

VECSEY ÁDÁM

FÉMESZTERGA VERSUS VIASZESZTERGÁLÁS. FORGÁSTESTEKET TARTALMAZÓ RÉGÉSZETI BRONZTÁRGYAK ANYAG- ÉS KÉSZÍTÉS-TECHNIKAI VIZSGÁLATA ÉS KÉSZÍTÉSÜK REKONSTRUÁLÁSA

BEVEZETÉS

A méhviaszt, mint alapanyagot nehéz besorolni a műtárgyalkotó anyagok különböző csoportjaiba, mert nem kapcsolódik szorosan a szilárd, szerves, állati eredetű anyagokhoz és a – festett, néprajzi viaszbábukat leszámítva – általában csak segédanyagként jelenik meg a műtárgyak felületén. Azonban, ha magával az anyaggal nem is találkozunk, közvetett nyomai nagyon sok régészeti fémtárgyon fellelhetők.

A római birodalom egész területén ismert öntési eljárás volt a viaszveszejtéses öntés, mely során az alapanyag teljes mértékben megsemmisül, elvész, ugyanakkor megfelelő tapasztalattal bíró fémművesek át tudják örökíteni, tehát meg tudják őrizni az öntvényben a modell minden részletét. Legyen az akár egyedi „gyártású”, a legmesszebb menő kigidolgozott, tökéletesen részletgazdag felület, vagy kevésbé igényes tömegáru.

Régészeti tárgyaknál, sokszor igen vastag korróziós réteg alatt is fellelhetőek a használatból eredő nyomok vagy a készítés nyomai, melyek eltüntetésük is – szerencsére – néha újabb nyomot, nyomokat hoz létre.

A viaszveszejtéses öntési technológiának köszönhetően, a fémtárgyak kidolgozottsága már az őskorban is nagyon magas szintet ért el és ez a tudás a római birodalom fénykorára csak fokozódott. A viaszmodellek különböző összetételű fémötvözetekből való kiöntéséről számtalan szakirodalomban olvashatunk, azonban az ősi és ókori, forgástesteket is tartalmazó, nyeles illetve füles, és nyél vagy fül nélküli, öntvény-fémből készült régészeti tárgyak (pl.: edények, mécsesek, tükrök, stb.) készítés-technikáját a szakirodalmak –feltételezésem szerint – sok esetben tévesen értelmezik és magyarázzák.

Úgy gondolom a forgástesteket tartalmazó fémtárgyak formájának kialakítása az esetek túlnyomó többségében a viaszmodell esztergálásával kezdődött és sokszor az öntvény után-esztergálása nélkül fejeződött be. Mindez természetesen nem zárja ki a fémeszterga római korban való létezését vagy

használatának határozott mellőzését, de úgy vélem a tárgyak kész állapotáig tartó folyamat súlypontja a viaszmodell esztergálása volt.

A kísérleti régészetben alkalmazott módon, a folyamatok egészét vizsgálva kívántam megérteni és megértetni a kiválasztott három – Budapest területén előkerült római kori – tárgy készítésének technikáját, ezért az elvégzett vizsgálatokat követően, a vizsgálati eredmények függvényében terveztem meg a készítés folyamatát, ami természetesen csak egy a tucatnyi mód közül, mely azonos eredményhez vezethet.

Egy római kori bronztükrön (27. kép), egy bronz merítőedényen (simpulum)(60. kép), egy kétlángú bronzmécsesen (85. kép) és egy lóherekiöntős korsón (oinochoe vagy oinokhoe)(124. kép) végzett vizsgálatok alapján, és közülük három tárgy rekonstrukciójának elkészítése során megtapasztaltam, hogy egy belső agyag vagy kerámia magra felvitt méhviaszréteg forgácsolásával bizonyos forgástestek könnyen elkészíthetőek akár esztergán vagy korongozó-asztalon is.

Alapvető feltételezés, hogy a kézművesek elsősorban a méhviasz-modell minél részletesebb kidolgozására törekedtek, hogy minimalizálhassák a nehezebben megmunkálható és jóval keményebb fémmel való munkát.

Természetesen az általam bemutatott készítési technikák nem az egyetlen járható utak, de úgy gondolom ismertetésük arra mindenképpen alkalmas, hogy megerősítse – de legalábbis életben tartsa – azt az elméletet, mely szerint a fémművesség és a kerámiaművesség nagyon szorosan kapcsolódott egymáshoz.¹

AZ ESZTERGA ÉS A FORGÓ MOZGÁS

Régészeti körökben általánosan elterjedt és elfogadott feltételezés mely szerint az olyan fém, forgástestet tartalmazó használati tárgyat, mint például

¹ A témában előzetes jelentés már megjelent: BudRég 42-43. (2010), p.

az ókori, magas ón tartalmú bronz ötvözetekből készült fémtükrök vagy edények (merítő-, kiöntő-, tálaló-, tároló edények stb.) fából készült esztergán (latinul: terebrum vagy terebra), a rideg fém esztergálásával, forgácsolásával készítették el.² (58. kép)

Az eszterga megismeréséhez mindenképpen ismerünk kell a korabeli, forgó mozgást alkalmazó eszközöket, szerszámokat, ezek kialakulásának célját, formáit, funkcióinak változását és nem utolsósorban ezen szerszámok változásának folyamatát.

A forgó mozgásokat alkalmazó szerszámok kutatásánál a technikák és szerszámok megismerése nem elég. Nem szabadna figyelmen kívül hagyni a fizika szigorú törvényeit sem, melyek megismerése az idő előrehaladtával sem eredményezett lineáris vonalú fejlődést a szerszámok kialakulásában. Képletesen szólva, a fizika törvényei nem mindig terelgették elég meredek falú mederben a szerszámok kialakulását, ami oda vezetett, hogy a mai napig párhuzamosan alkalmaznak (pl.: Közél-Keleten, Indiában, Dél-kelet Ázsiában, 3. és 9. kép) olyan technikákat melyek közül az egyik határozottan nagyobb hatáskkal produkálja ugyanazt az eredményt.

Ha elfogadjuk azt a tényt, hogy az élet bizonyos területein a fejlődés nem volt lineáris, akkor azt is megengedhetjük magunknak, hogy – különböző erővel működő – fúró-, maró, vagy éppen esztergáló-malmokról fantáziáljunk.

Ragaszkodva az ismert ábrázolásokhoz és leírásokhoz az alkalmazott forgó mozgásokat – beazonosításuk után – az alábbi szempontok szerint próbáltam csoportosítani.

FORGÓ MOZGÁSOK CSOPORTOSÍTÁSA – A MEGHAJTÁS TÁRGYÁNAK SZEMPONTJÁBÓL

1. Mozgó fúró tengelyes fúrás–marás (Meghajtott szerszám, rögzített munkadarab)

- Hagyományos (ék profilú) (4. kép 7)
- Központos (pont-körös marás) (13. kép)
- Csöves fúrás
- Segédanyaggal fúrás (pl.: nedves homok) (2. kép b)

2. Forgó alapanyag esztergálása, forgácsolása, marása Rögzített szerszám, meghajtott munkadarab

- Két tüskés (munkadarab közvetlen forgatása) (25. kép)
- Tokmányos (munkadarab közvetett hajtása, csapágy segítségével)

A MEGHAJTÁS SZEMPONTJÁBÓL:

1. egy oldalról hajtott tengely
 - egységnyi hosszúságú kötéllel, oda-vissza forgó tengely (9. kép)
 - végtelenített szalaggal, szíjjal vagy kötéllel hajtott tengely, egy irányba forgó tengely (tárcsa, korong illetve kerék a lendülethez, lehet több sebesség is) (7. kép)
 - vízzel, széllel, esetleg emberi vagy állati erővel hajtott malom
2. Két oldalról hajtott tengely
 - íj-, vonó-hajtásos, oda-vissza forgó tengely (10. kép)
 - keresztfás-korongos, oda-vissza forgó tengely (14. kép)
 - pedálos-póznás illetve pedálos-himbás, oda-vissza forgó tengely (5. kép)

FORGÁSTEST KIALAKÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGE

Forgácsolás nélkül, felhúzással készített edény Nagy tisztaságú, tehát kevés ötvöző-anyagot tartalmazó fémek sík lemezeiből (arany, ezüst, réz, ólom) nyújtással és zömítéssel is felhúzhatóak akár egész mély, meredek falú edények is. Ha felületükből nem derül ki, akkor a fém kristályszerkezetének torzulása vagy összetételük mennyiségi és minőségi vizsgálata árulkodhat arról, hogy nagy tisztaságuk miatt – valószínűleg – nem öntéssel készülhettek.

Óbuda területén, a Kaszás dűlői római kori villagazdaság 1980–81-ben folyó régészeti feltárása során több mint egy tucat félkész, rontott, sérült bronz-töredék (pl.: tű-, drót-, fibula-, öntvény-, nyersanyag-töredék) került elő.³ A leletekből vett mintákon végzett elektronsugaras mikroanalízis (SEM-EDS) eredménye azt mutatta, hogy a római korban, már valóban tudatosan használták a kívánt tulajdonságú ötvözetek kialakításához a különböző elemek vagy ásványércsek megfelelő arányú keverését. Ehhez használhattak olyan nagy tisztaságú rézhasábokat melyek a bronz-töredékek közül került elő a Kaszás dűlői villagazdaság – feltételezett – bronzjavító műhelyéből.

FORGÁCSOLÁS, ESZTERGÁLÁS

Napjainkban az esztergályosok az általunk megrendelt anyag tömbjéből forgácsolják a kívánt formát. Mivel az esztergályosok általában nincsenek felkészülve bármilyen kívánt forma elkészítésére, ezért a kiindulási tömbök nagy része zárt, tömör és semmilyen módon nem hasonlítanak a megrendelt, kész formához. Ebben az esetben nem beszélhetünk elnagyolt formáról, melyet csak finomítani kell, vagy

² MUTZ 1972. 60.

³ ZSIDI 1991. 185–200.

kicsit utáneztergálni, tehát viszonylag nagy erőbefektetéssel és igen nagy anyagvesztéssel készül el a kívánt forma.

Viaszesztergálás

Feltételezésem szerint közönséges korongozó asztalon könnyen elkészíthető sok római edény viaszmodellje. A forgó felület középpontjára helyezett agyagból elkészítik a viasz edény belső magját. Fontos, hogy vagy a belső vagy a külső mag tartalmazzon olyan soványító anyagot (pl.: széna, szalma, faforgács vagy faörlemény) ami engedi a fémolvadékból távozó fémgőzök és gázok valamely mag irányába történő szabad kiáramlását. A kész belső magra bemelegítéssel vagy ecseteléssel vihető fel az olvadt méhviasz. A folyamat megismétlésével kialakítható a készítenő tárgy körül-belüli falvastagsága. A belső agyagmaggal rendelkező viasz hűtés után könnyen esztergálható, forgácsoltató, az esetleges sérülés pedig könnyen javítható. A kész viaszmodell díszítetlen és könnyen cizellálható felületeire felhelyezhetők a későbbiekben beömlő és túlfolyó vagy levegőztető nyílásként szolgáló viaszrudak és jól iszapolt agyagpéppel bevonható a még szabad felület. Ezt követően már mindenben úgy kell eljárunk, mint bármilyen viaszveszejtő öntés esetén. A kapott öntvény kidolgozásánál még mindig van lehetőségünk finomításra esetleg utáneztergálásra, de kiindulási cél az öntendő viaszmodell minél részletesebb kidolgozása.

A viasz formába préselése vagy agyagnegatívba korongozása

A bronzmécsesek készítéséhez akár használhattak ugyanolyan kerámianegetívot is, melybe az egyik esetben agyagot nyomtak, a másikban pedig viaszt. Mélyebb vagy nagyobb átmérőjű fémedények öntéséhez használhatták a kerámia- vagy agyagnegetívokat is úgy, hogy a beleolvasztott viaszt korongozták. Tehát bordákkal, vájatokkal egyaránt díszíthető a készítenő edény külső és belső felülete.

ANYAGVIZSGÁLATOK

Anyagvizsgálatokat végeztem Aquincumban előkerült, római kori fém tükrökön és egy vékony falú, kis testű, nyeles merítő edényen. Az anyagvizsgálati eredmények ismeretében jutottam arra a következtetésre, hogy a kész edények illetve tükrök formáját feltételezhetően nem a nyers öntvény forgácsolásával illetve esztergálásával, hanem a viaszmodellek – akár agyagozó korongon – való megmunkálása során alakíthatták ki.

RÓMAI KORI BRONZTÜKRÖKÖN VÉGZETT VIZSGÁLATOK:
Elektronsugaras mikroanalízis (SEM/EDS)

A vizsgálat fizikai alapjai

A SEM/EDS – mennyiségi és minőségi- vizsgálat fizikai alapja: A minta elektron sugaras gerjesztés hatására a különböző elemekre jellemző karakterisztikus röntgen-sugárzást bocsát ki, amelyet egy detektor érzékel. A röntgensugarakat egy számítógépes program a jelen esetben hullámhosszuk alapján azonosítja. A rendszerhez tartozik egy pásztázó elektron mikroszkóp is, ami a vizsgálandó felület kiválasztásához is segítséget nyújt. A szükséges minta mennyisége kevesebb, mint 1 mm³, de általában már 100x200 mikrométernyi felület is elég a vizsgálat elvégzéséhez. A detektált elemek százalékos megoszlása táblázatban jelenik meg.

Az elektronsugaras mikroanalízis eredményeiből nem következtethetünk az elemek közötti kötésekre, így különböző szerves illetve szervetlen vegyületeket sem azonosíthatunk a módszerrel, továbbá nem határozható meg a valamikori ötvözetben szereplő elemek pontos mennyiség aránya sem, és nem különböztethető meg pl. az elemi réz a korróziós termékeitől, így a kapott eredményekből nehéz következtetni az elemek kiindulási arányaira.

A SEM/EDS vizsgálat eredményei ezért csak informatív jellegűek. (A vizsgálatokat Dr. Tóth Attila végezte, Analspek Bt.)

Mintavétel

A minták levételéhez 0.3 mm lapszélességű – fémek vágására is alkalmas – lombfűrész szálát kívántam használni, de a kagylósan törő rideg fém nem tette lehetővé a lombfűrész használatát, ezért csak pattintással tudtam apró szilánkokat letörni a fémes törésfelületekről. A levett mintákat egy 15x15 mm-es, 0.8 mm vastagságú, nagy tisztaságú alumínium lapra applikáltam fel. Hordozónak két oldalon tapadó, grafitos ragasztószalagot használtam (CARBON ADHESIVE TAPE 6mmX 20m).

8 különböző helyről előkerült római kori, fém tükrökből vett, kb. 12 mintán és egy ugyancsak római kori fém nyeles, merítő edényből vett két további mintán végeztem elektronsugaras mikroanalízist (SEM/EDS).

A 8 tükör vizsgálati eredményei

Cu	55.48
Sn	37.55
Pb	3.62
Zn	0.35
Ag	-

12. minta. Graphisoft 2006. 147. sír (a)

Cu	67.59
Sn	23.8
Pb	5.25
Zn	0.39
Ag	0.23

5. minta Madárhegy 2007. SE108 (a)

Cu	55.11
Sn	38.02
Pb	5.23
Zn	0.28
Ag	-

13. minta. Graphisoft 2006. 147. sír (b)

Cu	64.18
Sn	24.39
Pb	7.96
Zn	0.38
Ag	-

6. minta Madárhegy 2007. szórvány

Cu	67.92
Sn	23.99
Pb	7.25
Zn	0.46
Ag	-

14. minta. Graphisoft 2006. 575. sír

Cu	26.51
Sn	36.5
Pb	3.08
Zn	0.06
Ag	-

7. minta Madárhegy 2007. SE108 (b)

Cu	64.99
Sn	23.85
Pb	9.66
Zn	0.74
Ag	-

15. minta. Graphisoft 2006. 220. sír

Cu	59.35
Sn	23.24
Pb	9.59
Zn	n.a.
Ag	n.a.

3. minta Bécsi út 52. (2 minta átlag)

AZ ÓNBRONZ ÖTVÖZETEK RŐL ÁLTALÁNOSAN

Az Sn-bronzokat két csoportra lehet osztani: az egyik csoport a képlékenyen alakítható bronzok, míg a másikat az önthető bronzok alkotják.

A képlékenyen alakítható ónbronzzoknak alakítás után nagyobb a szilárdságuk és a rugalmasságuk. A legjobb szilárdsági jellemzőik az 5–10% Sn-t tartalmazó bronzoknak van. Mai gyakorlatban leginkább a 6–7% Sn tartalmú bronzokat használják, amelyekből lemezeket, huzalokat, rudakat stb. gyártanak.

Az önthető ónbronzzok nagyobb mennyiségű ónt tartalmaznak. Jól önthetőek, híg folyósak, kicsi a zsugorodásuk, erősen korrózióállóak és jó csúszási jellemzőkkel rendelkeznek (kicsi a súrlódási tényezőjük).

Napjainkban a 10–14%-os ónbronzzokat csapágyperselyek készítésére használják. A 10%-osakat kis felületi nyomásoknál és nagy fordulatszámúknál, míg a 14%-osat nagy felületi nyomásoknál és kis fordulatszámúknál alkalmazzák.

A 20%-os ónbronzz pedig igen kemény, rideg, nem forgácsolható és nem nyújtható, csak önthető és csak kivételes helyeken alkalmazzák nagy keménysége és korrózióállósága miatt.⁴

A római kori tükrökön elvégzett SEM/EDS vizsgálatok eredményeiből következtetve a tükrök összetétele nem teszi lehetővé azok forgácsolással-esztergálással való előállítását, ezért ily módon történő előállításuk valószínűtlennek tartom. Feltételezésemet alátámasztanom azzal is, hogy a tükrök központos befogását az esztergába, nem teszi lehetővé egyetlen peremük, melyen nincs hideg-megmunkálási nyom.

Az ismert adatok egyike sem erősíti azt a vélemernt, mely szerint a nyers öntényt fémes állapotban esztergálták volna meg.

A RÓMAI KORI BRONZ MERÍTŐ EDÉNYEN VÉGZETT VIZSGÁLAT: *Visszaszórt elektron kép (SEM–BSE)**A vizsgálat fizikai alapjai*

Az eredeti sugárnyaláb rugalmasan vagy rugalmatlanul visszaszórt elektronjainak energiá-

ját detektor méri. A visszaszórt (backscattered) elektronok energiáját mérve, pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) segítségével kép alkotható (BSE kép) a vizsgálandó felületről. (54–57. kép) A vizsgálatokat PhD. Dobránszky János végezte (MTA–BME Fémtechnológiai Kutatócsoport).

ÖSSZEFOGLALÁS

Az anyagvizsgálatok eredményeinek ismeretében kijelenthető, hogy az ókori bronzművesség ismert eleme volt a viaszesztergálás. Tehát a forgástesteket tartalmazó réz ötvözetű tárgyak formájának kialakítása az esetek túlnyomó többségében a viaszmodell esztergálásával történt sokszor valóban nélkülözve az öntvény után-esztergálásának módszerét. Természetesen nem zárható ki a fémeszterga római korban való létezése vagy használatának határozott mellőzése, azonban úgy vélem, hogy az említett tárgytípusok elkészítési folyamatának súlypontja a viaszmodell esztergálása volt. A kísérleti régészetben alkalmazott módon, a folyamatok egészét vizsgálva megtapasztaltam a készítés technikájának kistárgyakra vonatkozó határait és a technikában rejlő, nagyobb tárgyakra vonatkozó lehetőségeket.

A Budapesten előkerült római kori bronztükrön, bronz merítőedényen, kétlángú bronzmécsesen illetve egy lóherekiöntős korsón elvégzett vizsgálatok alapján, és közülük három tárgy rekonstrukciójának elkészítése során tapasztaltakból azt a következtetést vonnám le, hogy egy belső agyag vagy kerámia magra felvitt méhviaszréteg forgácsolásával bizonyos forgástestek könnyen elkészíthetőek akár esztergán vagy korongozó-asztalon is. Tehát a két anyagcsoport - fém és a kerámia (agyag)- tárgyainak a kialakítását akár egy műhelyben is végezheték és ez a megállapítás sok egyéb vonatkozásában is érdekessé teheti a római árukkal való kereskedelemről és árúk útvonaláról kialakított vagy kialakítandó képet.⁵

⁵ A munkámhoz nyújtott segítséget és támogatást Járó Mártának, Alice Choyke-nak, Dr. Tóth Attilának, Dr. Dobránszky Jánosnak, Sajó Istvánnak, Menráth Péternek, Beszédes Józsefnek, kollégáimnak és Budapesti Történelmi Múzeum vezetőségének ezúton is megköszönöm.

⁴ ZORKÓCZY 1968.

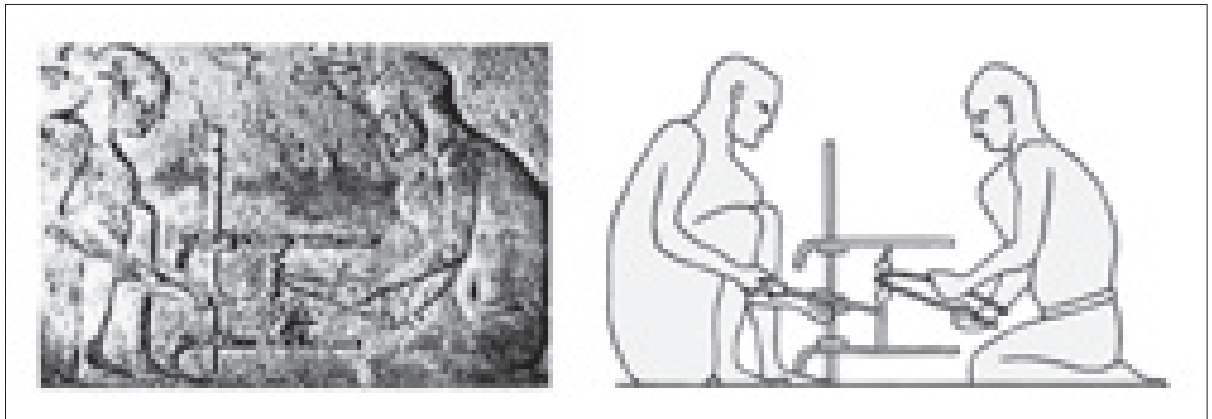
IRODALOMJEGYZÉK

- BÍRÓ 2000
 BRESČAK 1982
 MUTZ 1972
 PALLAI 1972
 PALLAI 1976
 POZSGAI 1995
 STEINER-HEGEWALD
 ZORKÓCZY 1968
 ZSIDI 1991
- T. BÍRÓ Mária: Pannóniai csontfaragványok. Bp., 2000.
 BRESČAK, Danilo: Roman bronz vessels in Slovenia. In: Dissertationes Musei Nationalis Labacensis. Ljubljana, 1982.
 MUTZ Alfred: Die Kunst des Metaldrehens bei den Römern. Basel-Stuttgart, 1972.
 PALLAI Sándor: Ötvösművészet. Bp., 1972.
 PALLAI Sándor: Fémdíszmű. Bp., 1976.
 POZSGAI Imre: A pásztázó elektronmikroszkópia és elektronsugaras mikroanalízis alapjai. Bp., 1995.
 STEINERT, R.-HEGEWALD, H.: A fa esztergályozása. Bp., 1987.
 ZORKÓCZY Béla: Metallográfia és anyagvizsgálat. Bp., 1968.
 ZSIDI Paula: Újabb villa az aquincumi municipium territoriumán (Bp. III. ker. Kaszás dűlő - Csikós utca). BudRég 27. (1991), p. 185-200.

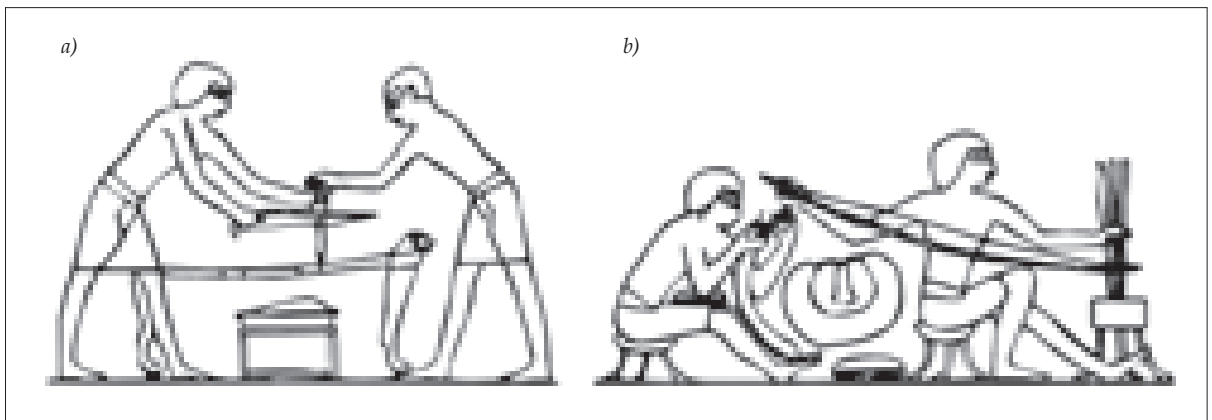
METAL LATHING VERSUS WAX LATHING

The Results of material testing lead to the assumption that the use of wax-lathe was a widespread technique in ancient bronze-casting. It means that objects which contain solids of rotation and are made of copper alloys were shaped by lathing a wax model, often omitting the method of post-lathing the mould. Of course, the existence or a deliberate avoidance of use of metal lathe in the Roman period cannot be excluded, but I still argue that the focal point of the process of manufacturing objects of these types was the lathing of a wax model. Employing the method used in experimental archaeology and examining the processes in their entirety I experienced the limits of this technique in the case of smaller objects as well as the opportunities in using it with larger objects.

Based on the analyses of three bronze mirrors, a bronze scooping ladle, a double-nozzled bronze lamp and a jug with a clover-shaped spout as well as the experience gained while reconstructing three of them, I can draw the conclusion that certain solids of rotation can easily be made by lathing the layer of wax which covers an internal core of clay or ceramics, either using a lather or a potter's wheel. Thus, the shaping of objects made of the two types of material – metal and ceramics (clay) – could be done in the same workshop. This conclusion can make the picture which has been or is to be developed about trade with Roman goods and trade routes very interesting in many respects.



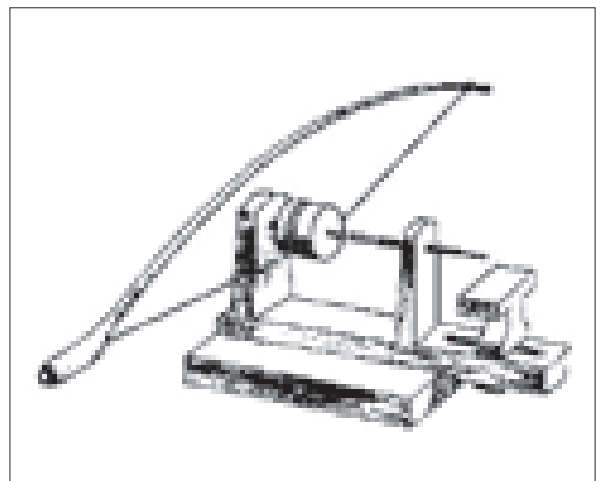
1. kép. Egyiptomi dombormű (i.e. 300 körül) Feltételezhetően két férfit ábrázol esztergálás közben. A oda-vissza forgó tengely egy oldalról, kötéllel hajtott. Az esztergakés támasza, maga a forgó tengelyt befogó váz.



2. kép. Egyiptomi fúrásábrázolások. Íjjal hajtott fúrótengelyek.



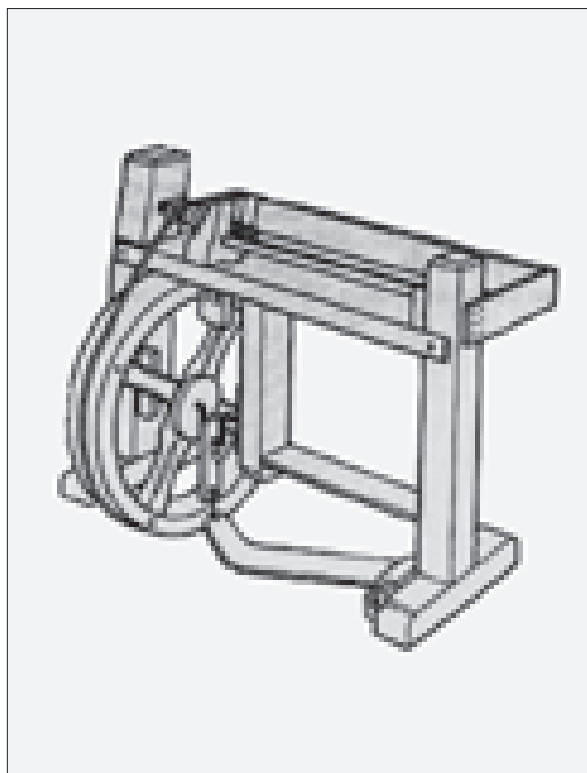
3. kép. Római kori íjas eszterga rekonstrukciós rajza. Nincs esztergakés támasz, és az oda-vissza forgó tengely befogói – az ábrázolás szerint – nem állíthatóak. Az íj illetve vonószertű, de nem állandóan feszített szíjú meghajtót népiesen nyirettyűnek hívják.



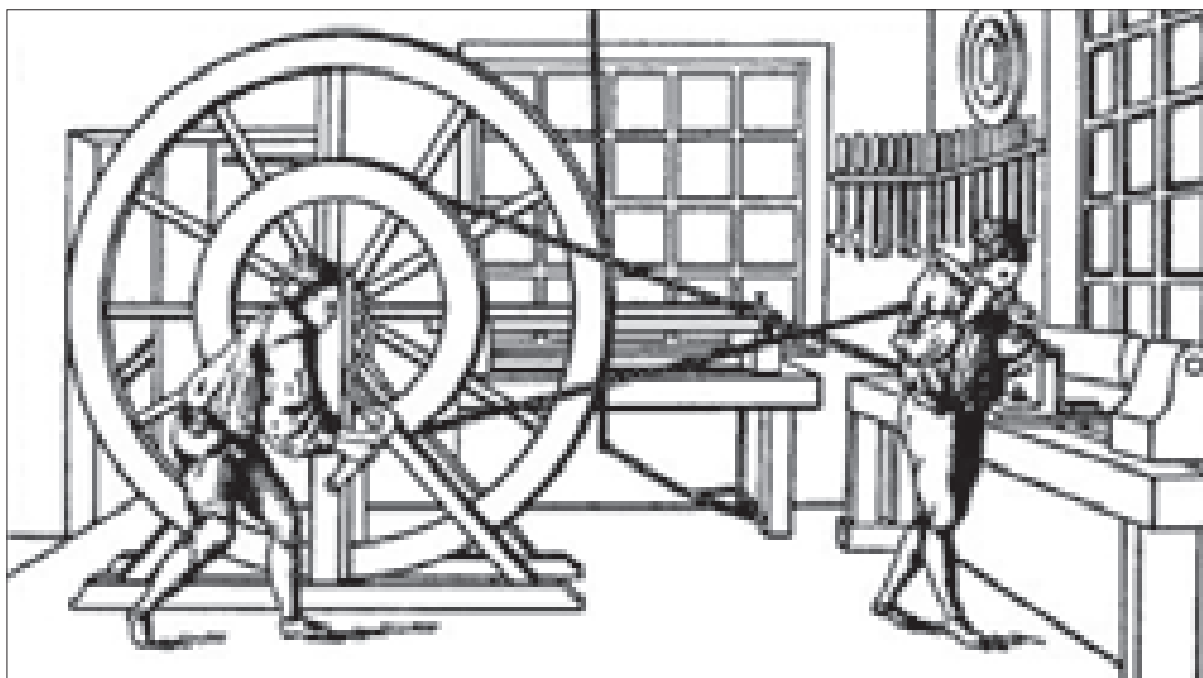
4. kép. Római kori íjas fúró rekonstrukciós rajza. Az oda-vissza forgó fúrótengely két helyen alátámasztott. A munkadarab siklóágyon mozgatható.



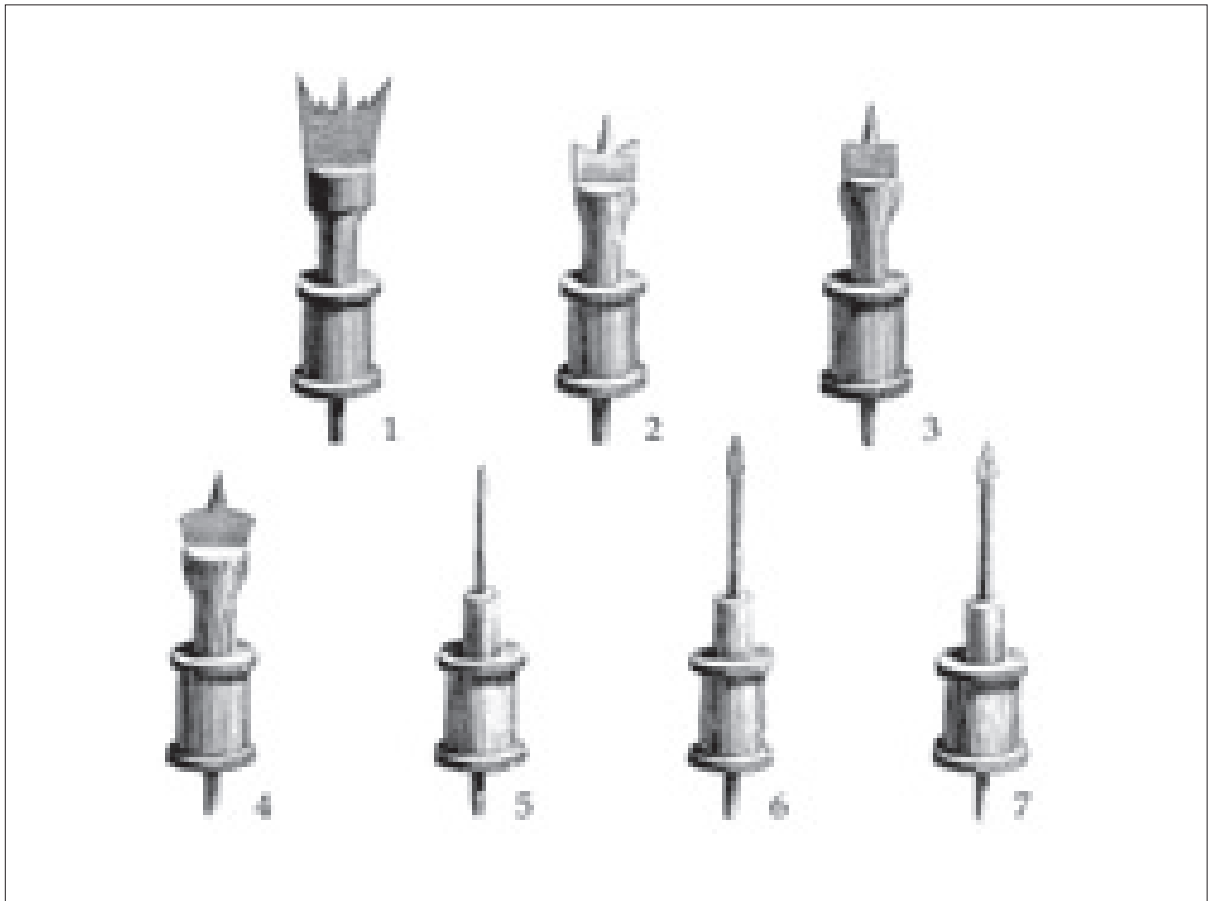
5. kép. Pedálos-póznás (pedálos-himbás) eszterga 1395-ből. Az oda-vissza forgó tengely meghajtása egy pedál és egy rugalmas pózna között kifeszített kötéllel történt. Az egyik befogó síklő-ágyas, esztergakés támasz nincs ábrázolva.



6. kép. Leonardo DA VINCI-féle esztergapad. Pedállal hajtott, hajlított tengelyű óriástárcsa, melynek nagy tehetetlenségi nyomatéka volt (Théta). A menet segítségével állítható jobb oldali befogónak köszönhetően az egy irányba forgatott munkadarabok mérete változtatható volt. (STEINER-HEGEWALD 1987. nyomán)



7. kép. Végtelenített, szíjhajtásos, egy irányba forgatott, óriáskerekes, 2 sebességű eszterga (17. század). Az esztergakés a vállon és a késtámaszon fekszik fel.



8. kép. Különböző profilú fúró, maró fejek (17. század)



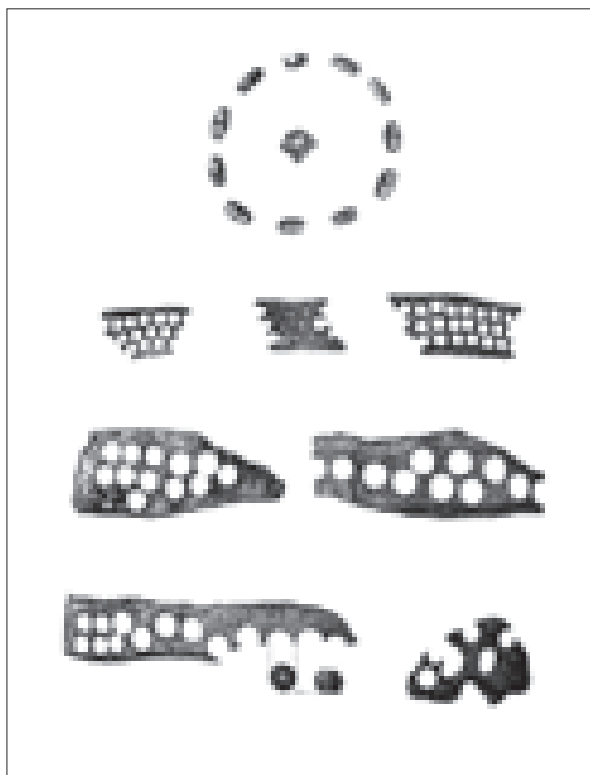
9. kép. Indiai, egy oldalon hajtott eszterga, oda-vissza forgó tengellyel. Esztergakés támasz nem látható.



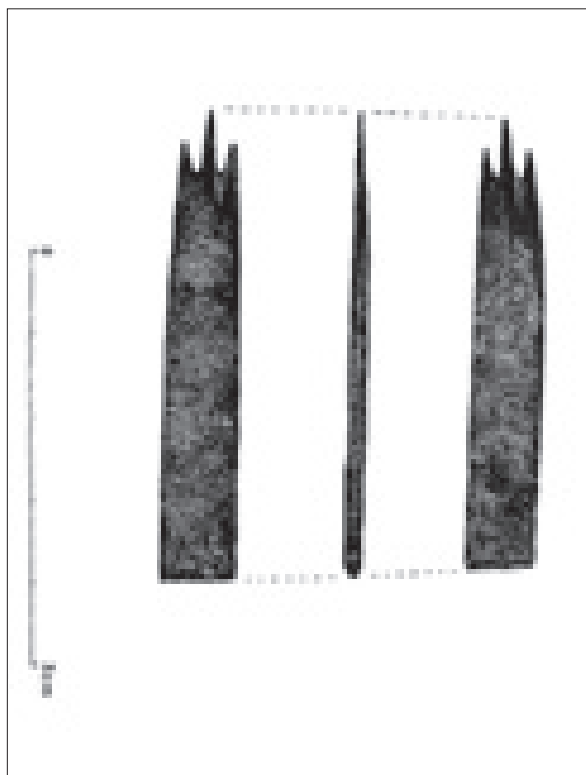
10. kép. Középkori rózsá-fűzért készítő műhely. Íjas fúróval. A fúró tengely egyik befogója egy rögzített lécs, a másik maga a megfúrandó munkadarab.



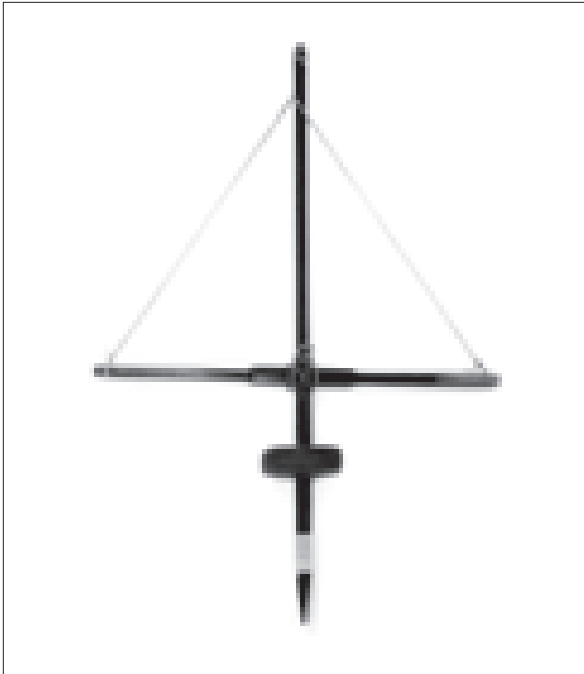
11. kép. Középkori rózsá-fűzér készítő. Íjas meghajtású. Feltehetően a két befogó közül az egyik mozgó(15.század)



12. kép. A Visegrádon előkerült, pont-kört maró fúrófejrel átfúrt csontdarabokból feltehetően rózsá-fűzér gyöngyeit márták ki.



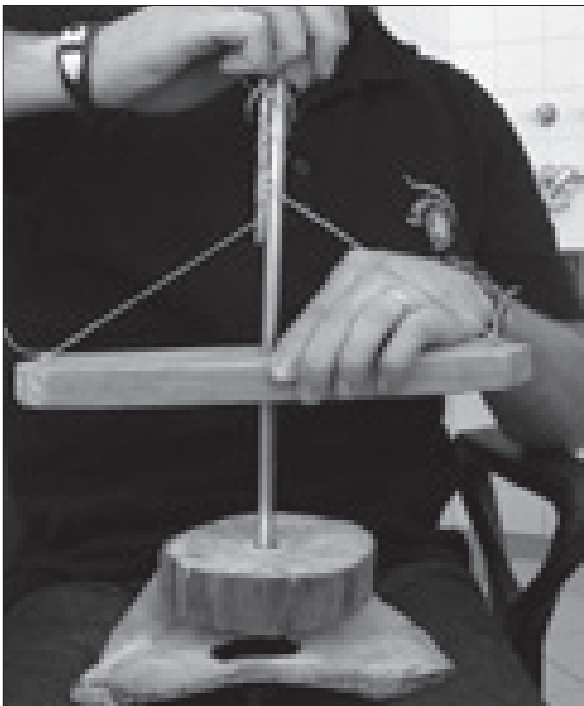
13. kép. Visegrádon előkerült fúrófej. Pont-kört mar ki a fa illetve csont felületből. Sokszor fém felületeket is díszítettek pont-kör díszítéssel.



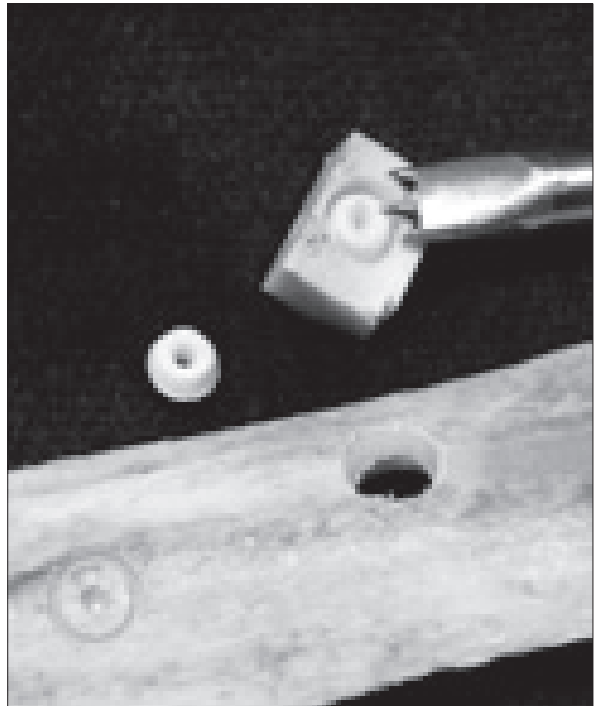
14. kép. Keresztfás-korongos fúró vagy pergőfurdancs. Tengelye oda-vissza forgó. A korong tömege segítségével (lendkerekes), a vízszintes keresztfa lenyomása után „felhúzza” magát, energiát „tárol” és a keresztfa ismételt lenyomásakor ellentétes irányba kezd el forogni.



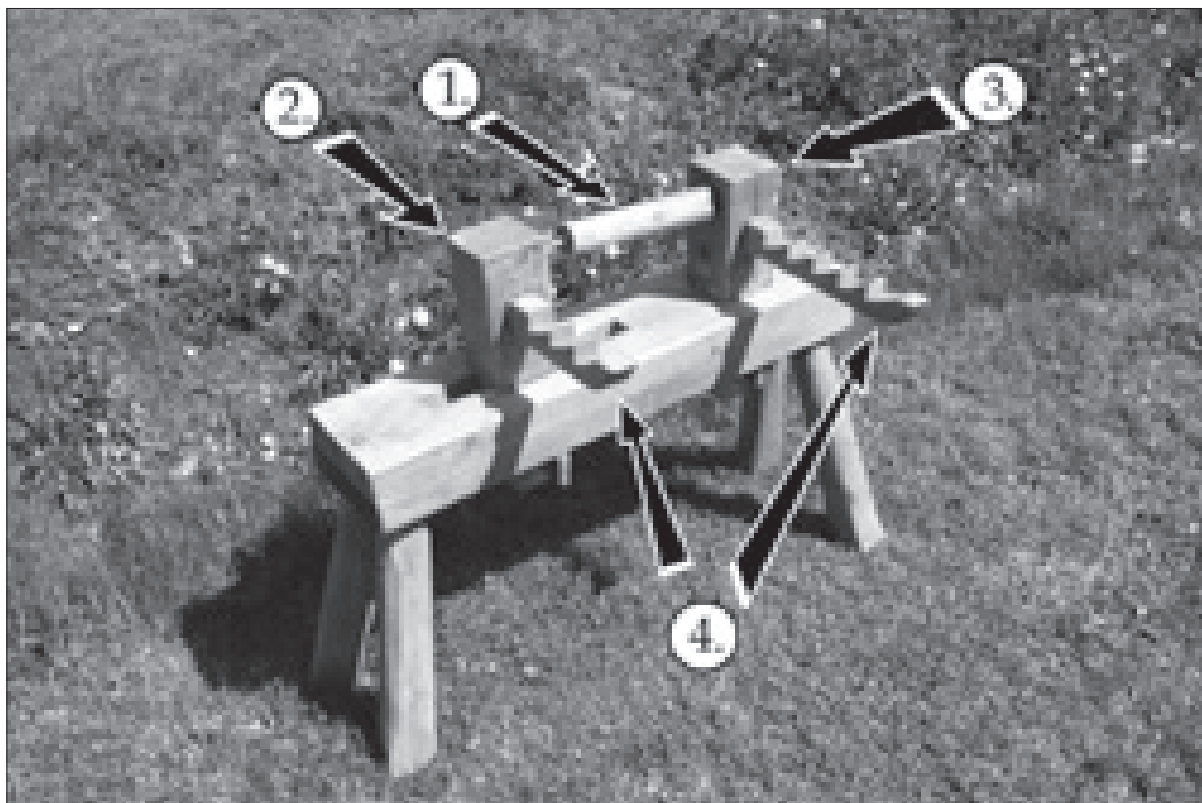
15. kép. A szarvasagancs rózsza agancs felőli oldalán található mélyedés feltehetően fúró tengelyét támasztja meg feliülről (rekonstrukció, készítette: Vecsey Ádám)



16. kép. Az általam készített pergőfurdancs. Fontos, hogy a kötélt és a tengely által bezárt szög minél közelebb legyen az ideális 90 fokhoz, továbbá legyen tömege a fakorongnak a kötél tengelyre való felcsavarásához, ami nélkülözhetetlen a folyamatos munkához. (készítette: VECSEY Ádám)



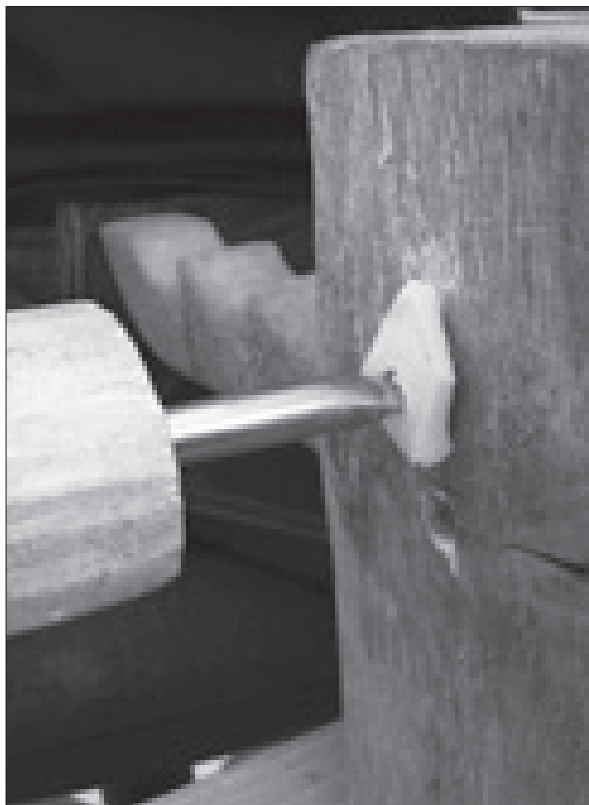
17. kép. A pont-kört maró fúrófej megfelelő használatakor a lyukon kívül egy gyöngy nyerhető ki az anyagból. (készítette: VECSEY Ádám)



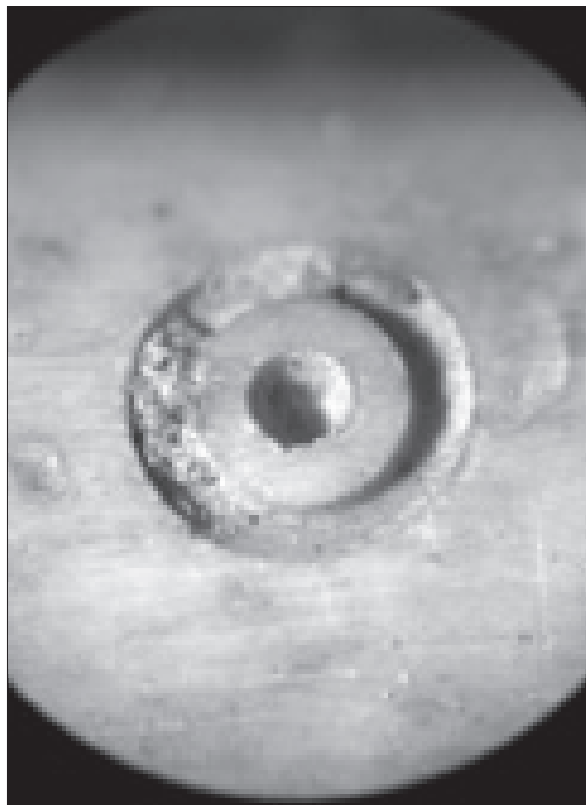
18. kép. Római eszterga rekonstrukció. (készítette: VECSEY Ádám) 1. Íjjal hajtható, pont-kört maró fúrófej; 2. Siklóágyas befogó; 3. Stabil befogó; 4. Az esztergakés támaszának tartója.



19. kép. Az eszterga az íjjal hajtott pont-kört maró fúrófejjel. (készítette: VECSEY Ádám)



20. kép. Marhacsontból készülő gyöngyszem. (készítette: VECSEY Ádám)



21. kép. Római kori dobókocka pontkör díszítése



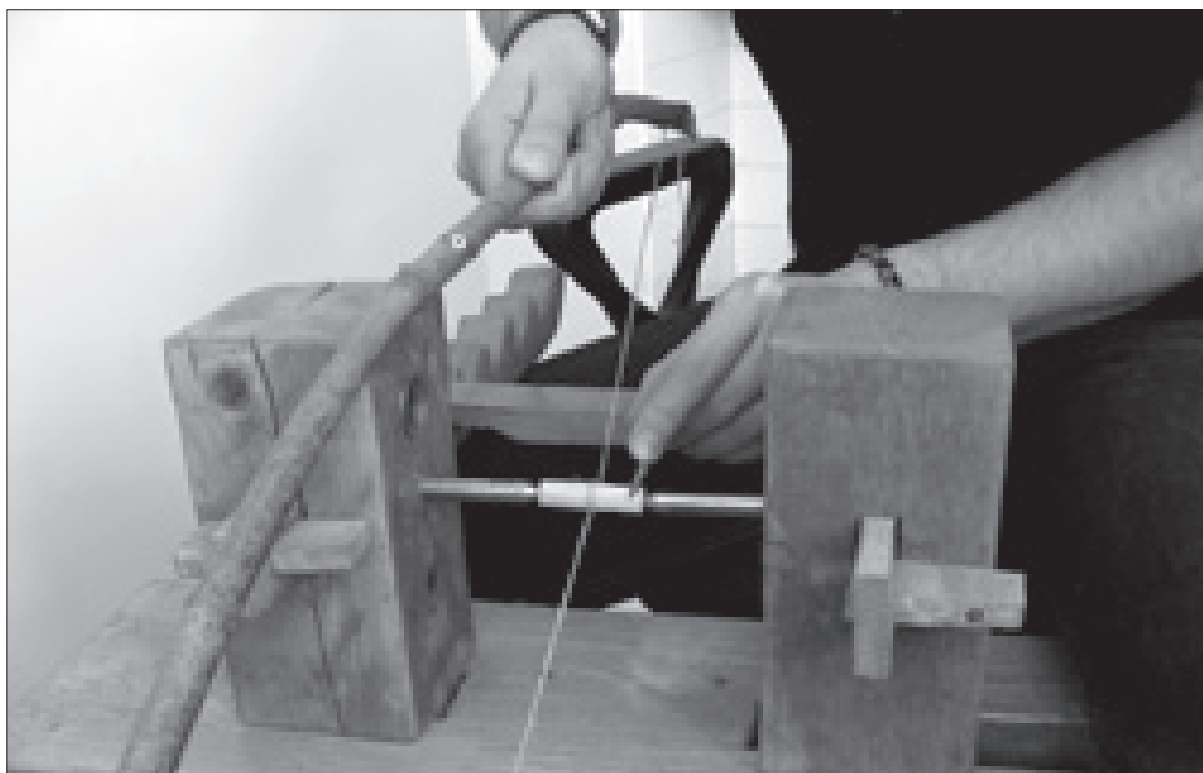
22. kép. Nagy pont-körös díszítésű, szabályos római kori dobókocka és másolata. (készítette: VECSEY Ádám)



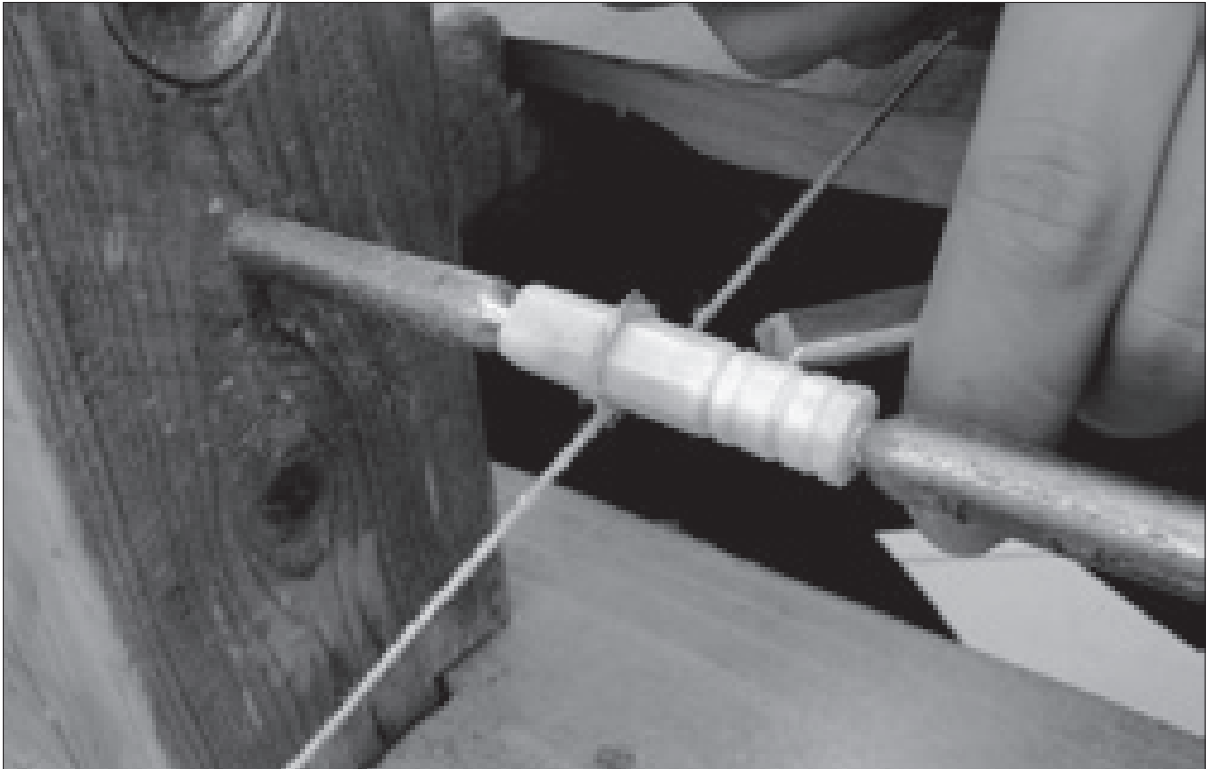
23. kép. Kis pont-körös díszítésű, szabálytalan (tégla formájú) római dobókocka és másolata. (készítette: VECSEY Ádám)



24. kép. A pont-kört maró fűrőfejek. (készítette: VECSEY Ádám)



25. kép. Az íjjal hajtott (forgatott) marhacsont esztergálása. (készítette: Vecsey Ádám)



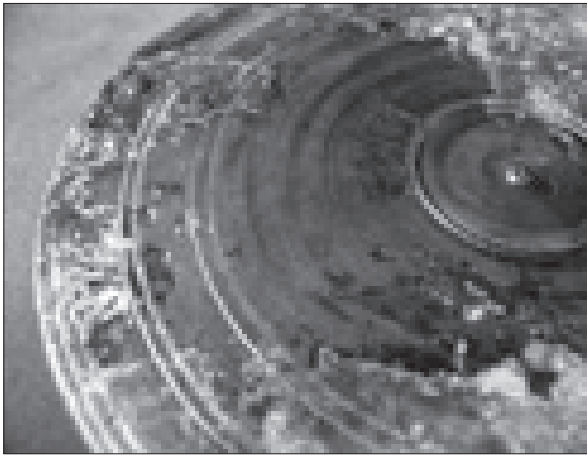
26. kép. A sokszög alapú hasábszerű lenagyolt csont bordás felületén maráskor nem csúszik meg az íj hurkolt kötele. A csontdarab két végét picit megfúrtam, hogy a befogó tüskék segítségével egy középpontos forgás legyen biztosítva a felület marása során. (készítette: Vecsey Ádám)



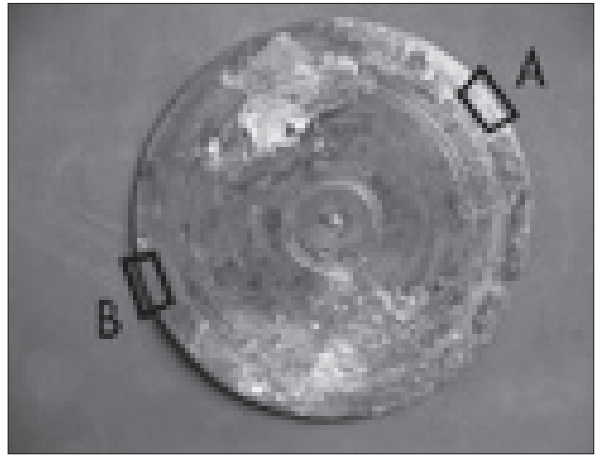
27. kép. Az Aquncumi Múzeum „Graphisoft” 2006. ásatásán, az 575. sírból előkerült római kori tükör, sík, díszített hátoldala



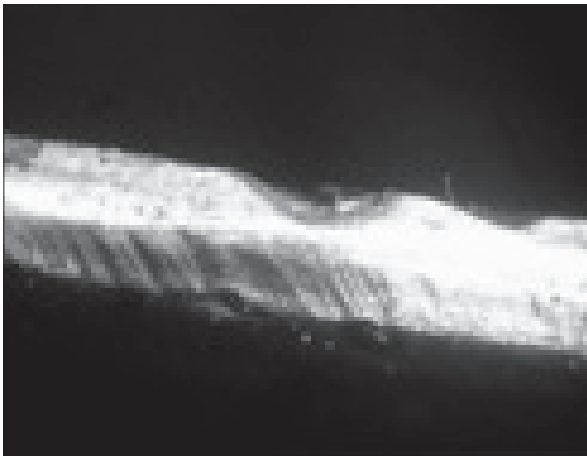
28. kép. A tükör hátoldalát egy kisebb átmérőjű belső és 3 külső, növekvő átmérőjű koncentrikus borda kialakításával díszítették



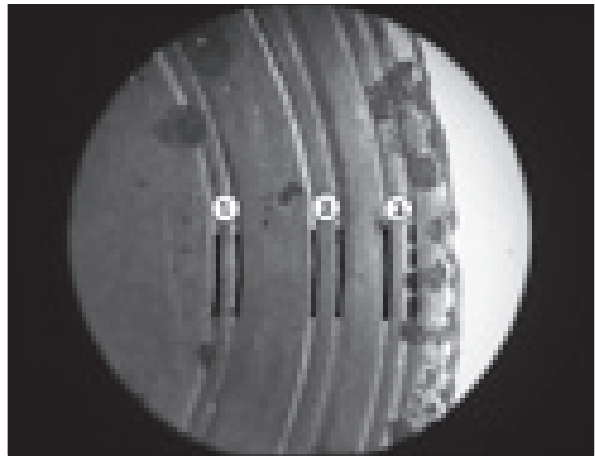
29. kép. A sík hátoldalt díszítő bordákat két árokkal tették plasztikussá



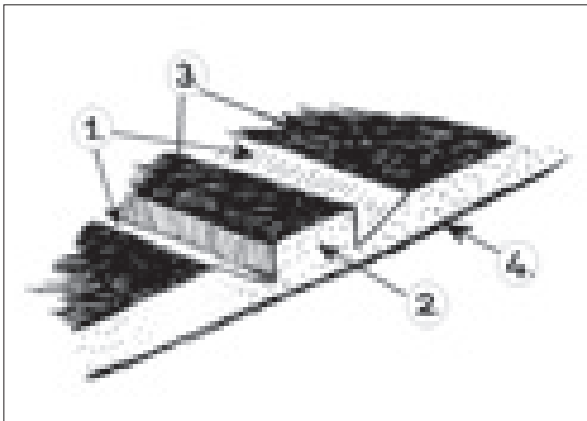
30. kép. A tükör permének „A” és „B” jelzésű részein látható, hogy a legkülsőbb, belülről a 4. borda az „A” jelzésű oldalon komplett, a „B” jelzésű oldalon hiányos. Tehát a tükör koncentrikus bordáinak középpontja és a perem közti távolság változó.



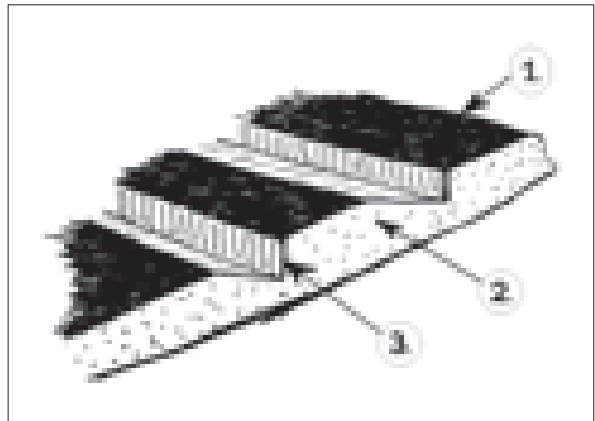
31. kép. A peremen látható szerszám okozta nyomok, nem a tükör teljes keresztmetszetén látható



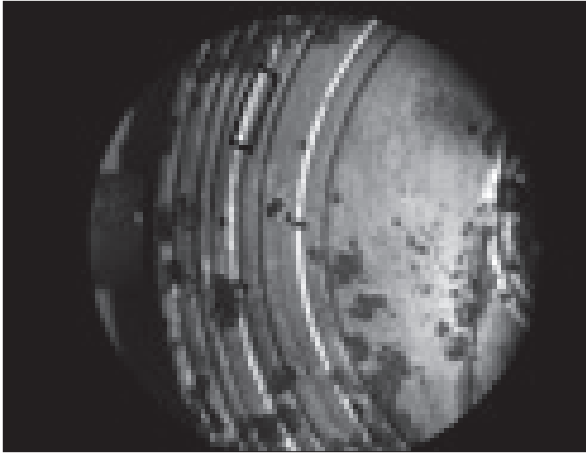
32. kép. A legkülső, 3. számmal jelzet borda kialakítása eltér a többitől.



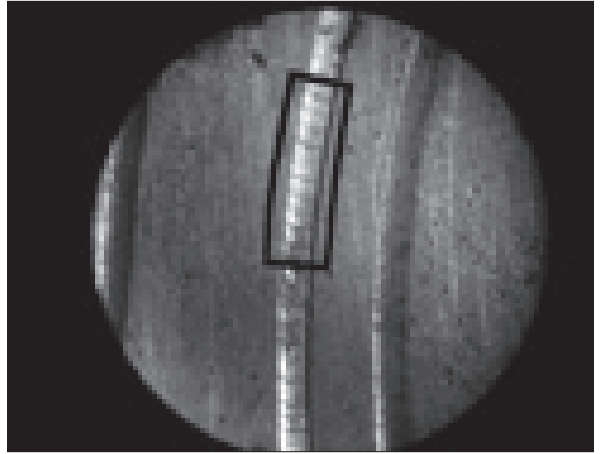
33. kép. A tükör egy bordájának keresztmetszeti rajza. (rajz: Vecsey Ádám) 1. A bordát a két árok „emeli” ki a síkból; 2. A borda mindkét fala meredek; 3. A tükör díszített oldalának síkja; 4. A tükör polírozott elülső oldala



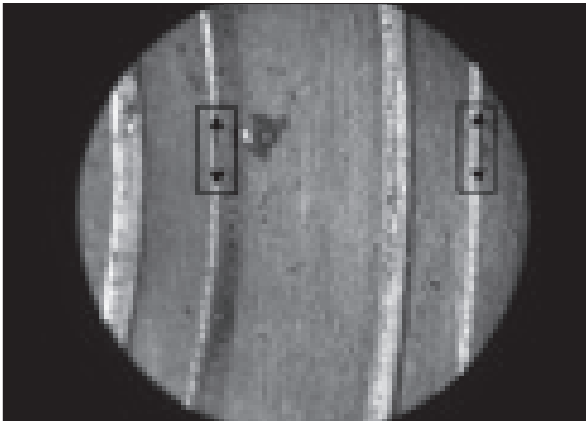
34. kép. Az „egyedi” kialakítású, legkülső borda keresztmetszeti rajza (rajz: Vecsey Ádám) 1. A tükör pereme; 2. A borda perem felőli, kis lejtésű fala; 3. A borda középpont felőli, meredek fala



35. kép. A fekete vonallal határolt területen radiális bordák láthatóak.



36. kép. A 20 %-nál magasabb ón tartalmú bronzok tulajdonságai-
ból kiindulva, mely szerint az ilyen összetételű ötvözet igen
kemény, rideg, és nem forgácsolható a sugárirányú bordák
feltehetően még a viaszmodellen alakulhattak ki, talán a ko-
rongozóasztal tengelyének „ütéséből” kifolyólag.



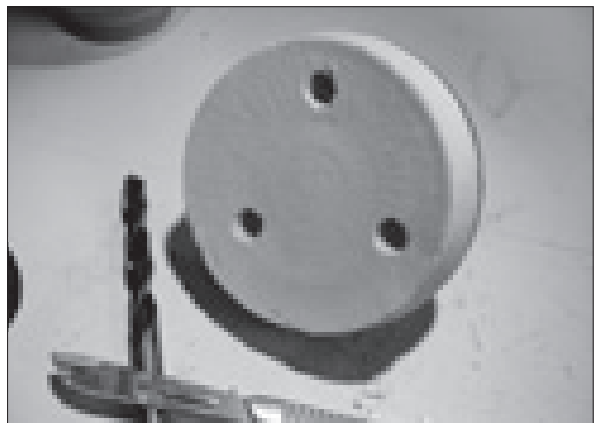
37. kép. Az „A” és „B” jelzésű területen feketével kiemelt fehér redőt
a borda kialakításához használt –feltehetően– csorba szer-
szám okozhatta



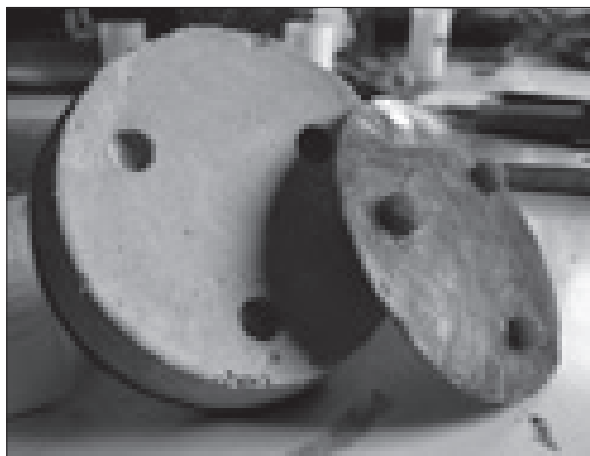
38. kép. Egy körlemez középpontjába száras csavart rögzítettem



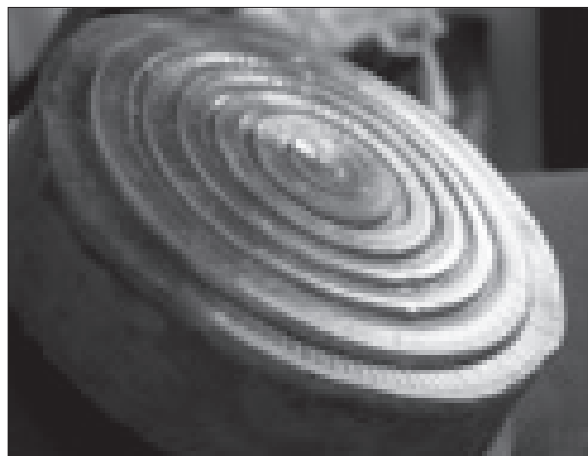
39. kép. Modellgipszet raktam a lemez felületére a mag kialakításá-
hoz, ezt követően fúróba fogtam a csavarszárat és alacsony
fordulatszámra a gipsz felületének enyhén konkávra eszter-
gálásával alakítottam ki a magot



40. kép. Megfúrtam a gipszmag felületét (A lyukak a beömlőnyílások
kialakítására szolgálnak)



41. kép. Elsőként kézzel gyúrt, zömített, méhviaszt nyomtam a lyukakba és a gipsz homorú felületére



42. kép. A koncentrikus bordákat a viasz felületén forgácsolással alakítottam ki. A viasz felületén látható sugárirányú bordák a gipszmagot rögzítő lemez befogott száras csavarhoz viszonyított mozgásából adódóan alakultak ki



43. kép. A világos foltokban mutatkozó inhomogenitása a viasznak a gyúrás, zömítés során bezárt légbuborékokból adódott, melynek következménye volt az egyenetlen felület.



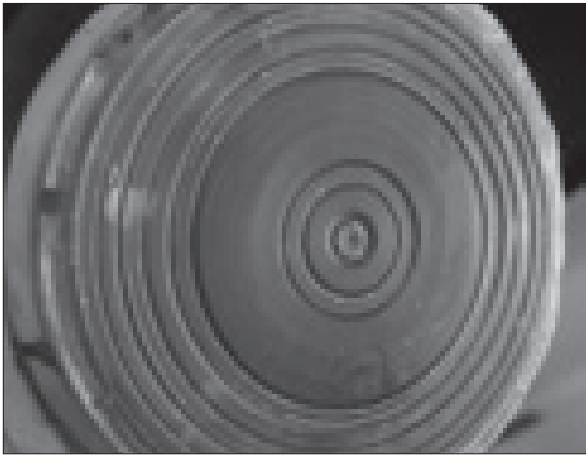
44. kép. A második próbálkozásnál ecsettel, olvasztott állapotában, több rétegben vittem fel a mélviaszt a gipszmagra és fakoronggal támasztottam alá a vékony lemezt, így megszűnt a tengelyhez viszonyított elmozdulása is.



45. kép. A viasz homogénebb és jobban megmunkálhatóbbá vált



46. kép. A forgácsolás során kialakult sugárirányú bordák képződése a mag és a tengely merevségével szinte teljesen megszűnt



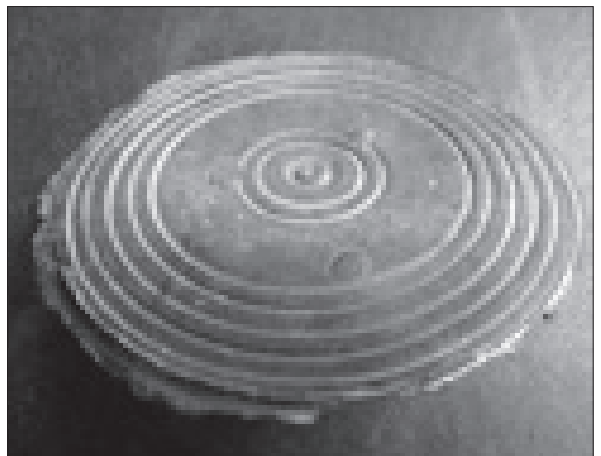
47. kép. A tükör kész viaszmodelljének koncentrikus bordákkal díszített hátoldala



48. kép. Az első, gyúrt viaszból esztergált tükörmodell magas-öntartalmú bronzötvözetének nyers öntvénye



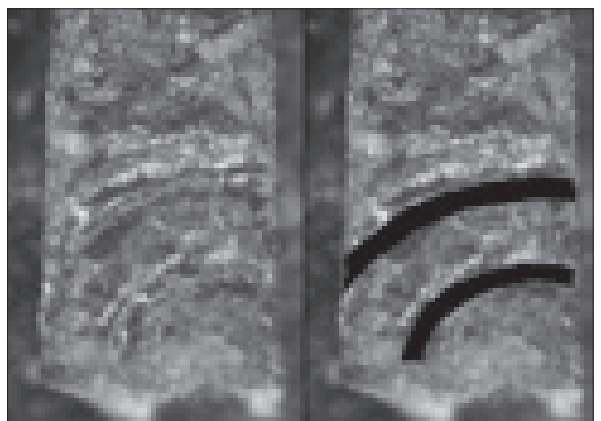
49. kép. A második, ugyancsak gyúrt viaszból esztergált tükörmodell magas-öntartalmú bronzötvözetének nyers öntvénye



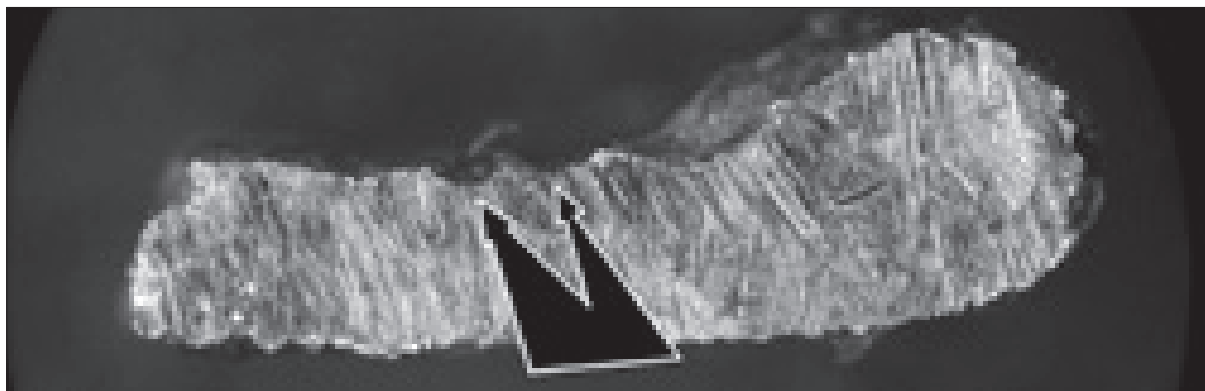
50. kép. A harmadik, a magra ecseteléssel felvitt viaszból esztergált tükörmodell magas-öntartalmú bronzötvözetének nyers öntvénye. (1. nézet)



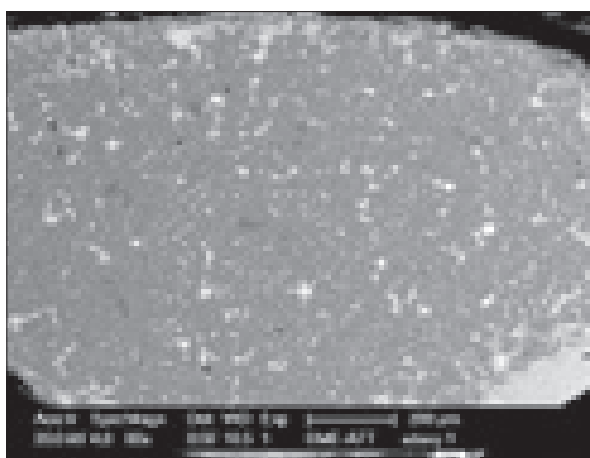
51. kép. A harmadik, a magra ecseteléssel felvitt viaszból esztergált tükörmodell magas-öntartalmú bronzötvözetének nyers öntvénye. (2. nézet)



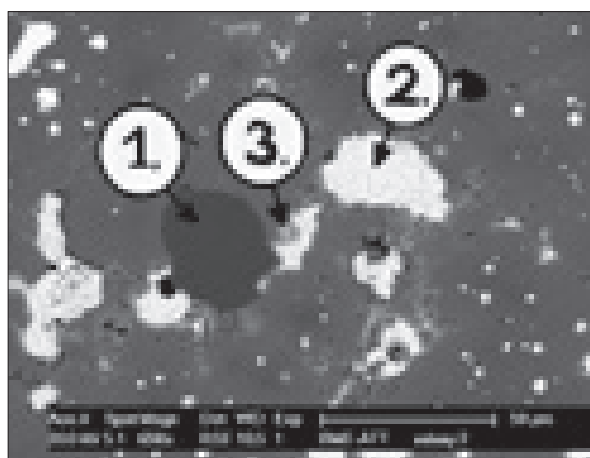
52. kép. A merítődény pereméből vett minta. A két fekete ívvel jelölt rész a tojássor díszítés egy elemének részlete.



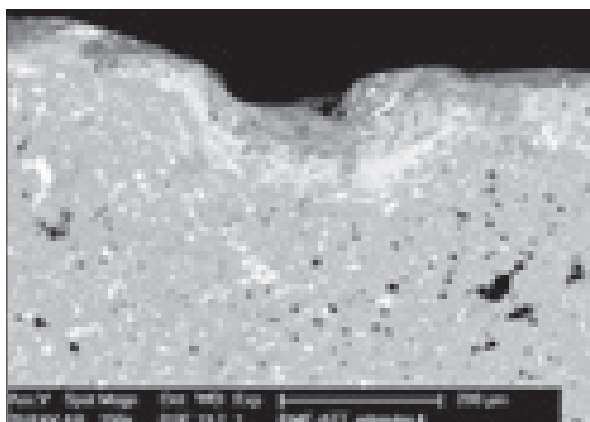
53. kép. A minta keresztmetszete. A két nyíl a bebélyezett díszítőelem két egymásalatti ívét jelöli.



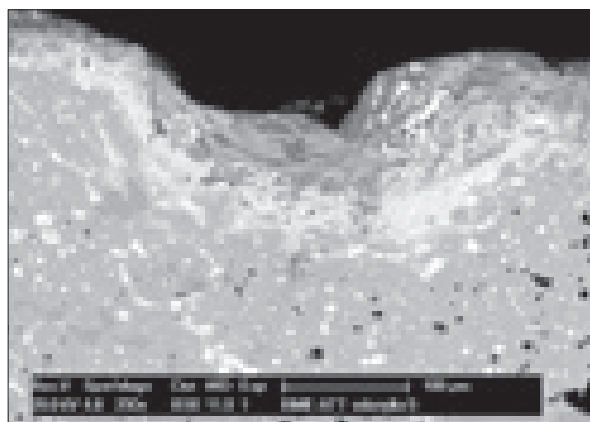
54. kép. A mintáról készített BSE kép (a felső határvonal az edény belső felülete, 80x nagyítás)



55. kép. Három zárvány elemösszetétele (SEM-EDS, 650x nagyítás, az értékek tömegszázalékot jelölnek) A szürke homogén alapszín a réz-ón szilárd oldata. A nagyobb rendszámú elemek világosabban a képen. 1. Cu/29, 2. Pb/82, 3. Sn/50 (elem/rendszer)



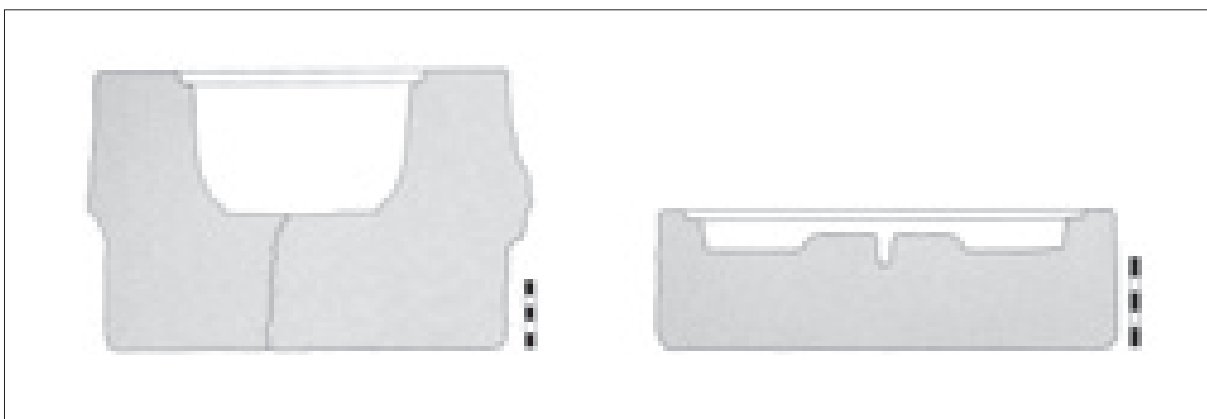
56. kép. A bebélyezett díszítőelem keresztmetszeti BSE képén, 150x nagyításnál is látható, hogy az egyébként jól deformálódó ólom (fehér) zárványok formája nem módosult. A 100–120 mikron mélységű beütés akár 140–150 mikron mélységben is ólomzárvány torzulást okozhat.



57. kép. A bebélyezett díszítőelem keresztmetszeti BSE képe (250x nagyításnál)



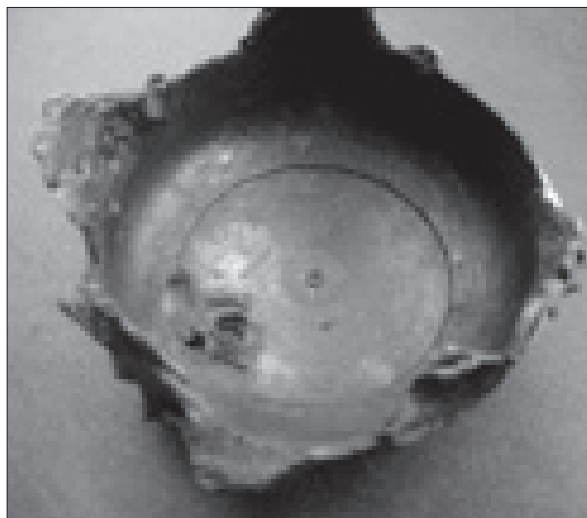
58. kép. Római szterga rekonstrukciója. (MUTZ 1972. nyomán)



59. kép. Egy római fémedény és egy fémtálca öntőformájának keresztmetszete. Plateau La Sarra Lion római kézműves negyedéből. (MUTZ 1972 nyomán)



60. kép. A restaurált merítő edény



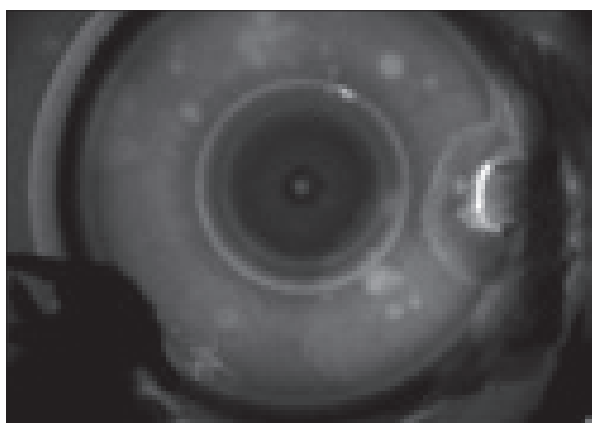
61. kép. Az edény belső profilja is esztérgálás-forgácsolás nyomait őrzi



62. kép. A tojássor dísz 2 elemét „A” jelzésű helyeken félrebélyegezték



63. kép. Az edény alját 2 koncentrikus bordadísz ékesíti



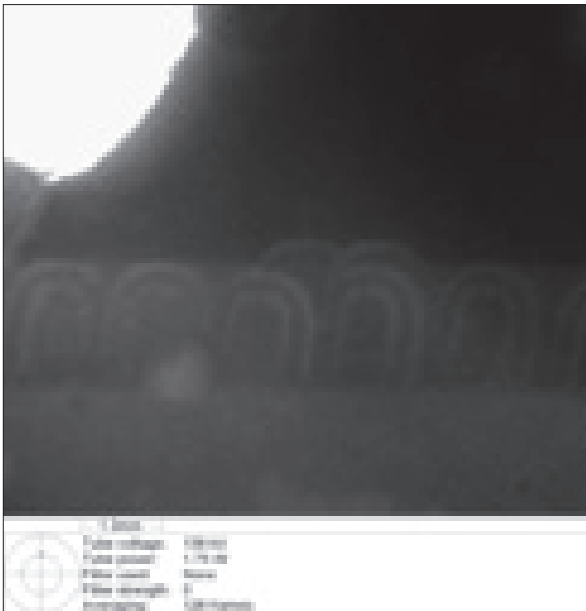
64. kép. Az edény aljáról készített röntgenfelvétel. (A röntgen sugárforrás az edény alatt a detektor pedig felette helyezkedett el)



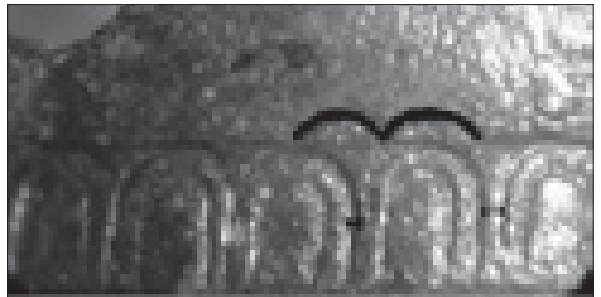
65. kép. Az égett felület is megőrizte a tojássor díszítést.



66. kép. Az égett felület is megőrizte a tojássor díszítést.



67. kép. A tojássor díszítmény mellébejegyzett két tagja röntgenfelvételen. (A röntgen sugárforrás az edény permével egy vonalban az edényen kívül, a detektor pedig az edényben helyezkedett el)



68. kép. A feketével jelölt, mellényomott két ív és két másik szomszédos elem közti változó távolság alapján feltételezhető, hogy egy 1 egységet tartalmazó bélyegzővel díszíthették, nem rádlival.



69. kép. A rétegelt lemezből elnagyoltan kivágott korongba körbe drótot fűztem, ez biztosította a kemény kötést a modellgipsznek. A fűró tokmányába a korong közepén keresztül haladó, hosszú szárú csavar fogtam



70. kép. A gipszkeverésre használt tejföls edény formáját átvevő gipsztömböt a mérítő edény pereménél mért átmérő hosszával azonos átmérőjű rúddá esztergáltam.



71. kép. A gipsz rudat a merítő edény belső profiljával megegyező, pozitív formára esztergáltam



72. kép. A kézzel gyúrt, zömített mélviaszt rányomkodtam a gipszmag végére, hogy belülről teljesen átvegye a mag profilját és így kialakuljon a későbbi edény belső formája. A talpgyűrű kialakítása előtt az edényaljat díszítő koncentrikus bordákat alakítottam ki



73. kép. A viasz esztergálásánál–forgácsolásánál a leválasztott viasz-forgácsot érdemes azonnal eltávolítani a késről, mert visszakenése a felületre komoly problémákat okozhat.



74. kép. A gipsz mag és a viasz közt hiányzó kötés következtében a modell folyamatos mozgásban volt, ami egyenetlen felületet eredményezett



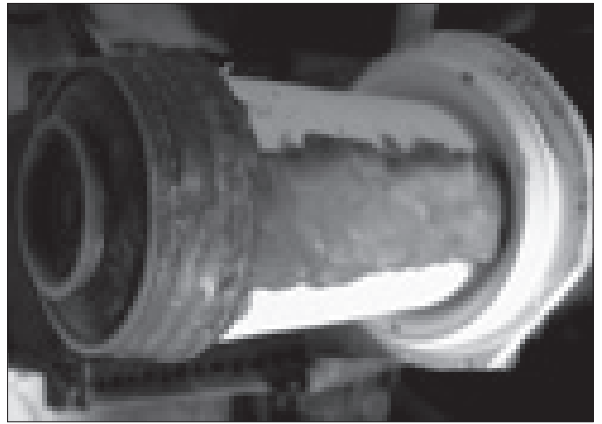
75. kép. A merítő edény vékony falának kialakítása feltételezhetően összefüggésben van a viasz magra való felhordásának technikájával, ezért a második próbálkozásnál – a tűkör rekonstrukciójának készítéséhez hasonlóan – ecseteléssel vittem fel az oltadt viaszt a gipszmagra.



76. kép. A viasz felhordásánál figyelembevettem a talpgyűrű helyzetét is



77. kép. A több rétegben felvitt olvadt viasz nagyságrendekkel jobban megmunkálható, mint a gyúrt, zömített modell.



78. kép. A forgás a második próbálkozásnál már szinte tökéletesen központos volt, ami lehetővé tette a talpgyűrű -eredetivel közel azonos- vékonyságának kialakítását. Az edényfül megformálásához is ecseteléssel vittem fel az olvadt méhviaszt a magra.



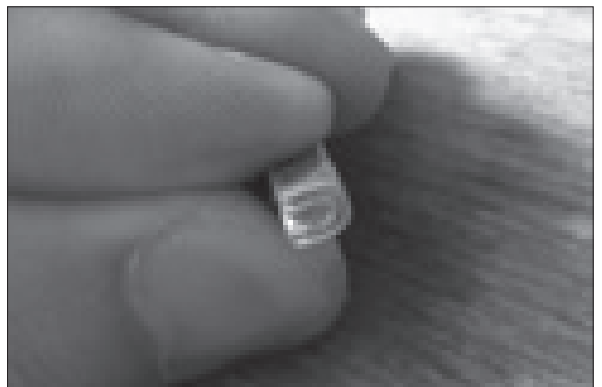
79. kép. A fül formája egy sablon és egy szike segítségével könnyedén kialakítható



80. kép. Az eredeti edény fülén látható díszítéseket reszeléssel és fúrással is létre lehet hozni, de minden munka, mely elvégezhető a viaszmodellben azt feltehetően el is végezték az egykori fém-eszközök készítői.



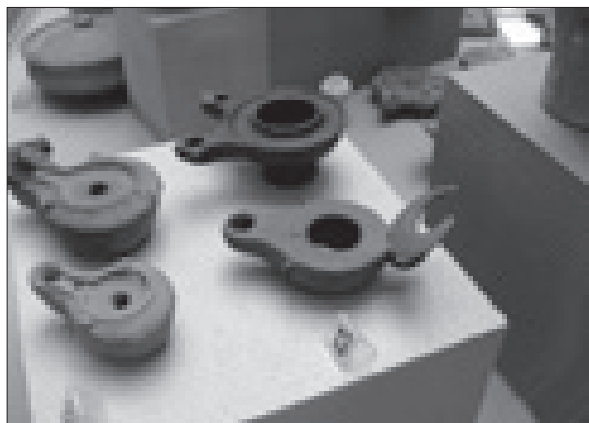
81. kép. Amennyiben a római korban egy ilyen vagy ehhez hasonló edény viaszmodelljét korongozó asztalon, faparral soványított agyagmagra felhordott viaszból dolgozták ki, abban az esetben a viaszmodell - a modellgipszes maggal szemben - alkalmas öntésre, mert átengedi a fémgőzöket.



82. kép. A tojássor bélyegzőt vörösrézbe készítettem el, az eredetivel megegyező méretben. Eleinte a viasz sokszor beleszagadt a bélyegzőbe, ezért a viaszmodellt lehűtöttem, és a bélyegzőt olajba mártással impregnáltam. Így már az eredetivel közel azonos minőségű bélyegzéseket kaptam.



83. kép. A merítőedény – rekonstrukció nyers öntvényének koncentrikus bordákkal díszített alja



84. kép. A Budapesti Történeli Múzeum „Ősi népek, antik kultúrák” című állandó kiállításán látható római kori, kétlángú, bronz-mécses. (leltári szám: 63.2.541)



85. kép. A mécses felületén szabad szemmel is jól látható koncentrikus bordák és vágatok.



86. kép. A mécses test esztergálással készülhetett, de a nyakak és a test között nincs forrasztás, egy anyagból van öntve az egész mécses. Ez azt jelenti, hogy a test profiljának kialakítása a nyak felhelyezése előtt történt, tehát bizonyos, hogy öntés előtt történt az esztergálás is.



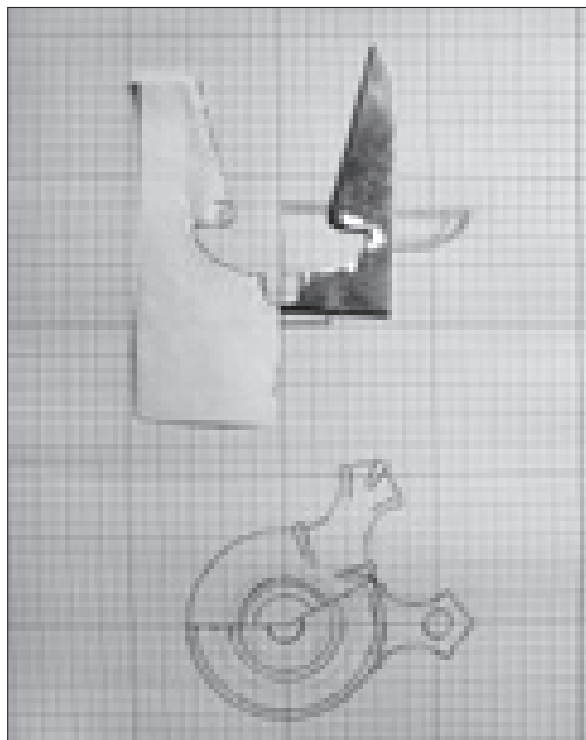
87. kép. A mécses külső profiljának öntés utáni kialakítása esztergálással lehetetlen, mert a nyakak nem teszik lehetővé a kész felületen való körbefutását.



88. kép. A nyakak illesztését két-két, valószínűleg utólag reszelt bordával díszítették.



89. kép. A nyakak nélküli mécses teste tökéletes forgástest.



90. kép. A belső mag profiljának elkészítéséhez átmásolt és kivágott rozsdamentes acéllap.



91-92. kép. Rétegelt lemezből kivágtam egy korongot, melynek középebe hosszú csavart rögzíttem, túloldalába pedig néhány facsavart hajtottam bele úgy, hogy a rétegelt lemezből a csavarfej kilógjon. A csavarokkal



93. kép. A megkötött, de még nedves gipszet, satuval rögzített fúróba fogtam.



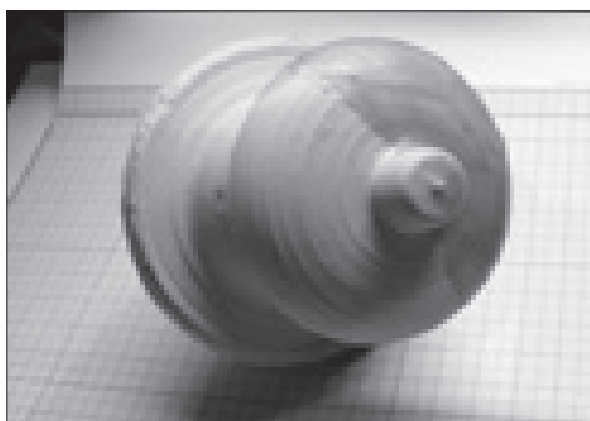
94. kép. A mécses magjának kialakításához lenagyoltam a gipszet.



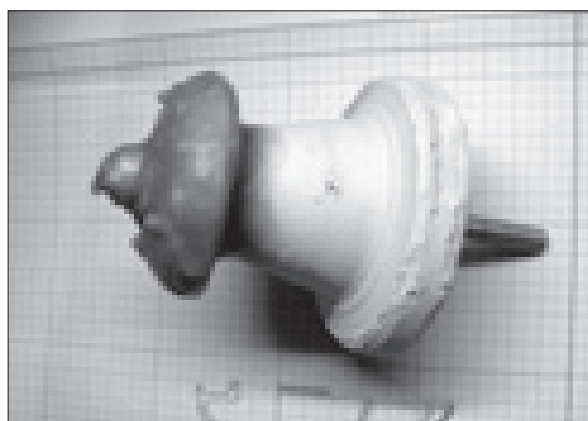
95. kép. A mag tökéletes formájának kialakításához a már kivágott profilt használtam.



96. kép. A kész mag.



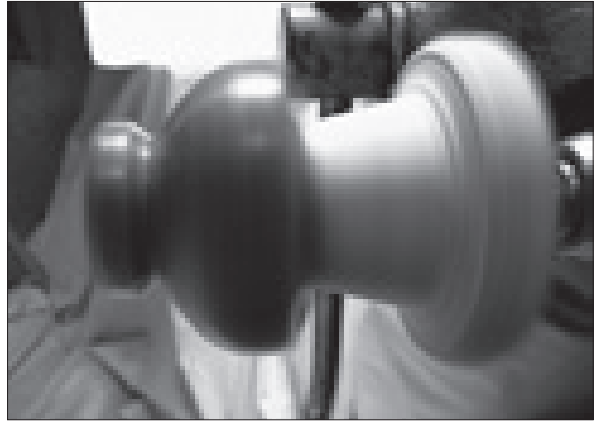
97. kép. Első próbánál ecseteléssel vittem fel a kész mag felületére az első réteg méhviaszt



98. kép. A viaszréteg vastagítása bemerítéssel végezhető a leghatékonyabban és homogén viaszréteget eredményez.



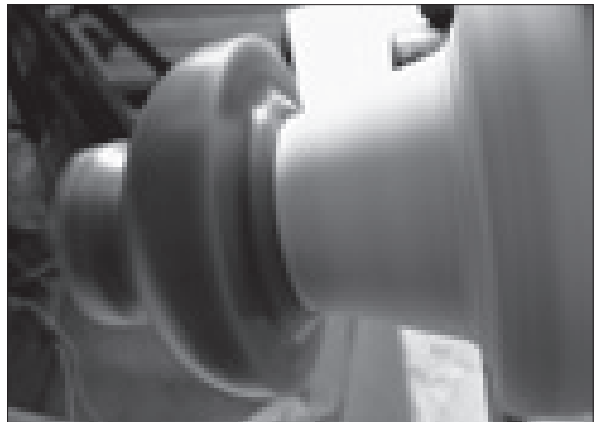
99. kép. A felvitt mérviasz mennyiségével ki is lehet alakítani a mécsesest körülbelüli falvastagságát



100. kép. A viasz esztergálásának megkezdésekor még kissé üt a forgó test, de a marókés hegyét használva gyorsan és hatékonyan elérhető, hogy egyenletes legyen a forgácsolás.



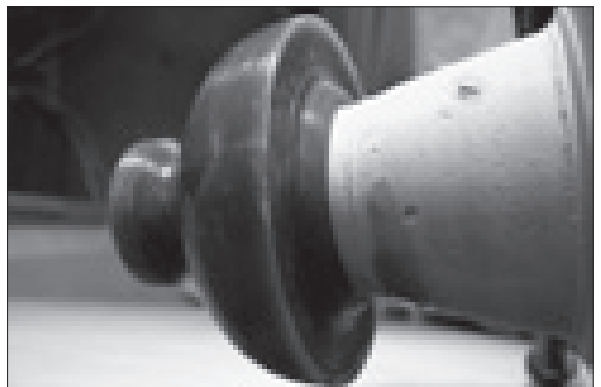
101. kép. Az első próbálkozásnál csak kést használtam a mécsesest profiljának kialakításához.



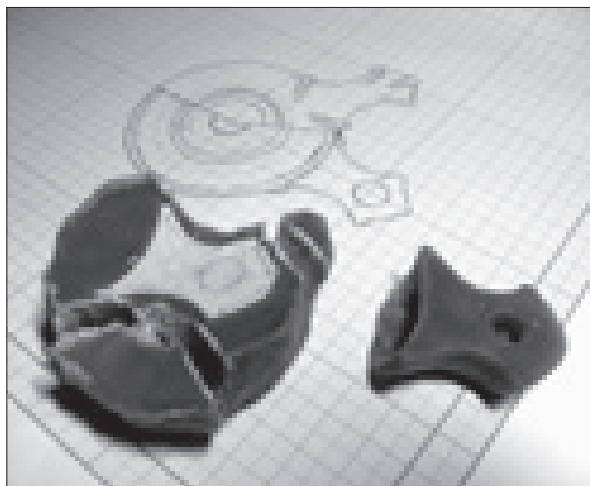
102. kép. A kés használatánál eleinte néhol bordás volt a felület.



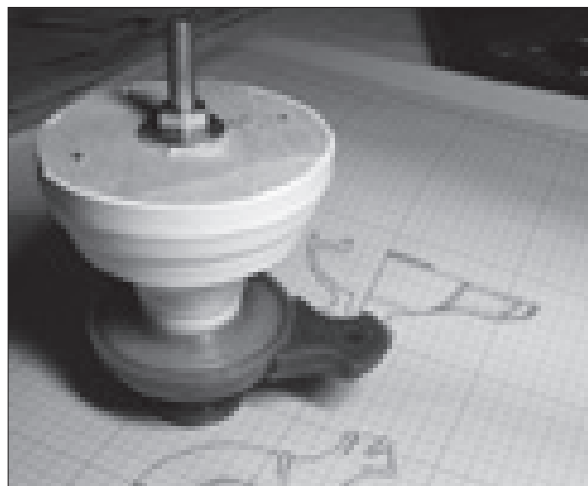
103. kép. Miután a kés alátámasztását rögzítettem, már egyenletesebbé vált a forgácsolás és még kevésbé ütött.



104. kép. A késsel kialakított, első mécsesest felülete. Láthatóak az ecsetelésből fakadó zárványok, melyek a már kihűlt és az éppen melegen felvitt viaszrétegek között alakulnak ki. A zárványok problémát jelentettek, mert a gyengébb kötés miatt forgácsoláskor elváltak egymástól a rétegek.



105. kép. A mécses-nyak „lenagyolása”, melynek elkészítéséhez öntött viasztömböt használtam. A falvastagságra ügyelve a nyak belsejét – az eredetivel megegyező módon – üregesre faragtam. A kész mécsesest felülről az első próbálkozás után.



106. kép. Az mécses-nyak illesztési próbája.



107. kép. A mécsesest és a nyakak belső magjai közti kapcsolathoz átlukasztottam a mécses falát.



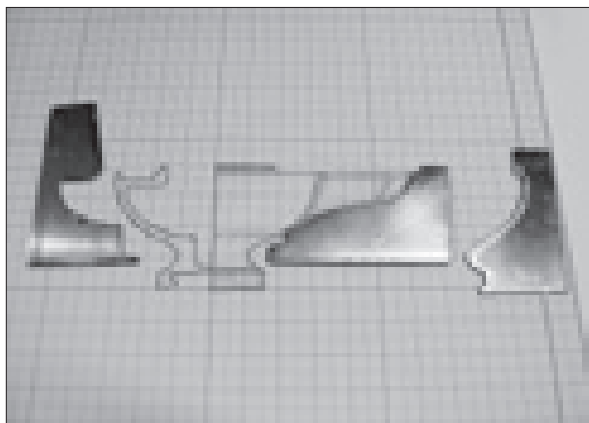
108. kép. A mécsesest falán fúrt lyukat gipsszel töltöttem fel mielőtt összedolgoztam volna a nyakakat a testtel.



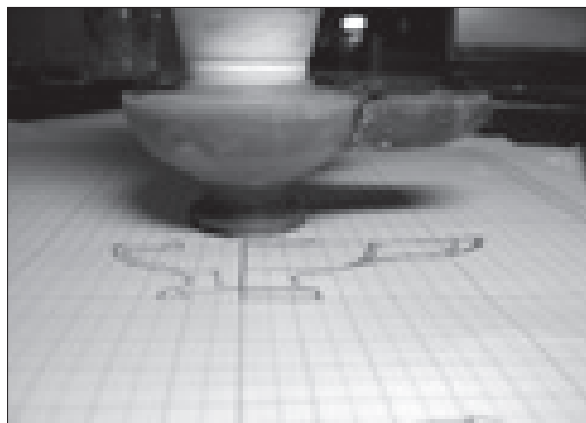
109. kép. A kidolgozott és az elnagyolt mécses-nyak alulról.



110. kép. A kidolgozott mécses-nyak felülről.



111. kép. A második mécsesest elkészítésénél nem csak a mag megformálásához használtam profilt, hanem a viasztest külső felületét is profil segítségével kívántam kialakítani és a nyak elkészítéséhez is profilt reszeltem.



112. kép. A kész mécses profilja.



113. kép. Az esztergált és a kézzel kidolgozott felületek közti különbség szembetűnő



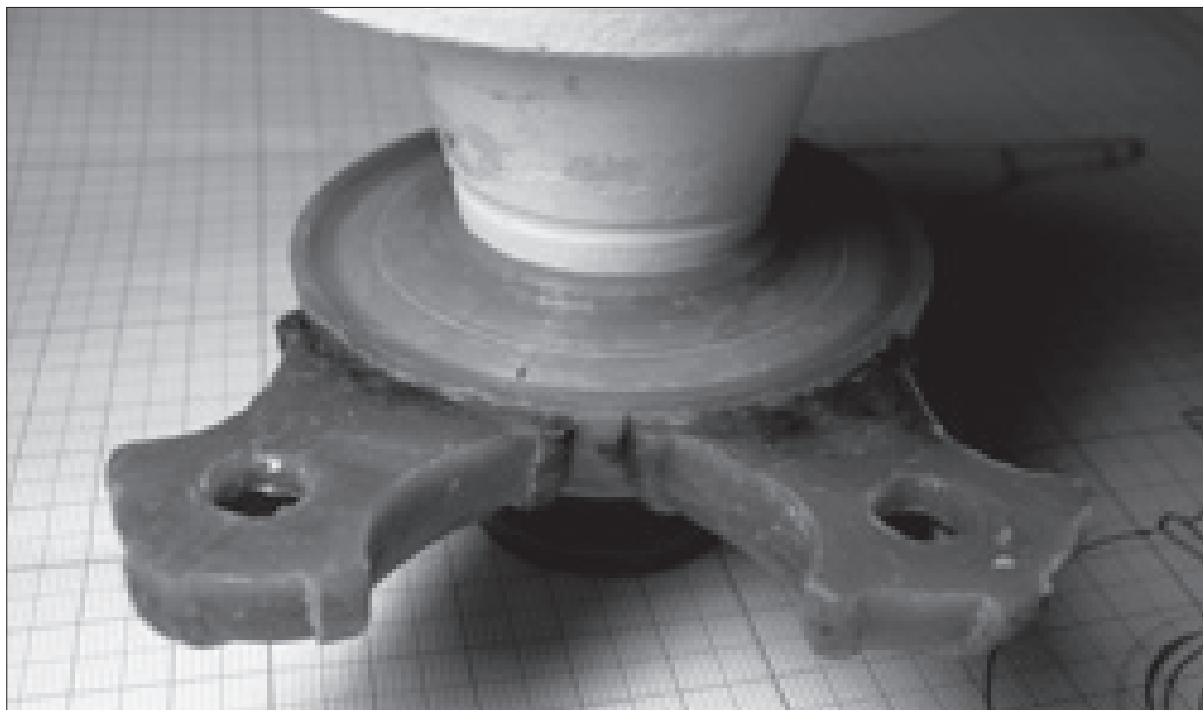
114. kép. „Életkép”. Az első mécsesest és a kész mécses a gipszaggal.



115. kép. A kész viaszmécses alulról. (1. nézet)



116. kép. A kész viaszmécses alulról. (2. nézet)



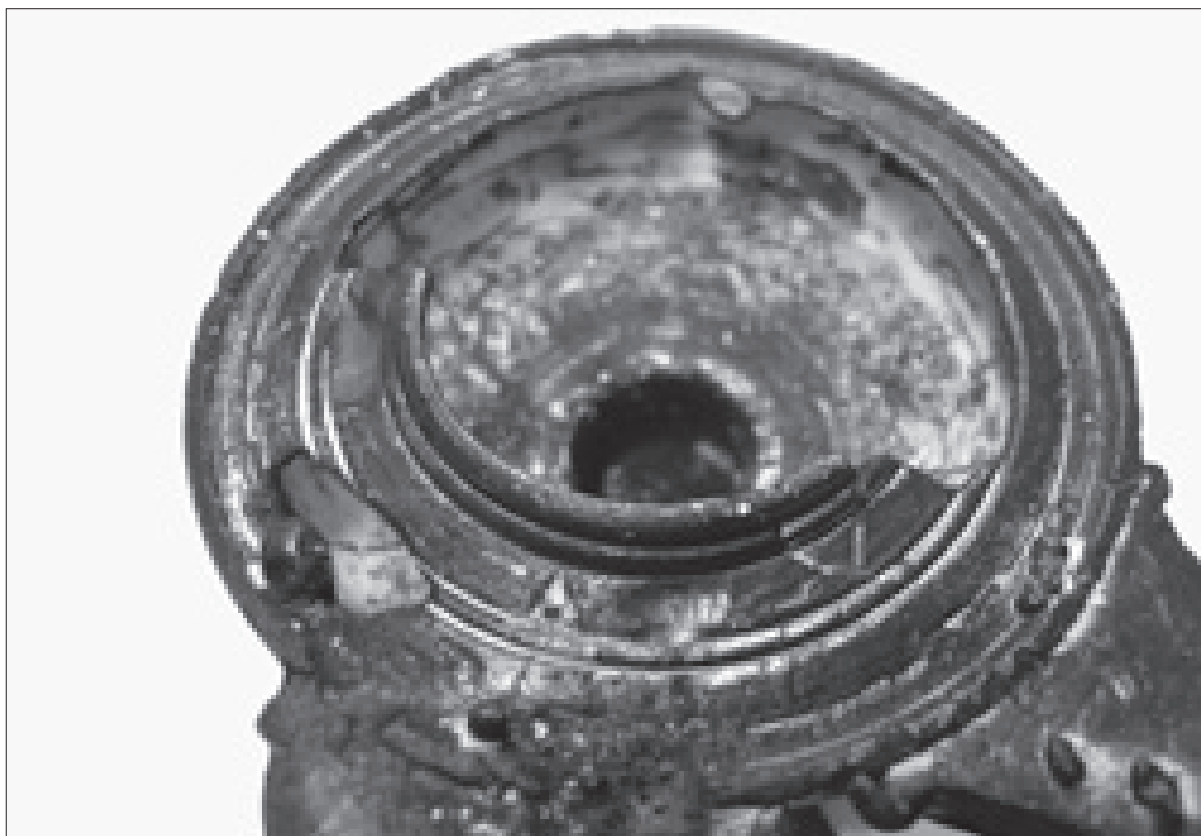
117. kép. A kész mécsestól.



118. kép. A kész mécsestól. A mécsestól samottos-gipszel töltöttem fel.



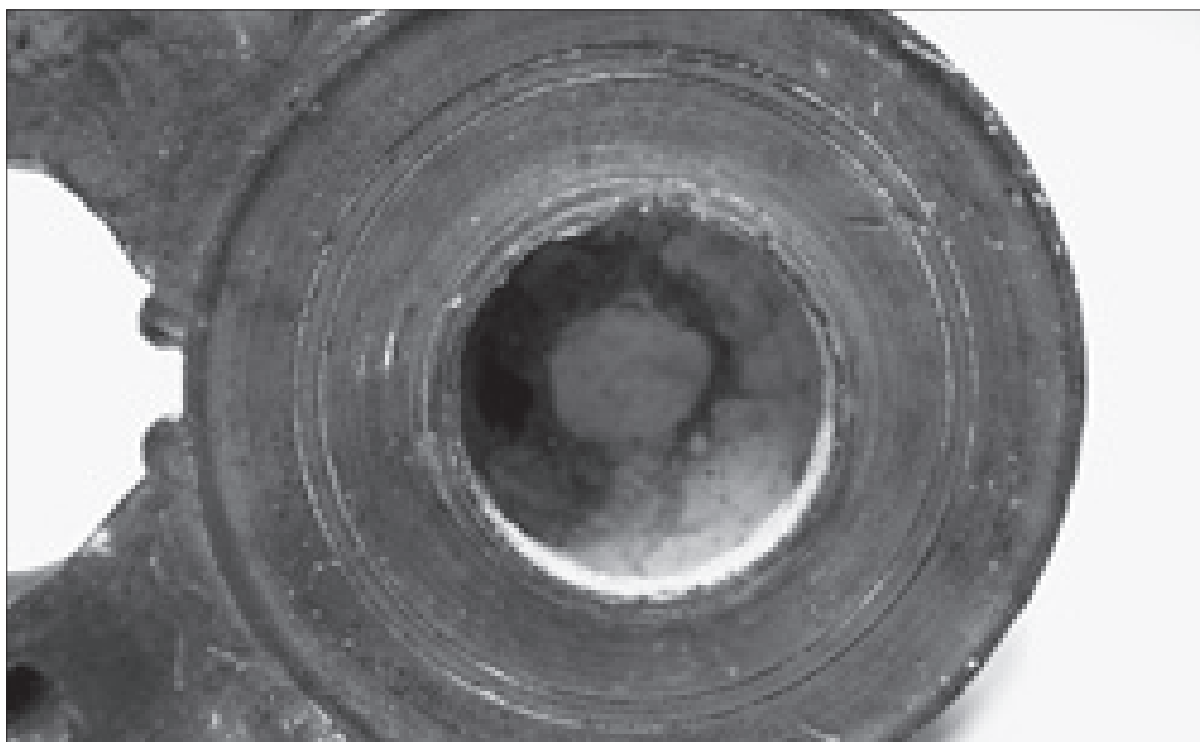
119. kép. Az első viaszmécses nyers öntvénye, a talpából kiálló öntési csomkkal és a beágyazó-anyag tetején szétterülő többletbronzal. A mécses felületén látható lyukak illetve záróányok a belső mag csekély gázáteresztő képességének az eredménye.



120. kép. A hiányok ellenére jól látható a mécses-fedőn a kettős koncentrikus vajat.



121. kép. A második viaszmécses nyers öntvénye. 1. A talpából kiálló öntési csomk; 2. A talpat díszítő hármás borda; 3. A mécses-testen körbefutó kettős vájat; 4. A beágyazó-anyag tömörségéből adódó öntési hiba.



122. kép. A viasz felültén apró bordákat és árkokat hoztam létre tudatosan, hogy megtapasztaljam mennyire finom kidolgozottságú felületet lehet kapni öntés után, vagy milyen mértékű lesz a felület esetleges tompulása, zavarossá válása.



123. kép. A két viaszmécses nyers öntvényei



124. kép. Római kori esztergált, bronz oinokhoe, forrasztott füllel. A nyakon és a szájon is megfigyelhetőek esztergálási nyomok, de a kancsó öntéssel készült. A száj összenyomása ezért minden bizonnyal még a modellen történhetett, a viasz esztergálása után, de még öntés előtt. Öntés után, fémként esztergált öntvényt nem lehet úgy alakítani, ahogy ennek a korsónak a száját kialakították. A bronzból készült oinokhoe-knak és a mécseseknek formavilága szinte teljesen megegyezik, úgy méretben, mint formában a kerámiából készült „ikertestvéreikével”.