

JÁNOSKA PÉTER

RÓMAI KORI LÓSZERSZÁM
RESTAURÁLÁSA

(AZ ANYAGVIZSGÁLATOK JELENTŐSÉGE)

Régészeti áttekintés Jánoska Péter: „Római kori lószerszám restaurálása” c. cikkéhez:

A tihanyi római kori lósr feldolgozása az Alba Regia soron következő számában, a közeljövőben jelenik meg. Jánoska Péternek a lószerszám restaurálását tárgyaló munkája előtt ezért utalnunk kell a lelet előkerülésének körülményeire, és röviden be kell számolnunk az ott talált leletekről.

1977-ben Tihany Sajkodon, a Seregély u. 31. számú telken, III. századi épület közelében és későrómai strok környezetében egy felszerszámozva eltemetett lócsontvázat bolygatták meg. A lócsontváz medencéjét és hátsó lábait a gép elbontotta. A baloldali farhámából – kifordulva ugyan –, de megmaradt a szíjelosztó korong.¹ A gödörbe dobáskor visszafordult lókoponyán elcsúszva megtaláltuk a teljesnek mondható kantárat az orrszorító zablaszerkezettel együtt. Az orrszorító a műzsihez hasonló megoldású körte-, vagy lantalakú zablafeszítővel² és szíjak segítségével kapcsolódott a tulajdonképpeni zablához.

A tihanyi lószerszámból a zablaszerkezeten kívül 194–200 darabot tudtunk megmenteni.

Az áttört korongos szíjelosztók közül kettő a farhámot díszítette, a harmadik feltehetően a homlokszíjhoz tartozott. Az összetett szívalakú veretek helye a szügyelön, illetve a homlokszíj-pofaszíj találkozásánál lehetett. A leletek zömét a kicsi, közép nagy és nagyobb félgömbös, vagy gombafejű veretek alkották, amelyek főleg a kantáraton, a gyeplőn és a farhámon helyezkedtek el. A tihanyi lószerszám garnitúrát szíjbujatók, csatok egészítették. (Lásd a cikk 1., 2., 19. számú ábráit).

A zablaszerkezetet kivéve jó megtartásúak, viszonylag épek voltak a veretek, restaurálásuk megőrzésük lehetőségét tovább növelték.

A II–III. századi leletek körében megtalálhatjuk a tihanyi lószerszám készlet darabjainak párhuzamait. A lószerszám garnitúra jelentőségét az fokozza, hogy a veretek elhelyezkedési sorrendje lehetővé tette a lószerszám rekonstrukcióját, amelynek alapján a szórványosan előkerülő lószerszám veretek funkciójának meghatározására a jövőben nagyobb lehetőség nyílik.

K. Palágyi Sylvia

1. ábra Félgömbfejű bronz nagy és kis gombok, kettős, szíjkapcsoló gomb, karika töredék és bőrmaradványok

RÓMAI KORI LÓSZERSZÁM
RESTAURÁLÁSA

1. Bevezetés

Házépítésnél a földmunkát végző gép egy római kori lósrít bolygatott meg, amelyet a bejelentés alapján a veszprémi Bakony Múzeum régészei feltártak.³ A leletek között orrszorító szabla, korongos és áttört szíjelosztók, különböző méretű félgömbfejű gombok találhatóak, nagyon töredékes, rossz állapotú bőrmaradványokkal.

A leletek restaurálásánál a helyreállítás, konzerválás túl szempont volt az anyagvizsgálatok lehető legteljesebb alkalmazása. Az anyagvizsgálattal megfelelő adatokat kívántunk nyerni a készítéstechnikáról, adatokat a történeti hitelességhez, valamint a kezelési módhoz.

2. A leletek leírása

Az előkerült leletek szemmel láthatóan jó állapotban voltak, bár legtöbbjét vastagnak látszó kékes, zöldes korróziótermék fedte. Kézbevéve felűnő volt a kisebb gomboknak is a viszonylagosan nagy súlya. A vékonyabb tárgyknál már megfigyelhető volt helyenként az erősebb, mélyebbre hatoló korróziós károsodás. Néhol olyan összekorrodálódott tömeg jött létre, hogy csak a vizsgálatok után lehetett szétbontani azokat aprólékos mechanikai munkával.

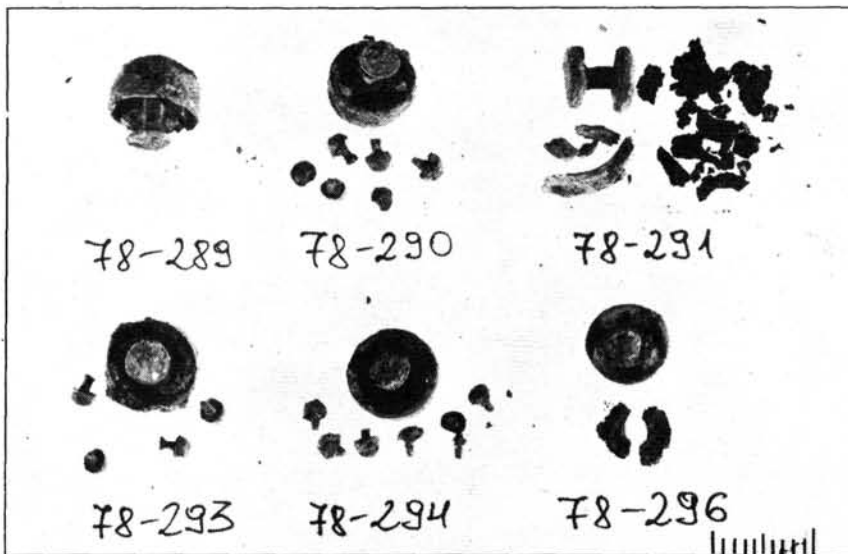
Közelebbről megvizsgálva a tárgyakat, jól látható volt a felületen egy egyenletesnek mondható szürke réteg. Alaposabb vizsgálattal bebizonyosodott, hogy nem ón tárgykról van szó, hanem sárga színű bronz anyagról. Az anyagvizsgálatoknál a szürke rétegnek a vizsgálatára több figyelmet kellett szentelni, keresve az esetleg ezüst, vagy ónbevonatot az eredeti felületen.

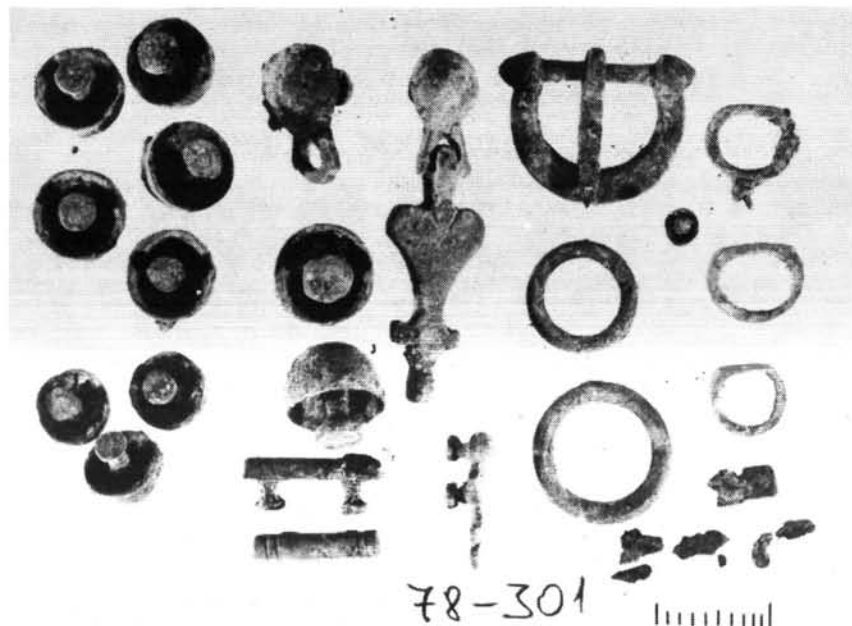
A ló szerszámozásának alapvető része bőrből készült. Ennél a leletnél csak ott maradt bőrtöredék, ahol azt a korróziótermékek „konzerválták”, természetesen teljesen törekeny porlódó állapotban. Ezeknek a bőrmaradványoknak a vizsgálata nem történt meg, mivel minimális mennyiségben maradtak meg, így sem cserzőanyagot, sem a barkát vizsgálni nem lehetett.

3. Anyagvizsgálatok

A bevezetőben vázolt célok megvalósítására az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

- 3.1. Vizuális vizsgálat binokuláris mikroszkóp alatt
- 3.2. Páramkérés vizsgálat
- 3.3. Előkezelés ammóniás kálium-karbonátos oldattal
- 3.4. Kloridvizsgálat
- 3.5. Röntgenfelvétel
- 3.6. Korróziótermékek vizsgálata
 - 3.6.1. Cseppelemzés
 - 3.6.2. Röntgendiffrakciós vizsgálat





2. ábra Bronz leletegyüttes: gombok, csüngők, csat, karikák, bőrmaradványok

- 3.7. A fémötvet vizsgálat
 - 3.7.1. Cseppelemzés
 - 3.7.2. Spektrográfias vizsgálat
 - 3.7.3. Metallográfiai vizsgálat

3.1. Vizuális vizsgálat binokuláris mikroszkóp alatt

A bronztárgyakat szabad szemmel, mint már említettem, valamint binokuláris mikroszkóp alatt vizsgálva, a színes korróziós réteg alatt és mellett, egységes szürke réteg volt látható. Alatta, a réteg eltávolításával, sárga bronz az alapfém. A felső, színes korróziótermék réteg eltávolítása után sem sikerült felfedezni ezüstre, vagy ónra utaló fémbevonatot, vagy annak nyomait. Az viszont bebizonyosodott, hogy ez a szürke réteg a tárgyak túlnyomó részénél az eredeti felületet, texturát őrzi. Az egyik szíjlesztő korong hátoldala az öntés utáni reszelés nyomait még mindig őrzi.

3.2. Párakamrás vizsgálat

A tárgyak magas páratartalomra aktiválódó vegyületeit keresve alkalmaztam a párakamrás vizsgálatot, amely a bronzok kezelésének rég jól bevált kiegészítője.⁴

Erre a célra az alul vízzel töltött üvegexszikkátor a legmegfelelőbb. A porcelán lapra helyezett tárgyakat 24, 48 és 72 óra elteltével vizsgáltam meg a lezárás után. Mikroszkóp alatt megfigyelve semmilyen elváltozás

nem volt látható a tárgyak felületén. A későbbi kloridvizsgálat bebizonyította, hogy aktív kloridvegyületeket nem tartalmaztak a tárgyak.

3.3. Előkezelés ammóniás kálium-karbonátos oldattal

Az előzetes vizsgálódásra ammóniás kálium-karbonát oldatot használtam, amely eddigi tapasztalataim alapján kíméletes tisztítószernek bizonyult bevonatos réz- és bronztárgyak esetében.⁵ Ebben az esetben azonban nem kívánt eredmény született. A korábban említett „védőréteget”, illetve a patinát erősen fellazította a lúgos oldat, így további hasonló kezelésekről le kellett mondanom. Ezüst, vagy ónbevonat nyomokban sem fordult elő.

3.4. Kloridvizsgálat

Desztillált vízbe helyezve és 4–5 napig benn tartva a tárgyakat, ebből az oldatból történt a kloridtartalom ellenőrzése. Napközben felmelegítve, általában reggel, hidegen vizsgáltam az oldat egy kis részét kémcsőben, salétromsavval savanyítva és ezüst-nitrát oldattal megcseppentve.⁴ A vizsgálat negatív eredménnyel zárult.

Már ekkor is felmerült, hogy valószínű nem lesz mód nedves, vegyszeres tisztítási eljárást alkalmazni, mert már a desztillált víztől is, főzéssel porlékonyá vált ez a bizonyos szürke réteg, amit eltávolítani nem szabad, mivel az eredeti felületet őrzi. A kloridok hiánya ebből a szempontból, a tárgyak későbbi egyensúlya miatt rendkívül megnyugtató.

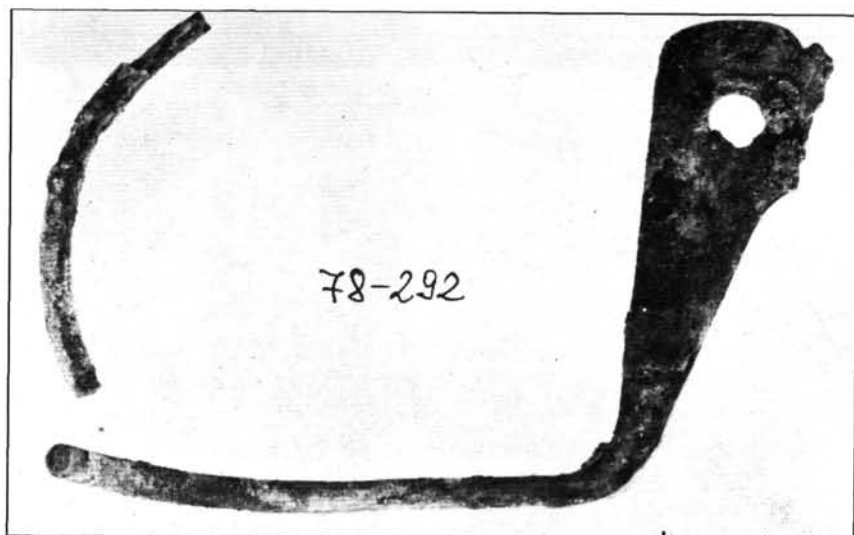
3.5. Röntgenfelvétel

Még 1977-ben kísérleti röntgenfelvételeket készítettünk a veszprémi Mezőgépi Vállalatnál. Néhány tárgyat kiválasztottunk, többek között a sajkodi bronz orrszorító egyik darabját. A felvételeket hegesztési varratok vizsgálatára alkalmas készülékkel készítettük (1, 3 és 4 perces expozíciós idővel, áramerősség 5 mA, feszültség 120 és 140 kV).¹⁰ Az orrszorító szárán különböző darabok a ráakódott korrózióterméktől egy nagy csomóban voltak, a legfelső részen szövetmaradványokat őrztött meg a vasrozdsza.

A filmen kirajzolódott a rögben lévő fémes darabok alakja. A később

3. ábra A bronz orrszorító darabjai a vas-korrózióval átitatott textilmaradvánnyal





4. ábra A bronz orrszorító baloldali szára az összekötő darabbal

mechanikai úton szétválasztott darabok egyike kulcsfontosságú volt a zablá összeállításánál. (6. ábra) A fent említett szövetmaradványok vas-korrózióval átítatott porlékony töredékek voltak, további szál és egyéb vizsgálatra nem lehetett felhasználni őket.

3.6. Korróziótermékek vizsgálata

3.6.1. Cseppelemzés

Többen alkalmazzák a cseppelemzés vizsgálati módszert, mint aránylag rövid idő alatt elvégezhető mikroanalitikai lehetőséget. Költséges berendezéseket nem igényel, igen kismennyiségű a mintaanyag szükséglete, sőt fémtárgyak felületén is lehet mintát oldani, amelynek nyomai később könnyen eltávolíthatók. A cseppelemzés említett előnye mellett azonban hangsúlyozni kell, hogy nagy gyakorlatot igénylő, sok esetben csak bonyolult kémiai elválasztási módszerek elvégzése mellett kivitelezhető eljárás. Alkalmazhatóságát kipróbáltam, mind a korróziós termékek, mind pedig az alapfém vizsgálatánál.

Az elemzésnél Szabó Zoltán^{6,7} által kidolgozott módszereket, valamint Fritz Feigl⁸ könyvében, illetve Marilyn Laver⁹ zágrábi előadásában található recepteket, eljárásokat alkalmaztam. A módszerek részletes leírását az 1. jegyzet tartalmazza.

Az ezüst, Ag reakciót nem lehetett egyértelműen értékelni, a később kimutatott magasabb ólomtartalom zavarta az azonosítást. A cc.HNO₃-ban feloldott mintából az ólom, Pb szinte minden jellemző pozitív eredményt adott. Mivel ebből

az oldatból lehet kimutatni a vasat, Fe, megvizsgáltam. Nem volt meglepő a vas jelenléte, amely szintén több módszerrel pozitív eredményt adott, mivel a zablapáca és a többi vasleletek korróziótermékének az oldata, valamint a talaj vastartalma beszivárgott a tárgyat borító korróziós réteg pórusaiba.

Bizmutot, Bi a megadott reakciókkal kimutatni nem tudtam. Valószínű kisebb koncentrációja miatt. A későbbi spektrográfiai elemzés kimutatta. Az arzén, As kimutatására, ami az ókorban a bronzok gyakori alkotórésze, gyakorlatilag csak a Gutzeit-próba állt rendelkezésre. Az eredmény enyhe pozitív voltát a későbbi műszeres vizsgálatok nem igazolták.

Egy újabb mintatöredéket borkő-sav jelenlétében oldottam cc.HNO₃-ban. Az oldatból az antimont és az ónt kerestem. Az antimon, Sb jelenlétét a pozitív reakciók alapján nem lehetett egyértelműen elfogadni, mert azok az ón ionokkal is pozitív eredményt adtak. Az ón, Sn kimutatása sikerrel járt kaktelines papírral és foszformolibdén-savas papírral egyaránt.

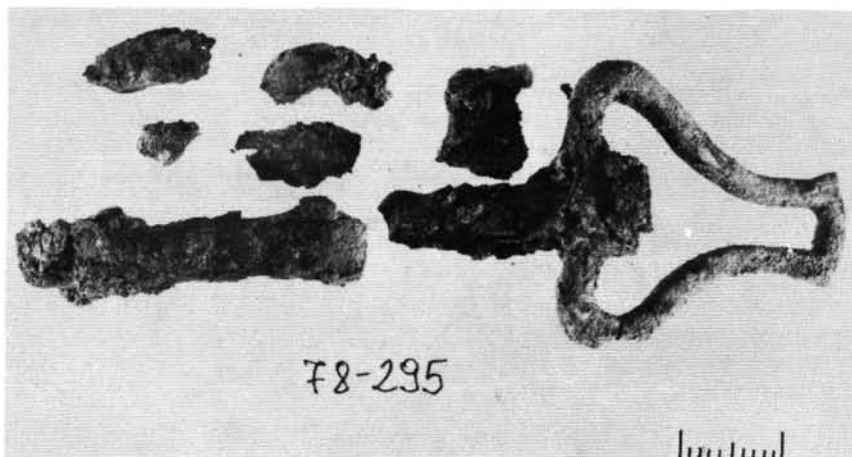
Sósavban oldva a minta további részét, újabb kationokat lehet az oldatból kimutatni, (Ni, Co, Zn). A nikkel, Ni kimutatása dimetil-glioxim-mal nem volt egyértelmű és a kobalt, Co sem. A cink, Zn vizsgálatára (az ismert, eléggé komplikált módszer mellett) a CCl₄-es dithizon oldattal is eredményt érhetünk el, bár több eddig meghatározott ion is adja ezt a reakciót. Nagyobb mennyiségű cink jelenlétét azonban a műszeres vizsgálatok egyértelműen igazolták.

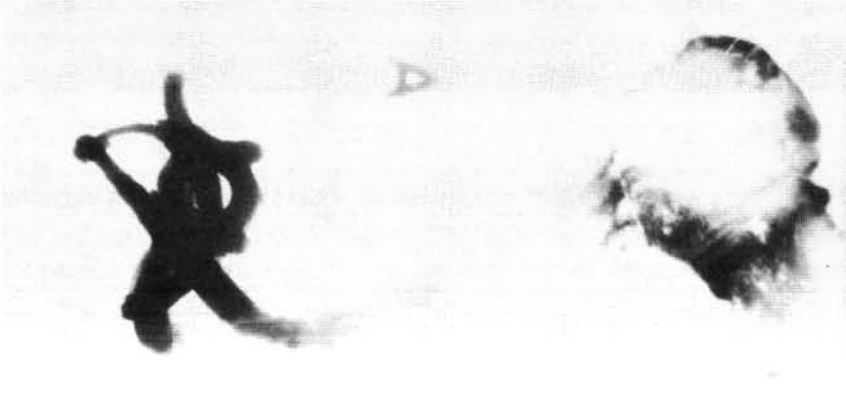
A szürke réteg vizsgálatának a jelentősége miatt igen fontos szerepet kapott az ólom vizsgálata, amely a lehetséges módszerek mindegyikével pozitív eredményt adott. Ezen túl F. Feigl⁸ (437. o. 12. p.) módszerét alkalmaztam, amit a bűnügyi nyomozásoknál a lövedék útjának bizonyítására használnak. Ez a módszer a legkisebb mennyiségű ólmot is kimutatja karakterisztikusan. Részletes leírást az 1. sz. jegyzet tartalmaz.

Hasonló eredményt adott az ón vizsgálatára is egy újabb módszer alkalmazása. M. Laver⁹ zágrábi előadásában megragadta a figyelmemet egy módszer, amelynek vázlatát a 7. ábra mutatja. Itt külső áramforrás segítségével kapjuk a tárgy felületéről a szükséges mintaanyagot. Ezzel a módszerrel akkor is eredményt lehet elérni, amikor más reakciók negatív jelet adnak (leírás az 1. sz. jegyzetben). A foszformolibdén-savval átítatott és kezelt papíron (F. Feigl⁸ 108. o.) az áram hatására azonnal megjelenik az ón jelenlétét bizonyító mélykék színeződés. Vas kimutatásra is ezt a módszert alkalmazva (F. Feigl⁸ 161. o.) a tesztpapírral jó eredményt kapunk. (1. sz. jegyzet)

Összegezve a korróziótermékek cseppelemzéses vizsgálatát, beigazodott az a feltevés, hogy a bronz-

5. ábra Bronz zablafeszítő a vas zablapáca töredékekkel





6. ábra A bronz orrszorító jobboldali szárának röntgenképe a rozsdátömeggel.

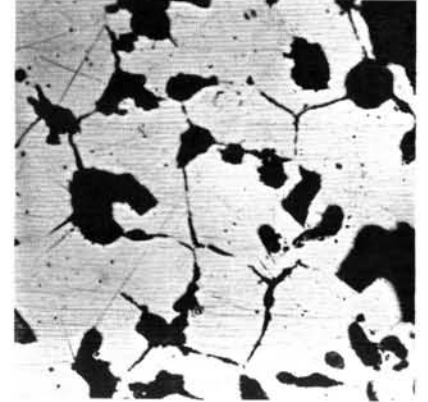
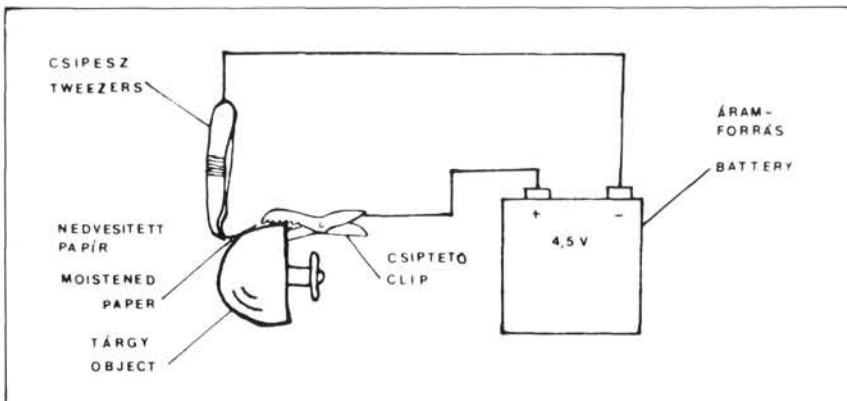
tárgyak felületén levő, az eredeti textúrát őrző bevonat nagyobb mennyiségű ólmot tartalmaz. Az ólom jelenléte a felületen, a korróziótermékekben bizonyossá teszi az alapfém magasabb ólomtartalmát is. Ez a magasabb ólomtartalom olyan esetekben, amikor vegyszeres eljárásokat alkalmazunk, például lúgos kloridmentesítést stb. veszélyes lehet, mert kioldódik az ötvözetből és ezzel gyengül a tárgy.

3.6.2. Röntgendiffrakciós vizsgálat

A röntgendiffrakciós vizsgálatok célja a tárgyakon lévő korróziótermékek szerkezetének meghatározása. A veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványtan tanszékén, dr. Vassányi István egy. adjunktus vállalkozott önzetlenül, hogy a szükséges vizsgálatokat elvégzi.

A bronzötvözet alkotóiból létrejött korróziótermékek többsége kristályos formában van jelen a tárgyakon. A minták kamrás vizsgálatára a Debye-Scherrer-kamrás röntgendiffrakciós eljárást találták alkalmazásnak.

7. ábra Vizsgálat a tárgy felületén mikroelektrolízises módszerrel (M. Laver⁹ alapján)



8. ábra Az 1. jelű fém minta metallográfiai képe, nem maratott, nagyítás: 500x

3.7. A fémötvözetek vizsgálata

3.7.1. Cseppelemzés

A korróziótermékek elemzésével gyakorlatilag egyidőben történt az alapfém vizsgálata is. Az alapfémnél már a mintavételi lehetőségek nehezebbek. A mintavételi helyek azonban később a kezeléseknél helyreállíthatók, eltüntethetők. A megfelelő adatszolgáltatás érdekében azonban mindig érdemes elvégezni ezeket a vizsgálatokat.

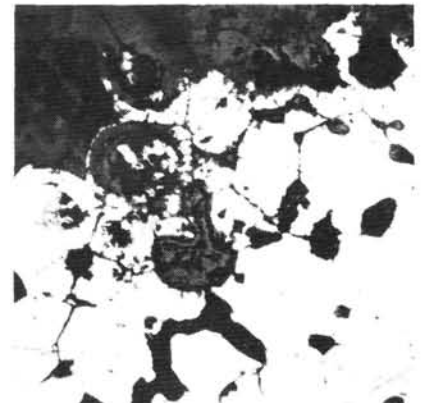
A cseppelemzés eredményei az alapfémnél gyakorlatilag megegyeztek a korróziótermékeknel kapottakkal, a korábban leírt módszerek alkalmazásával.

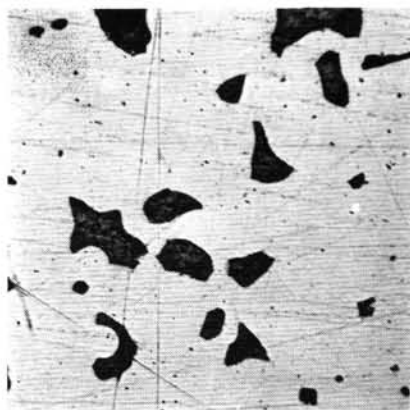
3.7.2. Spektrográfias vizsgálat

A kiválasztott, metallográfiai vizsgálatra leadott mintadarabok közül dr. Székely Levente¹¹ (NEVIKI, FÉMKUT) egyet átadott spektrográfias vizsgálatra dr. Gegus Ernőnek a veszprémi Vegyipari Egyetem Analtikai Kémiai tanszéke kandidátusának.

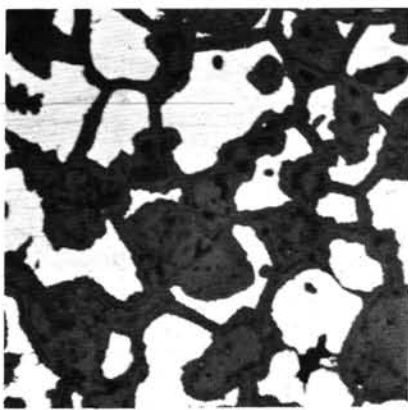
Dr. Gegus Ernő a vizsgálatot lézer-mikroszinképelemzéssel végezte

9. ábra Az előző minta egy másik területe, nagyítás: 500x

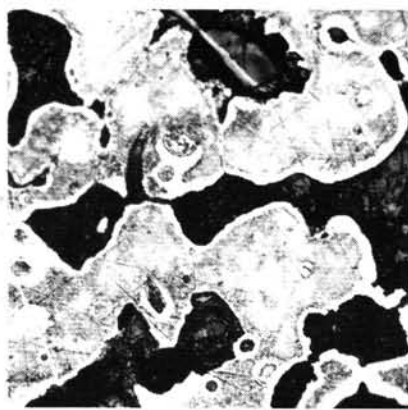




10. ábra Az előző minta felülete, a fémtest belseje felé haladva, nagyítás: 500x



12. ábra Az előbbi minta felülete, alsóbb réteg, nagyítás: 500x



14. ábra Az előbbi minta maratott felülettel, nagyítás: 500x

el. A berendezés Zeiss LMA-1 típusú, vezérelt lézergörgetővel és segéd-szikra kísüléssel dolgozott, a színkép felvételt Zeiss PGS-2 típusú rácspektrográffal készítették.

A vizsgálat adatai szerint (tájékoztató jellegű mennyiségi becslés):

Alapfém: Cu

1–10%-os mennyiségű ötvöző elemek: Pb, Zn, Sn

Nyomokban talált elemek: Ag, Sb, Bi, Au

Csak helyenként a felület közelében: Fe, Ni

Az ón, mint ötvözőelem, 1–2%-ban van jelen. Ennél nagyobb az ólomtartalom, meglepő a cink nagy mennyisége.

A nyomnyi mennyiségű ezüst származhatott volna külső ezüstözésből is, de azt már korábban tisztáztam, hogy semmilyen fémbevonat nincs jelen. Ebben az esetben az ólom kísérőjeként szerepelhet. Az arany jelenléte is véletlen lehet.

Az antimon és bizmut az ötvözésre használt ércék kísérőelemei lehetnek, az ókori bronzleleteknél gyakran előfordulnak.

3.7.3. Metallográfiai vizsgálatok

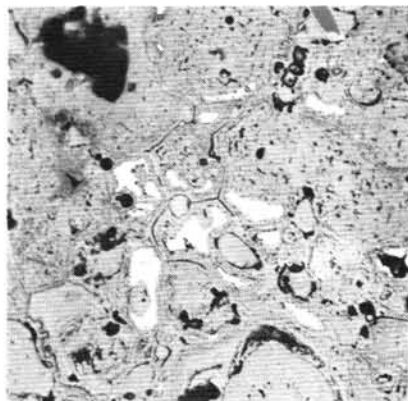
A metallográfiai vizsgálat tájékoztatást ad a fémek szövetszerkezetén keresztül az előállítási módjukra, magyarázatot ad a korróziós jelenségekre, stb. A leleteinkből olyan helyen, ahol a tárgy későbbi megjelenését nem befolyásolta a vizsgálat-hoz szükséges felületi előkészítés, dr. Székely Levente (NEVIKI, FÉM-KUT) tudományos munkatárs, szintén önzetlenül vizsgálatokat végzett a leletek bronzanyagán. A vizsgálat részletes ismertetését a 2. sz. jegyzet tartalmazza, valamint a 8–15. ábrák szemléltetik.

A kutató megállapításai szerint a fémtárgyak anyagát háromalkotós bronznak foghatjuk fel. Ma az ilyen bronzfajtákat vörösötvözetnek hívjuk.¹¹ Ennek szilárdsági tulajdonságai, képlékenysége és korróziós viselkedése előnyösebb, mint a kétalkotós rendszereké. A ternér ötvözet szövetszerkezetét a Cu–Sn ötvözetrendszer alapján kell értékelni, illetve elemezni úgy, hogy a Zn-t és az Pb-t szándékosan ötvözték hozzá, ezáltal szűkítve a szilárd oldat területét, előnyösebb önthetőségi körülményeket

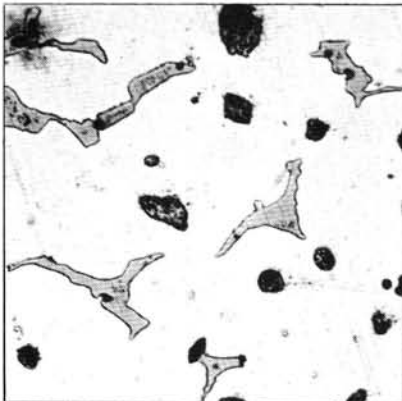
nyerve.¹² Természetesen az ókorban a tudatos alkalmazást úgy kell fel-fogni, hogy megfelelő érckeveréket használtak tapasztalati úton.

Öntés után a kihűlt anyag szövetszerkezetében szilárd oldat, kristallitok alakulnak ki, és a szemcsehatárokon eutektoid. Ebben az esetben elég nagy ólomtartalom adódott. Az ólom viszont tipikusan monotektikus ötvözőrendszert alkot a rézzel, ezért a szemcsehatárokon éppen az ólom válik ki. Tehát olyan esetekben, ha az öntött anyagnál a túlzott ridegség káros, további ötvöző elemekkel javítják tulajdonságait. Az ólomadalék szerepe az, hogy a fémet könnyebben megmunkálhatóvá tegye és egyúttal az önkenővé váljon. Mivel az ólom az ötvözzel nem elegyedik, csak cseppek formájában egyenletesen eloszlik, vagy az eutektoid határán dúsul fel, jelenlétének káros mellékhatása az, hogy ezek az ólomcseppek a bronz gyenge pontjai.¹³ A lószerszámok erősebb igénybevétele indokolja ennek az ötvözetnek az alkalmazását a vizsgált római kori tárgyaknál.

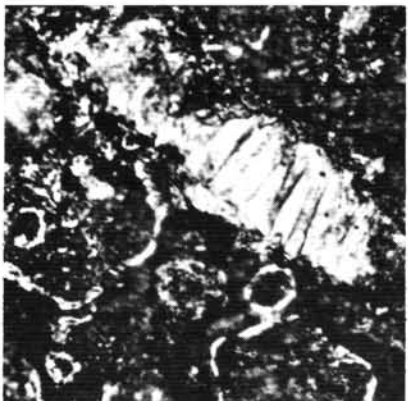
11. ábra A 2. minta metallográfiai képe, nem maratott, nagyítás: 500x



13. ábra A 3. minta metallográfiai képe, nem maratott, nagyítás: 500x



15. ábra A 3. minta maratott képe, nagyítás: 1200x



A mi esetünkben a magas ólomtartalomnak az az előnye, hogy a felületen $PbCO_3$ formájában egyenletes réteget hozott létre. A talajviszonyoknak köszönhetően (nincs jelentős klóriddtartalom!) ez a védőréteg szerepét is betölthette és viszonylagos stabilitása miatt erősen lelassította a korróziósebességet. A tárgyak nagy része így viszonylag jó állapotban van, felületükön egyenletes az ólom karbonát réteg, ami kezelés után felpolírozható, kellemes fényű és esztétikus külsőt kölcsönöz a tárgyaknak.

A vizsgálati eredmények áttekintése bebizonyította, hogy a megfelelő kérdések előzetes megfogalmazásával elvégzett, avagy külső kutatókkal elvégzett vizsgálatok rendkívül hasznos adatokat szolgáltatnak a tárgyak gyártástechnológiájáról és lehetővé teszik a megfelelő kezelési eljárás kiválasztását.

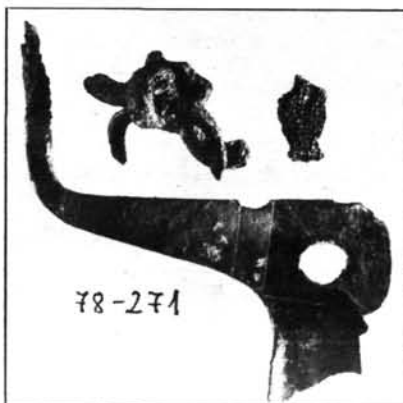
4. Restaurálás, konzerválás

4.1. Tisztítás

4.1.1. Bronztárgyak

Az eddigi vizsgálatok összegzése alapján megállapíthatjuk, hogy a tárgyaknál a bronzok nedves tisztításától el kell tekinteni. Az előzetes tisztításoknál kiderült, hogy kellő elővigyázatossággal a tárgyak felületéről el lehet távolítani a korróziótermék réteget, ami alatt az eredeti felületet őrző, szürke $PbCO_3$ található. Ennek megfelelően a tisztításhoz meg kellett keresni az alkalmas szerszámokat, eszközöket. Különböző szemészeti laudzsákat, szikéket, különböző erősségű keféket, fémgyapotot használtam. A tisztítást elszívó fülkében végeztem, mivel a réztartalmú porok kellemetlenek, és a mérgező rézvegyületek károsítják az egész-

16. ábra A bronz orrszorító jobboldali száraának a képe a szétbontás után, a szövetmaradvánnyal, külső oldal



17. ábra A bronz orrszorító jobboldali szára a zablatörödédek lefejtése után

seget. Olyan helyeken, ahol csak nehezen pattant le a keményebb külső, színes réteg, megfelelő csiszolófejjel először elvékonyítottam a korróziós réteget, majd lepattintottam szikével a maradékot. A fogorvosi fűrőkészlethez tartozik egy radírszerű, finom csiszolószemcséket tartalmazó gumikorong. (Dentia, B 11 és B 12, Csehszlovák gyártmány.) A cserélhető korongokat fűrőszárba lehet csavarni és a fűrőfejbe befogni.

4.1.2. Vastrágyak

A leletegyüttesből a zablapálcán a külső szennyeződések eltávolítása után mechanikai úton leszedtem a feleslegesnek látszó, főleg hólyagos felületi részeket. Vegyszeres tisztítást is alkalmaztam óvatosan, vigyázva a védendő bronzrészekre, amelyeket előzőleg már levédtem. A kezeléshez EDTE Na_2 oldatot használtam. A kezelést óvatosan kellett végezni, mivel a tárgyak lemezesen korrodálódtak a kovácsolási átlapolások mentén, vagy már csak a teljesen átkorrodálódott anyag őrizte a formát.

A vastárgyak vegyszeres kezelését úgy végeztem, hogy nem közvetlenül oldatba mártottam őket, hanem papírvattát itattam át a kezelőoldattal és azt tapasztottam a felületre, majd becsomagoltam, hogy ne száradhasson ki.

4.2. Bőrmaradványok

Az igen kismennyiségű bőrmaradványok tisztítását csak szárazon ecsettel, vagy kefével tudtam elvégezni, ezután rögtön átitattam őket műanyag oldattal, mert erősen porlód-
tak.

4.3. Konzerválás

4.3.1. Bronztárgyak

A teljes letisztítás után és még a ragasztások előtt a tárgyakat át kellett

itatni, hogy megerősítem főleg a vastagabb korróziós rétegeket. Előtte a tárgyakat gondosan ki kellett szárítani. A lehűtéssel különösen vigyázni kellett, nehogy a gyors lehűléskor megrepedezzen és lepattogjon a felületi réteg (a fém és korróziótermékek tágulási együtthatója eltérnek). Természetesen nem mindenütt egyszínű szürke a tárgyak felülete, néhol a korrózióréteg zöldes színe megmaradt, vagy a vörös réz-oxid színe. Ilyen esetekben megkíséreltem a színt enyhe patinázással egységessé tenni. (Híg kénmáj oldat, azonnal letörölve és acetonnal szárítva).

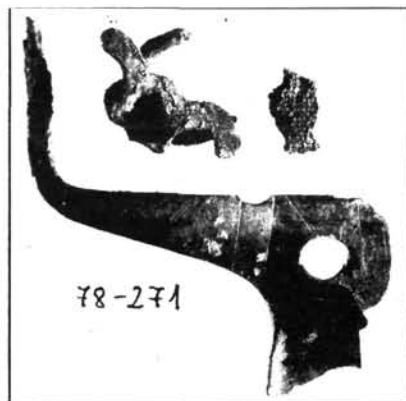
A tárgyak átszivtatásánál Paraloid B 72 oldószeres oldatát használtam (3. sz. jegyzet). Az átszivtatást vákuumszáritószekrényben végeztem, 40 °C hőmérsékleten, ügyelve, hogy az elszívás ne induljon meg hirtelen.

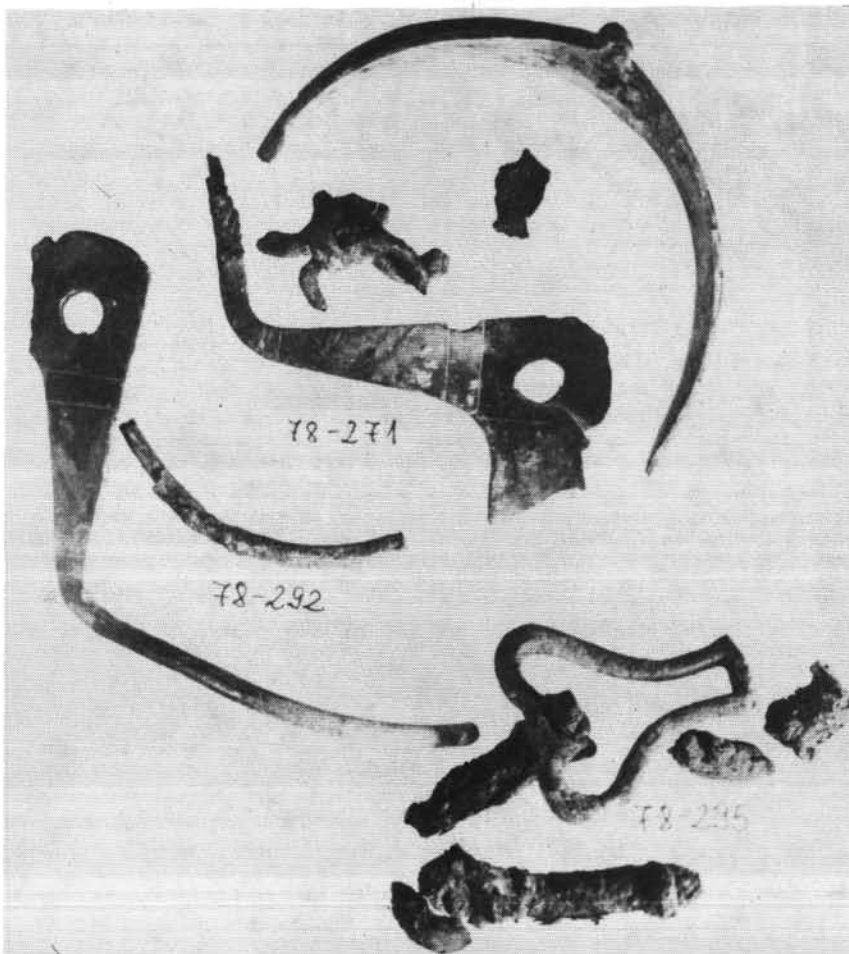
Átszivtatás után leittattam a felesleges anyagot, hogy a túlzottan testes megjelenést elkerüljem (a ragasztási felületeket is le kellett oldószerekkel törölni). A tárgyak csillogását teljesen megszünteti és ugyanakkor kellemes „hamvas” külsőt ad, ha ecsettel átvonom azokat finomított méhviasz benzines oldatával (Rowney matt Varnish). Száradás után puha kefével, esetleg ruhával átdörzsölve, igen kellemes megjelenést biztosít a tárgyaknak. Ezt a kezelést csak a ragasztások után szabad elvégezni. A konzerválást a Schlágerné^{1,2} által ismertetett alapelvek szerint végeztem.

4.3.2. Vastárgyak

A tisztítás után a vastárgyakat paszvizáltam foszforsavas oldatban. Szárítás után cersavval színeztem őket, a felesleget leittatva, acetonnal szárítottam. Az alapos kiszárítás után a konzerválásukat hasonló módon végeztem, mint a bronztárgyakét.

18. ábra A bronz orrszorító jobboldali szára a zablatörödédek lefejtése után, másik oldal





4.4. Ragasztás, kiegészítés

A leletgyűttes darabjai közül, ahogy azt már említettem, jórészt csak az orrszorító és a zablaszerkezet került be töredékes állapotban. (19. ábra) Az eltörött részeket kétkomponensű epoxigyanta ragasztóval állítottam össze. Itt csak arra kellett vigyázni, hogy a tárgyak illesztése és kitémasztása megfelelő legyen, mivel a ragasztó 20–24 óra alatt köt meg, kötés alatt a rosszul kitémasztott darabok elcsúszhatnak.

A hiányzó részek pótlásához színes töltőanyaggal kevert műgyantát használtam, Duracrolt. (4. sz. jegyzet) A 5. ábrán látható bronz zablafeszítő tag párját, aminek a csonkjai a 16., 17., 18. ábrákon jól kivehető, szintén kiegészítettem. Az ép tagról szilikongumi negatívot vettem le. (5. sz. jegyzet) A csonkot pontosan beillesztve a negatívba, hozzáöntöttem a megfelelően színezett Duracrolt. Kötés után az anyag csiszolható, alakítható. Ha a kiegészítés felületét kissé érdesen hagyjuk, akkor a konzerválásra használt Paraloid oldattal vékonyan ugyanúgy átkenhető és a finomított viasszal kezelhető.

Hasonló módon egészítettem ki a zablapálca hiányzó részét is, ahol nem lehetett negatívot levenni, és a

19. ábra A bronz orrszorító és a zablaszerkezet összetartozó darabjai, a teljes letisztítás után

meglévő részek alapján csiszolással, mechanikai módszerrel alakítottam ki a megfelelő formát. A zablapálca vasrészei nem illeszkedtek mindenütt pontosan, ennek ellenére összeragasztottam, kiegészítettem, mert rendelkezésre állt az orrszorító ornyereg szélessége (13 cm) amit ala-

pul véve meghatározható a zablaszerkezet szélessége. A kész kiegészítést a 20. és 21. ábrák szemléltetik.

5. Jegyzetek

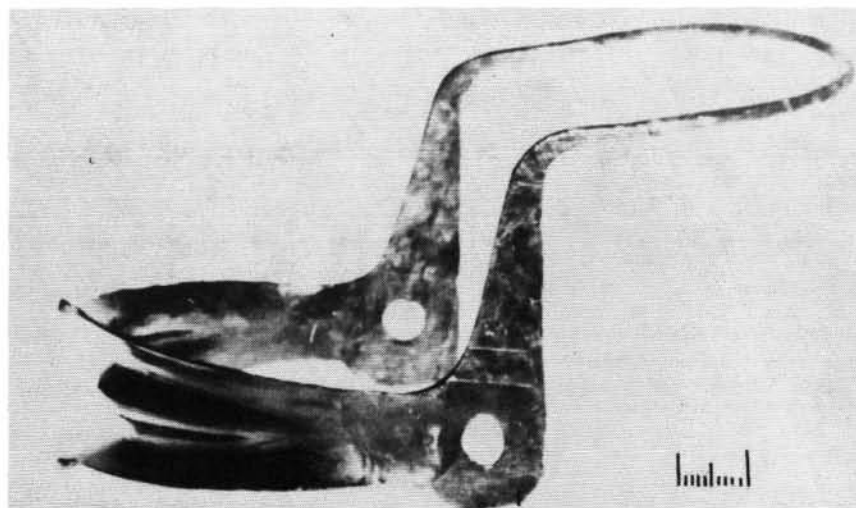
5.1. Cseppelemzések leírása

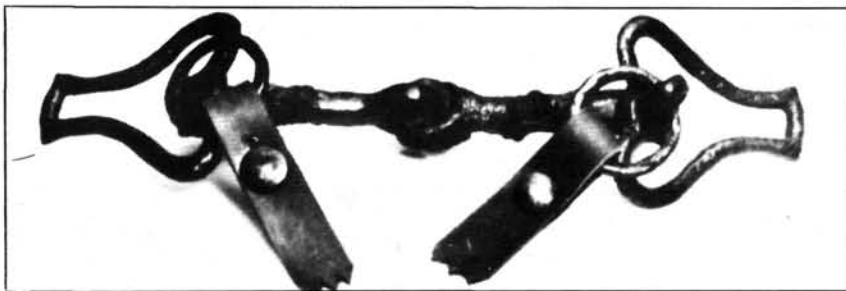
5.1.1. Ólom kimutatása a tárgy felületén: kis szűrőpapírdarabkát átítatunk 2,8 pH pufferral, a felesleget lerázzuk róla, rászorítjuk a felületre, majd a szűrőpapírra rácsepepentünk friss, legfeljebb 1–2 napos Narodizonát oldatot. Az ólom nyomoknál lilás-rózsaszínű színeződést kapunk. Az ólmon kívül az Ag, Cd²⁺, Sn²⁺ szintén adja ezt a reakciót, de az érzékenységük jóval alatta marad az ólom ionokénál (pl. az ezüsttel szemben a kimutatási arány 1:5000) (Feigl⁸ 437. o. 12.p.)

5.1.2. Vas kimutatása dipiridiles papírral (Feigl⁸ 161. o.): szűrőpapír csíkot átítatunk 2% alkoholos α , α' -dipiridil oldattal, majd megszáritjuk. Ha megcsepepentjük a vizsgálandó oldattal, rózsaszíntől vörösig kapunk színeződést, a vastartalomtól függően. Tárgyak felületén is végezhetjük a kimutatást, ha a 8. ábra vázlata szerint járunk el. A vizsgálat előtt a tesztpapírt csepepentjük meg telített NaCl oldattal, érintsük a felületre, ha jó a kontaktus, hamarosan a fenti színeket kapjuk vas jelenlétében. (Kis területen végezzük!)

5.1.3. Ón kimutatása M. Laver⁹ mikroelektrolízises módszere alapján: 5%-os foszformolibdénsavval (Feigl⁸ 108. o.) átítatunk szűrőpapír csíkokat, NH₄OH gőzébe tartjuk őket kis időre, száradás után jó záródó, sötét üvegben tároljuk. Az előkészített szűrőpapírból egy kis darabot levágunk, megcsepepentjük telített NaCl oldattal, rövid időre a tárgy felületére tartjuk a 7. ábra

20. ábra A bronz orrszorító képe a teljes restaurálás után





21. ábra A zablaszerkezet képe a teljes restaurálás után

szerinti módon, ha jó a kontaktus, néhány másodperc múlva ön jelenlétében mélykék színeződést kapunk a tesztpapíron. Ha NaCl, vagy áram nélkül próbálkoztam, nem kaptam eredményt.

5.2. Metallográfiai vizsgálatok

A vizsgálatra leadott mintákat a hagyományos módon ágyazták be, csiszolták a megfelelő minőségükre. Először ezt az állapotot vizsgálták, majd maratták. A vizsgálati felvételek értékelése:

5.2.1. (8. ábra) Az egyik minta csiszolt felülete; nem maradt; nagyítás: 500x; a felülethez közel; a korrózió a szemcsehatáron indul meg. A második fázis, a δ -eutektoid is korrodálódott.

5.2.2. (9. ábra) Az előző minta egy másik területe; nem maradt; nagyítás: 500x; a felület korrodálódott, ami halad a fémtest belseje felé, az előzőnek megfelelő interkristallin korrózió típusal.

5.2.3. (10. ábra) Az előbbi minta felülete a fémtest belseje felé haladva; nem maradt; nagyítás: 500x; alapszerkezet a szilárd oldat (α -fázis) második fázisként a szemcsehatáron a δ -eutektoid.

5.2.4. (11. ábra) Másik minta; nem maradt; nagyítás: 500x; szinte teljesen átkorrodálódott, fémrögök csak itt-ott láthatók, a korróziótermék szerkezete követi az eredeti szerkezetet.

5.2.5. (12. ábra) Az előbbi minta felülete; alsóbb réteg; nem maradt; nagyítás: 500x; a korrodálódott zóna fokozatos vastagodása jól megfigyelhető, a visszamaradt fém rész (fehér) az α -szilárd oldat (a szemcsehatárokon feldúsult ólom is elkorrodálódott).

5.2.6. (13. ábra) A harmadik minta felülete; nem maradt; 500x nagyítás; jól látható az α -szilárd oldatban megjelenő második fázis, a δ -eutektoid, határain éles vonalként az ólom feldúsulásával. Az ókori bronzokra jellemző öntési hibák is megfigyelhetők (sötétebb pórusok).

5.2.7. (14. ábra) A minta maradt állapotát mutatja; nagyítás: 500x; a sötét részek az elkorrodálódott szemcsehatár területek, a fehér, még épen maradt fém, különböző feldúsulási zónákkal (zárványokkal és pórusokkal).

5.2.8. (15. ábra) A minta maradt állapotát mutatja, az előzőnél erősebb nagyításban: 1200x; az eredmény hasonló. A sötét részek az α -szilárd oldat, amelynek a szemcsehatárain feldúsulások vannak (Pb). A világos rész a δ -eutektoid, a második fázis részlete.

5.3. A Paraloid B 72 metakrilát-etil metakrilát kopolimer, az általam összeállított oldószer keverék a 3%-os töménységű oldat elkészítéséhez: 70% toluol, 25% acetone, 5% diacetone.

5.4. A Duracrol metakrilát kopolimer (por és monomer folyadék) 1 g porhoz 1 ml folyadék, kötési idő: 15–20 perc. A töltőanyag: porfészek, kevés szudán színezék, grafit (max. 10%)

5.5. Wacker szilikongumi öntőmassza: RTV 400 sárgaszínű és T 37 térhálósító, amelyből 3%-ot kell alaposan elkeverni, kötési idő: 10–15 perc. Beszerezhető: Vegytek

JEGYZETEK

1. CS. DAX Margit, LÁSZLÓ Péter, K. PALÁGYI Sylvia: Régészeti Füzetek, I. ser. I. No. 31. 1978. 61–62 p.
2. GAÁL Attila: Későrómai sírok Mőzs-Kakasdombon. A Szekszárd-i Béri Balogh Ádám Múzeum Évkönyve. 9–9. 1977–78. 20 p. 33. kép.
3. Leletmentési jegyzőkönyv, 1977 Tihany-Sajkód Seregély u. 31., római kori lócsontváz, sírok, Bakonyi Múzeum Régészeti Adattára, 17 889 – 17 991. sz. Veszprém
4. DR. SCHLÁGER Károlyné: A múzeumi fém műtárgyak állagvédelme, Múzeumi Műtárgyvédelem I 1970 (15–126. p.)
5. SZABÓ Zoltán: A rézből, rézötvözetből és ezüstből készült műtárgyak kémiai tisztítása, Múzeumi Műtárgyvédelem 2 1975 (83–104 p.) 90. p.
6. SZABÓ Zoltán: A szervetlen eredetű festékek azonosítása cseppelemzessel, Múzeumi Műtárgyvédelem 2 1975 (237–270. p.)
7. SZABÓ Zoltán: személyes közlés, az előző módszer fémek kimutatására alkalmazva, 1972
8. FEIGL, Fritz: Spot tests in inorganic analysis (1958) Elsevier Publishing Co.
9. LAYER, Marilyn: Spot tests in conservation: Metals and alloys, Preprint 78/23/8 ICOM Comm. for. Cons. 5th triennial 1978, Zágráb
10. KRISTON László: Múzeumi műtárgyak röntgenvizsgálata Magyar Képzőművészeti Főiskola jegyzetei MRMK, 1978 (43–54. p.)
11. DR. SZÉKELY Levente: vizsgálati jelentés a minták metallográfiai és spektrográfiai vizsgálatáról, (NEVIKI, FÉMKUT) 1978
12. DR. SZÉKELY Levente: Fém szerkezeti anyagok és korróziós viselkedésük, Műszaki Könyvkiadó, 1968 (123. p.) Bp.
13. STAMBOLOV, T.: Fém régiségek és műtárgyak korróziója és konzerválása. Réz és rézötvözetek fejezet, fordítás MRMK 177/II (2) 97. p.

PÉTER JÁNOSKA

RESTAURIERUNG RÖMISCHER PFERDEGESCHIRRE

Die Behandlung der Bronze- und Eisenferdegeschirre, die nach der Funderetzung in das Veszprémer Bakony Museum gebracht wurden, wurde in der Weise durchgeführt, dass man durch die angewandten Stoffuntersuchungen je mehr Kenntnisse über die Herstellungsmethoden der Gegenstände und Daten zur Bestimmung der Behandlung der Gegenstände bekäme.

Es wurden Untersuchungen unter binokularem Mikroskop durchgeführt, man prüfte die Gegenstände in Dampfkammern, es wurden Vorbehandlungen in

Ammoniak-Kaliumkarbonatlösung und Chloriduntersuchungen durchgeführt, man hat Röntgenaufnahmen gemacht, die Korrosionsprodukte wurden mit Tropfanalyse und Röntgendiffraktionsprüfungen analysiert, die Grundmetalllegierungen sind mit Tropfanalyse und spektrographischen und metallographischen Untersuchungen geprüft worden.

Die obengenannten Untersuchungen ergaben eindeutige Ergebnisse über die Vorfertigung der Bronzeferdegeschirre, sehr wichtige Daten zur Auswahl der Behand-

lungsmethoden der Gegenstände. Diese Daten zeigten, dass man feuchte und chemische Behandlungen nicht anwenden darf, weil sie die originale Oberfläche noch bewahrende Korrosionsschichte beschädigen. Diese Korrosionsschicht ist stabil, widerstandsfähig und gleichmäßig verteilt.

Im weiteren handelt der Artikel von einigen wichtigen Fragen der Behandlung der Funde, die beigelegten Aufnahmen veranschaulichen der Zustand der Funde vor und nach der Restaurierung.