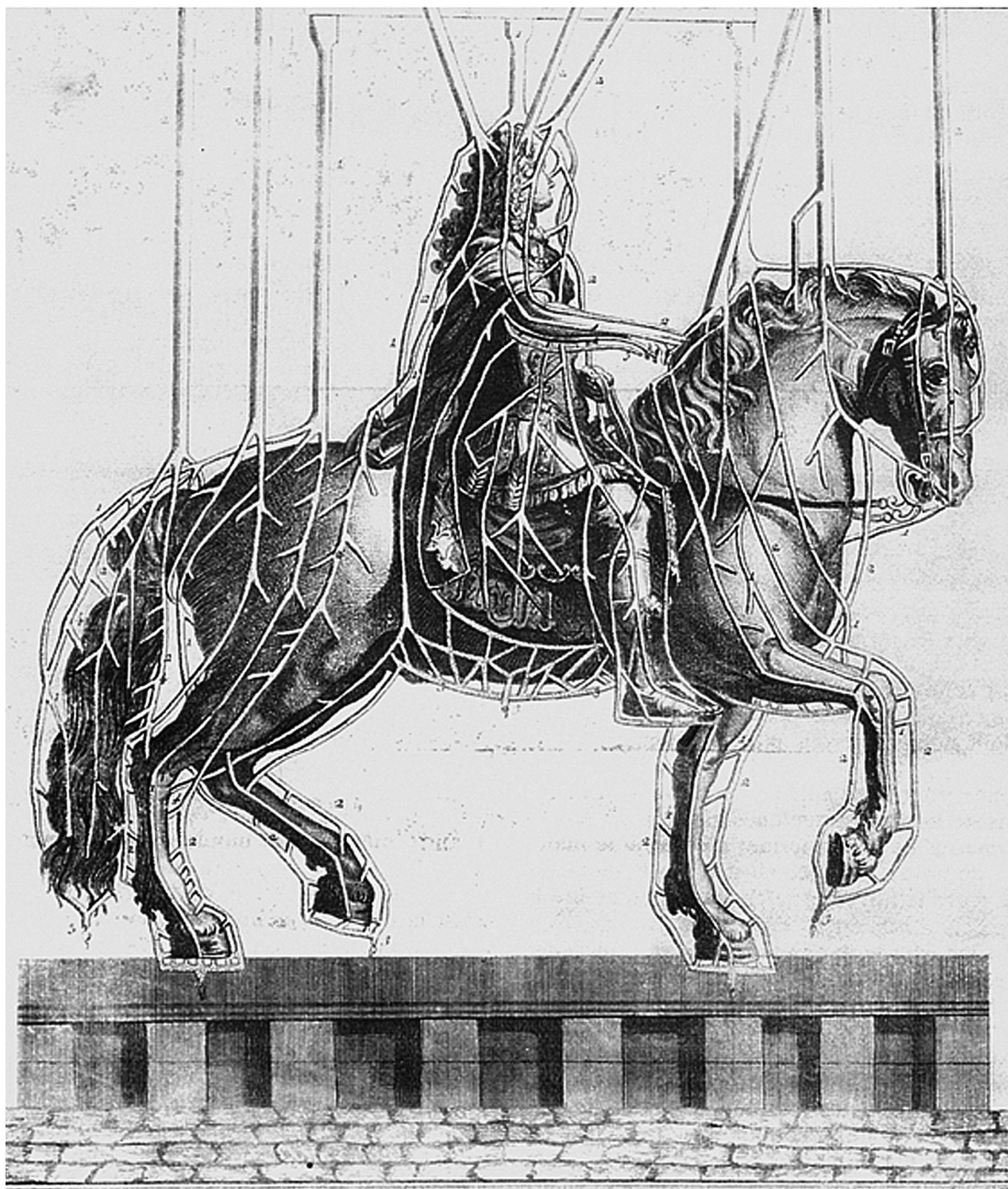


fig.37
Desen înfățișând rețeaua de alimentare și
aerisire a statuii ecvestre a lui Louis al XIV- lea,
realizate de François Girardon



Împachetarea formei în material refractar și pregătirea pentru turnare

Este o operațiune minuțioasă ce presupune așezarea pe suprafața de ceară a formei a mai multor straturi succesive de material refractar cu granulație crescândă până când forma, cu toate canalele de alimentare și aerisire, este complet acoperită, straturile având în final o grosime ce variază de la 1,5 cm. la 5 cm. sau chiar mai mare, în funcție de mărimea formei.

Primul strat fin, cu o consistență moale și smântânoasă se aplică cu pensula pentru a copia cât mai fidel modelul de ceară, tamponând mai degrabă decât pensulând modelul, cu materialul respectiv. Înainte de această operațiune, forma de ceară se degresează cu alcool sau detergent lichid pentru ca aderența stratului primar să fie totală și să nu alunece dacă forma a fost lucrată cu ulei sau cu alte substanțe grase.

Există mai multe materii prime care pot constitui aceste straturi, dar toate trebuie să îndeplinească câteva caracteristici generale:

- să aibă o granulație foarte fină, ideală pentru a reproduce toate detaliile modelului de ceară.
- să aibă o refractareitate suficientă pentru a rezista la calcinare și la contactul cu metalul topit, păstrând calitatea suprafeței și precizia dimensională.
- să nu intre în reacții chimice cu metalul.
- dacă stratul primar și cel secundar se fac din componente diferite, acestea să fie compatibile, cel secundar să aibă o fluiditate ce-l face să pătrundă între granulele primului strat cu o bună aderență la el, dar cu o granulație mai mare pentru a da grosimea și rezistența necesară peretelui.
- să aibă un punct de întărire mai îndelungat pentru a avea răgaz la aplicarea

lui și o uscare mai moderată, care să nu dea naștere la fisuri.

- să aibă o foarte redusă contracție la uscare.
- să aibă o foarte bună rezistență la crud după uscarea superficială.
- să aibă o dilatare termică în acord cu celelalte materiale care constituie straturile secundare dacă acestea sunt diferite.

Istoria acestei tehnologii ne furnizează câteva informații în legătură cu amestecul, uneori ținut secret, al componentelor care împachetează o formă de ceară.

Când formele erau construite, calcinate și turnate pe același loc fără a implica prea multe manevrări ale acestora, materia primă o constituia pământul, lutul.

Se pare că în China Antică, în mileniul III apare pentru prima dată turnarea cu material refractar, folosit pentru turnarea pe scară largă a sculpturilor. Materialul era obținut prin tocarea lutului ars, metodă pe care o vor adapta și grecii pentru turnarea prin metoda cerii pierdute, după cum susține cercetătorul Kurt Kluge⁸.

André Félibien în cartea sa "Principes de l'architecture, de la sculpture, de la peinture et des autres arts", ne semnalează prezența în această compoziție, pe lângă pământ, și a bălegarului de cal. Artiștii Renașterii foloseau praf de os, iar Benvenuto Cellini⁹ relatează cum introduce în compoziția sa măduvă calcinată de corn de berbec, amestecată cu tot atât oxid de fier la care se adaugă apă și apoi balegă de vacă sau bălegar de cal și amintește că prepara cu mult timp înainte pământul. Bălegarul se mai folosește și astăzi în turnătoriile tradiționale de clopote pentru că asigură o rezistență mare a peretelui la turnarea metalului topit, în special la tehnica de turnare la pământ. Folosirea bălegarului se întrebuintă însă frecvent la ambele metode de turnare.

Aceste amestecuri diferă de la o epocă la alta sau de la un meșter la altul și se pot adapta în funcție de cerințele formei. Este un component care poate fi și el adaptat în funcție de experiența lucrului în turnătorie și care are micile lui secrete. Fiecare artist are cu siguranță o rețetă proprie pe care o pune în aplicare în compoziția de bază și aceasta semnalează prezența a uneia sau a mai multor substanțe, cum ar fi zirconiul, grafitul, praful de rumeguș, talcul, nisipuri de turnătorie sau alte materii organice, etc. care din punct de vedere tehnic sunt socotite ca fiind favorabile bunei reușite a unei forme.

Un manual de turnătorie a anilor 1939¹⁰, dădea ca liant pentru primul strat, „o mazăgă foarte subțire de pământ refractar, înmuiat în lapte și puțin albuș de ou ca să aibă mai mult cheag, având grijă ca să se depună această lipeală în cele mai fine”.

Malvina Hoffman¹¹ scria despre folosirea ipsosului și a silicei în proporție de 1 la 2 precum și a cărămizii pisate (prafului de cărămidă), bineînțeles cu o granulație crescândă. Iar Carl Dame Clarke¹² amintește printre variatele materii prime din componența materialului refractar lutul ars, un

8. Kluge Kurt, *Die antiken Grossbronzen*. Berlin. 1927, apud., Hemingway Sean, *op. cit.*, pag. 78

9. Cellini Benvenuto, *op. cit.*, vol II.

10. Dumitrașcu Petru, *Manual de turnătorie*, Fundația pentru literatură și artă, Regele Carol II, București, 1939, pag 160.

11. Hoffman Malvina, *Sculpture inside and out*, Bonanza Books, New York, 1939, pag. 294

12. Clarke Carl Dame, *Metal Casting of Sculpture*, The Standard Arts Press, Butler, M D., 1948., pag. 93

material numit „luto” și un amestec de compuși organici. Lutul ars măcinat este cu o refractareitate mare și are o mai mare putere de absorbție a apei și contribuie la o întărire mai rapidă. „Luto”- material refolosit după calcinarea unei forme compusă din silică și ipsos - este folosit ca umplutură pentru straturile secundare nu mai mult de o treime din compoziția totală, pentru că nu are o rezistență așa de mare. Amestecul de compuși organici este format din cenușă, paie tocate sau orice alte fibre vegetale, bucăți de pânză sau păr, humă, mușchi și alte materii organice similare. El se lasă la macerat și se folosește în compoziția pentru straturile secundare pentru că astfel compoziția devine mai plastică, mai tare și mai solidă odată cu uscarea ei. Prin ardere, amestecul produce porozități la nivelul peretelui care absorb gazele din metalul topit care intră în formă.

Randolph Waddell Johnson¹³, are o altă rețetă pentru acest mix organic, format aproximativ din aceleași ingrediente la care adaugă deșeuri de bumbac, de iută, toate amestecate cu puțin lut și nisip. Ele se țin la macerat luni întregi, iar din când în când procesul se grăbește prin adăugarea de fermenți, cum ar fi zerul sau cidrul. După ce este destul de macerat, se amestecă cu lut, cenușă și nisip pentru a acoperi straturile formei. Toate aceste amestecuri nu sunt născociri noi, ele fiind substituite în vechime de balega și componentele organice sub o formă sau alta, adăugată compoziției materialului de împachetare a formei de ceară.

Carl Dame Clarke mai amintește de talc, ce poate fi amestecat cu ipsosul pentru a da rezistentă formei și prezintă „Metal Casting Plaster”, adică preparatul pe bază de ipsos pentru turnare realizat de „United States Gypsum Co.”. Acest material este o compoziție de ipsos și substanțe refractare, cu o porozitate deschisă pentru a absorbi gazele din interiorul formei. El poate fi folosit pentru turnarea diferitelor aliaje neferoase în special al aluminiului, nu însă pentru fier sau oțeluri. Ca o ironie, merită să subliniem faptul că, deși acest preparat special pentru turnătorie apare prin anii '40 în America, la noi astăzi este foarte puțin cunoscut.

Astăzi se folosește încă tehnica mixării gipsului cu praful de cărămidă (silicat de aluminiu) rezultat din calcinarea cărămizilor. Acesta are o refractareitate ridicată sau foarte ridicată dacă această cărămidă este formată din materie primă refractară. Prin sitare obținem și granulații potrivite pentru aplicarea fiecărui strat de ambalare. Din praful de cărămidă cernut amestecat cu ghips și apă rezultă o pastă cu consistența unei smântâni care este aplicată cu pensula pe ceară în cazul stratului primar, apoi prin adăugare pentru straturile succesive. Proporția este o parte ipsos și două părți material refractar. Se folosește adesea pentru ambalarea formelor metoda formării cu ajutorul unui cofrag. Primul strat este aplicat cu pensula iar restul se adaugă turnând-ul într-un cofrag construit pe dimensiunile formei respective. Forma, numită și „gogoasă” în limbaj tehnic, din pricina formei care i se dă după împachetat, se calcinează de la 500° la 700° C în funcție de calitatea prafului de cărămidă, în cuptoare speciale cu foc indirect până

13. Randolph Waddell Johnson, apud., Clarke Carl Dame, *op.cit.*, pag. 93

când ceara și apa ies complet din miez și formă. Calcinarea formei poate să dureze de la câteva ore pentru formele mici și fără miez sau cu miezul subțire la câteva zile, pentru piesele mai mari. Calcinarea se face cu o creștere treptată și paliere de temperatură, până când forma se înroșește în interiorul cuptorului. După calcinare, forma are consistența unui biscuit. Din cauza fragilității obținute prin calcinare, formele mari se armează cu plasă de sârmă sau rețea de fier, peste care se adaugă un strat de material refractar, pentru ca la presiunea turnării sau la manipularea formei aceasta să nu se spargă sau să se fisureze.

La acest amestec se mai poate adăuga în componența primului strat o cantitate mai mică de pulbere de grafit (carbon natural) care face ca metalul să alunece mai bine pe suprafața formei, iar aceasta să devină mai rezistentă în contact cu el.

De asemenea, tot pentru stratul primar se poate folosi și ipsos refractar sau făină de zirconiu (ortosilicat de zirconiu). Cu o culoare alb-cenușie, zirconiul este un element intermediar între siliciu și aluminiu, folosit și pentru turnarea în coajă ceramică, cu proprietatea că este foarte rezistent la temperatură și dă formei cea mai bună calitate a suprafeței.

Deși nu face obiectul cursului de față, am să amintesc în cele ce urmează câteva date tehnice despre turnarea în coajă ceramică, date ce vin să întregască imaginea pe care tânărul trebuie să o aibă despre variatele metode de turnare în bronz.

Coaja ceramică a fost descoperită în Marea Britanie în 1938 de către frații Shaw, iar procedeul de formare le poartă astăzi numele. El constă în amestecul silicatului de etil cu apă și cu un material refractar.

Dintre materialele refractare folosite la împachetarea formelor în coji ceramice, mai rezistente la turnare, amintim: silicea vitrificată – folosită pentru că are un coeficient scăzut de dilatare termică și poate rezista până la 1649° C; alumina, oxid de aluminiu, mai rar folosit pentru că are rezistență mică la șoc termic; șamota și caolina calcinată.

Pentru coaja ceramică se folosesc de asemenea două componente liant și material refractar dintre cele prezentate mai sus. Liantul poate fi compus din silice coloidală, silicat de etil sau silicat de sodiu, toate acestea fiind ideale pentru precizia dimensională a formei. Crusta are o grosime de 6 – 10 mm, în funcție de mărimea formei, iar turnarea se face direct în forma coajă datorită rezistenței sale mecanice la șoc termic. Ea are o refractareitate ridicată pentru a asigura obținerea de forme cu suprafață netedă. Introducerea ei la turnarea operelor de artă s-a făcut destul de târziu, ea fiind folosită mai ales pentru turnarea prin metoda cerii pierdute a pieselor de precizie folosite în diverse industrii, piese de mici dimensiuni, nefiind utilizată pentru forme foarte mari care au miez. Proporția este o parte liant și două părți material refractar, iar amestecarea barbotinei se face într-un regim diferit cu agitatori speciali, i se controlează vâscozitatea și densitatea, precum și prezența bulelor de aer din compoziția amestecului.

Datorită noilor compuși chimici care apar și se dezvoltă odată cu industria chimiei, acest amestec ce intră în compoziția barbotinei refractare este într-o continuă evoluție și perfecționare a agenților ce îl compun.

Am să amintesc în cele ce urmează, procesul tehnologic de pregătire a formelor la coajă ceramică: prima etapă este cea a degresării modelului de ceară, după care se depune și se usucă primul strat refractar, apoi cel secundar, iar după uscarea lui se aplică alte straturi succesive până când forma capătă rezistență și grosime. Ulterior, se îndepărtează ceara din forme printr-o preîncălzire iar apoi se calcinează forma pentru a ajunge la o rezistență și refractareitate maximă la turnare.

Modelul de ceară se imersează în barbotina de material refractar (ex. silice coloidală) 15 – 20 de secunde după care se scurge și pe suprafața lui se presară material refractar granulat, se usucă la temperatura mediului ambiant, iar înainte de uscarea lui totală se imersează în cel de al 2-lea strat de barbotină cu o compoziție ușor modificată (ex.coalină calcinată) mai puțin rezistent decât primul strat, peste care se presară iar material granulos refractar (ex.șamotă calcinată) cu granule mai mari, pentru a creea o rezistență și mai mare. În funcție de mărimea și complexitatea formei, această crustă poate avea de la 2 la 8 straturi. Uscarea se face cu o temperatură ușor ridicată (circa 40° C) pentru ca să nu se riște o fisurare a straturilor, după care se lasă timp de 12-24 ore într-un curent de aer uscat. Calcinarea crustei ceramice se face la o temperatură de până la 900° C în funcție de calitățile componentilor și se realizează mai rapid, preț de câteva ore și nu de zile ca în cazul împachetării clasice. Trebuie subliniat faptul că această metodă de împachetare a crustei ceramice este mai lentă și necesită mai multă răbdare decât cea clasică, cu ipsos și praf de cărămidă, dar are în același timp o mai mare precizie și fidelitate a formei turnate precum și un component de risc mai redus al deteriorării formei (fig.38).



fig.38
Forme împachetate prin
metoda crustei ceramice

Decerarea, uscarea, calcinarea formei

Atât în cazul ambalării cu metode și materiale tradiționale cât și în cazul folosirii noilor metode se practică decerarea formelor. Acesta se face prin mai multe metode. Decerarea (variantea clasică) se desfășoară într-un cuptor cu flacăra în partea inferioară, cu puntea superioară deschisă, pe unde se introduc formele cu gura în jos. Flacăra nu trebuie să bată direct pe ele, iar ceara se scurge printr-un canal lăsat în partea inferioară a cuptorului, canal ce se prelungește cu un jgheab la ieșirea din cuptor și dă într-o baie de apă. Ceara caldă se va scurge din piese prin acest canal, iar la contactul cu apa se va solidifica. Este o recuperare parțială a cerii, iar durata ei depinde de dimensiunea formei, de sistemul de alimentare sau de compoziția cerii. În general, decerarea se face la un foc potrivit și poate dura până la câteva ore pentru formele mari și degajă o mare cantitate de fum. În funcție de mărimea formei, se recuperează doar rețeaua de alimentare, nu toată cantitatea de ceară utilizată la formare. Dacă temperatura crește peste 260° C, unii constituenți ai cerii se volatilizează afectând caracteristicile masei refractare, apar porozități în peretele formei și fisuri la nivelul interior al formei, iar rezistența mecanică poate scădea.

Alte modalități de decerare ar fi evacuarea parțială realizată într-o etuvă în care este introdusă forma cu gura de turnare în jos, la o temperatură suficientă pentru topirea cerii. Metodele sunt diverse dar toate trebuie să prevină deteriorarea formei, crăparea ei la presiunea cerii și a aburului degajat din umezirea pereților formei și topirea cerii din interiorul ei. Una din metode este încălzirea bruscă a formei la o temperatură mare având

drept rezultat arderea cerii, deci se exclude posibilitatea recuperării ei și degajă o mare cantitate de fum și gaze nocive.

Alte metode constau în provocarea unei încălziri cu vapori de apă sub presiune în interiorul unei autoclave (vas închis ermetic). Această încălzire se transmite formei, iar ceara din interiorul ei începe să curgă. Temperatura în interiorul vasului este de $165^{\circ} - 175^{\circ} \text{C}$, iar presiunea de 5 – 7 atmosfere. Durata decerării este de aproximativ 15 minute pentru forme de 3 – 10 kg și 25 minute pentru piese mai mari de 10 kg. Metoda decerării cu presiune exterioară constă în așezarea formei cu pâlnia în jos într-un container la baza căruia sunt orificii de scurgere a cerii. Forma se acoperă cu nisip sau alte materiale granulare refractare încălzite la o temperatură de aproximativ 300°C , în așa fel încât să fie cuprinsă de jur împrejur cu acest material cald. La contactul cu acesta, forma preia temperatura, iar ceara începe să se topească. O altă metodă mai puțin utilizată este decerarea cu solvent prin acțiunea vaporilor calzi ai acestuia. Se utilizează triclor etilenă, dar metoda este lentă și necesită o unitate specială de vaporizare a acestui solvent.

În zilele noastre, din cauza vitezei de lucru, această tehnică a decerării

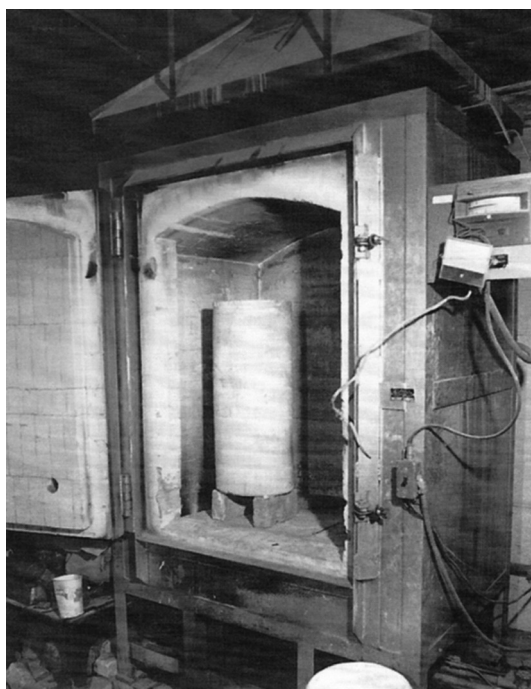


fig.39 Cuptor de calcinat

este adesea substituită de calcinarea formelor. Dacă se optează pentru decerare, indiferent de metodă, un impediment ar fi acela că ceara recuperată este într-o cantitate mică și își pierde din proprietățile sale chimice și implicit cele fizice sau mecanice și trebuie obligatoriu îmbogățită pentru o eventuală refolosire a ei.

De regulă formele gata ambalate în materialul refractar nu se bagă imediat la cuptorul de calcinat. Există un timp necesar pentru ca apa să se evapore lent din forme, cel puțin din straturile exterioare și e bine ca această regulă să fie respectată pentru că orice evaporare bruscă a apei și încălzire a formei poate naște fisuri în interiorul ei. Forma se lasă în apropierea unei surse de căldură eventual, nu direct în bătaia soarelui

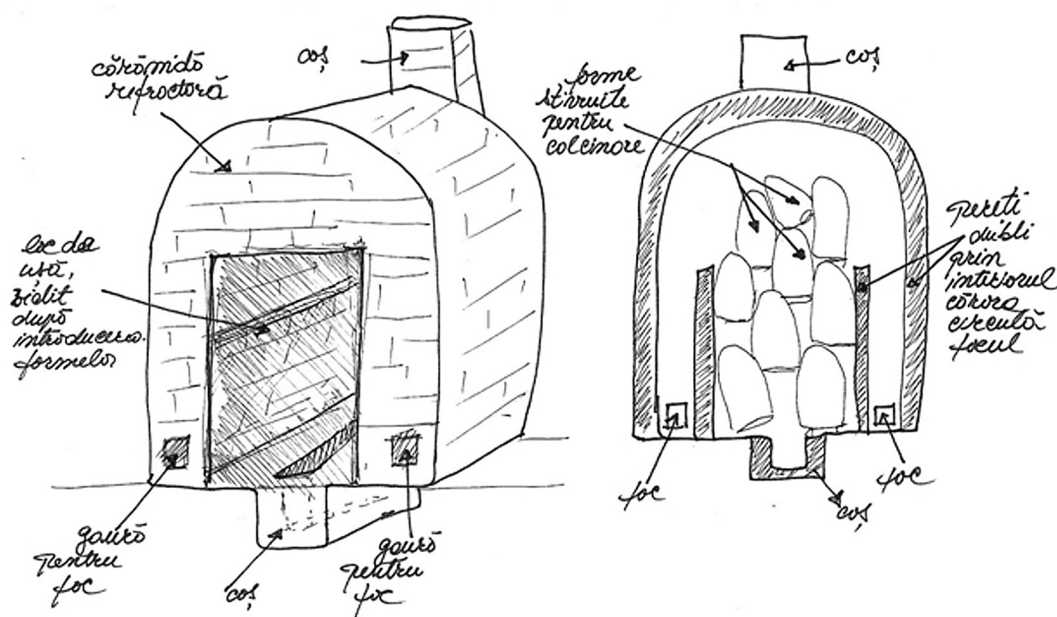
sau a unei flăcări deschise și e bine să stea 2,3 zile sau mai mult dacă timpul ne permite. Dacă nu dispunem de timpul necesar atunci formele se vor băga la cuptor dar vom avea grijă ca temperatura să fie mică pentru mai multe ore, pentru a evita evaporarea bruscă a apei din interior și o

eventuală fisurare a lor.

Cuptorul de calcinat poate fi construit în foarte multe modalități (fig 39). De sine stătător cu o formă fixă sau construcția lui poate fi adaptată unei forme mari gata împachetate dacă spațiul unde ne desfășurăm activitatea ne permite. Trebuie însă să ținem seama de câteva principii care sunt comune fiecărei construcții. El trebuie să fie de regulă din cărămidă refractară, care este mai rezistentă la temperaturi mari, ține căldura mai bine și o radiază mai îndelung. Cărămida trebuie să fie de regulă chituită cu șamotă sau pământ și acoperită pentru o mai bună izolare termică cu straturi de vată minerală. În principiu cea mai bună alimentare este cu două focuri (surse de căldură), ce vin din cele două laterale de-a lungul pereților, dar poate funcționa la fel de bine și cu o singură sursă de căldură, mai ales dacă dimensiunea lui este redusă. În ambele cazuri focurile nu ard direct pe forme ci sunt ascunse în spatele unor pereți ce sunt dubli, pentru ca întreaga căldură să radieze indirect (fig 40). Coșul este făcut în partea de jos a cuptorului sau cel mai adesea pe mijlocul podelei, sub formă de șanț și se continuă în afara cuptorului, în spate, iar apoi se înalță cu un burlan din tablă mai groasă. Acest șanț-coș îl putem folosi și pentru decerare, iar după ce aceasta s-a terminat, putem astupa orificiul frontal pentru ca fumul să iasă pe circuitul său, pe dedesubtul cuptorului și apoi în spatele cuptorului pe burlan. Deci un simplu cuptor de calcinat îl putem adapta și la decerarea superficială. Ușa lui este tot de cărămidă refractară și putem opta pentru a o zidi după fiecare încărcare, sau a o construi pe o ramă de

fig.40

Schema unui cuptor de calcinat



fier cu balamale puternice cu peretele tot din cărămidă refractară, lângă cuptor. Formele se introduc în el cu gura în jos și se stivuiesc unele peste altele dar trebuie avut grijă ca gurile lor să fie lăsate libere, pentru ca ceara și impuritățile să poată curge din interiorul lor. Uscarea se realizează după cum am mai spus cu paliere de temperatură, astfel încât încălzirea formei să se facă treptat și gradat. Temperatura se măsoară cu un termometru special utilizat pentru temperaturi înalte. Ea se ridică în funcție de mărimea cuptorului și a formelor din interior până în jurul valorii de 600-700°C. După ce formele au fost calcinate și cuptorul oprit, se lasă să se răcească treptat în interiorul închis al cuptorului pentru că orice diferență bruscă de temperatură poate duce la fisurarea lor. Cel puțin o zi îi trebuie unei forme să se răcească treptat, iar dacă vorbim de cuptoare cu dimensiuni mari de 3,4 m. latura interioară atunci acest timp de răcire poate fi de câteva zile. În acest timp și după scoaterea ei din cuptor se evită contactul formei cu orice sursă de umiditate.

După ce a fost calcinată și parțial răcită, forma se manipulează cu atenție până la o groapă cu nisip sau pământ mai nisipos de turnătorie, se introduce în interiorul acesteia cu gura de turnare în sus protejând-o cu hârtie ca să nu intre pe canalul de turnat, nisip sau alte materii nedorite și se presează bine pământul pe lângă ea (fig 41). Această manevră face ca forma să nu se dilate, fisureze sau să se spargă dacă pereții ei cedează presiunii metalului topit. Timpul de răcire al formelor, după turnare, variază de la circa 2,3 ore pentru piesele mici de până la 20 de cm., la o zi, două sau chiar trei pentru piesele mari și complicate. Scoaterea mai devreme din formă aduce inevitabil la o contracție rapidă a metalului la contactul cu diferența de temperatură și în cele din urmă la apariția fisurilor. Acest lucru



fig.41
Forme pregătite pentru turnat

este de evitat mai ales dacă formele au ramificații complicate sau subțirimi care prin contracții se pot rupe ușor.

Degajarea formei de materialul refractar sau desfacerea se face cu un ciocan cu vârf ascuțit (fig.42), evitând contactul direct al uneltei cu lucrarea de metal pentru a putea preveni eventualele deteriorări sau zgârieri ale volumului. După această degajare a stratului, forma se curăță cu o perie de sârmă, nu se bruschează în nici un fel și se evită introducerea ei în apă rece pentru a-i grăbi răcirea. Această curățare se mai poate face cu ajutorul unui sistem de sablat (fig.43), care cu ajutorul unui jet de nisip foarte fin curăță forma de resturile impurităților materialului refractar rămase pe ea și mai ales în locurile ei greu accesibile.

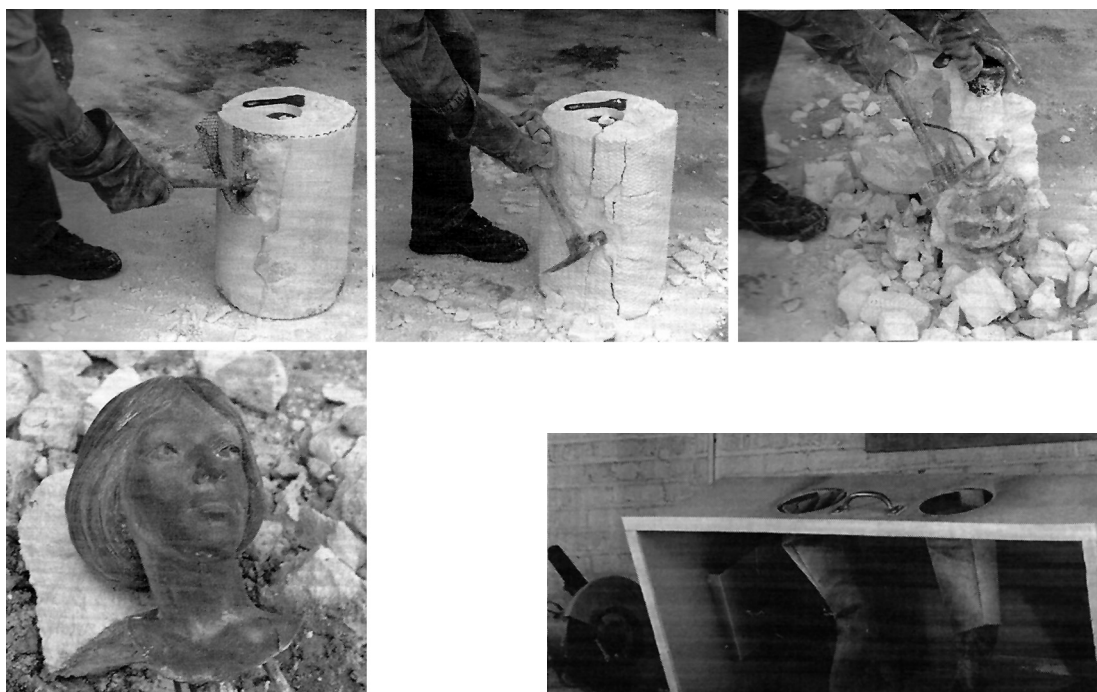


fig.42
Degajarea formei după turnare.

fig.43
Unitate de sablat pentru
lucrări de mici dimensiuni.



Tipuri de cuptoare de topit și turnarea bronzului în forme

Turnarea unei forme se realizează în mai multe feluri: gravitațional, sub presiune, în vid, centrifugă și combinat.

Cel mai des întâlnită și cea care se folosește în turnătoria de artă este turnarea gravitațională. Este cea mai la îndemână, aplicabilă tuturor tipurilor de forme refractare inclusiv ceramice și necesită un echipament minim.

Turnarea sub presiune constă în a adăuga presiunii metalostatice un spor de viteză care permite umplerea în detaliu a secțiunilor celor mai subțiri.

Turnarea în vid se practică atunci când rețeaua de turnare permite antrenarea aerului în cavitate.

Și în ceea ce privește cuptoarele avem o bogată istorie, scoasă la lumină de sursele arheologice. Primele cuptoare erau improvizate în vetre deschise căptușite cu argilă, treptat înlocuite cu furnale cu flacăra. Perfecționat la un moment dat de Leonardo da Vinci și Biringuccio, cuptorul ia o formă pătrată din cărămidă. Cutia de foc era poziționată în spate, proiecta căldura în acoperiș și din acesta în metalul din vatră. Metalul sau minereul se încălzea la vârf împreună cu combustibilul solid și topitura putea fi strecurată printre bucățile de minereu cu ajutorul unor bare inserate în furnal pe niște deschizături aflate de jur împrejur. Topitura era turnată într-un rezervor, apoi canalizată în mulaje. Acest tip de cuptor este strămoșul cuptorului cu reverberație.

Antichitatea nu ne lasă decât descrieri sumare ale cuptoarelor de topit sau de calcinat. „Vasul pictorului turnător”(fig. 44) de la Berlin figurează mai degrabă un cuptor de topit metal pentru lipirea formelor decât pentru turnarea lor. Se bănuiește însă că aceste cuptoare erau construite adesea



fig.44
Desen după
„Vasul pictorului turnător”

împreună, în același loc, pentru ca toate operațiunile să se desfășoare cu o anumită continuitate. Benvenuto Cellini¹⁴ ne lasă și el o descriere voit sumară a cuptorului și a modului în care-l toarnă pe „Perseu” dintr-o singură bucată. Se pare că eforturile lui de a reînnoi această tehnică de turnare la ceară pierdută nu au fost lipsite de peripeții. El ne dă indicii cu privire la așezarea lucrării în cuptor în poziție verticală și a focului care venea de la baza ei. Fumul și resturile cerii se eliminau prin partea superioară. „O dată terminată tunică - căci tunică îi spun cei de meserie - o întârrii grijuliu cu o puternică armătură de fier și folosindu-mă de un foc domol, începui să scot ceara din ea, care se prelingea prin numeroasele găuri pe care le făcusem; se știe de altfel că formele se umplu cu atât mai bine, cu cât au mai multe asemenea găuri. Când terminai cu scosul cerii, zidii în jurul lui Perseu - adică în jurul formei - un cuptor în formă de mânecă, făcut din cărămizi, pe care le pusei una peste alta, lăsând între ele numeroase goluri, printre care focul să poată circula cât mai bine. După aceea, timp de două zile și două nopți, făcui într-una foc arzând lemne din belșug; când toată ceara ieși afară, iar forma se uscă cu desăvârșire, începui să sap un șanț, în care s-o îngrop, după toate cerințele meseriei. Când terminai de săpat șanțul, prinsei forma cu un cric și cu niște funii groase și o ridicai cu multă grijă la un braț deasupra cuptorului, manevrând-o în așa fel încât să atârne chiar peste mijlocul șanțului; apoi încet- încet, o coborâi până în fundul cuptorului, unde o așezai cu toată grija ce se poate închipui. După ce săvârșii această frumoasă treabă, înconjurai forma cu pământul scos din șanț; pe măsură ce așezam pământul, puneam răsuflătorile, care nu erau altceva decât tuburi de pământ ars din cele ce se folosesc fie pentru conductele de apă, fie în alte scopuri. Forma se întărise atât cât trebuia, iar sistemul meu de a așeza pământul de jur împrejur o dată cu punerea răsuflătorilor la locul lor se dovedea a fi foarte bun; totodată, lucrătorii pe care îi aveam înțeleșeseră limpede felul meu de a lucra - cu totul deosebit de al altor maeștri ai acestei arte” .

Combinând indiciile date de Cellini cu cercetările arheologice de până acum, Niegel Konstam¹⁵, sculptor ca formație, publică în mai 2002 în *The Oxford Journal of Archaeology*, o ipoteză cu privire la construcția cuptoarelor de

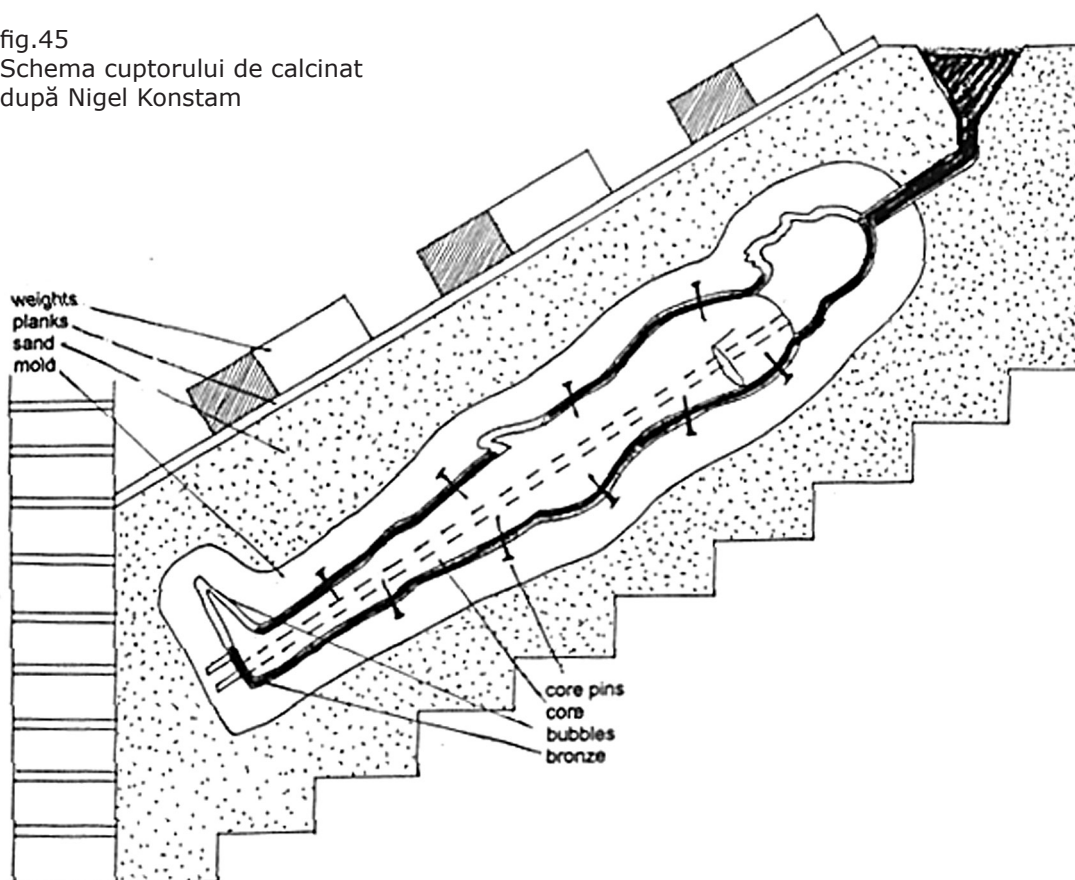
14. Cellini Benvenuto, *op. cit.*, vol II, pag. 113

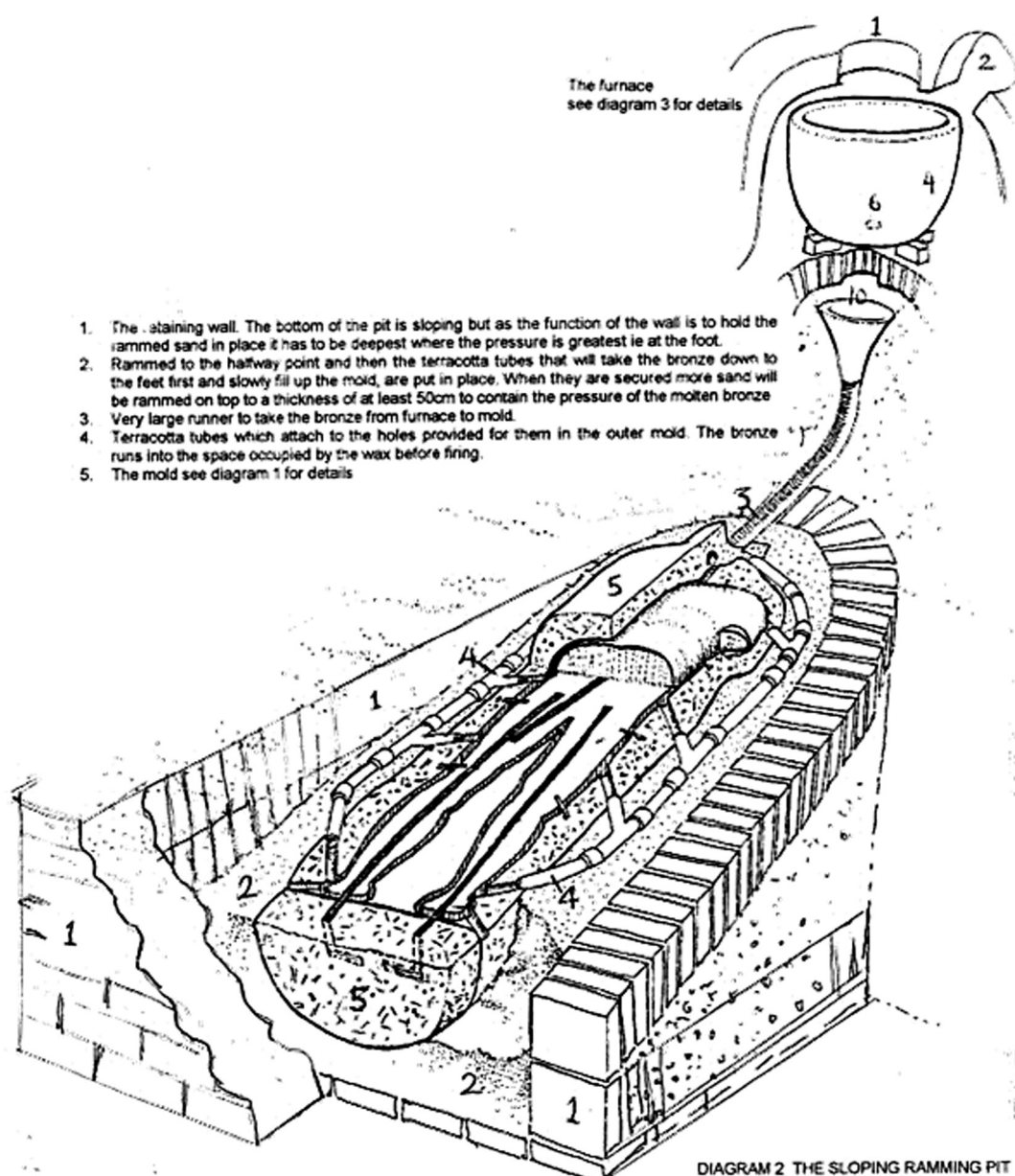
15. Konstam Niegel, *Ancient Bronze Techniques*, The Oxford Journal of Archaeology, 2002, (internet)

bronz în antichitate. Având exemplul bronzurilor descoperite la Riace, care erau turnate dintr-o singură bucată, și deducând de aici că pentru o astfel de dimensiune trebuia să fi existat și un cuptor cu o capacitate pe măsură, el descoperă pe unul din pereții stâncilor ce înconjoară muntele Acropole din Atena urmele unui astfel de cuptor. Ipoteticul cuptor era plasat pe platforma platoului unde era amenajată o vatră pentru topit metalul în cantitate mai mare și cobora pe stâncă. După topire, metalului i se dădea drumul pe un coridor săpat în stâncă, acesta curgea prin acest coridor care avea o înclinație de 40° și cobora cam 20 m. Aproape de baza acestei stânci era construit cuptorul propriu-zis în trepte, din cărămidă. Sculptura de ceară împachetată în pământ era așezată pe un pat de nisip, în poziție oblică, pe treptele respective, în așa fel încât picioarele să fi fost cu un metru mai jos decât capul (fig 45).

Această așezare oblică făcea ca miezul să fie mai bine ars, deoarece căldura urca progresiv și învăluia forma și nu o ardea la bază mai tare, așa cum amintește Cellini că se întâmplase cu statuia lui pe care a protejat-o cu un rând de cărămizi la bază. Miezul nu apăsa greu pe baza statuii, iar presiunea bronzului era redusă din cauza înclinației formei.

fig.45
Schema cuptorului de calcinat
după Nigel Konstam





Uscarea formei se pare că se făcea în același loc și pe aceeași poziție folosindu-se craterul din stâncă drept coș, iar la bază un cămin care distribuia căldura pentru uscare. Canalele de umplere erau din ceramică și erau adăugate după decerarea și uscarea formei și prinse cu lână și lut, apoi acoperite cu nisip și cărămizi. Astfel de cuptoare, construite pe coline prin care turnarea se făcea gravitațional au mai fost descoperite încă din epoca bronzului. Această metodă făcea ca numărul oamenilor care participau în mod normal la o astfel de operațiune să nu fie așa de mare pentru că turnarea nu implica multă forță și nici nu necesita un echipament special, cum necesită astăzi când creuzetul este scos din cuptor pentru a se turna bronzul din el. Creuzetul antic era amplasat deasupra stâncii, pe platou, avea în partea lui inferioară un cep care, în momentul topirii metalului, era dat la o parte. Metalul curgea prin craterul făcut în munte în forma aflată în cuptorul construit în trepte spre baza lui. Cellini amintește că a îmbunătățit cuptorul făcându-i „două ieșiri pentru bronz”, metodă preluată mai apoi și de alți meșteri. Nigel Konstam are o teorie cu privire la faptul că în acea vreme, formele nu erau prevăzute cu canale de aerisire, deci bronzul turnat în poziția oblică a statuii nu intra de cele mai multe ori în extremitățile din partea superioară a formei, cum ar fi degetele de la tălpi, organele genitale sau portretul. De aceea, el susține că aceste elemente erau de cele mai multe ori turnate separat, nu numai pentru faptul că necesitau un lucru mai atent, ci pentru simplul motiv că erau tăiate deoarece nu ieșeau la turnare. Apoi turnarea lor separată lăsa acces la miezul interior al formei care putea fi mai ușor îndepărtat, iar părțile mai ușor de lipit.

Aceleași mărturii despre conceperea unui cuptor în trepte le avem și din descrierea turnării ecvestrelor dintr-o singură bucată, ecvestre realizate de Bouchardon și Girardon.

Altă importantă mărturie o găsim în insula Rodos, care a jucat un rol determinant în această sferă a tehnologiei artei. Aflată la intersecția drumurilor comerciale și a mai multor sfere de influență politică, dotată cu o mare flotă comercială și de război, se pare că a fost principalul punct în care sculptura în bronz a fost adusă la rang de artă. Multe din capodoperele artei antice se pare că s-au născut aici, multe din ele supraviețuind în copii sau în scrieri. Pe insulă există mai multe situri arheologice din care s-au scos la suprafață numeroase locuri ce au fost destinate cuptoarelor de calcinat, topit și turnat bronz. Unul din cele mai vechi situri a dezvăluit în anul 1975 și apoi în 1988, două mari fose paralele (fig 46). De aproximativ 11 m. lungime, de formă ovală, ele erau săpate în pământ și căptușite cu cărămidă crudă. Trei trepte coborau în interiorul lor unde se crea un spațiu de 6,7 m. lungime și 3,25 m. lățime. În interior era o bază din piatră peste care veneau construiți pereții verticali ai fosei de circa 1,10 m. înălțime din argilă crudă. În podeaua de piatră exista o fosă de 65 cm, diametru care servea la colectarea cerii care ieșea din formă (fig.47). Un alt canal aflat în exteriorul centrului colecta ceara scursă din formă. În centrul fosei se găsea

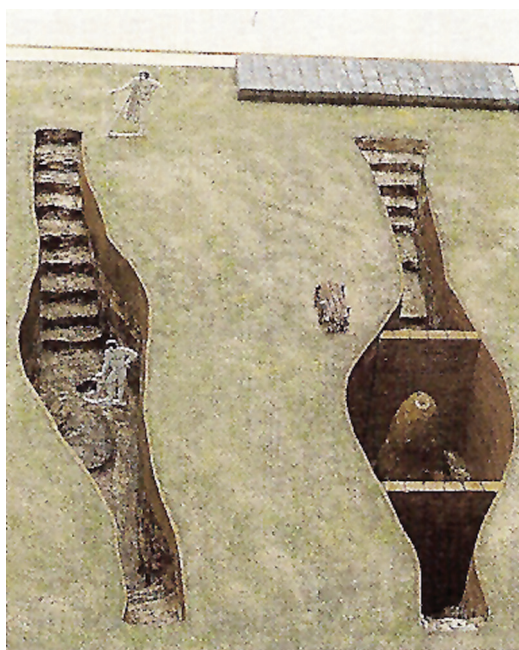
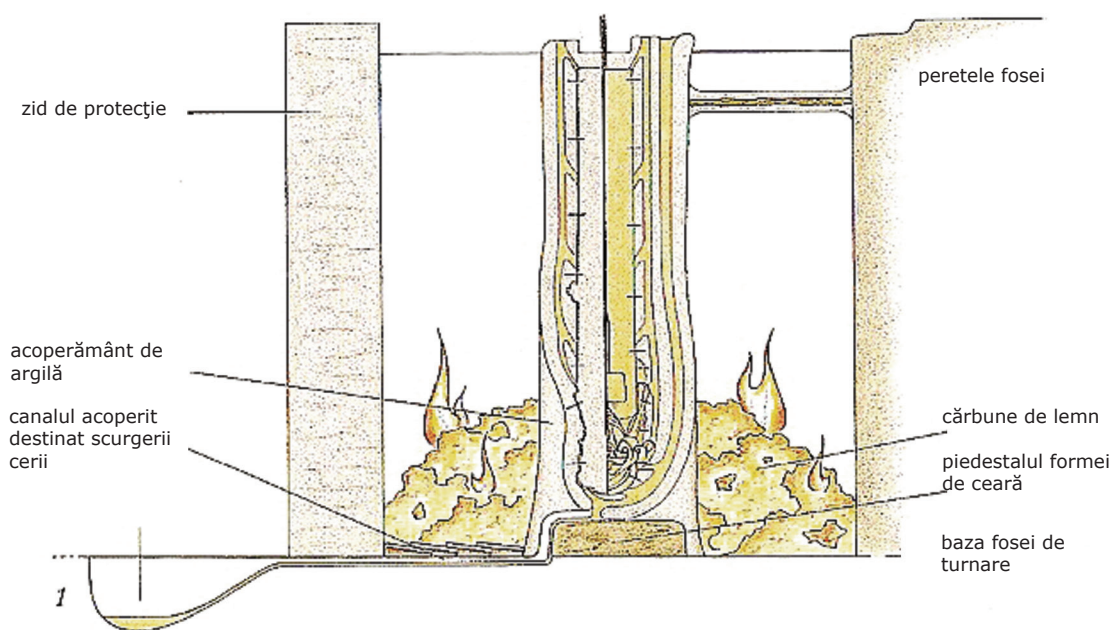


fig.46
Reconstrucția cuptoarelor(foselor) de
turnat de pe proprietatea Mylonas,
din Rodos



fig.48
Fotografie a fosei centrale

fig.47
Schema eliminării cerii în fosa de turnare



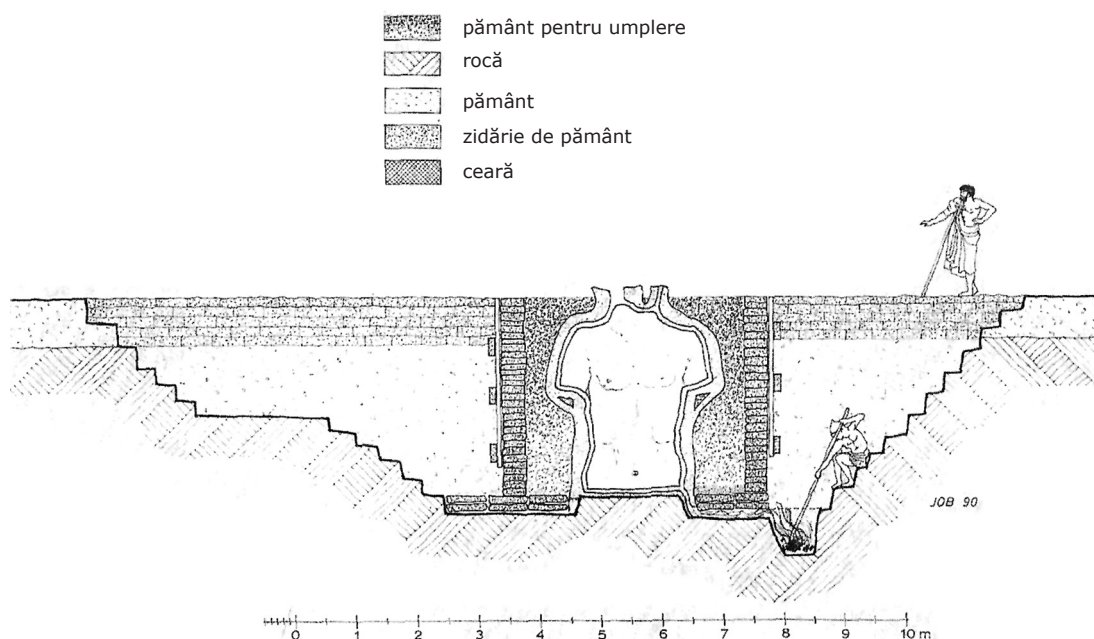


fig.49
Schema cuptorului de
calcinat

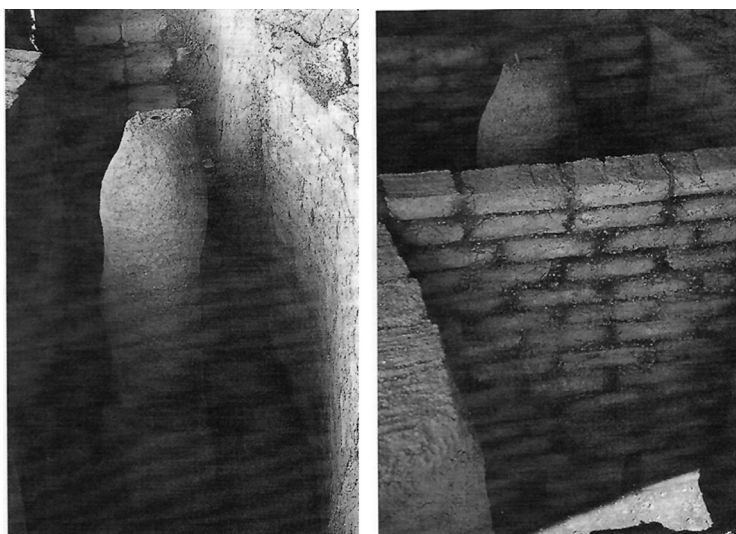


fig.50
Poziționarea formei în locul
de calcinare

o formă ovală peste care era postat un pedestal de piatră ce comunica cu fosa de colectare (fig. 48). Cu totul, acest ansamblu ajungea la o lungime de 3,60 m. Pentru a construi acest ansamblu cu o adâncime pe măsură, se crede că se cunoștea dimensiunea statuii ce urma a fi turnată. Coacerea se făcea în mijlocul fosei pe bază și spațiul era închis pe cele două laturi cu ziduri de cărămidă de asemenea crudă și ranforsate cu bârne de lemn prinse în pereții fosei (fig. 49). Această construcție întărită (fig. 50) era necesară pentru că întreg spațiul intern al fosei, după calcinarea formei



fig.51
Forma calcinată

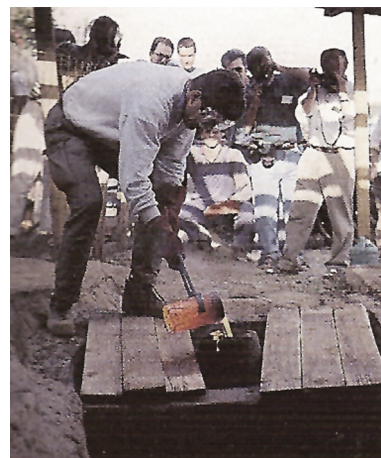


fig.52
Turnarea bronzului în forme

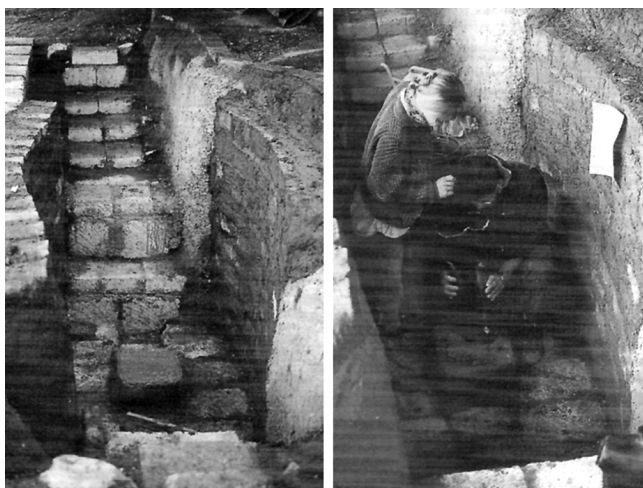


fig.53
Montarea formei de ceară
în interiorul fosei

(fig. 51), trebuia reumplut cu nisip amestecat cu pământ pentru ca forma să reziste la presiunea bronzului topit(fig. 52). La calcinare se lăsau găuri în perete pentru a verifica focul sau a crea tiraj.

În 1995 cu ocazia seminarului "I grandi bronzi antichi"(Mari bronzuri antice), desfășurat în localitatea Murlo din Italia, se încearcă reconstrucția unui astfel de cuptor cu o dimensiune ușor redusă și se toarnă cu succes o copie după statuia "Adorante"(Băiat rugându-se), statuie descoperită în Rodos. Cuptorul a fost reconstruit respectând întocmai planurile și materialele din antichitate. Ceara realizată după model, s-a montat direct pe soclul din interiorul cuptorului (fig. 53), iar canalele de umplere au fost lipite pe formă la fața locului (fig.54), lăsând canalul de scurgere a cerii să corespundă

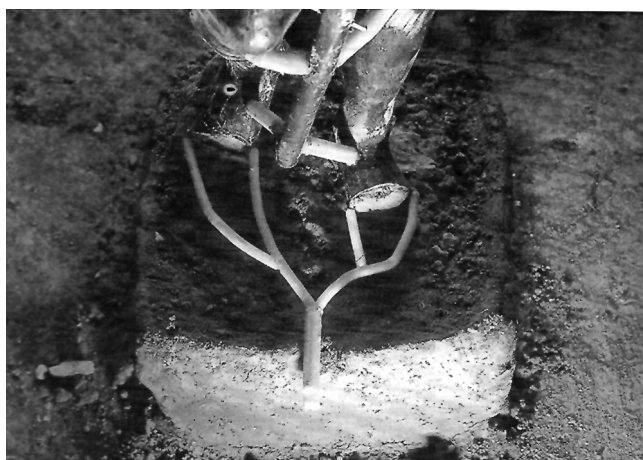


fig.54
Atașarea canalelor de umplere

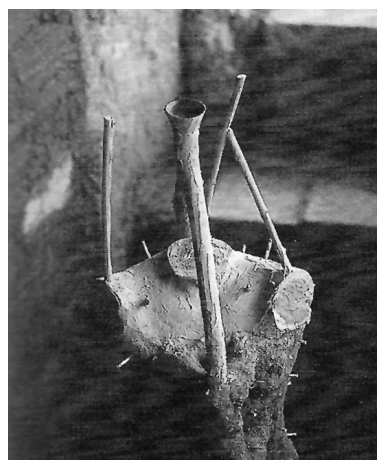


fig.55
Ambalarea formei de ceară



fig.56
Materialul de împachetat ce
conține și păr de animal

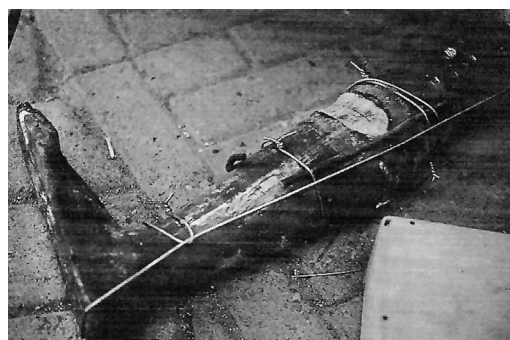


fig.57
Legătura elementelor ce
urmează a fi sudate

fosei interne destinată colectării ei. Forma a fost ambalată (fig.55) cu un amestec de pământ malaxat fin, bogat în minerale variate, amestecat cu păr de animale (fig.56). Acest amestec era folosit și în antichitate mai ales pentru miezul formelor și pentru stratul primar al împachetării.

Turnarea a fost o reușită iar modalitățile de sudură și cizelare au fost și ele realizate după metodele antice. Sudura s-a realizat încălzind forma în foc iar în prealabil legând-o în poziția ei cu sârmă de partea de care trebuia să fie lipită (fig.57). Pe suprafețele care trebuiau lipite se decupa în grosime un anumit perimetru în ambele forme iar acesta era umplut cu bronz topit rezultând o formă compact (fig.58). Șlefuirea s-a făcut cu ajutorul instrumentelor folosite și în antichitate, piatra "ponce"(fig.59) sau "strigiliul"(fig. 60) care rașcheta practic suprafața de porii rezultați din turnare.



fig.58
Sudura prin turnarea metalului topit în
cavitățile făcute în acest scop



fig.59
Șlefuirea formelor s-a făcut cu
piatră ponce



fig.60
Unelte antice pentru finisarea suprafeței
bronzurilor, cunoscute sub numele de
strigil

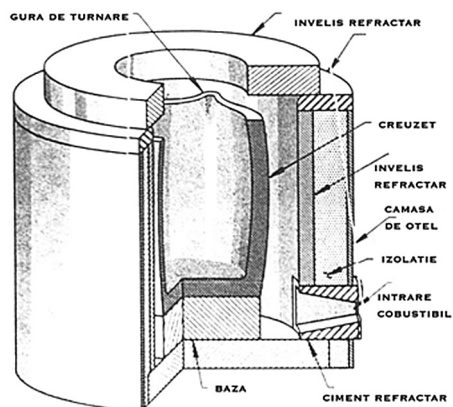


fig.61
Cuptor cu creuzet manevrat
prin ridicare sau basculare

Scopul acestui experiment a fost evident reconstituirea unui procedeu antic de turnare, însă acest lucru a putut să ofere cunoscătorilor ocazia de a vedea că procesul tehnologic este în esență același, doar materialele și evoluția tehnologică au dat un nou impuls acestui parcurs făcând ca timpul rezervat tuturor etapelor să se scurteze, substituie sau evolueze.

Odată cu evoluția tehnicii, cuptoarele de topit metal au evoluat rapid și s-au perfecționat, astfel că în momentul de față se cunosc mai multe tipuri: cuptorul cu creuzet manevrat prin ridicare sau basculare (fig. 61); cuptorul cu reverberație (foc deschis); cuptorul cu inducție (fig. 62); cuptorul cu arc electric.

Cuptorul de topire cu creuzet manevrat prin ridicare presupune un cost minimal și o întreținere la fel de ușoară. El este confecționat dintr-un înveliș de oțel căptușit cu cărămidă refractară și ciment, de asemenea, refractar. Are un spațiu nu mai mare de 10 cm. între peretele interior și creuzetul din grafit (fig.63) în care se topește metalul din interiorul lui. Acesta este



fig.62 Cuptor cu inducție

fig.63 Creuzet din grafit



fig.63
Cuptor de topit prevăzut cu
capac detașabil și creuzet
manevrabil

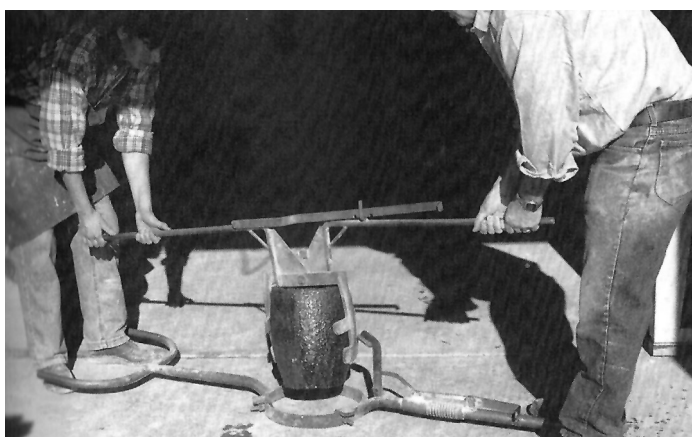


fig.63
Furci din fier pentru scoaterea
creuzetului din cuptor și pentru
turnarea în forme

centrat în cuptor și ridicat de la baza cuptorului pe niște forme cilindrice din cărămidă refractară. Fundul cuptorului este de asemenea căptușit cu cărămizi și izolan refractar. În partea inferioară, cuptorul este prevăzut cu o gaură pentru racordul cu combustibilul și cu aerul, în așa fel încât focul să pătrundă tangențial pe creuzet înconjurându-l și ridicându-se până în partea sa superioară. Cuptorul este prevăzut cu un capac solid tot din material refractar (fig.64), cu o gaură mai mică decât gura creuzetului. Prin gaura din capac se introduce în oală metalul netopit și tot prin ea se evacuează gazele din cuptor rezultate în urma topirii metalului.

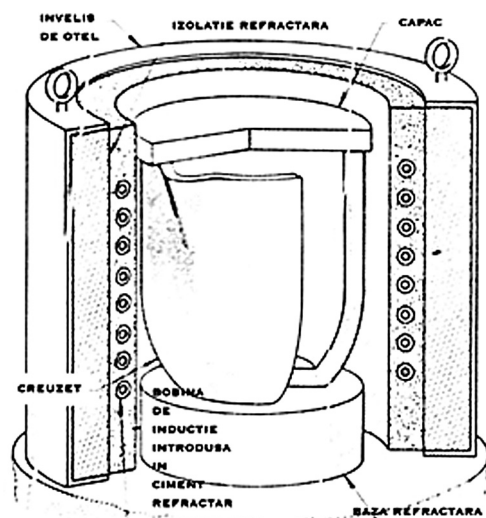
După ce metalul a fost topit, se dă capacul la o parte, și cu un clește special se scoate creuzetul incandescent, se pune într-o furcă manevrată de 2 oameni (fig.65) și cu el se toarnă metalul în forme. Această manevră duce în timp la uzura și scăderea în rezistență a creuzetelor, din cauza șocului termic. Un alt impediment al acestei tehnici de turnare cu oala sau creuzetul de grafit ar fi și faptul că în timpul scoaterii ei din cuptor poate interveni spargerea sau răsturnarea acesteia, lucru deosebit de periculos. Mecanizarea acestui proces este o operație cu un cost destul de ridicat ce necesită și un spațiu mare de manevrare, de aceea se preferă confecționarea de creuzete sau oale intermediare de turnare din tablă de fier (fig. 66), căptușite cu pământ de turnătorie (pământ de Văleni de Munte sau de Făgăraș). Acestea se usucă și se înroșesc bine înainte ca metalul topit să fie scos cu ajutorul unui "polonic" sau o oală mai mică realizată tot din fier și deșertat în această oală cu care se toarnă mai apoi. În acest mod se protejează creuzetul de grafit, prelungindu-i durata de utilizare.

Cuptorul basculant este de două tipuri:

Primul tip, care se basculează pe o axă în dreptul gurii de turnare al creuzetului și al doilea tip, care se basculează pe un ax situat în centrul cuptorului. Avantajul primului tip ar fi că, în timpul turnării, fluxul metalului



fig.66
Creuzete confecționate artizanal
pentru turnarea metalului

fig.67
Schema cuptorului cu inducție

topit este într-o poziție fixă și nu e necesară deplasarea undei de turnare. Cuptorul este acționat de obicei hidraulic. Cel de al 2-lea tip nu are nevoie de o operare hidraulică fiind mai ușor de manevrat cu ajutorul pârghiilor. Aceste tipuri de cuptoare sunt mai eficiente deoarece creuzetul nu trebuie scos din ele la fiecare turnare, având o durată de folosire mai îndelungată decât cel descris anterior.

Ele funcționează de obicei alimentate cu gaz și cu un flux suplimentar și constant de oxigen, produs cu ajutorul unei suflante electrice.

Cuptorul cu reverberație se poate realiza într-o varietate de mărimi și forme cu o capacitate de la 50 kg până la câteva tone. Este unul dintre cele mai frecvente tipuri de cuptoare de topire, fără creuzet, cu focul deschis, iar încărcătura de metal este topită de căldura pereților și a tavanului. Se realizează dintr-un cilindru de oțel, pus de obicei pe orizontală și căptușit cu cărămidă și material refractar. Se încarcă printr-un loc special aflat în lateral, iar arzătorul este pe aceeași parte cu gura de evacuare a gazului, pentru ca eficiența termică să fie maximă și căldura să se reîntoarcă pe suprafața metalului topit. La acest tip de cuptor, transferul de căldură se face direct metalului, nu prin intermediul pereților creuzetului. Astfel, topirea este mai rapidă cu o mai ridicată eficiență termică decât cea la topirea în creuzet. De obicei se acționează tot prin rotație (basculare), jetul topit fiind preluat de o oală intermediară cu care se toarnă. Este folosit la turnătoriile care reproduc lucrări monumentale pentru că pot avea o șarjă foarte mare într-un timp foarte scurt.

Cuptorul cu inducție (fig. 62) este construit la fel ca și cuptoarele cu creuzet, dar este prevăzut în interiorul său cu un câmp electromagnetic activ (fig. 67) care asigură o temperatură uniformă la nivelul creuzetului, o topire și o compoziție omogenă a metalului. Are câteva avantaje: este curat, simplu de controlat, nu contaminează metalul cu produsul combustiei

și este extrem de flexibil în operarea lui. Singurul dezavantaj îl reprezintă costul său ridicat.

Cuptorul cu arc electric este folosit pentru producția ridicată de metal topit, are o formă de butoi așezat pe o axă orizontală, iar în interior, într-o parte și în partea opusă, câte un electrod de grafit, unul fix iar celălalt mobil. La centru este pus între cei doi electrozi un arc electric, iar căldura dată de acesta este transferată metalului prin directă radieră a lui și prin reflectarea căldurii în pereții cuptorului și retransmiterea acesteia metalului topit, datorită refractareității sale. Din cauză că energia trebuie transferată încărcăturii și pereților cuptorului prin radiațiile unui arc la o temperatură extrem de înaltă, există o problemă a vaporizării componentelor din aliaj și dificultatea de a controla temperatura metalului. Cuptorul este montat pe role și oscilează în timpul ciclului de topire, balansarea producând topirea rapidă și omogenizarea metalului. Unghiul de balansare variază în funcție de gura de turnare și de înălțimea metalului topit în cuptor. El se basculează pentru turnare în aceeași axă în care se și balansează. Acest tip de cuptor necesită forță de muncă calificată atât pentru partea electrică, cât și pentru cea mecanică. Prezintă dezavantajul că instalațiile sunt scumpe, iar consumul mare.

Am enumerat câteva din cuptoarele care există astăzi în turnătorii, Merită să subliniem faptul că în ceea ce privește turnătoria de artă, cuptorul cel mai des întâlnit astăzi este cel cu creuzet mobil. Funcționarea lui se bazează pe un amestec de gaz metan și aer, introdus cu ajutorul unei suflante, iar dacă nu avem o sursă de gaz la îndemână, se poate folosi motorina sau chiar coxul.

Formele se îngroapă în nisip (fig.68) sau pământ (fig.41) și sunt turnate fie cu creuzetul în care s-a făcut topirea, fie cu alte oale din fier căptușite cu pământ, așa cum am arătat mai devreme.



fig.68
Pregătirea pentru turnat a
unei forme împachetate la
coajă ceramică



fig.69
Turnarea bronzului în forme

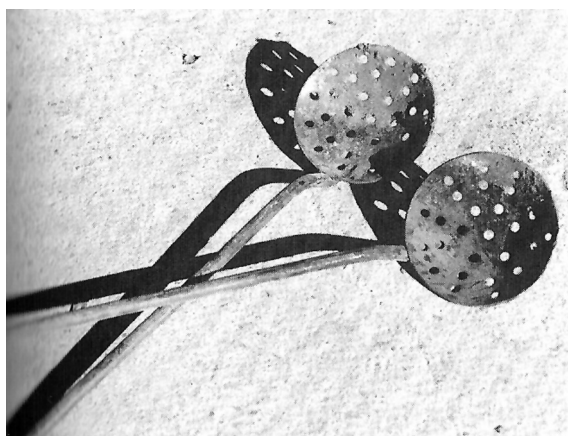


fig.70
Unealtă pentru curățat zgura
din oala de topire a metalului

Cel puțin două persoane sunt necesare pentru această operațiune, pentru a purta furca în care se află creuzetul sau oala plină cu metal topit. Dacă formele sunt mici atunci turnarea se poate face și de către o persoană folosind o oală de dimensiuni mici, confecționată din fier, ce poate fi acționată de un singur om (fig.69). Turnarea se face cu jet continuu și nu foarte repede, dar nici foarte lent. Documentându-mă pentru această lucrare, am reținut mențiunea lui Plinius privitoare la fluidizarea cuprului prin reducerea oxidului din el cu ajutorul sitei de lemn verde. Din numeroasele experiențe cu diverși meșteri turnători, am observat că aceștia amestecau metalul topit cu un par din lemn verde sau mă atenționau ca, în momentul când sunt gata să toarne metalul topit în formă, să curăț crusta subțire sau chiar să dau la o parte zgura, dacă aceasta exista, cu o vergea sau băț din lemn crud. Prima explicație era că lemnul crud nu ardea așa de repede și nu producea o flacără la contactul metalului, dar mi-a venit în minte că această metodă de curățire putea să fi avut de-a lungul vremii originea tocmai în această fluidizare. Aceste operațiuni de curățire și fluidizare sunt, în turnătorie, legate strict una de cealaltă. Zgura se curăț cu o unealtă confecționată din fier care are forma unei supiere, prin care metalul fluid curge iar incluziunile rămân și se îndepărtează din metal (fig. 70).

Metalul rămas în exces după turnare se răstoarnă în forme sau matrițe special croite în acest sens (fig.71) sau pur și simplu se răstoarnă în jgheaburi făcute în nisip, în așa fel încât forma pe care o ia să aibă o dimensiune care să mai poată permite introducerea lor în creuzetul de topit.



fig.71
Turnarea materialului rămas în matrițe

Bronzul și aliajele sale

Materialul definit în mai toate scrierile de specialitate și de asemenea și în această scriere, cu sens generic de "metal", este în fapt atribuit unui număr mare de aliaje ce cuprind cuprul, staniu și zincul, plumbul, aluminiul sau argintul, precum și altor componente în diverse proporții. Deci putem spune că „bronzul” definește, de-a lungul istoriei acestei arte de topire și turnare a metalului, un mare număr de aliaje ce cuprind pe lângă cupru diverse alte metale în tot atâtea proporții.

Bronzul este de fapt un aliaj al cuprului cu staniu, dar ce se numește ca fiind bronz astăzi este gama cea mai variată de aliaje, de la bronzul format din cupru și staniu până la alama adică cupru și zinc. Aceasta din urmă se preferă pentru costurile scăzute, pentru că bronzul pur necesită o temperatură destul de ridicată de topire, dar cu toate acestea, nu devine suficient de lichid pentru a intra în cele mai complicate forme și a produce o turnare omogenă. Prea mult staniu face aliajul fragil și dificil de cizelat, iar prea mult zinc îl face mai casant, îi reduce din tonul cald și face ca patina să nu mai prindă așa de bine. Plumbul în exces face ca suprafața materialului să transpire și să fie ciupită, neregulată.

Bronzul are drept caracteristici culoarea galben-roșiatică, un grăunte potrivit lucrului cu pila sau ciocanul, o fuzibilitate și fluiditate suficientă pentru a atinge perfect toate cavitățile formei în care este turnat și a reproduce detaliile și o textură ce primește ușor și natural o patină aplicată artificial.

Confundată adesea cu bronzul este alama, aliaj din cupru în proporție de 75% și zinc de 25% care se toarnă la o temperatură mai mică decât aliajul

bronzului nedepășind 1000° C pentru că zincul se volatilizează la această temperatură. Se pare că era cunoscută încă din antichitate, mai ales în epoca romană, pentru producerea monezilor. Înainte vreme, pentru că zincul a fost descoperit destul de târziu ca metal de sine stătător, era extras odată cu exploatarea zăcămintelor de plumb, argint, fier sau cupru. Alama are o culoare mai gălbuie decât a bronzului, galben-aurie, este mai maleabilă, ductilă și ușor de prelucrat.

Zăcămintul de zinc, element important în compoziția alamei, era cunoscut în antichitate în combinația sa cu pământul, zăcămint de fier și oxizi de calcit, având o înfățișare ca de pământ. Acest „pământ special” cum apare denumit în antichitate, avea proprietatea de a da culoarea aurie cuprului când cele două componente erau amestecate în cuptorul de topit. Calitățile lui sunt amintite de Theophrastus¹⁶ sau Aristotel¹⁷ ce fac referire la culoarea deosebită, strălucitoare sau albă pe care o dădea cuprului topit și la calitățile pământului care intra în amestecul „cuprului Micenian”.

Părerile specialiștilor în ceea ce privește calitățile celor două aliaje sunt împărțite. Alama este preferată pentru că, deși nu e suficient de rezistentă și plăcută la cizelat, se topește mai ușor, e mai fluidă și curge mai bine în formele subțiri, traforate și complicate. Metalul are o configurație care copiază foarte bine cele mai complicate structuri ajungând până la subțirimi de 2 mm. Totuși inconvenientul de bază este culoarea ei, faptul că are o strălucire ușor artificială care mai degrabă reflectă lumina. Se patinează destul de greu, culorile rezultate sunt și ele ușor artificiale când sunt aplicate, iar la șlefuit nu este așa de caldă și plastică precum bronzul. Acesta, deși are inconvenientele lui legate de costuri și de faptul că topit este un material mai „leneș” decât alama, are înainte de toate o plasticitate deosebită a suprafeței. Este plastic, absoarbe lumina plăcut, se patinează ușor și natural și se șlefuieste lesne, aproape firesc.

Antichitatea ne lasă mărturii despre „Bronzul Corintic”¹⁸ ce era râvnit de colecționarii romani pentru valoarea sa estetică și plastică. Se pare că era un aliaj ușor de forjat la rece datorită bogatului conținut în cositor și a menținerii lui la o temperatură constantă înainte de a fi călit în izvorul Pireu din Corint. Sursele literare atribuie acestei ape calități miraculoase pentru care acest aliaj era așa de vestit. Pausanias descrie cum bronzul, când căpăta culoarea roșie intensă era potolit în apele dulci ale izvorului din Corint. Explicația științifică pentru calitățile sale este însă aceea a conținutului bogat în staniu și a lentei și îndelungatei expuneri a metalului la o temperatură mare, lucru care îl făcea să aibă o culoare și un aspect deosebit. Plinius ne spune că „există trei tipuri de bronzuri de Corint: cel alb, asemănător argintului prin strălucirea sa - căci argintul este precumpănitor în aliaj; al doilea, în care predomină culoarea roșu-galbenă a aurului; al treilea, în care metalele au intrat în aliaj în proporții egale.” Și mai adaugă: „Bronzul care s-a bucurat de gloria cea mai veche a fost cel de Delos. La început, soarta acestui tip de bronz a ținut de picioarele și suporturile pentru

16. Theophrastus, *În pietre*, apud., Humphrey John W., Oleson John P, Sherwood Andrew N., *Greek and Roman Technology: A Sourcebook Annotated Translations of Greek and Latin Texts and Documents*, London and New York Routledge, 1998., pag 223

17. Aristotel, *Despre minuni auzite (Mirabilibus Auscultationibus)*, apud., Humphrey John W., Oleson John P, Sherwood Andrew N., *op.cit.*, pag 223

18. Pausanias, *Descrierea Greciei*, apud., Humphrey John W., Oleson John P, Sherwood Andrew N., *op.cit.*, pag 223

triclinii (triclinium), apoi s-a extins la statuile de zei și la reprezentările de oameni și alte făpturi.”. În continuare, Plinius¹⁹ spune că „după aceea a fost faimos bronzul de Egina, iar insula însăși a căpătat o mare celebritate de pe urma bronzului, chiar dacă nu avea mine de aramă: bronzul se obținea datorită unui aliaj produs în atelierele sale.”

Analizele actuale făcute pe eşantioanele puţinelor bronzuri greceşti care au mai rămas, indică un aliaj format din cupru în proporţie de 87- 88 % şi de staniu în proporţie de 9-10%, pe lângă prezenţa argintului, a fierului, a zincului, aurului şi a altor metale introduse odată cu zăcămintele de bază. Tot sursele antichităţii vorbind despre bronz ne dau indicii despre introducerea în aliaje a plumbului şi argintului, cu variate proporţii în compoziţia statuiilor, precum şi a metodei de aurire a acestora.

Carl Dame Clark²⁰ ne dă proporţiile elementelor ce compun bronzul, pentru a ajunge la culoarea dorită, în cazul unei statui:

Cupru	Zinc	Staniu	Culoare
84.42	11.28	4.30	Galben roşiatic
84.00	11.00	5.00	Portocaliu roşiatic
83.05	13.03	3.92	Portocaliu roşiatic
83.00	12.00	5.00	Portocaliu roşiatic
81.05	15.32	3.63	Portocaliu galben
81.00	15.00	4.00	Portocaliu galben
78.09	18.47	3.44	Portocaliu galben
73.58	23.27	3.15	Portocaliu galben
73.00	23.00	4.00	Portocaliu pal
70.36	26.88	2.76	Galben pal
70.00	27.00	3.00	Galben pal
65.95	31.56	2.49	Galben pal

Iată câteva caracteristici ale metalelor ce compun aceste aliaje:

- **cupru** (Cu) sau arama, metal de culoare roşiatică, maleabil şi ductil, se lucrează uşor la rece, se topeşte la 1083° C, se vaporizează la 2310° C, colorând flacăra în verde. În aer umed se acoperă cu o coajă (patină) fină verzuie de hidrocarbonat de cupru care apără metalul de alterare. Se găseşte în stare de suboxid de cupru Cu₂O, carbonat de cupru CO₃Cu şi sulfuri de cupru însoţite de sulfura de fier în piritele cuproase. În prezenţa acizilor (oţet, grăsimi) ce formează cu oxidul de cupru săruri solubile şi otrăvitoare, ce accelerează oxidarea, de aceea nu se conservă alimente în vase de aramă. Este atacat de amoniac în contact cu aerul, fapt ce constituie o metodă rapidă de a „patina” obiectele de artă. Acidul sulfuric şi clorhidric atacă cuprul la cald, iar cel azotic la rece. Arta turnării cuprului era bine cunoscută în teritoriile mediteraneene în jurul anului 2500 î.c. de unde pătrunde în Europa centrală şi vestică. Cipurului, se pare, i se

20. Clarke Carl Dame, *op.cit.*, pag. 130

datorează denumirea cuprului pentru că acest metal, pe care cretanii îl numeau „cyprium”, era bogăția cea mai de preț a insulei. Sub stăpânirea romanilor a devenit coprum iar mai târziu anglizat în copper și romanizat în cupru. Plinius ne lasă mărturie cum se poate reduce fragilitatea cuprului și cum, topit, el devine mai maleabil, prin reducerea oxidului din el. Aceasta se realiza prin topirea aramei la foc de lemn, iar metalul topit se trecea printr-o sită de stejar introdusă în apă rece în prealabil, iar procedeul se repetă de mai multe ori. Gazele de hidrocarbon degajate de arderea lemnului crud reduc oxidul de cupru și astfel se „înmoaie” și capătă o culoare plăcută.

- **staniu** (Sn) sau cositorul, metal alb cu luciu, cel mai fuzibil din metalele curente, extrem de maleabil, dă foițe foarte subțiri ce rămân moi și după laminare(staniol), nu se alterează la aer și se topește la aproximativ 232° C. Se găsește sub formă de minereu de staniu, casiterită SnO_2 (vechii greci îl numeau „cassiteros” și îl asociau „plumbului alb” mult mai valoros ca cel negru. Acesta se sfarmă, se spală și se prăjește. Acidul clorhidric și azotic îl atacă foarte ușor, cel sulfuric încet, iar soluțiile alcaline îl dizolvă. Marea Britanie a fost una din cele mai bogate surse de staniu ale antichității, iar mărturiile literare (Diodorus din Sicilia²¹) atestă acest fapt prin intensul comerț ce se făcea în regiunea Cornwall (Belerium).

- **zincul** (Zn), metal alb albastru cu o textură cristalină mare, fragil. Devine maleabil și ductil între 100° C și 150° C când poate fi laminat în foi subțiri. Se topește la 420° C și se volatilizează la 918° C, este inalterabil în oxigen și aer uscat, iar în aer umed se acoperă cu o pojghiță impermeabilă de hidrocarbonat de zinc ce apără restul metalului de alterare. Formează cu acizii săruri otrăvitoare și de aceea nu poate fi folosit la ustensile de uz alimentar. La 918° C arde cu flacără albă foarte otrăvitoare, dând oxid de zinc infuzibil care se răspândește în aer sub forma unor fulgi ușori ca de vată. Acesta este pentru turnători indiciul că metalul este supraîncălzit și începe să-și piardă din proprietăți fiind momentul îmbogățirii lui cu zinc. Se găsește în natură sub formă de sulfură de zinc (ZnS) și carbonat de zinc (CO_3Zn) amestecat adesea cu silicat de zinc. Este cunoscut în Europa ca metal de sine stătător abia în secolul XI-lea când a fost importat din China și India. Metalurgistul Libavius este cel care se pare că primește în 1597 o bucată de metal în stare pură, adusă din India, cunoscută sub numele de plumb indian. Până în 1751 nu apare în nici o scriere cu numele de zinc iar atunci începe și extragerea lui. Înainte, zincul intra în compoziția bronzurilor încă din antichitate fără a fi cunoscut de sine stătător, ci doar prin zăcămintele de calamină, de staniu sau plumb.

- **plumbul**(Pb), metal cenușiu-albastru, moale și greu. Se topește la 326°C, nu se întărește prin laminare și în contact cu aerul se înnegrește formând o pojghiță de suboxid de plumb. Acidul sulfuric și clorhidric nu îl atacă. Se găsește sub formă de sulfură de plumb (galenă) și carbonat, fosfat și arseniat de plumb și intră în compoziția tuturor aliajelor importante.

21. Diodorus din Sicilia, *Istoria*, apud., Humphrey John W., Oleson John P, Sherwood Andrew N.,*op.cit.*, pag 214

- **aluminu** (Al) este un metal alb ușor albastrui, cel mai abundent pe suprafața pământului, sub formă de oxizi și silicați. Ușor și inalterabil în aer, chiar și la temperaturi înalte, se topește la 657° C, are o densitate apropiată de cea a sticlei, este sonor și este de 4 ori mai ușor decât argintul. Nu este atacat de acidul sulfuric și cel azotic decât la cald, iar acidul clorhidric și soluțiile alcaline îl atacă la rece.

Arheologia ne furnizează date privind ponderea acestor metode în compoziția bronzurilor de-a lungul secolelor. În funcție de această pondere, aliajul era mai maleabil, mai ușor de prelucrat, mai lesne de patinat și nu în ultimul rând mai rezistent la intemperii. Le voi aminti în cele ce urmează:

Bronzul statuar grecesc: 88,5 – 89,5% Cu; 6 – 9,2% Sn; 3,5% Pb

Bronzul egiptean: 85,85% Cu; 15,15% Sn

Bronzurile japoneze și chineze: 80%Cu; 4%Sn; 10%Pb; 2% Zn; 4%Fe

Bronzurile romane: 78,05 – 89% Cu; 2,05 – 6% Sn; 5% Pb

Bronzurile monetare: 74,09% Cu; 25,91% Sn

Bronzurile renașterii italiene: 75% Cu; 25% Sn

Bronzurile renașcentiste: 86% Cu; 12% Sn; 2% Pb

Bronzurile franceze ale sec. al XVII-lea: 90– 91,6%Cu ;2-1,7%Sn; 1-1,37 Pb; 7-5,33 Zn

Bronzurile franceze monumentale: 87,8% Cu; 5,10% Sn; 0,58% Pb; 6,52% Zn

Bronzurile epocii moderne: 86,6% Cu, 6,6% Sn; 3,3% Pb; 3,3% Zn.

Pentru fiecare formă turnată este necesară o estimare a cantității de metal care intră în ea, pentru a evita înnădirea turnării obiectului din interiorul formei. Vasari consemnează în scrierile sale că „fiecare livră de ceară era înlocuită de 10 livre de metal”; iar statuia ecvestră a lui Ludovic XV de Bouchardon a necesitat 6071 livre de ceară pentru 60710 livre de metal (o livră este aproximativ 0,500 kg). Această estimare de la 1 la 10, este aproximativă, dar există posibilitatea ratării formei atunci când cantitatea de metal turnat nu este suficientă.

Pentru topirea aliajelor de cupru, temperatura maximă este de 1200°C. Durata primei șarje în cuptor este de aproximativ 50 de minute pentru prima topire, iar pentru cele ulterioare, când cuptorul este deja cald, de aproximativ 30 de minute. Se poate aproxima temperatura unei șarje de bronz după culoarea metalului care se află în creuzetul din cuptor:

-o ușoară tentă de roșu în masa închisă la culoare - aprox. 470°C

-roșu închis- 540°C

-roșu-cireasă închis- 635°C

-roșu-cireasă- 745°C

-roșu-cireasă deschis- 840°C

-oranj- 900°C

-oranj deschis- 940°C

-galben- 1000°C

-galben deschis- 1080°C

-aproape de alb- 1200°C

Desigur, pentru a observa și a intui aceste trepte de temperatură este nevoie, ca de altfel pentru întreg procesul de topire, de o experiență îndelungată în lucrul cu metalul topit.

După ce metalul e topit, se introduce în el un fier lung încălzit în prealabil: dacă de el nu se lipește bronz, metalul este aproape bun de turnat. Se curăță de zgură cu o unealtă tot din fier sub forma unei supiere, dar la dimensiuni mai mari, așa cum am mai spus, și se lasă metalul topit acoperit să se mai încălzească puțin. După ce a fost curățat, pe suprafața lui se formează o peliculă fină, asemenea unui caimac. Dacă acesta este dat la o parte și metalul fumegă, e supraîncălzit, dacă nu iese fum, e tocmai bun de turnat. Este important ca toate uneltele folosite la amestecarea materialului, la scoaterea zgurii, sau la turnarea în forme, să fie realizate din fier și neapărat încălzite câteva minute în prealabil, pentru că masa incandescentă de metal topit în contact cu instrumentul metalic rece explodează și stropi de metal topit îi pot atinge pe cei care sunt în preajma cuptorului. Manipularea acestor unelte, precum tot procedeul de topire, indiferent de cuptorul folosit, presupune o atenție maximă și prezența a cel puțin două persoane pentru turnarea metalului în forme. Aceasta este poate singura operațiune din acest îndelungat proces ce necesită intervenția unui specialist care să controleze în permanență stadiul metalului din cuptor și să ia decizii cu privire la compoziția și timpul pe care metalul trebuie să-l petreacă în cuptor.

Cizelura și patina

Un moment important în gramatica întortocheată și complicată a acestui procedeu de realizare a unei forme în material finit este cizelura, pentru că presupune mare atenție și mai ales o aplecare specială asupra metalului. Trebuie să ai acea plăcere de a vedea cum se schimbă metalul după ce intervii asupra lui și să nu-ți fie teamă de ce poate sau în ce poate să se transforme. Deci după ce forma a fost turnată, răcită și dezbrăcată de materialul refractar, purcedem la cizelarea ei. Operațiune foarte importantă și în cazul lucrărilor monumentale, de pildă, pentru că ea se făcea și se face și astăzi de către autorul lucrării sau în prezența lui, urmărindu-se indicațiile acestuia.

Suntem aproape siguri că uneltele folosite în antichitate corespundeau aproape identic celor folosite în zilele noastre. Din desenul vasului de la Berlin, putem remarca cleștii aproape identici cu cei de astăzi, precum și ciocanele de diferite mărimi. Cellini amintește că nu se poate ca o lucrare să fie turnată în bronz și să nu trebuiască să fie curățată, "după turnare cu ciocanul și dalta, așa cum au făcut minunații maeștrii ai antichității"²² (fig.72).

Mărturiile antichității nu ne lasă dovezi privitoare la cum era tratată suprafața primară a bronzurilor imediat după scoaterea lor de la turnat. Știm că de regulă formele aveau o culoare închisă, dar nu avem date despre cum erau curățate sau șlefuite. Arderea era un proces de curățare mai târziu, dar despre prima intervenție se știe foarte puțin. Am amintit de folosirea pietrei ponce sau a strigiliului. Ceea ce s-a constatat din analizele realizate pe bronzurile antice este faptul că exista o intervenție la nivelul formei și că aceasta nu rămânea așa cum era când ieșea de la turnat. Volumul era pilit, nivelat, netezit și preparat pentru intervenția cu scule de gravat sau dălți pentru realizarea detaliilor.

22. Cellini Benvenuto, *op.cit.*, vol. II, pag. 98



fig.73 - 74
"Pugilistul", detalii ce exemplifică
măiestria cizelurii



fig.72
Unele folosite în cizelură



fig.77 Apoxiomene



fig.76 Auriga din Delfi.



Părul statuilor, atât cel de pe față, cât și cel de pe cap sau corp, este aproape în toate cazurile gravat pe forma rece, după ce turnarea a fost realizată. Statuia era turnată cu detaliile necesare, dar se pare că o intervenție a sculptorului sau a meșterului specializat era de cele mai multe ori o regulă (fig.73). Arheologia ne furnizează date cu privire la această tehnică având o continuitate de aproape două secole (sec. VI-IV), în care detaliile gravării părului sunt reproduse adesea cu o fidelitate mecanică²³. Tehnica cizelării era foarte bine stăpânită (fig.74), iar uneltele erau pe măsură. Probabil că existau oameni specializați pentru acest procedeu sau chiar sculptorii erau în măsură să realizeze conturarea și incizarea pilozității dând de cele mai multe ori particularitate modului de a trata a unei suprafețe.

Buzele și ochii erau adesea acoperiți cu argint, cupru, alte metale sau cu inserții de piatră (fig.75). Mameloanele erau de asemenea lucrate în cupru și de regulă atașate separat. Ochii erau și ei lucrați separat, în piatră, cu irisul din argint, plumb sau alt metal și inserați adesea cu plumb în cavitatea oculară, de altfel lăsată liberă, goală, la turnat. De jur împrejurul fâșiei de piatră sau pastă de sticlă ce figura albul ochiului, se atașau genele ochiului, realizate și ele tot din metal. Dinții erau uneori acoperiți cu foițe de argint sau realizați separat din cupru. Broderia draperiilor era uneori realizată prin inserția argintului sau a altui metal.

Exemplele sunt multe și se pare că nu există o regulă după care inserțiile unui anumit metal se foloseau la un anumit segment al corpului. "Auriga" din Delfi (fig. 76) are inserția argintului în buze și a pietrei în cavitatea oculară iar la nivelul bentiței de pe cap prezintă un desen incizat astupat, probabil, de alt metal, cel mai probabil argint. "Zeus" descoperit la Cap Artemisum are sprâncenele cu urme de argintare, ochii, care astăzi nu s-au mai păstrat, erau, probabil, cu intarsie de piatră, iar mameloanele erau de asemenea din cupru. Faimoasele bronzuri descoperite la Riace, figurile a doi eroi-luptători, păstrează aproape integral ochii încă inserați cu piatră și metal, mameloanele în cupru iar dinții în argint. "Apoxiomene", descoperit lângă o insulă croată, păstrează inserția buzelor (fig. 77) și mameloanelor în cupru. "Pugilistul", aflat la Muzeul National Roman (Terme) este o lucrare mai târzie a epocii romane, dar păstrează urmele acestei încântătoare tehnici și are figurați stropii și urmele de sânge, de pe portretul personajului, încrustate în cupru (fig 74). Exemplele pot continua nu numai cu modelele din epoca greacă, ci și cu mărturii ale copiilor în bronz realizate în epoca romană, care împrumută din performanța plastică a originalelor grecești. Oricum, bogăția alternanțelor plastice ale metalelor în interiorul unei lucrări era un lucru de mare rafinament și de mare ținută, la aceasta contribuind în foarte mare măsură și forma exemplar și impecabil realizată. Până astăzi, putem spune, în ciuda eforturilor, această calitate estetică și plastică a formei turnate în bronz este cu greu egalată.

Defectele, găurile rezultate în urma turnării erau astupate cu petice (fig. 78), prin bătaie sau prin sudarea cu material cald, părțile erau de asemenea

23. Casson Stanley, *The Technique of Early Greek Sculpture*, Oxford at Clarendon Press, Londra, 1933.pag. 164

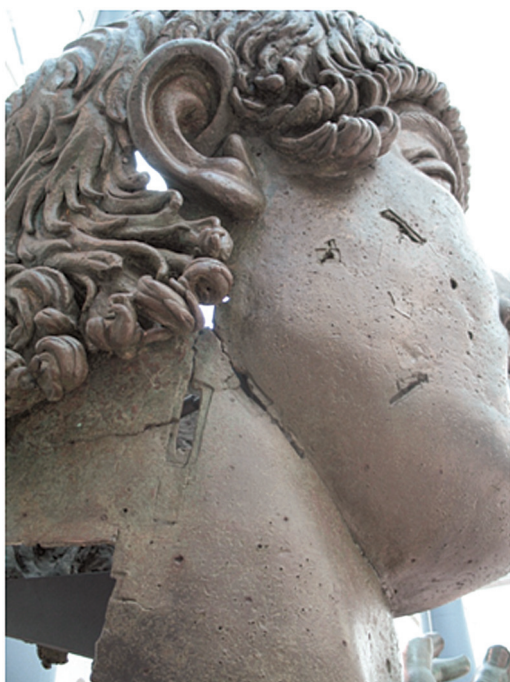


fig.78

Portretul lui Constantin și a mâinii sale , realizate în bronz, care poartă urmele peticirii.



fig.79

Exemplu de sudură moale pe interiorul unui bronz antic

lipite între ele tot prin procedeul sudurii cu metal topit. Vasul de la Berlin indică clar acest procedeu foarte folosit, se pare, în epoca clasică, atunci când statuile se turnau frecvent din bucăți. Sudarea presupunea de obicei un aliaj cu un punct de topire mai scăzut ca cel al formelor ce veneau unite. Ea era de obicei clasificată în sudură tare sau moale. Cea moale era realizată cu ajutorul aliajelor pe bază de plumb și staniu(fig.79), iar cea tare cu a celor bazate pe alierea argintului sau a alamei.

Astăzi, acest tip de sudare nu se mai practică, pentru că tehnica modernă a inventat alte modalități de a lipi bucățile de metal între ele. Sudura modernă se poate face la rece, cu un aparat electric, cu electrozi din același metal cu aliajul pe care intenționăm să-l lipim. Altă modalitate mai rezistentă și mai eficientă este cea cu autogen sau cu argon. Această operațiune necesită însă un echipament special și o utilare mai costisitoare, dar totodată indispensabilă unei turnătorii cu randament mare. Pentru monumente se practică de obicei înaintea sudării prinderea bucăților mari între ele pe interiorul formei, cu șuruburi mari numite buloane. Dacă nu se dorește sudarea, după prindere, forma se bate pe fața ei cu o daltă fără ascuțiș, numită ștemăr, până când linia de demarcație a celor două forme dispăre, iar volumul devine unitar.

Pe lângă toate tehnicile de înnobilare a suprafeței bronzurilor, grecii au mai perfecționat încă una care contribuie, și ea, în mare măsură, la acest proces, anume aurirea suprafețelor. Ea se realiza prin două metode, cu amalgam de mercur și lipirea prin bătaie a foițelor de aur de formă pătrată, pe suprafața bronzului. Foițele de aur erau obținute prin bătaie, această metodă fiind cunoscută în Egipt la finele celui de al IV-lea mileniu după cum atestă documentele, dar mai mult ca sigur era cunoscută și în alte regiuni. "Aurifices brattiarī"²⁴ căci așa se chemau cei specializați în această metodă, mai ales în epoca romană, sunt cei care au perfecționat, specializat și perpetuat această tehnică. Plinius ne dă indicii despre subțirimea la care puteau să ajungă foițele de aur: "Nici un material nu se poate dilata mai mult și nici nu se poate împărți într-un mai mare număr de părți, căci fiecare uncie se împarte în șapte sute cincizeci de lamele sau chiar mai mult, măsurând patru degete în ambele direcții". Tot el descrie și rețeta după care se face aurirea: "Modalitatea obișnuită de aurire a aramei este cu ajutorul argintului-viu sau, cu siguranță, cu hydrargyrum, despre care vom vorbi, descriindu-i natura. S-a născocit însă o cale înșelătoare: căci arama este supusă mai întâi focului și, o dată încinsă, se stinge cu sare, oțet și alaun (alumen), apoi este frecată cu nisip, iar după strălucire se vede dacă a fost înfierbântată îndeajuns; este din nou supusă suflării de foc, pentru a primi, în cele din urmă, o dată curățată cu amestec de piatră ponce și alaun, lamelele de aur, aplicate cu argint-viu."²⁵

Descoperirea extragerii aurului cu ajutorul mercurului, argintul viu, s-a părut pentru mult timp a fi o invenție romană, însă tot Plinius ne lasă mărturie că aceasta ar fi fost mult mai veche. Cercetările actuale au scos la iveală faptul că tehnica auririi cu mercur era destul de rară înainte de secolul I-II d. C. și puține din bronzurile antice prezintă urme de mercur. Logic într-un fel, dacă ne gândim la faptul că pentru o aurire cu mercur, sculptura trebuia să fie încălzită destul de mult până la evaporarea amalgamului, iar acesta trebuia să fie în proporție mare pentru a cuprinde volumul, lucru destul de costisitor. Totuși Caii de la Veneția sunt printre sculpturile cele mai mari realizate prin această tehnică, unde apar de la două la patru straturi de foițe.

O altă metodă este cea a aplicării prin bătaie lejeră a straturilor succesive

24. Vaccaro Melucco Alessandra, Sommella Anna Mura, *Marco Aurelio, storia di un monumento e del suo restauro*, Silvana Editoriale, Milano, 1989, pag. 263

25. Plinius, *op. cit.*, cartea XXXIII, pag. 41



fig.80 Foițe de aur suprapuse aparținând statuii lui Marc Aureliu

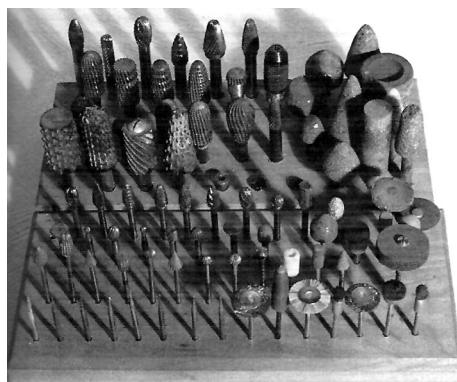
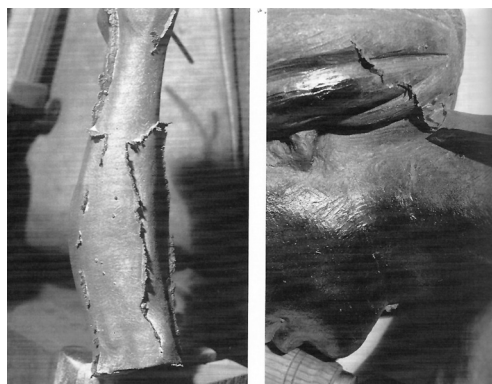
fig.81
Ștemăre folosite
în cizelura
bronzuluifig.82
Freze folosite
în cizelurăfig.83 Echipamente electrice și
cu aer comprimat, folosite la tăiat și șlefuitfig.84 Debavurarea unei
forme turnate în bronz

fig.85 Prinderea lucrării în menghină



de foițe de aur (aprox. 3 straturi), pe suprafața bronzului care se brunează, iar apoi se încălzește ușor. Suprafața este în prealabil tratată cu o răzuitoare fină de fier pentru a-i crea incizii subtile. Statuia lui Marc Aureliu, unul dintre cele mai mari monumente aurite, a suferit numeroase restaurări de-a lungul secolelor (1466-68, 1473-74) și se pare că a suportat succesive etape de aurire odată cu aceste restaurări (fig.80). Totuși, pe suprafața călărețului și calului apar urme ale auririi prin batere a foițelor, subțiri și mai groase, dar nu apar cele ale urmelor de amalgam cu mercur.

Printre cei care s-au ocupat de studierea și descrierea aceste tehnici sunt și Diderot și D'Alembert, în faimoasa lor enciclopedie în care indică trei metode de aurire: cu amalgam, cu foc și foițe de aur și "en or hache"²⁶. Primele sunt descrise în amănunt, în timp ce a treia se deduce că ar fi realizată prin simpla bătaie a foiței.

Cizelarea formei este, pe lângă intervenția asupra negativului și cea asupra formei de ceară, cea de-a treia posibilitate de a interveni plastic pe suprafața volumului. Ea poate influența schimbarea unei forme turnate, o poate îmbogăți și îi poate crește valoarea plastică și estetică, cum există deasemeni posibilitatea, dacă nu este făcută cu grijă și atenție, să strice plasticitatea volumului respectiv. De altfel, se și spune că dacă stăpânești și această metodă destul de bine, poți scoate, nu fără un oarecare efort, o lucrare interesantă chiar și din ceea ce alții ar considera un eșec al turnării. Uneltele sunt importante, fiecare sculptor ce lucrează cu bronzul are cel puțin două dălțițe și un ștemăr (fig.81) de care nu se desparte niciodată, pentru că sunt cele cu tăișul bine format și profilul ideal pentru formele sale. Șmirghelele și frezele de piatră sau metalice sunt și ele nelipsite (fig.82), precum și pâsla cu ajutorul căreia se dă luciu sau oglindire formei. Pentru a tăia alimentările și canalele de aerisire ale unei forme turnate în bronz, este necesar să o curățăm foarte bine pe dinafară ca și în interior, degajând miezul. Dacă forma este mai complicată, această curățire se face și cu un jet de apă care spală mai bine materialul refractar de pe formă, sau cu jet de nisip, într-o instalație de sablare. Rețeaua de alimentări se taie cu ajutorul polizorului unghiular (flex) cu disc pentru tăiat metalul (fig. 83) sau cu bomfaierul, dacă nu se preferă uneltele electrice. Dacă este cazul, forma se debavurează cu o daltă bine ascuțită având grijă ca odată cu bavura să nu luăm și din suprafața lucrării de bronz (fig. 84). Locurile rămase fațetate din îndepărtarea rețelei de alimentare și a bavurilor se repară prin bătaie, cu un ciocan sau cu ajutorul ștemărelor. Acestea sunt niște dălți fără vârf, cu extremitatea turtită având imprimate în ele diverse structuri care imită suprafața metalului (fig. 81). De obicei, acestea se confecționează, prin forjare, de către fiecare cizelor și au texturi diferite în funcție de dorința fiecărui artist de a imprima suprafeței bronzului urma dorită. Una din cele mai frumoase texturi pe care sculptorii o folosesc adesea este cea realizată prin baterea ștemărului înroșit pe o piatră (de polizor) de șlefuit medie. Structura rezultată este discretă, neregulată și foarte aproape de cea a

26. D.Diderot, J. Le Rond D'Alembert, *Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris, 1755, apud., Vaccaro Melucco Alessandra, Sommella Anna Mura, op. cit, pag. 272



fig.86
Operațiunea de montare a peticelor
prin filetarea sârmelor de alamă

materiei turnate. Dacă se preferă ca piesa turnată să fie polizată și șlefuită până la oglindire, ea se șlefuieste succesiv cu șmirghel cu granulație din ce în ce mai mică până când orice urmă de zgâriere a suprafeței dispare. În cazul când nu se dorește acest tip de cizelare, este bine să se folosească pile de metal, apoi șmirghele pentru a îndepărta eventualele accidente de pe suprafața bronzului. Ideal este, bineînțeles, dacă timpul ne permite să cizelăm lucrările numai cu unelte, fără aparate electrice care fațetează volumul dându-i un aspect mai sec și mai industrial. Lucrarea de bronz se poate prinde într-o menghină dacă este mai mică, și trebuie știut că ea se protejează cel mai bine între foițe de plumb, sau între bucăți de lemn, ele având însă dezavantajul că se presează odată cu strângerea formei (fig. 85). În locul găurilor rămase de la scoaterea cuielor se introduc prin filetare bucăți din metalul turnat sau se introduc prin forțare bucăți de sârmă (fig. 86) cu un aliaj asemănător. Ele se ștemuiesc, apoi locul se șlefuieste până nu mai rămâne nici o urmă de la gaura cuiului. Și această metodă de a corecta și acoperi găurile provenite de la turnare este uneori substituită fiind foarte migăloasă, preferându-se astuparea găurilor mai mici cu chituri pentru metal sau a celor mai mari prin sudură.

După ce a fost cizelată forma, se decapează într-o soluție diluată 1/20 de acid sulfuric, acid acetic sau într-o baie diluată de clorură ferică, pentru ca patina să se așeze uniform pe suprafața piesei.

Antichitatea ne oferă numeroase date cu privire la izolarea bronzurilor de intemperii sau de patina vremii, cel mai adesea fiind întâlnit uleiul de măsline ca soluție principală, precum și soluția din rășină de pin sau smoala lichidă.

În ceea ce privește patinarea, părerile sunt divergente, dar majoritatea consideră că bronzul era lăsat de cele mai multe ori nepatinat. Plutarh²⁷ ne indică, în eseuul său despre Oracolul Pithic, o discuție despre patina unui grup statuar din sanctuar. Culoarea acestuia albastru deschis, căpătată de-a lungul mai multor ani, face ca ipoteza nepatinării bronzurilor să fie susținută. Culoarea bronzului în starea pură cu o gamă coloristică pornind

27. Plutarh, *Catalogue of Greek, Roman and Etruscan Bronzes in the Metropolitan Museum*, 1915, apud., Casson Stanley, op.cit., pag. 149

de la roșu-galben la brun-roșcat era asimilată pielii creând și mai tare efectul de real al figurii turnate. În cazul atleților sau eroilor-luptători, patina era foarte apreciată dând o imagine aproape veridică despre cel înfățișat, de aceea se pare că bronzul era materialul predilect pentru figurarea lor.

Plinius ne dă indicații despre vernisarea bronzurilor ca protecție împotriva patinării naturale. Unele sculpturi, cum ar fi de pildă călărețul grupului statuar ecvestru descoperit la Cap Artemisum, indică urme de patinare intenționată în culoarea brună pe suprafața bronzului. Patina actuală de pe bronzurile antichității este rezultatul timpului ce a lucrat peste metal în diferite medii în care acesta a fost conservat. Se știe că cele mai multe bronzuri au fost descoperite în pământ sau în vecinătatea locurilor unde a naufragiat vreun vas grecesc sau roman. În apă bronzul e mai bine conservat ca în pământ, acoperindu-se de un strat de aluviuni care îl protejează de o coroziune mai adâncă, de aceea bronzurile găsite în acest mediu mai păstrează urme din culoarea inițială și sunt într-o stare relativ bună de conservare (vezi bronzurile de la Riace, Zeus, Apoxiomene).

Ceara servește ca protector bronzurilor împotriva umezelii exterioare, dar este dușmanul restauratorilor atunci când se pune problema îndepărtării ei în totalitate de pe suprafața unui obiect arheologic. Lacul dă o mai mare protecție împotriva deteriorării mecanice, dar nu protejează împotriva umezelii, transformându-se uneori într-un strat albicios pe suprafața bronzului.

Sculptorul francez Antoine-Louis Barye a testat, se pare, pentru prima dată varietatea patinelor pe care noi o avem astăzi, pentru că sculptor animalier fiind, trebuia să caute resurse pentru a colora natural bronzurile ce înfățișau diverse vietăți.

Patina sau colorarea bronzurilor, cea de a patra intervenție la nivelul formei, este cea mai plăcută și cea mai plină de neprevăzut. Ea conferă o anumită valoare estetică volumului, iar istoria artei ne arată că de-a lungul secolelor s-au preferat diverse modalități de a patina o suprafață, care variaua între alb, albastru-verde și brun de la roșu până la negru. Procedul de multe ori poate merge în paralel cu cizelarea formei, căci șlefuirea succesivă după patina dată pe formă conferă acesteia o iluzie a îmbătrânirii, un aspect al unui lucru mai trudit, mai căutat, mai vechi. Ea dă valoare formei, o înnobilează și o poate chiar schimba. Dacă volumul turnat este mai neregulat, această colorare se poate face mai intensă și mai diversă în tonalități. La un volum mai simplu, se preferă patina mai clară și mai unitară. Patina este influențată de compoziția metalului și de modul în care se aplică, pe suprafața încălzită sau rece a obiectului.

Este cunoscut faptul că această metodă de colorare a bronzurilor a fost o procedură ținută aproape secretă încă din renaștere. Fiecare sculptor sau meșter avea rețetele proprii care nu se divulgau ușor. Timpul era un foarte bun agent de îmbătrânire a formelor, căci, precum se știe, ele erau ținute, pentru a căpăta o patină mai naturală, în gunoiul adunat din grajdurile

animalelor, fiindcă acolo acizii erau mai puternici și acțiunea lor asupra bronzului era mai intensă și mai rapidă.

Datorită mărturiilor și experiențelor împărtășite, astăzi se cunosc mai multe rețete de a obține patine pentru bronz. La începutul anilor '30 ai secolului trecut, Malvina Hoffman petrece un timp la Paris de unde vine cu rețete și mărturii despre patinarea bronzurilor. În cartea ei "Sculpture: Inside and Out" publică fotografia maștrilor patinatori Père și Jean Limet, în atelierul lor din Paris în anul 1938 (fig.87), ceea ce ne dă un indiciu despre cât de importantă era această procedură de colorare a bronzurilor în acea vreme. Ea ne lasă diverse combinații de substanțe folosite pentru patinarea bronzurilor realizate dintr-un amestec de 90% cupru, 7% staniu și 3% zinc.

Rețetele Malvinei Hofmann²⁸ adunate în cartea sa, sunt destul de complicat de realizat. Pentru un efect antic, ea recomandă spălarea bronzului cu nitrat de cupru și uscarea lui, apoi așezarea unui strat destul de gros de nitrat de cupru, tamponat cu amoniac și pulverizat cu lut de modelaj. Un pic de praf de cretă se adaugă, după care toată suprafața se pulverizează cu lapte. După uscare, culorile se vor fixa, iar efectul patinei antice va fi obținut.



fig.87
Fotografia maștrilor patinatori
Père și Jean Limet

28. Hoffman Malvina, *op.cit.*, pag. 303

Pentru brunul sau negrul renascentist, are soluția acoperirii bronzului cu nitrat de cupru până la o ușoară oxidare și uscare. Se ține bronzul la foc mic până ce culoarea dorită este obținută și apoi se curăță cu clorură de amoniu. Se îngroapă într-o cutie cu nisip și se toarnă lapte cât poate să absoarbă, la fiecare două zile, iar după două săptămâni, se scoate bronzul, se acoperă cu praf de cretă sau var și se reîngroapă în nisip pentru încă două sau trei săptămâni, timp în care se toarnă de asenenea lapte la două zile. După această îndelungată operațiune, se scoate și se perie suprafața. Verdele albastrui îl obținea dintr-o soluție făcută dintr-o uncie de sulfat de sodiu, 8 uncii de nitrat de fier și un galon (3,78 l.) de apă.

Verdele antic îl obținea dintr-o soluție făcută din sulfat de cupru 12 uncii, clorură de amoniu 2 uncii și un galon de apă, amestecate cu apă caldă.

Verdele de măr îl obținea dintr-o soluție făcută din clorură de sodiu 20 de uncii, amoniac lichid 16 uncii, clorură de amoniu 20 de uncii și oțet 1 galon. Nuanța de brun o obținea dintr-o soluție făcută din sulfură de potasiu 2 uncii, sulfură de bariu 4 uncii și amoniac lichid 8 uncii.

Verdele galben îl obținea din amestecul a 3 ½ livre (1 livră=0, 45 kg.) de clorură de amoniu, 2 livre de acetat de cupru și 1 galon de apă.

Carl Dame Clark²⁹ ne dă și el o serie de rețete, dintre care le amintim pe cele pentru patinarea în brun până la negru, soluții ce se pot folosi atât calde, cât și reci.

Brun: 1) sulfură galbenă de bariu o parte și apă 128 de părți, toate încălzite până la 65,5 grade Celsius;

2) sulfat de cupru 5 părți, acid acetic 2 părți, hidroxid de sodiu (leșie) 2 părți, apă 65 de părți, toate încălzite la 71,1 grade Celsius;

Negru: acid arsenic 2 părți, acid muriatic 4 părți, acid sulfuric o parte și apă 64 de părți. Toate soluțiile pot varia în concentrație prin adăugarea hidroxidului de amoniu.

Se cunoaște faptul că pentru alamă se pot folosi aceleași soluții, dar cu o concentrație mai mare sau cu succesive aplicări pentru că pe suprafața alamei se prinde mai greu patina. Clark dă următoarele soluții pentru patinarea alamei care se aplică fie prin încălzirea soluției fie prin încălzirea piesei în prealabil:

Brun: 1) sulfură de antimoniu o parte, hidroxid de sodiu (leșie) o parte și 32 de părți de apă, soluția fiind încălzită la 93 de grade C sau aplicată pe piesa caldă.

2) sulfat de cupru o parte, clorat de potasiu o parte și 16 părți apă, toate amestecate la temperatura mediului ambient și aplicate pe piesa rece.

Verde: 1) sulfat de sodiu 4 părți, nitrat de fier o parte și apă 64 de părți - soluția se încălzește la 80 de grade C., iar lucrarea se imersează și se ține acolo până când apare culoarea;

2) nitrat de cupru o parte, clorură de amoniu o parte, clorură de calciu și 32 de părți de apă, toate amestecate la o temperatură normală;

29. Clark Carl Dame, *op. cit.*, pag. 166

3) sulfat de cupru 8 părți, clorură de amoniu 4 părți, clorură de sodiu 4 părți, clorură de zinc o parte, acid acetic 3 părți și apă 128 de părți, toate se amestecă la temperatură normală, dar prin încălzire au un efect mai rapid.

Verde antic: clorură de amoniu 14 părți, clorură de fier 3 părți, clorură de sodiu 8 părți, pigment verde 8 părți, bitartrat de potasiu 4 părți și apă 128 de părți, soluția trebuie încălzită la 93 de grade C. sau aplicată pe piesa încinsă.

Albastru: sulfat de sodiu 4 părți, acetat de plumb 3 părți și apă 64 de părți, totul se încălzește la o temperatură de 82 de grade C.

Negru: carbonat de cupru 2 părți, hidroxid de amoniu 4 părți, carbonat de sodiu o parte și apă 32 de părți, soluția se încălzește până la 66-67 de grade C.

Altă rețetă de patinare a bronzurilor ar mai fi pentru culoarea brun-roșcată a bronzului florentin prin acțiunea acidului acetic combinat cu sangrina. Acidul acetic combinat cu clorhidrat de amoniu, sare și acetat de cupru, dă o culoare verde antică, iar acidul sulfuric diluat dă o culoare ca de cafea cu lapte până la negru.

Rețeta cea mai răspândită astăzi pentru culoarea brun-roșcată este cea realizată din sodă caustică prăjită împreună cu praful de sulf, până la solidificarea amestecului din care rezultă granulele ce se păstrează la loc uscat, închis și ferit de lumină. Apoi se diluează în apă pentru a rezulta soluția dorită. Pentru accentuarea, exaltarea culorii se aplică pe suprafața bronzului un strat de acid acetic, după care se intervine cu patina brună sau verde. Culoarea brună se mai obține prin aplicarea nitratului feric peste ficat de sulf, de regulă pe forma încălzită în prealabil. Culoarea albastră se obține cu tipirig (clorură de amoniu) dizolvat în apă, sau cu nitrat de cupru. Cea verde dintr-o soluție de sulfat de cupru și o jumătate din cantitate, clorură de sodiu (sare), toate diluate în apă caldă. Cu cât concentrația este mai mare, cu atât culoarea este mai intensă. Ea se aplică atât pe forma caldă, cât și pe cea uscată, în multiple straturi și se așteaptă până ce culoarea începe să-și facă apariția. Pe forma caldă reacția este mai rapidă și cu rezultate mai spectaculoase.

Patinele, ca și multe alte detalii ce pun în valoare o formă turnată în bronz sau în aliajele acestuia, variază de la un turnător la altul și fac parte din secretul lui profesional. Astăzi există la magazinele specializate patine pentru diferite metale sau aliaje, așa că procurarea lor nu mai este o greutate, însă merită amintit faptul că singura patină, mai deosebită și mai apreciată este cea dată de trecerea timpului, adică așa-zisa patină a vremii, care intervine în mod natural pe suprafața bronzului și se adaptează cel mai bine și cel mai firesc pe volumul respectiv.

Am subliniat mai devreme faptul că patinarea se poate face uneori paralel cu cizelajul sau șlefuirea formei pentru ca straturile succesive care se aplică

și care rămân după șlefuirea formei în intrândurile sau în zonele mai greu accesibile sculelor de șlefuit, să creeze impresia de patină veche și forma să capete astfel aspectul unui volum împlinit și pe deplin definit. După ce lucrarea a fost patinată, se fixează cu o soluție de ceară diluată în esență de terebentină, lucru ce-i conferă o strălucire aparte, izolând-o totodată de eventualele contacte cu substanțe care atacă suprafața. Se mai poate aplica un strat protector de lac, așa cum am arătat mai devreme, dar numai în cazul lucrărilor ce stau în interior. Mulți artiști folosesc diverse uleiuri sau combinații de ceară sau lacuri pentru protecția bronzurilor, deci putem spune că și acest lucru rămâne la latitudinea artistului sau meșterului care realizează patinarea și este în cele din urmă o opțiune care ține de experiența lucrului cu metalul și de gustul artistic al fiecăruia.

Sculptura modernă și contemporană a renunțat în câteva rânduri se pare la astfel de procedee chimice, apelând adesea la aplicarea pe suprafața bronzurilor a peliculelor polimerice. Se cunosc celebrele sculpturi realizate de Mimmo Paladino (fig.88), Baselitz sau Markus Lüpertz (fig.89) patinate în culori artificiale și exemplele pot continua desigur.



fig.89
"Standbein-Spielbein", bronz
realizat de Markus Lüpertz



fig.88
"Senza titolo", bronz realizat de
Mimmo Paladino

Concluzii

Acestea sunt etapele parcurse de o sculptură până ca ea să ajungă a fi realizată în metal. Metodele de lucru descrise mai sus se bazează pe experiența pe care am dobândit-o lucrând în acest domeniu și pe informația pe care în tot acest răstimp am căutat să o adun, să o sistematizez sau să o analizez într-un tot care să aibă coerență și relevanță pentru însușirea mai plăcută a acestei tehnici.

Ca o concluzie, merită subliniat faptul că acest proces al realizării sau al transpunerii unei forme în bronz, deși în esență neschimbat de secole, odată însușit de un plastician, poate fi adaptat în funcție de scopurile plastice pe care acesta dorește să le atingă cu o anumită lucrare. Ceea ce este foarte important și totodată interesant este faptul că în aproape toate aceste etape se poate interveni creativ la nivelul formei, așa cum am arătat, lucru care nu mai ține de o formație de tehnician ci în mod cert de una de artist obișnuit să creeze, să adapteze și să improvizeze chiar și atunci când tehnica și tehnologia au bariere uneori greu de trecut. Putem spune că, pentru ca acest proces să nu fie văzut numai prin prisma dificultății tehnice și efortului fizic presupus, este nevoie ca, pe lângă însușirea clară a unor cunoștințe tehnologice, să funcționeze inițiativa și imaginația, iar acest lucru nu mai este o simplă tehnică, ci este deja o artă.

Indice de termeni

Alimentare- alimentarea formei- sistemul complex de rețele de canale de umplere și aerisire al unei forme de ceară, realizat pentru a permite metalului topit să intre în interiorul formei după ce aceasta a fost calcinată.

Barbotină- stare lichido-smântânoasă a unei substanțe sau a unei materii (ceramice), care permite depunerea ei pe suprafața interioară a unui negativ; se folosește cu predilecție în industria ceramicii pentru realizarea diverselor forme.

Barbotinarea- este procesul prin care se face depunerea barbotinei și care implică umplerea negativului cu lichid și rotirea lui astfel încât masa depusă să fie egală pe toată suprafața sa interioară.

Bavură- extensii metalice evazate și inegale, rezultate în urma turnării unei forme prin pătrunderea metalului topit în fisurile materialului refractar care îmbracă pozitivul de ceară.

Calcinare- procesul prin care forma împachetată în material refractar este supusă unei temperaturi foarte ridicate cu scopul eliminării totale a apei, a compuşilor volatili (ceara), sau a diversilor compuși organici introduși în interiorul formei (materiale textile, plante, lemn etc.).

Cămașă- formă care îmbracă mai multe negative sau șticluri ale unei lucrări cu scopul de a le ține împreună, nemișcate.

Cancioc- recipient folosit în ipsosărie în care se prepară ipsosul, materialul refractar sau chiar cauciucul silionic și care de obicei este realizat dintr-un material elastic, cauciucat.

Ceară- termen generic folosit în turnătorie obiectelor de artă, ce definește o compoziție alcătuită din mai multe sortimente de ceară care trebuie să întrunească anumite calități fizice, chimice și mecanice pentru ca din ea să se poată realiza un anumit obiect cu o anumită formă.

Cep- proeminență în marginea negativului unei forme, care poate lua diferite forme prismatice, tronconice sau cilindrice și care are rolul de a ghida forma cu care acesta urmează a fi asamblată.

Cheie- (pasăre) incizie care se face în marginea unui negativ de ipsos, care este de mai mică dimensiune în raport cu cepul; poate de asemenea să aibă diferite forme și are rolul de a ghida altă formă care calcă peste ea pentru a-și găsi locul mai ușor; cu rol de direcționare de poziție.

Cizelare- procesul mecanic prin care unei forme turnate în bronz i se îndepărtează canalele de umplere și aerisire precum și toate impuritățile rezultate din turnare și aducerea ei prin utilizarea șmirghelelor, periilor sau pilelor la un stadiu optim de curățire a suprafeței.

Creuzet- recipient special, rezistent la temperaturi foarte ridicate, realizat din grafit, în care se topește metalul și cu care de cele mai multe ori se toarnă metalul în formele calcinate.

Crustă ceramică- material refractar cu o anumită compoziție chimică și cu o rezistență deosebit de mare după uscare, în care se toarnă bronz.

Debavurare- procesul mecanic prin care se înlătură bavurile de pe suprafața unei forme; se realizează de regulă cu dalta pentru că este o modalitate mai sigură de îndepărtare care nu lezează originalul de bronz, dar se pot utiliza de asemenea și mașini electrice speciale prevăzute cu disc pentru tăiat metalul.

Decapare- curățarea formei de metal folosind anumite substanțe chimice capabile să îndepărteze toate substanțele grase, peliculare sau de altă natură de pe suprafața ei.

Fluid- calitatea metalului ajuns la o anumită temperatură de a curge cu o anumită constanță într-o formă calcinată.

Fuzibil- proprietatea unei substanțe sau materii solide de a se topi foarte ușor la o temperatură relativ scăzută.

Ipsosărie- tehnica realizării mulajelor, negativelor, matrițelor, pozitivelor și a altor elemente decorative din ipsos.

Lupe- forme rezultate în urma prelucrării prin calcinare insuficientă (reducere) și apoi bătaie, a unui minereu metalic; este un procedeu de prelucrare rudimentară a minereului care datează de la începuturile descoperirii metalelor ; lupa avea o formă ovală și conținea o cantitate de metal mai mare decât bulgărușul de minereu inițial dar nu avea o puritate a metalului suficientă pentru a fi turnată într-o matrită și a obține din ea o formă curată.

Matrită- formă alcătuită din cel puțin două componente, acționate prin presare, care poartă imprimat sau incizat în interiorul ei negativul unei forme date; se poate realiza din diverse materiale, piatră, lemn, metal, ipsos sau cauciuc siliconic, ultimele două materiale fiind cele utilizate pentru realizarea unei forme în ceară; matrita presupune de regulă realizarea unei multiplicări în serie a unui anumit obiect.

Matrice- forma originală după care se pot turna mai multe exemplare ale aceluiași pozitiv.

Miez- conținutul, alcătuit în cazul nostru din material refractar, al unei forme de ceară care are o dimensiune considerabilă și nu poate fi turnată integral în metal, plină în interior.

Mulaj- formă din ipsos sau cauciuc siliconic ce copiază un anumit volum (pozitiv) și care poate avea una sau mai multe componente; forma nu implică neapărat multiplicarea pozitivului în serie.

Negativ- formă ce o copiază pe alta care este realizată într-o poziție și alcătuire reală, drept urmare ea va conține în interiorul ei forma inițială într-o alcătuire volumetrică inversată.

Oală- recipient de formă tronconică realizat din tablă groasă de fier căptușită la interior cu pământ de turnătorie, care folosește la preluarea metalului topit din creuzet și turnarea metalului topit în forme; el are rolul de a substitui turnarea cu creuzetul de grafit care duce la deteriorarea lui accelerată.

Oglindire- rezultatul șlefuirii unei suprafețe de bronz astfel încât să reflecte obiectele din exterior.

Patina- mijloc de expresivizare plastică a metalului, uzând substanțe chimice care schimbă prin reacție culoarea suprafeței; acționează de regulă într-un timp îndelungat, de aceea suprafața obiectului și implicit obiectul respectiv este în continuă transformare dacă nu stă într-un mediu stabil din

punct de vedere termic.

Pensulare- metoda prin care se aplică ceara topită în interiorul unui negativ al unei forme; se utilizează de regulă o pensulă mai lată pentru un randament și o rapiditate a procesului și se așează straturile egale și în plaje succesive.

Prelucrare- modificarea, intervenția sau lucrul cu o anumită materie sau material pentru a atinge performanțe sau standarde optime.

Pozitiv- alcătuire volumetrică reală; termenul este folosit pentru a defini formele originale din ipsos, ceară sau bronz.

Rețea de canale- ansamblul tubulaturii realizate din ceară și adăugate pe suprafața unui obiect realizat tot din ceară, cu rolul de a crea traiectul cel mai simplu și eficace posibil ca metalul topit să intre într-o formă.

Sablare- metodă de curățare a pieselor turnate în metal ce presupune acțiunea unui jet de nisip foarte fin suflat cu ajutorul unui compresor, pe suprafața metalică a formei, curățând-o de toate impuritățile rămase după turnare; este metoda cu cel mai mare randament în curățarea formelor folosită în turnătorie.

Sifonare- metodă de aplicare a rețelei de canale de umplere și aerisire a unei forme de ceară, ce presupune umplerea cu bronz a formei respective de jos în sus.

Spatule- instrumente, unelte, de diferite forme, mărimi și profile ce sunt întrebuințate în prelucrarea ipsosului, a cerii, a plastilinei etc.

Strat termoizolant- învelișurile realizate din diverse materiale refractare care au rolul de a înveli obiectul realizat în ceară și de a forma o coajă care după ce este calcinată este suficient de rezistentă ca la contactul cu metalul topit să nu se crape.

Ștemăr- unealtă de fier folosită în prelucrarea metalului care are forma unei dălți boante, fără ascuțiș, și are de cele mai multe ori imprimată în capătul teșit, (bont), diverse texturi; acestea sunt de obicei realizate prin forjare de către fiecare artist care lucrează cu metalul și care își poate alege textura potrivită formei sale.

Ștemuire- procedeul prin care se aplatizează cu ajutorul uneltei specifice, prin bătaie, toate excrescențele fine ale suprafeței de bronz, astfel încât aceasta să rămână curată.

Știclu- negativul realizat în ipsos al unei forme; el poate fi de dimensiuni variabile și poate cuprinde în interiorul lui alte câteva negative intermediare.

Tehnică- totalitatea procedeelor folosite în derularea procesului de realizare a unei forme în diverse materiale.

Tehnologie- ansamblul proceselor, mijloacelor, metodelor și operațiunilor folosite pentru a realiza o formă în metal.

Bibliografie

1. Casson Stanley, *The Technique of Early Greek Sculpture*, Oxford at Clarendon Press, Londra, 1933
2. Clarke Carl Dame, *Metal Casting of Sculpture*, The Standard Arts Press, Butler, M D., 1948
3. de Tolnay Charles, *History and technique of Old Master Drawings*, H. Bittner and Company, New York, 1943
4. Dumitrașcu Petru, *Manual de turnătorie*, Fundația pentru literatură și artă, Regele Carol II, București, 1939, pag 160.
5. Formigli Edilberto, *I grandi bronzi antichi- le fonderie e le tecniche di lavorazione dall'eta arcaica al Rinascimento*, Nuova Image Editrice, 1999.
6. Giuffredi Augusto, *Manuale delle tecniche di formatura e fonderia*, Alinea Editrice, 2006
7. Hannestad Niels, *Monumente publice ale artei romane*, Editura Meridiane, București 1989
8. Hemingway Sean, *The Horse and Jockey from Artemision: A Bronze Equestrian Monument of the Hellenistic Period*, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London, 2004
9. Hoffman Malvina, *Sculpture inside and out*, Bonanza Books, New York, 1939
10. Holloway R. Ross, *The Archaeology of Ancient Sicily*, published by Routledge, London 2000
11. Humphrey John W., Oleson John P, Sherwood Andrew N., *Greek and Roman Technology: A Sourcebook Annotated Translations of Greek and Latin Texts and Documents*, London and New York Routledge, 1998
12. Konstam Niegel, *Life Casting*, The Oxford Journal of Archaeology, 2002, (internet)
13. Langland Tuck, *From clay to bronze*, Watson-Guptill Publications, New York, 1999
14. Plinius, *Naturalis Historia*, Editura Polirom, București, 2001
15. Vasari Giorgio, *Viețile celor mai de seamă pictori, sculptori și arhitecți*, Editura Meridiane, București, 1962
16. Vaccaro Melucco Alessandra, Sommella Anna Mura, Marco Aurelio, *Storia di un monumento e del suo restauro*, Silvana Editoriale, Milano, 1989
17. *Viața lui Benvenuto Cellini scrisă de el însuși*, Editura Meridiane, București, 1969