



Projekt oblasti podpory OP VK „Další vzdělávání
pracovníků kulturních institucí Královéhradeckého kraje“



Restaurování a konzervování sbírek muzejní povahy – obecné kovy, military

Jiří Kmošek



metodika přednášky



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Úvod

Každý konzervátor, restaurátor, správce sbírky či laik si musí vždy před každým zásahem do památky uvědomit rizika spojené s jeho činností. Bez předchozího obsáhlého průzkumu památky (analýzy složení materiálu, složení korozních produktů, identifikace doprovodných materiálů a povrchových úprav, charakter původního vzhledu, atd.) a bez praktické zkušenosti s restaurováním v daném oboru není možné jakkoliv hlouběji vstupovat do památky a měnit její charakter. Veškeré zásahy na památkách zapsaných na seznamu Nemovitých kulturních památek ČR se omezují pouze na oblast preventivní konzervace, tj. volby vhodných konzervačních zásahů a vhodného klimatického prostředí uložení památky. Veškeré doplňování poškozených nebo chybějících částí odpovídajícím materiálem se řídí v souladu s všeobecně uznávanými etickými principy a smí je provádět pouze kvalifikovaný konzervátor-restaurátor¹.

Restaurování a konzervování sbírkových předmětů z železa a jeho slitin

Při restaurování železných předmětů se v zásadě nabízejí dva možné přístupy v závislosti na stupni korozního napadení. U předmětů s malým stupněm zkorodování - velmi slabou vrstvou korozních produktů je nejúčinnější úplné odstranění korozních produktů (rzi) i s obsaženými agresivními anionty (elektrolytický, mikrotryskáním, dříve mořením v kyselině fosforečné) a následnou konzervací čistého kovového povrchu. U předmětů se silnou vrstvou korozních produktů (zejména u archeologických nálezů) je nutné zachovat vrstvu korozních produktů s informací

o původním tvaru předmětu, avšak zbavit je korozně agresivních aniontů - provést stabilizaci.

U železných předmětů se preferuje lokální mechanické odstraňování korozních produktů pomocí ocelových kartáčů, jemných ocelových vat, skalpelů nebo jemné rotační čištění pomocí ultrazvukových skalpelů či jehly. U větších předmětů se používá tryskání ve volném prostoru (pískové abrazivo, průměr trysky okolo 5 mm), u menších předmětů laboratorní mikrotryskání v uzavřené kabině (korund, skleněná balotina, průměr trysky do 1 mm). Z chemických postupů čištění je možné použít nasycený roztok Chelatonu III, případně 20% tanátovací roztok s přídavkem kyseliny orthofosforečné². Pro odstraňování vápenných krust je účinný vodný roztok tripolyfosforečnanu sodného (hexametafosforečnan sodný - 5-20 g/l). Ve všech případech je nutno volit pracovní podmínky podle stavu předmětu a charakteru jeho povrchu³. Odstraňování nefunkčních podkorodovaných nátěrů je voleno individuálně po předchozím důkladném konzervátorsko-restaurátorském průzkumu, více v kapitole Zásady restaurování povrchových úprav historických kovových předmětů.

Ke stabilizaci očištěného kovového povrchu se zbytky korozních produktů se přednostně používá 20% roztok čistého taninu v destilované vodě s přídavkem ethanolu (zlepšuje smáčivost povrchu). Tanin s korozními produkty na povrchu vytváří stabilní sloučeniny tanátů železitých a za přítomnosti kyslíku a vzdušné vlhkosti tvoří žádoucí pevné komplexy⁴. Aplikace tanátového roztoku se provádí na zahřátý železný povrch zbavený nepřilnavých a volně vázaných korozních produktů metodou vtírání roztoku do povrchu kartáčkem či tuhým štětcem. Proces se opakuje po cca 24 hodinách, dokud se nedocílí kompaktní tmavě hnědý až modročerný povrch. Při následné aplikaci laku se povrch jeví černě a to v případě nečerněných předmětů není z etického hlediska vhodné. Pro konzervaci velkých exteriérových železných předmětů se používá přípravek Pragokor 100, který obsahuje kromě taninu i kyselinu fosforečnou a sloučeniny inhibující korozi. Po aplikaci přípravků obsahující mimo taninu i kyselinu orthofosfo-



rečnou je nutné provést po aplikaci oplach vykryštalizovaných zbytků chemických sloučenin destilovanou vodou. Očištěný, odrezaný, stabilizovaný a vysušený povrch předmětů je nutné uzavřít, vytvořit bariéru proti vzdušné vlhkosti, vodě a stimulatorům koroze. Železné předměty bez povrchových úprav jsou podle velikosti sušeny v horkovzdušné sušárně při 110°C pod dobu nejméně 3 h a následně v teplém, ne horkém stavu opatřeny konzervační látkou. Závěrečná konzervace je prováděna různými konzervačními prostředky, převážně transparentními laky, vosky a pro krátkodobou ochranu se používají konzervační oleje (více v kapitole Metody konzervace sbírkových předmětů z obecných kovů).

Restaurování a konzervování sbírkových předmětů z mědi a jejích slitin

Stejně jako v případě železných kovů, přístup k restaurování sbírkových předmětů ze slitin mědi dělíme do dvou skupin. V prvním případě má být zachována původní vrstva korozních produktů, která obsahuje množství informací o stáří, podmínkách uložení předmětu a tvoří nedílnou součást autenticity předmětu (archeologické nálezy). V druhém případě je jedná o kompletní odstranění korozních produktů až na kov (zejména u sbírkových předmětů mladší datace, zachovávající si svou původní funkci). Při volbě technologie čištění povrchu je nutné vycházet z poznatků průzkumu: složení materiálu, původní povrchové úpravy, druhy korozních produktů, krust a depozitů, případně pozůstatky konzervačních prostředků. U pokovovaných předmětů je nutné stanovit původní technologii pokovování. U odstraňování nečistot se nejvíce preferují metody mechanického čištění, které se dají

aplikovat lokálně a nezanechávají po sobě residua čistících prostředků. Při broušení a leštění používáme jako abraziva mletou pemzu a sraženou křidu. Dále můžeme při lokálním čištění povrchu s ohledem na zachování patiny použít technologii mikrotryskání a ultrazvukového skalpelu. V případě kompletního odstranění korozních produktů (patiny) použijeme chemické metody čištění a to nejčastěji používaný 5-10% vodný roztok Chelatonu III v kombinaci s ultrazvukem nebo silonovými kartáči. Celý proces je nutno vizuálně kontrolovat, protože za přítomnosti kyslíku Chelaton III rozpouští i samotný kov. Pokud je nutné odstranit i těžko rozpustný oxid měďný, přidává se do roztoku po kapkách 30% roztok peroxidu vodíku⁵. Dále je možné použít ke kompletnímu odstranění korozních produktů použít i 5-10% roztok kyseliny octové nebo citronové a 10-15% roztok amoniaku⁶. Po práci s kyselými roztoky je nutné povrchy kovů následně důkladně omýt destilovanou vodou. U předmětů ze slitin mědi se obvykle před konzervací aplikuje inhibitor koroze. Základním inhibitorem je Benzotriazol, který se aplikuje několikahodinovým ponorem předmětu do 3% roztoku Benzotriazolu v ethanolu a následným oplachem, nebo se přidává přímo do konzervační látky. Předmět je nutné před konzervací dlouhodobě vysoušet při teplotě okolo 100°C. Konzervace se provádí stejně jako u ostatních obecných kovů aplikací vrstvy transparentního laku, vosku či oleje.



Restaurování a konzervování sbírkových předmětů z cínu, olova a jejich slitin

Slitiny cínu s olovem jsou poměrně měkké a jejich povrch může být proto snadno poškrábán a deformován. Narušená pocínovaná vrstva, zejména pokud je podkorodovaná se velmi snadno odlupuje. Veškerý konzervátorský-restaurátorský zásah se odvíjí podle přesné identifikace složení kovového materiálu a korozních produktů. Obecně platí, že cínové předměty vytváří na povrchu stabilní patinu, kterou není nutné dalším leštěním odstraňovat. Lokální korozní stopy (např. po otisku lidských rukou) je možné z povrchu odstranit pouze leštící vatou. U slitin Sn-Pb je šedá patina z estetických důvodů žádaná a je vhodné ji zachovat. Povrch těchto slitin bývá vlivem lokální koroze pokryt tmavými skvrnami, mylně označovanými za cínový mor, které mají charakter puchýřků nebo důlků a jejich odstraňování se v zásadě neporučuje. V případě odstraňování hrubých nečistot a korozních zplodin z povrchu předmětu je dobré využít kombinace mechanických a chemických metod. Při mechanickém čištění skalpely, skelnými vlákny, mikrotryskáním je nutno postupovat velmi opatrně, protože korozní produkty olova a cínu jsou mnohdy mnohem tvrdší než samotný kov. Dále u předmětů obsahující větší koncentraci olova hrozí při mechanickém čištění velké riziko otravy vzhledem k jeho vysoké toxicitě. Základní postup chemického čištění spočívá v rozpouštění korozních produktů cínu a olova v 3-5% roztoku Chelatonu III v kombinaci s ultrazvukovým či mechanickým čištěním. Cínové předměty s dostatečně zchovalým kovovým jádrem je možné čistit zároveň v koncentrovaném roztoku NaOH s následným dostatečným oplachem⁷. Ochranné prostředky se vždy volí s ohledem na budoucí uložení předmětu, více v kapitole Metody konzervace sbírkových předmětů z obecných kovů.

Restaurování a konzervování sbírkových předmětů ze zinku a jeho slitin

Zinek je amfoterní kov, reaguje ochotně s kyselinami i louhy za jeho rozpouštění a současného uvolňování vodíku. Zinkové slitiny byly v minulosti hojně opatřovány svrchní ochrannou vrstvou nátěrů, na které je nutné brát při restaurování-konzervování brát zřetel a bez předchozího důkladného průzkumu je neodstraňovat. Pro odstraňování korozních produktů z povrchu zinku je možné použít 5-10% roztok Chelatonu III, případně 5% kyselinu sírovou, ale nejšetrnější je použití 1-5% kyseliny amidosulfonové, která má navíc inhibiční účinek a minimálně rozpouští kov⁸. Zinek se velmi snadno rozpouští v kyselých roztocích, proto je nutné tyto operace provádět velmi krátkodobě s pravidelnou kontrolou stavu materiálu. Při použití veškerých kyselých nebo alkalických roztoků při čištění kovových předmětů je nutné provádět zároveň dokonalý oplach v destilované vodě, aby se zabránilo pokračujícímu rozpouštění kovu zbytky čistícího prostředku. Chemické čištění je velmi dobré kombinovat s mechanickým čištěním (kartáči), které proces výrazně urychluje. Povrch zinku je možné pasivovat (snížit reaktivitu povrchu s okolní atmosférou) metodou fosfátování nebo chromátování v roztoku kyseliny fosforečné či chromové. Pasivaci je dobré provádět jako podklad pro následný ochranný film z konzervační látky, zvýší se tak výrazně korozní odolnost. Konzervace zinkového povrchu se jako u jiných kovů provádí akrylátovými laky, mikrokrystalickými vosky, nebo jejich kombinací.

Metody čištění sbírkových předmětů z obecných kovů
Čištěním odstraňujeme z povrchu předmětů nečistoty, korozní produkty se stimulatory koroze nebo také již nefunkční ochranné nátěry. Důležité je zdůraznit, že cílem ošetření je zachování těch korozních vrstev, které již



vytváří „původní“ povrch předmětu⁹. U silně zkorodovaných předmětů je lepší volit metody stabilizace korozních produktů, aby nedošlo k poškození detailů původního povrchu obsaženého v korozních produktech.

Předměty je nutné nejprve odmastit v destilované vodě za zvýšené teploty (60°C) s přidavkem detergentu (Syntapon L), případně v ultrazvukové vaně. Ultrazvukové čištění je možné použít pouze u předmětů se zaručenou stabilitou a soudržností. V současné restaurátorské praxi se velmi hojně využívají k mechanickému čištění abrazivní metody (mikrotryskání). Jako abraziva se používá korund, skleněná balotina, mleté ořechové skořápky, plastová drť, atd. Pro lokální čištění je často používáno broušení (mikromotor, mikrofrézka) a odpovídající abrazivní materiál. Mezi základní a dostupné čistící pomůcky se řadí čištění skelnými vlákny, skalpely, či kovové kartáčky. Při mechanickém čištění je vždy nutné brát ohled na tvrdost materiálu čistícího nástroje a čistěného materiálu, aby nedocházelo k jeho poškození. Odstraňování starých nátěrových systémů a jiných konzervačních látek je prováděno v příslušných organických rozpouštědlech (methylenchlorid, technický benzin, toluen, aceton, xylene, atd.). Pro odstraňování korozních produktů z povrchu kovových předmětů jsou používány metody založené na chemické reakci mezi kovem a danou chemickou látkou. Jednotlivé metody jsou rozepsané výše, ale je nutné opět připomenout rizika spojené s těmito postupy.

Metody lepení a tmelení sbírkových předmětů z obecných kovů

Metody lepení a tmelení nahrazují klasické řemeslné technologie jako nýtování, sváření, šroubování, někdy pájení a jsou používány v případech, kdy je nepřipustné použití klasických způsobů spojování. Druh lepidla je vždy pečlivě volen podle charakteru lepeného spoje a jeho materiálu. Lepení a tmelení vždy předchází očištění povrchu od nesoudržných vrstev korozních produktů a prachových nečistot, ale vždy s ohledem na charakter materiálu. Lepený a tmelený spoj musí splňovat požadavek na soudržnost a reverzibilitu, proto se většinou před každým lepením povrch opatřuje vrstvou konzervační látky (akrylátového laku), který zpevní povrch a napomůže k lepšímu odstranění i velmi špatně rozpustitelných materiálů. Pro velmi mechanicky namáhané spoje se používá podlepení spoje z nepohledové strany pomocí hedvábné krepelíny, nebo síťky ze skelných vláken. Pro lepení kovů jsou velmi vhodná lepidla na bázi syntetických polymerů (Loctite 243, Bison Power adhesive, CHS Epoxy 1200, atd.). Pro lokální lepení velmi málo mechanicky namáhaných spojů jsou používána rychle tuhnutí kyanakrylátová (vteřinová) lepidla značky Loctite. Pro více namáhané spoje jsou osvědčená dvousložková epoxidová lepidla s kovovým plnivem značky Bison Epoxy. Pro tvarové rekonstrukce a doplňování materiálu je vhodné použít epoxidové pryskyřice značky Syncolor – CHS Epoxy 1200 nebo komerční hojně používaný produkt Araldit.



Metody konzervace sbírkových předmětů z obecných kovů

Pro krátkodobou ochranu kovových materiálů je možné použít minerální oleje, jejich velkou výhodou je jejich snadná odstranitelnost. Zde je nutno podotknout, že před aplikací každé konzervační látky je nutné mít předmět dobře vysušen (v horkovzdušné sušárně při 100°C po dobu několika hodin). Mezi snadno odstranitelné konzervační látky patří i vosky živočišného a rostlinného původu (včelí, karnaubský) a syntetické vosky (parafin, mikrokrytalický vosk). V současné praxi je preferováno použití mikrokrytalických vosků, které jsou dodávány s inhibitory koroze a jsou schopny poskytnout kovu kvalitní ochranu na poměrně dlouhou dobu. Vosky jsou na očištěný kovový povrch nanášeny v tekutém stavu rozpuštěné v organickém rozpouštědle (technický benzin). Nátěr je lepší po zaschnutí opakovat a na závěr provést rozleštění vosku jemným žíněným kartáčkem. Kvalitní a transparentní ochranu kovového povrchu poskytují laky na bázi syntetických pryskyřic a polymerů, u nás velmi používané laky Paraloyd B72 a Veropal KP 709. Tyto látky je možné nanášet na kov v předem připravené koncentraci, rozpuštěné v daném organickém rozpouštědle (toluen, xylol). Pro zaručenou ochranu kovu je prováděn dvojí nátěr (u menších předmětů ponor) v 10-15% roztoku dané látky. Velmi často je používáno v konzervátorské-restaurátorské praxi kombinace lakové a voskové vrstvy, které zaručují velmi kvalitní ochranu kovu, ale vosk zároveň plní funkci zmatnění lakové vrstvy do přijatelného estetického stavu.

Zásady restaurování povrchových úprav historických kovových předmětů

Historické povrchové úpravy kovových předmětů, jako například zlacení, cínování, chromování, ale třeba i historické nátěry aplikované na povrchu kovových památek jsou velmi hodnotnou součástí památky¹⁰. Bez hlubší znalosti těchto povrchových úprav a obsáhlého restaurátorského-konzervátorského průzkumu památky je nemožné vstupovat hlouběji při ošetřování předmětu, ale je nutné respektovat citlivý konzervátorský přístup, který částečně zabrání degradaci materiálu a nepoškodí cenné povrchové úpravy.

Preventivní ochrana sbírkových předmětů z obecných kovů

Preventivní ochrana kovových objektů představuje stálou péči o úložné prostory, kontrolu, eventuálně snižování relativní vlhkosti prostředí, zkvalitňování úložných prostor, balení předmětů do inhibičních papírů, pravidelnou kontrolu stavu předmětů¹¹. Ideální požadavky na uložení a manipulaci s kovovými předměty (Podle Kopecká 2002, str. 36, 37):

- stabilní klima (relativní vlhkost 30-40 % pro samotné kovy, teplota 15-20°C)
- omezení polutantů v úložných prostorách
- vhodný mobiliář (vyloučit dřevotřísku, dubové dřevo, nátěry uvolňující agresivní látky)
- zajištění předmětů proti pádu



- dostatečný úložný prostor (eliminace doteku dvou různých kovů)
- pravidelná kontrola (vyhledávání výskytu aktivní koroze)
- pravidelná údržba (odstraňování prachu a obnova konzervační látky v pravidelných intervalech)
- manipulovat s předměty v bavlněných rukavicích a zabránit tak přímému kontaktu rukou s povrchem předmětu

V tabulce č. 1 jsou uvedeny rizikové faktory pro obecné kovy a základní projevy jejich poškození.

Tab. č. 1 – souhrnná tabulka rizikových faktorů pro obecné kovy (Podle Kopecká 2002)

Kov	Rizikové faktory	Poškození
železo	zvýšená vlhkost, oxid siřičitý, sírany, chloridy, lidský pot	černání, koroze
měď a její slitiny	zvýšená vlhkost, oxid siřičitý, oxid uhličitý, ozón, chloridy, sirovodík, čpavek, organické kyseliny, lidský pot	koroze, důlková koroze, tvorba neušlechtilé patiny
cín	zvýšená vlhkost, organické kyseliny a aldehydy, lidský pot, dlouhodobě nízká teplota	koroze, rozpad krystalické struktury (cínový mor - je následkem dlouhodobě nízké teploty)
zinek, olovo	zvýšená vlhkost, oxid uhličitý, sirovodík, organické kyseliny a aldehydy, lidský pot	koroze
různé kovy kromě zlata	uskladnění různých kovů pohromadě ve vzájemném kontaktu	elektrochemicky urychlená koroze méně ušlechtilého kovu



Poznámky

- 1) KOLEKTIV AUTORŮ: Konzervování a restaurování kovů, Technické muzeum v Brně, 2011, str. 19
- 2) NIKITIN, M. K., MELKOVA, E. P.: Chemie v konzervátorské a restaurátorské praxi, Masarykova univerzita v Brně, 2003, str. 132.
- 3) KOLEKTIV AUTORŮ: Konzervování a restaurování kovů, Technické muzeum v Brně, 2011, str. 414.
- 4) KOLEKTIV AUTORŮ: Konzervování a restaurování kovů, Technické muzeum v Brně, 2011, str. 415.
- 5) KOLEKTIV AUTORŮ: Konzervování a restaurování kovů, Technické muzeum v Brně, 2011, str. 454.
- 6) NIKITIN, M. K., MELKOVA, E. P.: Chemie v konzervátorské a restaurátorské praxi, Masarykova univerzita v Brně, 2003, str. 109.
- 7) KOLEKTIV AUTORŮ: Konzervování a restaurování kovů, Technické muzeum v Brně, 2011, str. 557.
- 8) KOLEKTIV AUTORŮ: Konzervování a restaurování kovů, Technické muzeum v Brně, 2011, str. 584.
- 9) KOLEKTIV AUTORŮ: Konzervování a restaurování kovů, Technické muzeum v Brně, 2011, str. 537.
- 10) KOLEKTIV AUTORŮ: Konzervování a restaurování kovů, Technické muzeum v Brně, 2011, str. 82.
- 11) KOPECKÁ, I.: Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené, Státní ústav památkové péče v Praze, Praha 2002, str. 36.

Doporučená literatura

- ČUPR, V., PELIKÁN, J. B.: Základy konzervace kovů v muzeích, Praha 1963.
- KOLEKTIV AUTORŮ: Konzervování a restaurování kovů, Technické muzeum v Brně, 2011.
- KOPECKÁ, I.: Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené, Státní ústav památkové péče v Praze, Praha 2002.
- KUBIČKA, R., ZELINGER, J.: Výkladový slovník malířství, grafiky a restaurátorství, Praha 2004.
- NIKITIN, M. K., MELKOVA, E. P.: Chemie v konzervátorské a restaurátorské praxi, Masarykova univerzita v Brně, 2003.
- STAMBOLOV, T.: Koroze a konzervace kovových památek a uměleckých děl, Praha 2001, překlad J. Zelinger.
- ZELINGER, J., ŠIMŮNKOVÁ, E., KOTLÍK, P.: Chemie v práci konzervátora a restaurátora, Praha 1982.

**Restaurování a konzervování sbírek
muzejní povahy – obecné kovy , military**
metodika přednášky

Jiří Kmošek

oddělení konzervování-restaurování kovů

SUPŠ a VOŠ Turnov
Skálova 373, 51101 Turnov
tel. +420 731 773 376
e-mail: jirkakmosek@seznam.cz
www.sups.info

Muzeum východních Čech v Hradci Králové

Eliščino nábřeží 465, 500 01 Hradec Králové 1
tel.: +420 495 512 391, +420 495 512 392
e-mail: muzeum@muzeumhk.cz
www.muzeumhk.cz



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ