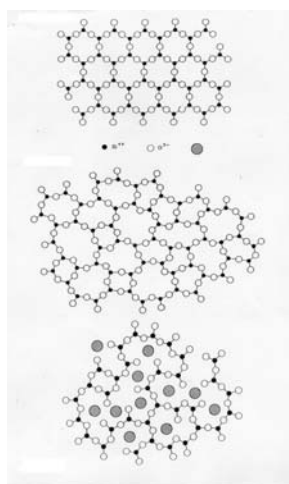


Üveg

Archeometria, 2019. május 3.
Szakmány György

Üveg



Kvarc

Üveg: rendezetlen szerkezet (rendezettségre törekvés – devitrifikáció)

Rácsképző: kvarc
• kvarckavics vagy homok (SiO_2)

Kvarcüveg

„folyósítók” (~20%) – olvadáspont csökkentők: $1700^\circ\text{C} \rightarrow 900\text{-}1200^\circ\text{C}$
• Na_2O , K_2O , (PbO)

Alkáli üveg

Tulajdonság módosítók (stabilizálók) (5-10%)
• CaO , MgO , Al_2O_3

Színezők (1-3%)
 Cu , Co , Pb , Sn , Sb , Fe , Mn , stb.

Első üveg: Mezopotámia Kr. e. 2. évezred

Üveg – alaptípusok 1.

Hamu típus (Mezopotámiai (szíriai) típus):

Kvarc (homok vagy kvarckavics) + **sótűrő növények Na-dús hamuja**

- Mezopotámia
- Egyiptom Kr. e. 1500-1100
- India
- Sri Lanka



SiO ₂	65 %
Na ₂ O	>15 %
CaO	8 %
MgO	>2 %
P ₂ O ₅	0,X %

Szóda típus (római alapüveg típus):

Kvarc (homok vagy kvarckavics) + **sziksó (szóda):**

nátron (Na₂CO₃*10H₂O), *trona* (Na₃HCO₃)₂*2H₂O

- Egyiptom Kr. e. 1. évezred
- Római birodalom (+ mészkő vagy kagylóhéj)
- Bizánc

Na ₂ O	több
MgO	<1,3 %
K ₂ O	<1,3 %
CaO	kevesebb
P ₂ O ₅	kevesebb

Elkülönítés: K₂O + MgO > 2,6 hamu típus
< 2,6 szóda típus



Római birodalom, Bizánc: üvegtörmelékek újrafelhasználása

Üveg – alaptípusok 2.

Kevert alkáli alapüveg típus:

Kvarc (homok) + **ismeretlen összetevő (növényi hamu?)** ± mészkő?

- Na-K közel azonos arányban, a Ca változó mennyiségű; növényi hamu?
- Elsősorban Kr.e. 14. szd. – Kr.u. 2. szd. mai Írország, Franciaország és Olaszország területe; kelta üvegek is ilyen összetételűek

Erdei (káli) alapüveg típus:

Kvarc (homok) + **fahamu** ± mészkő – K-Ca-szilikát üveg

- fahamu: **K gazdag** + Ca, Na, Mg, P, Si; széles összetételi változatosság
- középkor leggyakoribb alapüveg típusa; első megjelenés: Németország Kr.u.9. szd.

Ólomüveg típus

Kvarc (homok) + **ólom**

- ólom: folyósító
- középkorban elterjedt

Üveg – színezők 1.

Színezés: különböző elemek + oxidációs–redukciós állapot

színezők nélkül: zöld, sárgászöld, kékeszöld (Fe^{2+} tartalom)

Színezők: fémionok színcentrumokként

Opak üveg: üvegszerkezetben szétszórtnan elhelyezkedő kristályos fázisok

Szintelen

Sb (Kr. e. 7. századtól)

Mn (Kr. u. 1. századtól) feltétel: $\text{Mn} \gg \text{Fe}$

Kék - nagyon elterjedt

Cu (oxidált, Cu^{2+}) – Mezopotámia, Egyiptom (Kr. e. 1500)

Co – kizárólagosan vagy rézzel együtt, Egyiptom (Kr. e. 1500-1300)

Zöld - elterjedt

Cu (oxidált, Cu^{2+})

Fe

áttetsző vagy opak; opakosító: Sb vagy Sn

Vörös – ritka

Cu (redukált, Cu^+ , Cu^0) – technológiailag problémás: Mezopotámia, Egyiptom, Földközi-tenger vidéke

Kelták: opak vörös - nagy Pb-tartalmú Cu-dús üveg

Üveg – színezők 2.

Narancssárga – nagyon ritka

Cu + Pb: Balti tenger vidéke, hamu típusú

sok Cu + kevés Pb, Sn, Sb – Meroving kor (5-8 sz.), mai Németo.-Svájc

Sárga – viszonylag gyakori

Pb: pl. Egyiptom, Kr. e. 15. szd-tól

Sb-Pb -oxidok – erősebb sárga; D-Anglia, Kr. e. 3-1 szd.

Sn-Pb-oxidok: Ny-Európa, Meroving kor

Fe^{3+} -szulfid: Mezopotámia, Kr. u. 1-5 szd.

Barna – ritka

Fe^{3+} és SO_2 → redukzív viszonyok, Ibériai félsziget, Kr. e. 4 - 2 szd.

Pb, Fe, Cu, Meroving kor

Fehér – viszonylag gyakori, opak üveg, csak szóda típusú alapüvegben

Sb-oxid ± Pb

Sn-oxid ± Pb

Fekete – ritka

Fe

Mn

Üveg – magyarországi feldolgozások

Vizsgálati módszer: elektron-mikroszkop

Szarmata: Kr.u. 2-4 szd

„Szóda” és „hamu” típus, az utóbbi dominanciájával → római és keleti kapcsolatok

Avar: 6-8. szd

Nagyrészt „szóda” típus, kevés „hamu” típus → üvegyártás különböző területeken



Üveg - Irodalom

Fórizs, I. (2008): Üvegekészítés Magyarországon a kezdetektől a XVIII. századig – In: Szakáll, S. (szerk): Az ásványok és az ember a mai Magyarország területén a XVIII. század végéig. Fókuszban az ásványi anyag. A Miskolci Egyetem Közleménye A sorozat, Bányászat, 74, Miskolc, Egyetemi Kiadó pp. 113-136.

Nagy, G – Pásztor, A. – Fórizs, I. – Tóth, M. (2010): Szarmata és avar kori üvegyöngyök elektron-mikroszkopos vizsgálata. – Archeometriai Műhely, 7 (1), pp. 27-50.

Festék

Archeometria, 2019. május 3.
Szakmány György

Festék

- **Szerves** eredetű – elsősorban növényi, ritkán állati eredet
 - Szín: vegyület elektronszerkezete – jellemző az alkotó molekulákra és azok oldataira → textíliák festése
- **Szervetlen** (ásványi) eredetű
 - Szín: kristályszerkezeti tulajdonság
 - Por formában, kötőanyaggal keverve
- **Szintetikus** - egyre inkább előtérben
 - Előállítás általában természetes anyagok feldolgozásával

Festék – rövid történet

- Legkorábbi: sziklafestmények, Carpenter's Gap barlang (Ausztrália) - ~40000 év
- Legkorábbi európai barlangfestmények, Fumane, Chauvet, Clovis - ~30000 év
 - Vörös - Fe-oxidok
 - Fekete – faszén, Mn-oxidok
- Legkorábbi szintetikus felhasználás: Egyiptom – főleg kozmetikumok
- Legkorábbi festékfelhasználás Magyarország területén: lovasi festékbánya - ~11000-12000 év
okker
- Neolitik: lengyeli kultúra: festett cserépedények
- Késő neolitik - kora rézkor:
 - vörös – cinnabarit, hematit
 - sárga – goethit, jarosit ($\text{KFe}^{3+}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$)
 - fehér – kalcit
- Római Birodalom: falfestészet – nagy területen állandó, fejlett technika
- Középkor: jelentős fejlődés a technikák és a felhasznált anyagok tekintetében
- XVIII. század: előretör a szintetikus festékek előállítása

Festék – vizsgálati célok, kérdések

- Mi a festék összetétele, eredete?
- Milyen formában van a festék a festett felületen, hogyan kötődik ahhoz?
- A festék az eredeti formájában van meg, vagy már átalakult?
- Milyen módon lehet megakadályozni/megállítani a festék kopását-átalakulását, állagának romlását, mi lehet a konzerválás stratégiája?

Festék – vizsgálati módszerek

- SEM-EDS
- Elektron-mikroszkop
ásványkémiai összetétel, kapcsolódás, kötés
- XRF
- AAS
- ICP OES + ICP MS
kémiai összetétel
- Röntgen diffrakció (XRD)
ásványi összetétel
- IR spektroszkópia
- Raman spektroszkópia
ásványi, molekuláris összetétel

Ásványi eredetű festékek és néhány szintetikus változat

- Fehér** – *barit*, apatit (őrölt vagy égetett *csont*), *kalcit*, *gipsz*,
Titánfehér: *szintetikus TiO₂* - 20. századtól
- **Vörös** – *cinnabarit* (HgS) (→metacinnabarit: feketedés), *realgár* As₂S₂ (fény hatására bomlik),
hematit, *okker* (limonit-hematit+agyag+kvarc keverék)
Szintetikus cinnabarit (vermillion) – 12. századtól
- **Narancssárga** – *krokoit* (PbCrO₄)
szintetikus okker
- **Sárga** – *auripigment* As₂S₃, *massicot* (PbO), *mínium* (Pb₃O₄), *okker* (limonit-hematit+agyag+kvarc keverék), *jarosit* (K-Fe-szulfát)
szintetikus greenockit (CdS), szintetikus krokoit (PbCrO₄),
- **Zöld** – Cu: *malachit*, *atacamit*, *krizokolla*; „zöldföldek” (zöld agyagok – Fe²⁺-tartalmúak)
- **Kék** (*ritka!*) – *azurit*, *lazurit* (lapis lazuli) - 12. századtól
szintetikus lazurit: *ultramarin* – 19. század
Egyiptomi kék (szintetikus) – *cuprorivait* (CaCuSi₄O₁₀) – Kr.e. 3. évezredtől a középkorig
Han kék (szintetikus) – BaCuSi₂O₆
Maya kék (szintetikus) – *paligorszkait* + *indigó* (növényi cserje) keveréke
- **Lila** – *indigó* (szintetikus) (molluszkákból kivont festékanyag: *Murex*, *Purpura*)
- **Fekete** – *grafit*, *magnetit*

Festék - Irodalom

Sajó I. (2008): Ásványi eredetű festékek Magyarország területén. - In: Szakáll, S. (szerk): Az ásványok és az ember a mai Magyarország területén a XVIII. század végéig. Fókuszban az ásványi anyag. A Miskolci Egyetem Közleménye A sorozat, Bányászat, 74, Miskolc, Egyetemi Kiadó pp. 39-47.

Fémek

Archeometria, 2019. május 3.
Szakmány György

Fémek

Fémrácsok, fémek kötése: rácspontokban pozitív fémionok, köztük szabadon mozgó elektronok



Plasztikus deformáció – nyújtható, kalapálható

Ötvözhetőség – több fázis keveréke → tulajdonságok javítása

Fémek

Első természetes termésvém felhasználás: Cu ~10000 éve, Catal Hüyük

Később: további termésvém felhasználások: Pb, Au, Ag, Sn – speciális geológiai lelőhelyek

Első ötvözetek: Cu+Sb, Cu+As ~6000-7000 éve

Kr.u. 1500-ig 7 fém + ötvözetek

- Au, Cu, Pb, Ag, Sn, Fe, Hg
- rézötvözetek: Cu+As, Cu+Sn, Cu+Sn+Pb, Cu+Zn
- ezüstötvözetek: Ag+Cu, Ag+Au
- ónötvözetek: Sn+Pb
- vasötvözetek: Fe+C, Fe+P



Cél: fém kinyerése az ércből

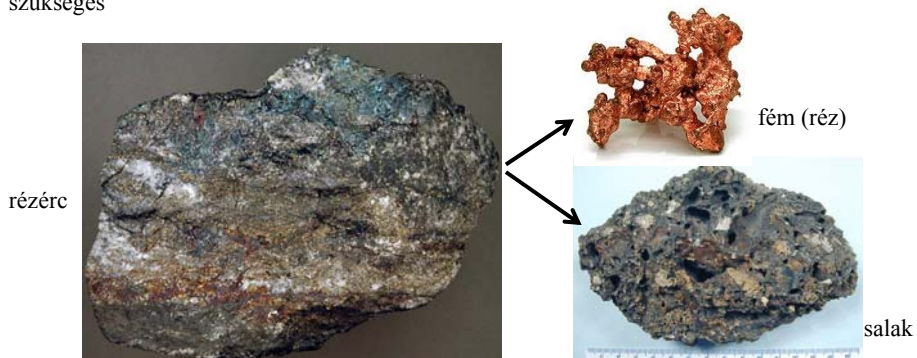
- *termésvémek* – közvetlen felhasználás, de kevés!
- *oxidos érc*: érctelepek felső, oxidációs zónájában
 - redukálás → fém
 - pl. karbonátos oxidos rézérc faszénnel történő hevítés → réz
- *szulfidérc*: érctelepek „cementációs” zónájában – jelentős fémtartalom
 - kéntartalom eltávolítása, érc oxidos formává átalakítás: pörkölés (redukáló környezetben hevítés)

Fémek

Leletanyag –fémek előállítására bizonyíték:

- *salak* – legjobban megőrződött, nagy mennyiségű, informatív
- *fém darabok (göröngy), öntvény*
- *félkész termékek, újra felhasznált termékek* maradványai
- *eszközök-felszerelés maradványai*: törő, kalapács, fogó, kemence, tűzhely

Régészetileg a vas és az egyéb kohászat termékeket nehéz elkülöníteni → anyagvizsgálat szükséges



Fémek – kutatási területek

- Fém összetétele csoport meghatározása
- Készítés és gyártási körülmények
 - kohászat
 - fémtárgyak, fémeszközök készítési eljárása (alakítás, öntés, kovácsolás stb.)
 - összeillesztés (hegesztés, forrasztás, ötvözés)
 - díszítés
- Nyersanyag geológiai eredete
- Fém eredeti összetétele és jelenlegi összetétel meghatározása → fémlelet állapotának meghatározása, jellemzése → restauráláshoz információk

Fémek – vizsgálati módszerek

Archeometallurgia: fémek előállítása, elterjedése, használata az emberiség története során

- fémtárgyak elemzése
- gyártás közben képződött maradványok elemzése

Elsődleges termékek: *salak* és *érc*

kémiai elemzés (sokelemes): XRF, ICP-OES és MS

ásványos összetétel, szövet: Optikai és ércmikroszkópia, elektron-mikroszkópia

Salak – nagytömegű leletanyag – mintázás reprezentatív legyen

Olvasztótégely és egyéb eszközök: ércmikroszkóp, SEM-EDS, roncsolásmentes kémiai elemzések

Műtárgy elemzés - lehetőleg roncsolásmentes:

hagyományos: NAA, XRF,

újabbban: AAS, ICP-OES+ICP-MS

jövőben: Szinkrotron-XRF, PIXE-PIGE, PGAA

izotópelemzés: 1960-as évektől

Pb-izotóp arányok – kezdetektől

Sn, Cu, Os – újabbban

jelentős eredmények: kémia+izotópok

DE: Későbbi korokban újrafelhasználás!!!

Fémek - irodalom

Molnár, F. (2008): Ércék, salakok, fémek. - In: Szakáll, S. (szerk): Az ásványok és az ember a mai Magyarország területén a XVIII. század végéig. Fókuszban az ásványi anyag. A Miskolci Egyetem Közleménye A sorozat, Bányászat, 74, Miskolc, Egyetemi Kiadó pp. 91-111.

Rehren, Th. – Pernicka, E. (2008): Coins, artefacts, and isotopes – archaeometallurgy and archaeometry. – Archaeometry, 50 (2), pp. 232-248

Habarcok és egyéb kötőanyagok

- Mész alapú
- Gipsz alapú
- Hidraulikus kötőanyagok (cement) – mészkő és agyag + egyéb



Mész alapú habarcok

