

MĚĎ A JEJÍ SLITINY

MĚĎ (Cu cuprum)

Kov charakteristické červené barvy, ρ 8,93 g·cm⁻³, b_t 1083 °C

Nejčastěji v mocenství Cu¹⁺ a Cu²⁺, vzácně Cu³⁺

V přírodě jako ryzí kov i jako ruda

- Především sulfidy – chalkocit Cu₂S, covellin CuS, bornit Cu₃FeS₃, chalkopyrit CuFeS₂
- Další minerály – kuprit Cu₂O, malachit CuCO₃ · Cu(OH)₂, azurit 2CuCO₃ · Cu(OH)₂

V čistém stavu měkká a kujná

Výborná tepelná a elektrická vodivost

Velmi dobrá odolnost vůči korozi

- Stálá na vlhkém vzduchu
- Odolává mořskému vzduchu
- Odolává účinku většiny chemických činidel



Špatně se odlévá, má velkou smrštitost

Nejstarší důkazy zpracování cca 7 000 př. Kr. v oblasti Blízkého východu (Írán a Anatólie)

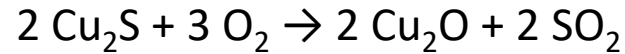
Pravděpodobně náhodným objevem spolu při vypalování keramiky



Výroba mědi

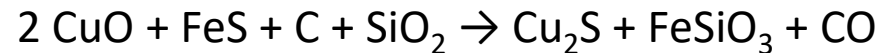
1. Pražení

- Odstranění co největšího množství síry a převedení sulfidů na oxidy



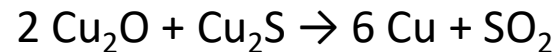
2. Tavení

- V pecích po přidání koksu a struskových přísad (SiO_2) při 1400 °C za odstranění FeS



3. Zpracování na surovou měď

- tzv. besemerace kombinace pražně redukčního a reakčního procesu, v prostředí kyselém či zásaditém; zbytky FeS přechází na oxidy za vzniku strusky



Surová měď (černá) se čistí elektrolyticky. Získané nečistoty nahromaděné v okolí anody (anodické kaly) jsou zdrojem Au, Ag a dalších těžkých kovů

Slitiny mědi

- 1) Vysokoměďnaté (nizkolegované mědi)
- 2) Bronzy – slitiny Cu a dalších prvků, nejčastěji Sn
- 3) Mosazi – slitiny Cu a Zn
- 4) Speciální bronzы a mosazi – rozdělení dle charakteristického prvku či použití

SLITINY MĚDI - BRONZY

Slitiny Cu a především Sn, případně Al, Si aj.

Nižší b_t než čistá měď

Obsah Sn do 20 %

Cu a Sn vytváří za vyšších teplot tuhý roztok α .

Obsah Sn do 5 % - jednofázový systém (tuhý roztok α),

Obsah Sn 5–20 % vedle α obsahují také eutektoidní směs $\alpha + \delta$

Vyšší obsah Sn v tuhém roztoku α zvyšuje pevnost v tahu a tažnost. Přítomnost křehké fáze δ pevnost a tažnost zhoršuje

Cínové bronzy – obsah Sn do 30 %, s vyšším obsahem Sn se mění barva. Barva je ovlivněna i dalšími prvky (Zn, P, Pb, aj.)
K tváření (do 8 %), k odlévání (10–20 %)

Červené bronzy – Cu-Sn-Zn-(Pb) – dobře obrobitelné a lešitelné
např. k uměleckému lití soch a uměleckých předmětů,
dělovina

Další druhy bronzů

– olověný, hliníkový, niklový, manganový

– dělovina, zvonovina, zrcadlovina, slévárenské bronzy

Barva	Obsah Sn %
oranžová	5-10
žlutá	15
zlatavá	25
modrošedá	30
bílá	35
světle šedá	50
ocelová	65

SLITINY MĚDI - MOSAZI

Slitiny Cu a Zn, vždy s určitým obsahem nečistot a přísad

B_t 850–920 °C

Obsah Zn by neměl být víc než 50 %

Cu a Zn vytváří tuhý roztok α ve kterém se rozpouští max 39 % Zn. U slitin s obsahem Zn 36–56 % se po ztuhnutí tvoří neuspořádaná fáze β , která se při +/- 460 °C mění na tvrdou a křehkou, uspořádanou fázi β'

Barva mosazi závisí na obsahu Zn

Mosazi k tváření:

Tombak - 80–96 % Cu, k výrobě bižuterie, lze dobře postříbřit, pozlatit, smaltovat

Vysoce tažné mosazi – asi 70 % Cu, výroba hudebních nástrojů

Mosazi k odlévání:

Nejlepší slévárenské vlastnosti při 58–63 % Cu, velká smršťivost

Barva	Obsah Zn (%)
červená	5
červenožlutá	10
světle žlutá	25
jasně žlutá	35
stříbřitě bílá	65



DALŠÍ SLITINY MĚDI

Alpaka (pakfong, argentan, čínské stříbro)

Cu (45–70 %) + Ni (5–30 %) + Zn (8–45 %)

Imitace stříbra, původem z Číny, v Evropě varáběna až od r. 1770

Velmi odolná vůči korozi

Bižuterie, hračky, hudební nástroje, nože, mince



Melchior

Do 30 % Ni

Imitace Ag, pochází z Francie

Měkká, snadno opracovatelná slitina i za studena

Vysoká odolnost vůči korozi, narůstá s obsahem Ni

Imitace zlata

Cu i její slitiny mohou být roztepány na tenoučké plátky, použitelné k imitaci zlata a pro umělecké dokončovací práce, a to buď samostatně nebo ve spojení se zlacením a stříbřením

Charakter slitiny	Hmotnostní podíl komponent (%)				
	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Al</i>	<i>Ni</i>	<i>Sn</i>
s krásnou zlatou barvou	90,0	10,0	-	-	-
záměna lístkového zlata	77,0 66,7	23,0 33,3	-	-	-
náhrada pozlaceného drátu	84,5 88,0	15,0 10,0	0,5 -	- 2,0	- -
s charakteristickou barvou zlata	60,0 75,0	25,0 -	- 25,0	- -	15,0 -
imitace zlata	88,0	-	10,0	2,0	-

Směsi imitující zlato

Charakter slitiny	Hmotnostní podíl komponent (%)						
	<i>Cu</i>	<i>Ni</i>	<i>Zn</i>	<i>Al</i>	<i>Sn</i>	<i>Pb</i>	<i>Fe</i>
s krásnou bílou barvou	57,0	20,0	20,0	3,0	-	-	-
imitace stříbra	59,0 66,0	11,0 18,0	24,5 16,0	0,15 -	5,0 -	0,35 -	- -
licí slitina pro imitace stříbra	55,0 58,0 60,0	16,0 20,0 15,0	29,0 19,0 23,0	- - -	- - -	- - -	- 3,0 2,0
slitina pro ražení	49,0 46,0	12,0 20,0	39,0 34,0	- -	- -	- -	- -
„stříbrná“ fólie	-	-	10,0	-	90,0	-	-
pozlátkové „stříbro“	-	-	8,3	-	91,0	0,4	0,3

Směsi imitující stříbro

KOROZE MĚDI A JEJÍCH SLITIN

Korozní produkty na povrchu kovu významně mění vzhled

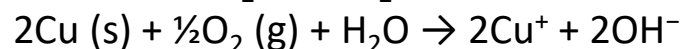
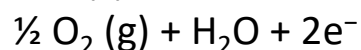
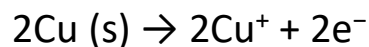
Působením vzdušné atmosféry dochází k pokrytí vrstvičkou CuOx, kdy je Cu¹⁺ a Cu²⁺

Cu¹⁺ jsou většinou bezbarvé, Cu²⁺ jsou především modro-zelené. Barva ovlivněna především nečistotami z prostředí

Často jsou žádoucí a označují se jako patina – dokládají stáří objektu, koroze je velmi pomalá

„Patinou na mědi je myšlena relativně stabilní vrstva korozních produktů, která byla vytvořena přirozenou atmosférickou korozí, nebo byla záměrně uměle vytvořena.“

Je-li na povrchu Cu přítomna H₂, probíhá redoxní děj, za vzniku korozního produktu:



Cu ionty jsou stabilní ve vodných roztocích. V závislosti na pH prostředí se mohou v přítomnosti OH⁻ srážet jako podvojně soli: bazické sírany, chloridy a uhličitany. Všechny tyto soli mají nízkou rozpustnost v neutrálním prostředí, s rostoucí kyselostí roztoku jejich rozpustnost stoupá.

Formy solí se mohou v závislosti na změně prostředí měnit z jedné formy na druhou

Kompaktní vrstva korozních produktů (patina) má ochranný charakter.

Příklady korozních produktů mědi

Minerál	Vzorec	Barva
Kuprit	Cu ₂ O	Červená
Tenorit	CuO	Černá
Brochantit	Cu ₄ SO ₄ (OH) ₆	Zelená
Malachit	Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂	Zelená
Nantokit	CuCl	Světle šedá

Koroze ve vnitřním prostředí

V čisté atmosféře při pokojové teplotě vzniká velmi rychle vrstvička kupritu Cu_2O . Rychlost tvorby klesá s tloušťkou jeho vrstvy – výsledná vrstva je velmi tenká.

Lokální kontaminace povrchu (otisky prstů) – lokální znečištění sulfidy, chloridy aj. vede za přítomnosti vlhkosti ke vzniku příslušných korozních produktů a vzniku skvrn

Organické kyseliny (mravenčí, octová) přítomné např. ve dřevě

Koroze ve venkovním prostředí

Velmi rychle vzniká vrstvička kupritu. Následně přes ní difundují ionty Cu a v závislosti na elektrolytu vznikají příslušné sírany, uhličitany či chloridy. Ty po delší době tvoří na povrchu vrstvu korozních produktů (od světle zelené přes modrozelenou až po hnědou či černou barvu). Tato zelená vrstva je nazývána patina.

Vznik patiny – dochází k neustále se opakujícímu ovlhčování povrchu a následnému vysušení povrchového elektrolytu za krystalizace bazické soli. Rychlost ovlivněna kyselostí prostředí, 10 a více let. Velmi kyselé deště vrstvu rozpouštějí a odmyývají.



Galvanická koroze

V místech spojení slitiny Cu a Fe konstrukce, např. u bronzových soch

Fe konstrukce se chová jako anoda (méně ušlechtilý kov) a její koroze je výrazně urychlena.

Měď je sice chráněna, ale vlivem objemných korozních produktů Fe může dojít i k poškození slitiny mědi

- Snaha nahradit původní Fe prvky za nerezové, či omezit spojení Fe a Cu vložím elektricky nevodivých podložek (teflon)

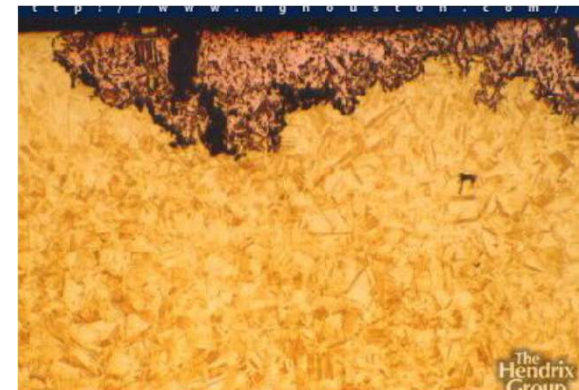
Stékání rozpuštěných korozních produktů Cu na méně ušlechtilé kovy, např. stékání dešťové vody po bronzové soše a následně po Pb destičce v podstavci – urychlení koroze Pb



Selektivní koroze

Odzinkování mosazi – selektivní koroze Zn ze slitiny a vznik houbovitě Cu, nízké pevnosti

Odcínování bronzů, odniklování, odhliníkování aj.

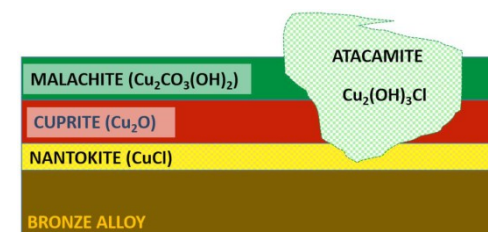


Koroze archeologických předmětů

Koroze v půdě:

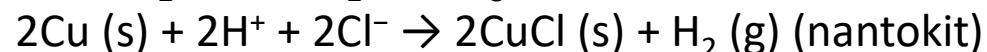
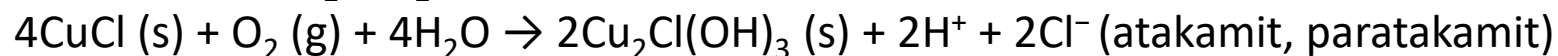
Vrstvy korozních produktů –

- Povrchová vnější vrstva – zeleno-modré zásadité uhličitany (malachit, azurit), chloridy (atakamit) – v této vrstvě bývá otisk původního povrchu nebo otisk organického materiálu či mineralizovaný zbytek organiky
- Střední vrstva – červený kuprit
- Spodní vrstva na jádře – šedo zelený **nantokit** – vzniká pokud je půda bohatá na Cl^- ionty; přítomnost je hlavní příčinou nemoci bronzů



Koroze po vyzvednutí z půdy (druhotná koroze) – **nemoc bronzů** – vznik vředovitých útvarů vyplněných práškovým, světle zeleným korozním produktem – divoká patina. Pod ní vznikají hluboké důlky

Nantokit je stabilní dokud jsou ostatní vrstvy (patina) kompaktní – porušením patiny může nantokit reagovat s O_2 a H_2O



Celý proces se zastaví až po vyčerpání nebo odstranění nantokitu – v extrémním případě rozpad až na jádro

<http://www.getty.edu/publications/artistryinbronze/conservation-and-analysis/35-casaletto/>

UMĚLECKOŘEMESLNÉ VYUŽITÍ SLITIN MĚDI



PRŮZKUM MĚDĚNÝCH PŘEDMĚTŮ

Multidisciplinarita – konzervátor, technolog, muzeolog, památkář, kunsthistorik, chemik, aj.

Upřednostňovány nedestruktivní metody.

Odběr vzorků na základě předchozího průzkumu. Případně po demontáži.

Nejčastější materiály v oblasti konzervování – měď, bronz, arzenové bronz, mosaz, bílé slitiny s niklem a zinkem.

- Určení technologie výroby – lití, kování, tepání, galvanoplatika... - často jen na základě vizuálního pozorování – praxe!
- Stanovení tepelného zpracování – metalografická anl.
- Historický průzkum – analogie, datování, provenience, historie předmětu samotného, účel, využívání, předchozí konzervátorské zásahy
- Dokumentace – fotografie (mikro a makro), endoskopie, RTG, ...
- Průzkum pokovení – metalografie (složení a stav), technologie (oheň, galvanické, plátkové), prvkové složení (XRF)
- Složení pájek
- Složení vlastního kovu – může být zkresleno korozními produkty
- Složení korozních produktů (XRD) – odhalení příčin poškození, určení prostředí v němž se předmět nacházel, rozlišení patiny přirozené a umělé (prvkové a fázové složení)
- Návrh na výměnu konstrukčních prvků a jejich statické posouzení

Archeologické předměty

- Stav poškození, tvar předmětu – RTG
- Složení korozních produktů – vypovídá o podmínkách uložení, prevence nemoci bronzů
- Otisky organických materiálů – otisky dřevěných rukojetí, textilií, prstů, rostlin... - často reálné zbytky (vlasy) díky biocidnímu charakteru iontů mědi na mikroorganismy

KONZERVOVÁNÍ – DEMONTÁŽ A MONTÁŽ

Představuje riziko – pouze pokud je to nezbytné!!

Podrobná fotodokumentace, případné zakreslování jednotlivých dílů.

Podrobné a promyšlené značení dílů

KONZERVOVÁNÍ – ZÁSAHY IN SITU

Prostředí a okolní materiály – vyloučit jejich poškození – např. zábaly, pastovité čisticí prostředky, separace materiálů

KONZERVOVÁNÍ – ČIŠTĚNÍ POVRCHŮ

Vychází ze zvoleného postupu celého zásahu a z požadavků na další funkci

Rozhodnout o zachování x odstranění patiny – ovlivněno např. dalším doplňováním

Technologie čištění vychází z výsledků průzkumu – materiálové složení; původní povrchové úpravy; druhy korozních produktů, krust a depozitů; dochovaný konzervační přípravek

Neexistuje univerzální návod.

Obecně – původní povrch, včetně povrchové úpravy, by neměl být poškozen

MECHANICKÉ ČIŠTĚNÍ

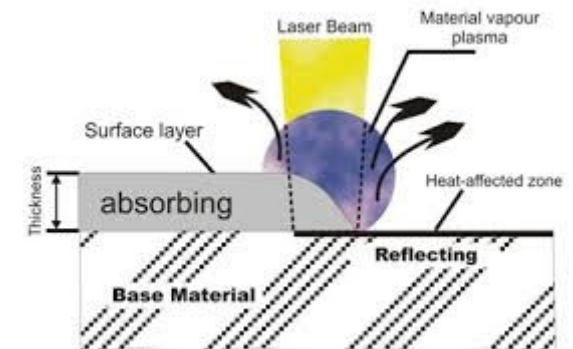
Umožňuje lokální odstranění nečistot, nezanechává rezidua čistících prostředků, lze zachovat ušlechtilou patinu /lesklá stabilní vrstva korozních produktů)

Časově náročnější, vyžaduje zručnost a zkušenosti

- Běžné čištění – kartáčky, skalpely apod.
- Broušení a leštění – srážená křída, mletá pemza, následné odstranění reziduí v ultrazvukem
- Tryskání – u mědi méně časté (poškození leštěných povrchů). Lze ho ovlivnit druhem abraziva, tryskacím tlakem, úhlem tryskání – lépe nižší tlaky a jemnější abrazivo (balotina, mleté ořechové skořápky)
- Ultrazvukové skalpely (tryskání vodou) – povrch musí mít dostatečnou tloušťku a musí být stabilní, aby odolal tlaku
- Laserové čištění (laserová ablace) – velmi šetrné k podkladovému kovu

<https://lasercistenici.cz/video/>

<https://www.youtube.com/watch?v=nbs8z8x16IU>



CHEMICKÉ ČIŠTĚNÍ

Kromě složení lázně ovlivňuje rychlost i teplota, doba působení, míchání, kombinace s mechanickým čištěním

Problematické je čištění podkorodovaných povrchových úprav
separace ploch pomocí laků a vosků

Oplach v teplé destilované vodě, případně ultrazvuku. Několikahodinové vysoušení při 80–90 °C

- Vodný roztok Chelatonu III (5–10%) – kation kovu se váže do stabilního komplexu; lze odstranit i velmi odolný červený Cu_2O ; kombinuje se s mechanickým čištěním silonovými kartáčky nebo ultrazvukem.
Vizuální kontrola – Chelaton III za přítomnosti O_2 rozpouští vlastní kov
- Alkalická Roschelova sůl – 50 g/l NaOH a 150 g/l $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
- Alkalický glycerin – 150 g/l NaOH a 40 ml/l glycerinu
- Calgonit – 150 g/l $(\text{NaPO}_3)_{15-20}$
- Pufrovaný roztok kyseliny citronové – 25 g/l $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ a 14 ml/l 25% NH_3
- Roztok tripolyfosforečnanu sodného (E 451) - 5–20 g/l $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ – převádí do komplexu Ca soli, nenapadá minerály Cu
- Kyselé lázně – velmi rychle rozpouští korozní produkty, ale i vlastní kov – použití jen výjimečně; např. 5–10% $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ nebo 5–10% H_3PO_4 , výjimečně u odolných kruz 3–5% HNO_3 ,
- 5–10% H_2SO_4
- Alkalické lázně – do 15 % NaOH, 25 % NH_3 – pomalé rozpouštění kupritu

KONZERVOVÁNÍ – MECHANICKÉ OPRAVY A DOPLŇOVÁNÍ

MECHANICKÉ OPRAVY A ÚPRAVY

Pájení – pájka = roztavený kov či slitina s nižším b_t než pájený kov,

- Nízkotavitelné pájky (pod 450 °C) – Sn-Pb, Pb-Ag, Sn-Zn
- Těžkotavitelné – slitiny na bázi Cu-Ag, pro měděné i bronzové předměty

Lepení, nýtování

Obvykle alternativní technologie nahrazující původní postup, např. místo letování se spoj podloží a nýtuje nebo lepí

DOPLNĚNÍ CHYBĚJÍCÍCH ČÁSTÍ

Zásady doplňování

- Nedoplňovat neexistující části – nejasná forma a tvar
- Vyrobit doplňovaný díl ze stejného materiálu a stejnou technologií
- Rozhodnout, zda doplněný díl bude odlišen
- Nezvládnutí původní techniky není důvodem k volbě techniky jiné
- Všechny doplňky nezbytně uvést v závěrečné zprávě

KONZERVOVÁNÍ – POVRCHOVÉ ÚPRAVY - PATINOVÁNÍ

- *patinou* se rozumí **přírozená** nebo **umělá** vrstva (oxidická nebo oxidicko-solná) na povrchu předmětů z mědi, bronzu a jiných měděných slitin, případně i jiných kovů
- patinování může být provedeno chemicky nebo elektrochemicky
- dává povrchu kovu určitou barvu a vnější vzhled, v jisté míře izoluje kov od okolního prostředí a zabraňuje jeho korozi
- přírozená nebo umělá patina na bronzových muzejních sbírkových předmětech, sochách, archeologických nálezích nemá jen funkci ochrannou a dekorativní, ale dotváří také umělecký vzhled předmětu
- během patinování se rozpouští povrchová vrstva očištěného kovu v patinující lázni a vytváří se vrstva z oxidů a solí ⇒ každé další patinování vede k částečnému rozpuštění kovu
- umělé patiny nejsou stálé v atmosférických podmínkách a patinované předměty je třeba chránit vrstvou **vosku, laku** nebo fermeže
- tyto organické látky však mají jen dočasně plní svou ochrannou funkci, a pak se nerovnoměrně narušují, přitom vrstva praská a olupuje se a vznikají přitom ohniska měnící se patiny
- při opakovaném patinování je třeba všechny organické nátěry odstranit což může být s ohledem na reliéf povrchu složitým úkolem

PŘIROZENÁ PATINA

Oxidační ochranná vrstva tvořená korozními produkty – výrazně zpomaluje další korozi

Kompaktní, souvislá světle zelená vrstva brochantitu $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$, antleritu $\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$ či posnjakitu $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Vzniká mnoho let

UMĚLÁ PATINA

Řízená koroze s následným zpracováním korodovaného povrchu

Provázena úbytkem vlastního kovu – korozní úbytek je několikanásobně (3–10 ×) vyšší než u přirozené patiny – nepředstavuje významné zeslabení plastiky či plechu

Nevýhody - poréznější a méně kompaktní než přirozené; vrstva není dostatečně svázána (přilnavá) s podkladem (lze dosáhnout opakovaným vysycháním a ovlhčováním); částečně smývatelné vodními srážkami (vyšší obsah vodorozpustných složek); nevhodné změny vzhledu

Nepřilnavé přebytečné vrstvy se odstraní kartáčováním

Častá finální úprava při restaurování – vyžaduje znalosti a praxi

Hnědá patina – vodné roztoky polysulfidů, vznikají vrstvy sulfidů mědi, sklon k trhlinám

Zelená patina – roztok $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$; po tepelném zpracování vznikají bazické dusičnany mědi, barvu lze ovlivnit příměsemi solí jiných kovů; vrstvy jsou tenké, málo soudržné, nekompaktní a poréznější než tmavá patina

Sirná játra Na_2S_n – např. 250 g práškové síry a 140 g NaOH na 1 litr vody

Nejčastější a nejosvědčenější metoda. Lze nanášet na odmaštěný a jemně zbroušený předmět ponorem či nátěrem.

Aplikace umělých patin

- **Přímá patinace** – přímé nanesení roztoků na povrch objektu pomocí tampónů – vzniká tenký povrchový film, po vysušení se setřou nepřilnavé části a aplikace se opakuje až do požadované patiny
- **Patinace v parách** – objekt je vystaven působení chemických par v uzavřeném systému, mohou vznikat rozdílně barevné povrchy, nelze použít na 3D objekty
- **Patinace ponorem** – ponoření celého objektu do roztoku, často za horka, postupně vznikají oxidy s okrovým, červeným až hnědým zbarvením, další patinací vznikají žluté až zelené vrstvy; neumožňuje víc odstínů na ploše, nevhodné pro rozměrné objekty
- (patinace poléváním – použití na rozměrné objekty, nevede k dostatečně homogenní a barevně sjednocené vrstvě)
- **Patinace za tepla** – především tmavé barvy, i lokální patinace, vrstva patiny relativně tenká, často jako předběžná úprava pro další patinací
- **Patinace postřikem** – suspenze bazických solí mědi, částice jsou fixovány na povrchu voskovým pojivem naneseným po zaschnutí suspenze

Dopatinování

Dopatinování např. doplněných částí - komplikované dosažení shodné barevnosti, vlivem transformace umělé patiny s projeví rozdíly

KONZERVACE ARCHEOLOGICKÝCH PŘEDMĚTŮ

Téměř vždy pokryty vrstvou korozních produktů – cílem je zachovat a stabilizovat ji.
Jejich odstraněním by většinou zůstalo pouze torzo kovového jádra bez původního tvaru.

Dokumentace nálezového stavu – očištění na původní povrch – stabilizace

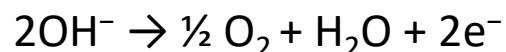
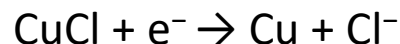
- Ušlechtilá patina – lesklá stabilní vrstva korozních produktů, která velmi dobře kopíruje původní povrch.
- Nesoudržná světlezelená kyprá vrstva – divoká patina – u aktivně korodujících předmětů – nezbytná stabilizace
- Otisky a zbytky org. materiálů – zachovat.
- Čištění – mechanické, pod stereomikroskopem, skalpel, skleněná vlákna, mikrotryskání (skleněná balotina, mleté ořechové skořápky), broušení leštění, ultrazvukové skalpely a jehly. Odstranit zbytky ulpívající na povrchu a v prohlubních
- - chemické – může poškodit vrstvu ušlechtilé patiny, obtížní kompletní odstranění reziduí, většinou jen u nálezů bez ušlechtilé patiny; roztok Chelatonu III, 5–20% roztok $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ (odstranění vápenatých krust)
- Pokovené předměty – zachovat pokovení; často podkorodovány; mechanické čištění a fixace lakem; chemické čištění může způsobit rozpouštění či odpadávání
- Velmi křehké předměty – zpevnění ponorem do roztoků laků (Paraloidy, Veropal), roztok cyklododekanu (postupně se odpaří)
- Spojování – pouze lepení; gelová kyanakrylátová, epoxidová

KONZERVACE – STABILIZACE

Nebezpečí aktivní koroze je stále, ovlivněno především změnou (nárůstem) vlhkosti prostředí – aktivace CuCl a vznik nemoci bronzů. Především v drobných prasklinách a kde je porušena ochranná patina.

Metody stabilizace

- Vyluhováním chloridů v destilované vodě – výměna lázně, několi týdnů
- Ultrazvuková lázeň – jen u předmětů mechanicky stabilních – neodstraňuje chloridy, následné ošetření benzotriazolem
- Ponoření do 5–10% roztoku seskvikarbonátu sodného $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$, při pH 10 se CuCl přeměňuje na kuprit Cu_2O za uvolnění Cl^- a vzniku dobře rozpustného NaCl; pomalé, narušována patina – pouze pro předměty s rozsáhlou a opakovanou aktivní korozi, několikedenní vymývání, celkově několik měsíců
- Elektrolytické odstranění chloridů – nejefektivnější, volbou vhodných parametrů se redukuje pouze CuCl a ne Cu_2O



Anoda – síť z nerezové oceli, konzervovaný předmět je katodou, elektrolyt 1–5% $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$, udržování konstantního potenciálu

- Stabilizace benzotriazolem (BTA) – pasivace kovového povrchu 3% roztokem BTA v EtOH po dobu až 3 dnů. Chloridy se neodstraňují, pouze částečná ochrana; porušením ochranné vrstvy se koroze aktivuje. Slouží i jako inhibitor koroze
- Nezbytné sledovat koncentraci Cl^- a lázně vyměňovat

ZÁVĚREČNÁ KONZERVACE

Povrch dokonale odmaštěn a následně vysušen (5–6 hodin při 90 °C).
Ihned po sušení se provádí závěrečná konzervace

Očištěný, pasivovaný, odmaštěný a vysušený povrch předmětů je nutné uzavřít

Transparentní laky a vosky s přídavkem BTA

Lakování

Laky – paraloid B72, B44, Incralac, veropal KP 709 rozpuštěné v toluenu či xylenu

Lakování ponorem

V exteriéru je potřeba rekonzervovat

Voskování

Včelí vosk, mikrokryalické vosky (revax) většinou v benzínu

Nanášení štětci, snadněji na nahřáté předměty

Leštění jemnými kartáči

Vosky lze kombinovat s pigmenty

Vždy alespoň 2 vrstvy laku či vosku. Lze je kombinovat

Silikonové oleje – předměty bez korozních produktů

PREVENTIVNÍ KONZERVACE

Závěrečná zpráva by kromě použitých postupů a materiálů měla obsahovat i informace jak s předmětem manipulovat, o uložení, vystavování a běžné údržbě.

Nebezpečí druhotné koroze především u archeologických předmětů.

Podmínky uložení:

Co nejnižší RH – pod 30 %

Uložení v plastových krabicích, ve kterých lze s využitím silikagelu udržovat velmi nízkou RH (kolem 10 %)