

Zásady restaurování slinuté keramiky

Rekonzervační zákroky

Ljuba Svobodová, Archeologický ústav AV ČR, Praha, v.v.i. Oddělení záchranných výzkumů, pracoviště Restaurátorské laboratoře, Keramická laboratoř, Letenská 123/4, 118 01 Praha 1 – Malá Strana

Informace a doporučení v tomto příspěvku se opírají o dnešní stav vědomostí, vyplývají z momentálně nejlepších zkušeností autorky a jsou poskytovány v dobré víře. Nicméně nelze je chápat jako 100 % záruku úspěchů. Uživatelé by si měli vytvořit své vlastní kontrolní testy, zkoušky, aby určili použitelnost těchto postupů nebo vhodnost jakéhokoliv z uváděných produktů pro své vlastní konkrétní účely. Při volbě každého pomocného materiálu je třeba stanovit korektní kritéria požadovaná na materiálovou bázi pro konzervátorské zásahy. Reálné ošetření objektů je vždy třeba přizpůsobit konkrétním podmínkám. Vždy je nutné dodržovat bezpečnostní návody výrobce používaných pomocných materiálů, pravidla bezpečnosti a ochrany zdraví na pracovišti.

Identifikace metod konzervace a restaurování slinuté keramiky, používaných v minulosti

Způsoby konzervování a restaurování slinuté keramiky mají svou historii, vyvíjely se a liší se od dnešní praxe. Často se jedná o již překonané konzervační postupy, které z hlediska úrovně dnešního poznání nelze bez výhrad akceptovat. Některé postupy jsou ze současného etického hlediska naprosto nepřijatelné, neboť jsou ireverzibilní a zásadně mění vzhled ošetřovaného exponátu.

Lepení střepů v minulosti

V minulosti byla používaná lepidla v dané době dostupná, oblíbená. Slinuté střepy se lepily z dnešního hlediska kuriózními přírodními - organickými i anorganickými lepidly z různých zdrojů. Dnes se již nepoužívají, protože jsou velmi citlivá na podmínky uložení. Ve vlhkém prostředí jsou napadána plísněmi, rozrušujícími pevnost spoje, hrozí mikrobiální kontaminace. V suchém prostředí naopak spoj křehne a ztrácí pevnost. Některá lepidla v průběhu přirozeného stárnutí vysychají a jejich pevnost se snižuje. Restaurátor musí odstranit staré nevyhovující lepení a uvést exponát do odpovídajícího stavu. Přelepování starých, dnes již nevyhovujících, nepřesně slepených spojů je jednou z častých činností konzervátora. V minulosti se fragmenty často slučovaly neodborně:

- Slepené střepy nebyly umístěny ve správné poloze. Patříčně na sebe nenavazují, nelícují, nepřiléhají.
- Došlo k posunu lepených částí.
- Okolí lomových ploch bývá silně potřísněno lepidlem.
- Stárnutím lepidla degradují - mění své mechanické vlastnosti (spoje se uvolňují a rozpadají) a mění i svou barvu.

Výběr v minulosti používaných lepidel na slinutou keramiku

Organická lepidla rostlinného původu

- Rýžový škrob.
- Šťáva z česneku, moruše.
- Klovatiny - gumy z ovocných stromů, z jaderek lusků svatojánského chleba.

Přírodní pryskyřice

Výrony, mléčné šťávy rostlin, z poraněných keřů nebo z kůry stromů, které vlivem okolního ovzduší tuhnou.

- Bambusová pryskyřice.

Organická lepidla živočišného původu

- Šelak.
- Kaseinová lepidla.

Lepidla různého původu používána na slinutou keramiku

- Sádra. Sádrového podílu bylo více než vody.
- Sádra + „dobrý sýr“.
- Cementy.
- Borax.
- Kamenec (síran) draselnohlinitý.
- Asfaltové emulze.

- Tmely různého, dnes těžko identifikovatelného složení.
- Dentacryl.
- Nitrát celulózy, např. KANAGON.
- Vodní sklo.
- Lepicí pásky, štítky. Lepidlo vysychá a zanechává na střepech lepidivé stopy. Při odstraňování pásky často dochází ke stržení povrchových vrstev, glazury.

Spojování slinuté keramiky bez použití adheziv

- Kovové plomby, nýtky, svorníky ze železa, mosazi, sponky, hřebíčky, čepy. Kovové nýtkování bylo nejrozšířenější metodou scelování keramiky v posledních čtyřech letech. Nýtkování má svůj původ v Číně a rozšířilo se v Evropě a v USA v první polovině 19. století. Technika se používala zejména na porcelán, protože až do vynalezení epoxidů a polyesterových pryskyřic neexistovala lepidla s vyhovující pevností pro slinuté spoje, která by byla schopna spojit sklovitý materiál. Oprava kovovými svorníky vyžadovala značnou zručnost. Na obou stranách lomu byly vyvrtány dírky a do nich byl vsazen a upevněn spojovací prvek, obvykle mosazný nebo železný. Umísťovaly se obvykle na zadní stranu předmětu, pokud možno skryté za dekorované oblasti, aby nerušily pohled. Kovové spojovací prvky často korodují a barví, znečišťují i lomy. Jde o postup destruktivní, nevzhledný, a proto v rozporu se současným vnímáním etiky konzervování. Jediným přínosem těchto oprav byl návrat předmětu k původní funkci. Vydržely horkou vodu i čisticí prostředky, což všechno jsou případy, které moderní reverzibilní adheziva často nevydrží.
- Ucha byla přidráťována k tělu provrtanými otvory.
- Prasklé keramické nádoby byly sdrátovány.
- Spojování pomocí glazur – china burning – „pálení porcelánu“. Kuriózní metoda z druhé poloviny 18. století. Střepey byly spojeny s použitím snadno tavitelné glazury nebo smaltu, které se nanasly na lomy a nechaly druhotně vypálit. Téměř vždy je poznat, že lomy nebyly před spojováním dokonale očištěny ani sestaveny. Pod glazurou jsou vidět zalité nečistoty. Tento proces je nevratný. Rada Pravoslav: *Techniky keramiky*, Aventinum, Praha 1996, uvádí možnost autorských oprav vlastními glazurami, které byly použity při výrobě novodobých exponátů.

Odstraňování starých adheziv

Dekompozice dříve restaurovaných výrobků z porcelánu a keramiky znamená především rozdělení starého, dnes již nevyhovujícího slepeného spoje na jednotlivé části, což vyžaduje důkladný výběr prostředků a orientační zkoušky na nenápadných místech. V mnoha případech díky absenci restaurátorských zpráv není možné identifikovat použité lepidlo a také přesné složení původních lepidel je dnes již mnohdy obtížně zjistitelné.

Odstraňování starého adheziva mechanicky, suchou cestou

Při odstraňování nánosů starých lepidel se vždy začíná nejméně agresivní metodou. Mechanickým suchým čištěním - například suchou uvolněnou vrstvou starého klišu apod. je možné lehce tupým skalpelem za sucha seškrábnout.

Odstraňování starého adheziva mechanicky, vodní cestou

- 1) Tlaková tamponáda.
- 2) Obkladové bandážování.
- 3) Ponoření předmětu do lázně s teplou vodou.
- 4) Vaření. Lázeň s ponořeným předmětem se může mírně zahřívat. Voda postupně proniká pod vrstvu lepidla a dochází k jeho narušování, uvolňování, nabobtnávání, odlepování a rozlepení jednotlivých dílů.

Naložení do vodní lázně s povrchově aktivními látkami – např. s mýdlovými vločkami, SYNTAPON L, ALTAPON EPA, vodní roztok univerzálního saponátového prostředku např. JAR, RONAL, LOBIL, UNIVERSAL.

Odstraňování starého adheziva chemicky

- 1) Tlaková tamponáda.
- 2) Obkladové bandážování.
 - 3 % vodný roztok kyseliny octové.
 - Ethanol, lakový benzín, toluen, aceton, xylen atd.
 - © amoniaku (NH₃).
- 3) Ponoření předmětu do lázně s vhodnou chemikálií.

- Octová lázeň (3 – 5 %).
- Směs acetonu a vody v poměru 10 : 1 až 4 : 1.
- Směs kyseliny chlorovodíkové (3 – 10 %) a amoniaku (NH₄OH).

Odstraňování „houževnatých“ adheziv pryskyřičného původu

Odstranění lepidel přírodního pryskyřičného, ale i syntetického, epoxidového, „houževnatého“ typu se provádí velice obtížně. Je pro ně typické, že mají dobrou adhezi k povrchu keramiky a porcelánu. Vzniká otázka, zda a proč staré, epoxidové, ale držící, lepené spoje odstraňovat. Když drží, tak drží a jsou prakticky věčné. Je zbytečné exponát zatěžovat dlouhodobým kontaktem s chemikáliemi.

Jestliže došlo k nepřesnému spojení, k nedokonalostem spojených s technikou lepení a potížím s epoxidovým spojem, nejlépe se lepidlo uvolňuje a odstraňuje chemickým rozpouštěním. Zejména obklady acetonu naměkčují stará pryskyřičná lepidla. Lze také vyzkoušet páry vhodných rozpouštědel nebo ponoření předmětu do lázně s vhodnou chemikálií event. vaření předmětu v lázni. Na závěr je vždy nutné hrany střepů mechanicky dočistit.

Výběr prostředků pro odstraňování pryskyřičných adheziv

Ketony např. aceton, butanon.

Uhlovodíková rozpouštědla: benzin, lakový benzin, toluen, xylen.

Alkoholy např. butylalkohol.

Halogenderiváty uhlovodíků: trichloretylen.

Přírodní organická rozpouštědla např. terpentýn.

Estery např. kyselina mravenčí.

Různé odstraňovače starých nátěrů – změkčují epoxidová a kaučuková lepidla.

Návody na odstraňování konkrétních adheziv

Šelak lze odstranit pyridinem, etylalkoholem, směsí etylalkoholu ve vodném amoniaku, denaturovaným lihem.

Kaseinové lepidlo lze odstranit vodným amoniakem.

Vodní sklo lze odstranit fosforečnanem draselným, kyselinou fosforečnou, 10 % ⊙ hydroxidu sodného.

Lepicí pásky lze odstranit acetonem, benzinem.

Doplňování ztrát v minulosti

Restaurátor musí umět odstranit staré zdegradované výplně, nevhodné retuše a uvést exponát do odpovídajícího stavu.

Důvodem může být:

- Výplně jsou mechanicky poškozené, poškrábané, ulámané, znehodnocené.
- Na keramických objektech nevhodně působí často předimenzované novověké doplňky, nerespektující autenticitu originálu.
- Vznik „kurioza“ – nápadného neautentického předmětu.
- Stopy necitlivých, ledabyle či neprofesionálně provedených oprav.
- Nevhodné uskladňovací podmínky – vlhkost, teplota.

Výběr v minulosti používaných výplňových materiálů

- Cementové kaše např.: cement smíchaný, zpracovaný a rozpuštěný s rybím kličem, vinným kličem.
- Šedý zubařský cement.
- Vápenaté hmoty.
- Jemné drtě kamene, např. rozemletý mramor.
- Tmely z plavené křídly. Jako pojivo se používal tvaroh, vodní sklo, přírodní pryskyřice.
- Tmely na základě lepidel, plněných různými materiály – pískem, sádrou.
- Pryskyřičné, vosko-pryskyřičné tmely.
- Papírová hmota.
- Modurit.
- Sádra, směs sádry a klišu.
- Metoda doplňování chybějících ploch s použitím prvků kanibalizace. Chybějící část figur, třeba nohy, hlava nebo paže byla nahrazena částí z podobného objektu.

VÝSTRAHA! Respektovat historii objektu!

Ochrana objektu není nezbytně omezena jen na původní materiály. Někdy i staré opravy a modifikace nebo stopy používání jako znaky opotřebovaných povrchů mohou mít svůj historický význam. Použití

starých adheziv i výplní lze považovat za součást historie objektu a tím i určitý diagnostický atribut. Neměly by být odstraňovány, pokud k tomu není dobrý důvod.

Odstraňování staré výplně mechanicky suchou cestou

Zdegradované výplně se dají odstranit ze střeplů vytlačením a dočištěním vhodnými dentálními nástroji. Před dekompozicí je nutné udělat průzkum kvality ošetřovaného materiálu. Na základě zjištěné kvality střeplů přistoupit ke vhodné metodě.

Odstraňování staré výplně mokrou cestou nebo chemicky

1 - Tlakovou lokální tamponádou (tamponáž).

2 - Obkladovým bandážováním.

3 - Ponořením předmětu do lázně s vodou či vhodnou chemikálií.

1) Tlaková tamponáda

2) Obkladové bandážování

- Teplá voda.
- Univerzální saponátový prostředek.
- Ocet, 3 % vodný roztok kyseliny octové.
- Ethanol, lakový benzín, toluen, aceton, xylen atd.

3) Ponoření předmětu do lázně

Lázeň s ponořeným předmětem se může mírně zahřívat. Rozpouštědlo se dostává mezi výplň a střepl. Postupně rozrušuje výplň a dochází k jejímu odlepování, odlučování, nabobtnávání a postupnému uvolnění - odpadnutí.

- Rozlepení v teplé čisté vodě.
- Naložení do lázně s povrchově aktivními látkami – např. s mýdlovými vložkami, se Syntaponem L, vodním roztokem univerzálního saponátového prostředku např. JAR, RONAL, LOBIL, UNIVERSAIL.
- Octová lázeň o koncentraci 3 – 5 %.
- Směs 3 – 10 % \ominus HCl a amoniaku (NH_4OH).
- Ethanol, lakový benzín, toluen, aceton.

Odstraňování výplní pryskyřičného původu, event. neidentifikovatelných hmot

Odstranění pryskyřičných přírodních i syntetických výplní se provádí postupně, kombinováním mechanických i chemických postupů viz: Odstraňování „houževnatých“ adheziv pryskyřičného původu. Staré výplně se nejprve rozrušují za sucha mechanicky vhodnými nástroji. Dále se pokračuje teplou vodou a poté se mechanicky dočišťují zubolékařskými nástroji. V případě neúspěchu se přistupuje, k tamponování – stírání tamponem namočeném ve vhodném rozpouštědle, obkladům a na konec, když se nic nedaří a výplně stále drží, naložením těchto střeplů do lázně s vhodným rozpouštědlem v zakryté nádobě. Začíná se zpravidla opět nejslabšími rozpouštědly. Nedaří-li se rozpustit, naměkčit, uvolnit, vytlačit staré výplně, přechází se k efektivnějším rozpouštědlům nebo jejich směsím. K výběru rozpouštědla se často přistupuje empiricky. Po naměkčení, částečném rozrušení se plomby vytlačí a zbytky na hranách střeplů dočistí mechanicky zubolékařskými nástroji.

VÝSTRAHA! Pozor na odstraňování starých adheziv a výplní u tenkostěnného kostního porcelánu! Při aplikaci kyselin by mohlo dojít k oslabení střeplu. [Hamilton Donny L.: *Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites*. Texas A&M University, College Station, Texas 77843-4352, I. revize 01. 01. 1999, s. 16].

I. ODSTRAŇOVÁNÍ ZNEČIŠTĚNÍ

Používají se tradiční, vodní čistící metody. Čištění se nejčastěji provádí mechanicky jemnými kartáčky pod tekoucím proudem kohoutkové vody. V případě většího znečištění se připraví lázeň s detergentem. Detergenty jsou šetrnější než mýdlová voda, protože mají neutrální pH. Používá se zředěný detergent, přibližně 1 % \ominus ve vodě. Zbytkový detergent musí být odstraněn opláchnutím destilovanou vodou.

Horká voda se nesmí během čištění používat, protože vlivem vnitřního pnutí může dojít k tvorbě prasklin, k prasknutí střeplu, k vypraskání povrchu glazury.

Čištění je možno provádět:

- Ponorem v lázni.
- Omýváním vhodným detergentem, který je na střepl nanášen ve velmi malém množství houbičkou.

- Vařením.
- Ultrazvukovým čištěním.

Zásady čištění slinutých artefaktů

Neuvážené zacházení při čištění vede k nevratnému poškození, poškrábání střepového materiálu. **VÝSTRAHA!** Na ošetřování glazovaných povrchů, zejména historickými glazurami, se nesmí používat čistící prášky na nádobí, vany, agresivní, abrazivní, alkalické prostředky. Velmi problematické je i používání alkalických detergentů k omývání především historických glazur. Časté mytí může způsobit korozní rýhy na povrchu glazury. Je nezbytné věnovat pozornost složení čistících prostředků, aby nedošlo k vyluhování povrchové dekorace popř. glazury.

Detergenty

- SYNTAPON L - pasta – (laurylsulfát sodný). Vyrábí: ENASPOL a.s., Velvěty 79, 415 01, Teplice 1, ČR, www.enaspol.cz.
- FLAVOL AO je aminoxid dimethylalkylaminu. Používá se i pěna. Vyrábí: ENASPOL a.s.
- SPOLAPON AES 253, 242 - (tenzid, *alkylethoxysulfát sodný*). Vyrábí: SPOLCHEMIE a. s. Ústí nad Labem, ČR, www.spolchemie.cz.

Čištění silně znečištěných glazovaných povrchů

Koncentrace prostředků se volí podle míry znečištění.

Používané prostředky

- Benátské mýdlo – s úspěchem lze odstranit mastnou a zadřenou špínu.
- 5 % ◉ jedlé sody NaHCO₃.
- Etanol - dočištění glazovaného povrchu. I velmi zabahněné povrchy.
- Čistící směs voda + etanol 1 : 10.
- Etanol + aceton.
- Šťáva z citronu.
- Krájená zelenina: brambory, cibule, česnek.

Dočištění glazovaných střepů

- Závěrečný oplach slinutých střepů je možné provést v čisté vodě s přídavkem octa, technické sody jedlé sody, amoniaku.
- Glazované střepy je možno umýt pod kohoutkovou vodou a povrch dočistit lihem.

Odstraňování solných výkvětů z glazovaných povrchů

Pokud se soli neodstraní, glazura může odprýsknout. Nejhorší situace nastává, když jsou soli uloženy mezi střepem a glazurou. I vodou rozpustné soli se musí odstranit, protože jsou hygroskopické a jak se mění vlhkost prostředí, soli se opakovaně rozpouští a krystalizují. Vlivem vnitřního napětí může dojít k lístkování, odlupování povrchů a popraskání. [Hamilton Donny L.: *Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites*. Texas A&M University, College Station, Texas 77843-4352, I. revize 01. 01. 1999, s. 16].

Odstraňování výkvětů se provádí na provlhlý střep:

- 1 - Kapkovou metodou.
- 2 - Tlakovou lokální tamponádou.
- 3 - Ponořením předmětu do lázně.

Používané prostředky

- ◉ kyseliny octové ve vodě (3 – 6 %).
- Porcelánové střepy se mohou vařit ve vodě s přídavkem 2 % H₂SO₄.
- 10 – 20 % HCL.
- 10 – 20 % HNO₃.
- Vodný ◉ amoniaku NH₄OH (5 - 25 %).
- Hydrogenuhlčitan amonný. Na 10 g 200 ml destilované vody.
- 15 - 30 % peroxid vodíku.
- Směs H₂O₂/ NH₄OH.

VÝSTRAHA!

Přesto, že je použití kyselin v odborném světě považováno za možné, viz např.: C. Altavila a kol. *The cleaning of early glasses: investigation about the reactivity of different chemical treatments on the surface of ancient glasses*. Applied Physics A 92, Italy, 2008, str. 251 – 255, je třeba před použitím

provést kontrolní zkoušky. Kyseliny, zejména HCL, ale i HNO₃ mohou změnit barvu glazury, zvláště pak olovnatých glazur, které mléční. Pozor i na historické naglazurní dekory, pálené v rozmezí 800-900 °C, podléhající vlivem kyseliny šťavelové i octové důlkové korozi, protože dochází k vyluhování olova, které tyto dekorační vrstvy obsahují.

Dokonalý oplach ve vodě a na závěr v destilované vodě je nutností!

Odmaštění slinutých střepů

Slinuté střepy je nutné před slepováním zvláště na lomech dobře očistit, protože jinak by se lepidlo neukotvilo, lepené spoje by nebyly kvalitní. Mohlo by dojít k posunu lepených fragmentů. Odmašťuje se ručně otíráním štětcem, vatovými tampóny nebo u větších střepů ponorem. Nádoby s lázní je vhodné přikrýt fólií PARAFILMEM „M“, s vysokou přilnavostí k laboratornímu nádobí, zabraňující odpařování a unikání výparů do prostředí. I při odmašťování je vhodné začít nejméně agresivní metodou. Je dobré vzpomenout si na metodické rady babiček a k „odmaštění porculánu“ v první řadě použít přírodní kyseliny:

- Kuchyňský ocet. „*Ocet zřed' třikrát a můžeš šetrně odmašťovat omýváním, tupováním.*“
- Citrónová šťáva.
- Mýdlová voda.
- Univerzální saponátový prostředek – teplý roztok, např. JARu.

Rozpouštědla vhodná pro odmašťování slinutých střepů

Ethanol, butylalkohol, aceton, toluen, xylen, WHITE SPIRIT – přečištěný lakový benzín. Dodává: ICI Paints CZ, s.r.o., Matěchova 3, 140 00 Praha 4, ČR, www.icipaints.cz.

Různé: UHU® universal reiniger – univerzální čistič a odmašťovač. Vyrábí: UHU GmbH&Co.KG, Herrmannstraße 7, D – 77815 Bühl (Baden), www.uhu.de.

IBS-speciální čistič Purgasol – „ekologické rozpouštědlo“ + mycí stůl. Vyrábí: IBS Scherer Czech s.r.o., Českých legií 5, 549 01 Nové Město nad Metují, ČR, www.ibs-scherer.cz.

Nepoužívat

Benzín, lakový benzín, benzínový čistič, laková rozpouštědla, nitroředidla. Obsahují mastné kyseliny, které na povrchu lomu vytvoří tenkou mastnou vrstvu, snižující pevnost lepených spojů až o 70 %.

Odstranění korozních produktů

Viz Svobodová Ljuba: *Způsoby konzervování a restaurování pórovité archeologické keramiky*. In: Společnost pro technologie ochrany památek: Restaurování pórovité keramiky. Národní muzeum, Praha 12. 11. 2009, s. 32 - 33.

Na odstraňování korozních produktů u slinuté keramiky je možné použít:

- Několikaminutový, kontrolovaný ponor do lázně s octem. Rez jde velmi snadno dolů.
- Průmyslově vyráběné odrezovače, odrezovací pasty: např.: ODREZOL, PRAGOKOR 100, odrezovač HB-SIL, Odrezovač firmy KITTFORT.
- Kyselé mléko.
- Zmizík na inkoust.

II. SOUČASNÉ LEPENÍ SLINUTÉHO MATERIÁLU

Po vyhledání všech fragmentů, provizorně, nicméně přesně s maximálním dolehnutím, sesadit a poslepovat střepy tenkými lepícími proužky (např. SCOTCH® Invisible. Neviditelná lepící páska.) pro ověření jejich přesného spojení – zkouška sesazení. Fixovat předmět od spodu. 2 pásky na líc, 2 na rub.

Na zafixované střepy nanést bodově (podle polohy pásky a pevnostní strategie, např. na začátek a na konec střepu nebo doprostřed) kapku lepidla jehlou, akupresurní, šicí, párátkem – kapilární lepení. Lepidlo pronikne vztlínáním do páskou fixovaných střepových lomů – neviditelné spáry. Po zaschnutí, vytvrzení lepidla se nastříhané pásky odstraní:

- Jemným strhnutím špičkou skalpelu.
- Páska se musí nejprve provlhčit v destilované vodě namočenou vatovou tyčinkou, aby nedošlo ke stržení zdegradovaných vrstev, zlacení, malby atd.

Případné přetoky lepidla se odstraní acetonem, butylacetátem.

- Po zaschnutí se případné přetoky seříznou skalpelem.

Pracovní postup během lepení

Střepey se po nanesení adheziva fixují v „mrtvé poloze“ v bedničkách s vhodným plnivem (např. balotina, korálky, rýže přikrytá potravinářskou fólií), bez jakéhokoliv pohnutí až do úplného vytvrzení lepicího média.

ADHEZIVA

1) Vodné disperze akrylátových kopolymerů

Výhody

- Velké množství variant.
- Jsou odolnější než klasické PVAc.
- Vysoká odolnost proti stárnutí, proti UV záření.
- Relativně vodovzdorné.
- Disperze polyakrylátů vykazují vyhovující odolnost proti alkalické hydrolyze.
- Mají nízké povrchové napětí, protože se vyrábějí za pomoci účinných emulgátorů.

Nevýhody

- Omezená teplotní odolnost spoje.
- Více se lesknou, zejména ve vykotlaných spárách.

Používané prostředky

- AXILAT 500, AXILAT 2802 A, AXILAT 4924. Vyrábí: Research Chemist TS&AD, HEXION Specialty Chemicals a.s., Tovární 2093, 356 01 Sokolov ČR, www.hexion.com.
- LASCAUX Acrykleber 498 HV. Vyrábí: Lascaux Farbenfabrik Zürichstrasse 42, CH-8306 Brüttsellen, www.lascaux.ch.
- AKRYLEP 545. Dodává: Ceiba s.r.o. U Elektry 8, 198 00 Praha 9, www.ceiba.cz.

Reverzibilita

VÝSTRAHA! Při zjištění jakékoliv odchylky při sesazování je nutné lepení zastavit a stav napravit, zkorigovat do ideálního stavu, protože jinak se bude chyba neustále zvětšovat! Lepený spoj je po nahřátí (např. horkovzdušnou pistolí) rozebíratelný, elastický a nepraská.

2) Rozpouštědlové systémy akrylátových kopolymerů

Rozhodující pro všechny rozpouštědlové systémy je správné zředění, tzn. použitelná koncentrace polymeru. Vedle odpovídajícího zředění je třeba zvolit i odpovídající druh ředidla.

Výhody

- Podobně jako vodní disperze polyakrylátů jsou to měkké nesíťující termoplastické polymery odolné vůči stárnutí, světlu, UV záření.
- Odolné proti chemikáliím.
- Nemění svou barvu.
- Jsou trvale rozpustné v rozpouštědlech.
- Jsou mrazuvzdorné.
- Po zaschnutí nelepivé.
- Netvoří vedlejší produkty narušující ošetřovaný materiál.

Nevýhody

- Obsahují rozpouštědla. Použité pomůcky se musí čistit v rozpouštědlech.
- Roztoky akrylátů v organických rozpouštědlech jsou na rozdíl od vodních disperzí velmi viskózní.
- Existuje nebezpečí tvorby bublinek při tuhnutí.
- Finanční náročnost.

VÝSTRAHA! U rozpouštědlových systémů pozor na nadměrné výpary, kterým nesmí být konzervátor vystaven. Dodržovat pravidla BOZ a PO na pracovišti. Pracovat v digestoři.

Reverzibilita

Použitým rozpouštědlem jsou nejčastěji: etanol, aceton, toluen, etylacetát, butylacetát.

Odstranění je možné provést:

- Kapkovaním.
- Injektováním injekční stříkačkou.

- Tlakovou lokální tamponádou.
- Obkladovým bandážováním.
- Ponořením předmětu do lázně s vhodným rozpouštědlem.

Používané prostředky

• VEROPAL D 709 (dřívější název Veropal KP 709). Vyrábí: SYNPO a.s., S.K.Neumanna 1316, 532 07 Pardubice, ČR. Dodává: AQUA obnova staveb s.r.o., Kmochova 15, 150 00 Praha 5, www.aquabarta.cz.

• PARALOID B 72[®]. Roztok o koncentraci 50 hm. % v acetonu, bez konsolidace hran lepených spojů dosahuje výtečné výsledky na lepení slinuté keramiky. [Castro Elvira Aura and Carbó Maria Teresa Doménech: *An appraisal of the properties of adhesives suitable for the restoration of Spanish medieval ceramics*. In: Tennent Norman H. editor: *The Conservation of Glass and Ceramics. Research, Practice and Training*. Published by James & James Ltd, 35 – 37 William Road, London NW 1 3ER, UK, 1999. ISBN 1-873936-18-4, str. 118, 126.].

Výrobce: Rohm and Haas Company, USA, www.rohmmaas.com.

- Lepicí systémy na bázi nitrát celulózy (NC), např. Cellulose nitrate UHU hart[®] (modrý).

TIP - Podle barevného odstínu slučovaných předmětů, zejména bílé se pálicích hmot, je možné rozpouštědlové systémy zahustit keramickými mikrokuličkami, bílými nebo příslušnými minerálními pigmenty.

3) Termosetové systémy

Jedná se o tzv. reaktoplasty – materiály, které získávají konečné vlastnosti chemickou reakcí (vytvřováním) za vzniku prostorové polymerní sítě (síťování). Termosety vytváří trojrozměrné sítě na rozdíl např. od termoplastů, které vytvářejí dvojrozměrné, lineární řetězce. Pro lepení velkých a těžkých, ev. vydrolených fragmentů archeologické, slinuté, historizující keramiky, kameniny, porcelánu i skla, ke stabilizaci prasklin, pro dolévání ztrát a výrobu forem i odlitků se používají epoxidové pryskyřice, vyrobené ze syntetických polymerů. Epoxidy se také často používají při restaurování dřevěných artefaktů, při preparaci fosilií a jiných materiálů, které vyžadují zpevnění ve hmotě. Obecné pravidlo – epoxidovým pryskyřicím je lépe se vyhnout. Nicméně, epoxidy jsou příležitostně nenahraditelné, protože žádný jiný lepicí systém nevytvoří požadovanou pevnost spoje. Jsou vynikající, když je třeba vytvořit velmi pevný, trvalý spoj.

Podle vzájemného poměru pryskyřice a katalyzátoru, a podmínek reakce vznikají pryskyřice s různými vlastnostmi. Výrobci však mění složení syntetických pryskyřic, aniž by to oznámili. [Jordan Fi: *The practical application of tinted epoxy resins for filling, casting and retouching porcelain*. In: Tennent Norman H. editor: *The Conservation of Glass and Ceramics. Research, Practice and Training*. Published by James & James Ltd, 35 – 37 William Road, London NW 1 3ER, UK, 1999. ISBN 1-873936-18-4, str. 139]. Při rozdělávání je třeba postupovat podle návodu výrobce. Jinak může dojít k problémům. V případě nedostatku či přebytku tvrdidla se chemické a mechanické vlastnosti i odolnost vůči stárnutí a vnějším vlivům výrazně zhoršují. Větší přídavek tužidla má vliv na rychlost tuhnutí, klesá pevnost lepeného spoje a zhoršují se některé další vlastnosti.

Výhody epoxidových kompozitů

- Nesmršťují se.
- Zabezpečují značnou mechanickou pevnost, odolnost, voděodolnost a tvrdost lepeného spoje. V životě jsou i situace, kdy reverzibilita není žádoucí.
- Epoxidová lepidla velmi dobře odolávají vlhkosti, olejům, rozpouštědlům, ředěným kyselinám a louhům.
- Mají tepelnou odolnost od – 20 °C do + 80 °C.
- Epoxidy nové generace poskytují po vytvrzení transparentní spoje odolávající stárnutí, s pevností 100 kg/cm².
- Epoxidová lepidla mají tu výhodu, že se zachytí i na nejmenších nerovnostech lomu střepe a po vytvrzení vytvoří pevný spoj.
- Mají vynikající adhezní, mechanické a chemické vlastnosti.
- Mají stabilní povrch.
- Spoje lze brousit, opracovávat, retušovat.

Nevýhody

- Problematická, omezená až nulová reverzibilita. Po sesíťování vznikne nerozpustný produkt – nerozebratelnost spoje. Reverzibilita je omezená a odstraňování představuje razantní krok. Hrozí poškození ošetřovaného předmětu.

Epoxidy tvoří prostorovou polymerní síť. V přítomnosti některých (např. aromatických) uhlovodíků nesíťovaná pryskyřice bobtná, roste její objem a zhoršují se její mechanické vlastnosti. To dává určitou možnost pro rozebrání spoje. Neznamená to však automaticky, že je tento typ zesíťovaného polymeru zcela odstranitelný. [Petr Kotlík: *Nenasycené polyestery a epoxidové pryskyřice*. In: Lepidla v památkové péči. STOP, NM 13. května 2010, str. 44].

Termosety jsou nerozpustné. Nedovolí rozpouštědlům, aby se dostaly mezi řetězce. Některá rozpouštědla mohou způsobit, že epoxidy změknou. [Hamilton Donny L.: *Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites*. Texas A&M University, College Station, Texas 77843-4352, I. revize 01. 01. 1999, s. 10].

- Problematická barva lepeného spoje. Některé plastifikátory vytváří barevné spoje a ovlivňují lom světla.
- Velmi důležitá je teplota prostředí. Ideálem pro síťovací reakci je 15 až 20 °C. Pod touto teplotou se síťování postupně zpomaluje, až zcela zastaví. Vyšší teplota je také jediným přípustným způsobem, jak síťování epoxidové pryskyřice urychlit. Spoj však rychleji žloutne.
- Při rozdělávání většího množství epoxidu může dojít k přehřátí vlivem reakčního tepla a vzniká poměrně dusivý, čpavý dým. Rozdělávací nádobu je v takovém případě potřeba chladit, aby nedošlo k samovolnému vznícení.
- Před další manipulací se slepeným střepem je nutné nechat spoj řádně vytvrdnout. Běžně po dobu 24 hodin po sestavení při pokojové teplotě.
- Velká pevnost epoxidových spojů mnohdy daleko přesahuje pevnost ošetřovaného keramického artefaktu. Při namáhání se slepené díly neuvolní ve slepené spáře, ale přímo v materiálu.
- Katalyzátor je zdraví škodlivý.
- Z kompozitu se obtížně odstraňují vzduchové bubliny, které jsou v ploše viditelné.
- Lepené kusy mají značnou náchylnost k posunutí. Slepenný spoj by měl být pevně fixován nebo sevřen do doby, než je dosaženo doby fixace adheziva.
- Je třeba zajistit, aby epoxid z lepených nebo zalévaných míst nevytekl.
- Rozdělaný epoxid se obtížně barví.
- Použité nástroje se čistí rozpouštědly.
- Finanční náročnost.

Používané prostředky - výběr

- CHS EPOXY 1200 (371), CHS EPOXY 2000, CHS EPOXY 324, CHS EPOXY 508, CHS EPOXY 512 (tvrdidlo P 11), CHS EPOXY 521. Vyrábí: SPOLCHEMIE Ústí nad Labem, ČR, www.spolchemie.cz.
- LEPOX Univerzal, LEPOX Tempo, LEPOX Thermotmel, LEPOX Rapid. Vyrábí: LACHEMA, Brno, Lach-Ner, s.r.o., www.lachema-nera.cz.
- PATTEX repair epoxy universal, PATTEX Super Epox. Dodává: HENKEL ČR, spol. s.r.o, U Průhonu 10, 170 04 Praha 7, www.pattex.cz.
- Epoxidy značky DEVCON. Vyrábí: DEVCON, fa TW Performance Polymers, 30 Endicott Street, Danvers, MA 01923, USA, www.devcom.com.
- EPOXY RAPID zn. BISON. Vyrábí: BISON Universal (Walmsley enterprises int., NL), www.bison.nl.
- Epoxidy značky UHU®.
- ARALDIT 2020 (XW 396/XW 397), ARALDIT 2026, ARALDITE Rapid Resin, ARALDITE® Extra Strong, ARALDITE® 90 sec. Vyrábí: Huntsman Advanced Materials Ltd., Duxfod, Cambridge CB 2 4Q4, UK, www.huntsman.com.

VÝSTRAHA! Odolává méně UV záření než VEROPAL D 709, PARALOID B 72. [Cílová Zuzana a kol: *Vliv UV záření na stabilitu polymerů používaných v konzervátorské praxi*. In: Sborník z Konference konzervátorů-restaurátorů. Uherské Hradiště 2010, s. 140 – 142, ISBN 978-80-86413-72-3].

- EPOFIX 82 A. Dodává INVA Building Materials s.r.o., T.G.M. 463, 738 01 Frýdek – Místek, ČR, www.inva.cz.
- LOCTITE® 3090™.
- Hxtal NYL – 1, Hxtal Crystal Plus.

Na rozdíl od ostatních epoxidů, určených pro průmysl, modeláře, laminování a domácnosti, byl Hxtal vyvinut speciálně pro restaurování a konzervaci. Skláří jej používají na lepení skleněných artefaktů a na opravy funkčních skleněných objektů. Vyrábí: Hxtal Corp, 904 Queensbury Circle, Durham, NC 27713-9732, www.hxtal.com.

Výhody

- Pryskyřice i katalyzátor mají zhruba stejnou měrnou hmotnost, cca 2 g/cm³, proto se může použít jednoduše stříkačka k odměření přiměřeného množství pryskyřice a katalyzátoru.
- Hxtal NYL – 1 je jedním z nejlépe stabilních epoxidů, které jsou v současné době k dispozici. Při vytvrzování při teplotě cca 15 – 40 °C by nemělo docházet k barevným změnám kompozitu minimálně po dobu 100 let.
- Jeho hlavní výhodou je, že i po vytvrzení zůstává čirý. Ze všech v současnosti dostupných epoxidů žloutne nejméně.
- Proniká - penetruje do trhlin, které zaceluje, až zmizí.
- Nespotřebovaná směs se může 4 - 5 dní uschovat v mrazicím boxu. Je velmi důležité, aby kontejner byl neprodyšně uzavřen.

Nevýhody

- Lepidlo tuhne cca 7 dní až dva týdny, a to dosáhne pouze 90 % konečné pevnosti vazby. Tuhnutí je však nastaveno tak, že za 24 – 30 hodin je schopno tenkostěnný materiál držet pohromadě. Existuje riziko, že nečistoty z ovzduší se usadí na mokřím povrchu, což způsobuje skvrny. Aby se tomu zabránilo, je dobré předmět volně přikrýt např. hedvábným papírem.
- Přetoky lepidla by měly být odstraněny před vytvrzením za použití acetonu, ale pozor, aby nedošlo k migraci do lepeného spoje. Vytvrzený Hxtal se odstraňuje skelným brusným papírem, dentálními nástroji apod. **VAROVÁNÍ!** Po vytvrzení nelze snadno odstranit. Výrobce uvádí, že Hxtal je „nemilosrdný“ a naléhavě žádá o velkou opatrnost při sestavování. Je nutné pozici lepených dílků až třikrát zkontrolovat.
- Trvanlivost Hxtal je 1 rok.

Polyesterové pryskyřice

- CHS POLYESTER 109. Vyrábí: SPOLCHEMIE Ústí nad Labem.
- SADURIT. Vyrábí: SPOLCHEMIE Ústí nad Labem.

4) Různé typy syntetických lepicích systémů

- UHU[®] porzellan. Speciální bílé lepidlo prstovité konzistence s vysokou pevností určené pro lepení a opravy porcelánu, keramiky, kameniny, sádky a mramoru. Vhodné i na doplňování výplní, úštěpků, drobných ztrát tmelením.

5) Kyanakrylátová lepidla

VÝSTRAHA! Pouze na pomocné spoje. Stárnutím mění své mechanické vlastnosti, barvu. Mají tendenci se loupat.

III. DOPLŇOVÁNÍ ZTRÁT

Ztráty ve hmotě i defekty glazury: pukliny, trhliny, odštěpky (odštípané hrany, plochy) se opravují odlitím nebo dotmelením a retušováním. Finální retušovací korekce se provádí tak, aby doplňovaná místa dokonale respektovala základní tvar originálu a své okolí, byla pouze tam, kde mají být a v žádném případě nezasahovala a nepřekrývala originální střepy, plochy, části. Retuší za sucha se dovede implantát k úplné dokonalosti, věrnosti tvaru. Je výhodnější postupovat skulptivními technikami – ubíráním hmoty flexibilními brusivy.

Sádkové materiály k doplňování chybějících ploch a částí dolitím - výběr

Jedná se většinou o práškové materiály, připomínající sádku. Dle návodu výrobce rozdělát a nanést na podklad, nalít do forem. Po ztuhnutí a vysušení jsou hmoty od pohledu srovnatelné s porcelánem. Vyznačují se zobrazovací, porcelánovou strukturou. Věrohodně jej imitují co do tvrdosti, pevnosti a odolnosti vůči vnějším vlivům. Hmoty vytváří hladký slinutý povrch, brilantní bílé barvy, pevné struktury. Snadno se retušují jak mechanicky, tak barevně.

- PRECISION PLASTER, RESIN PLASTER. Dodává: Gedeo, www.jovian.com.au
- POLYFILLA powder. Vyrábí: Selleys Australia, a division of DuluxGroup (Australia) Pty Ltd, 1 Gow Street, Padstow, NSW 2211, Australia, www.poly.com.au.
- ZELLAN. Dodává: Zlatá Loď s. r. o., Národní 37 – Platýz, 110 00 Praha 1. www.zlatalod.cz.
- CERAMOFIX pudr bílý. Vyrábí: EFA EBERHARD FABER GmbH (D). www.eberhardfaber.de.

Tmely

- Křídové tmely např.: plavená křída + Dispercoll M + voda.
- Mramorové tmely.

Syntetické polymery k doplňování chybějících částí či plastických doplňků domodelováním, dotmelením

• Vhodnou pastu k modelování vytváří běžný epoxidový lící systém. Po dokonalém rozmíchání přesně odvážených složek, tj. pryskyřice s katalyzátorem, se epoxid prostý bublin nechá v míchací nádobě v klidu „uzrát“ do pastovité konzistence. Průběžně se kontroluje stav a průběh vytvrzování epoxidové dávky na kontrolním vzorku.

Epoxidové tmely např.:

- UHU 7933 Repair all-plastelína.
- KERAMIK BL. Vyrábí: WEICON GmbH & Co. KG, Postfach 84 60, Königsberger Str. 255, DE-48157 Münster, D, www.weicon.com.
- ALTECO EPO-PUTTY 2 in 1. Vyrábí: ALTECO CHEMICAL PTE LTD, 19 Tuas Avenue 11, Singapore 2263., www.alteco.com.sg.
- PATTEX Repair Express – HENKEL ČR.
- MILLIPUT®. Vyrábí: The Milliput Company, Unit 8, Marian Mawr Industrial Estate, Dolgellau, Gwynedd, LL40 1UU, www.milliput.com.

Syntetické polymery používané k doplňování ztrát porcelánových hmot dolitím, vhodné lící suspenze

Akrylátové pryskyřice

Hmoty umožňují provádět mechanické retušování, barevné přizpůsobení.

- SOLAKRYL B, BT 55, MBX, BMT, BX. Vyrábí: Lučební závody Draslovka a.s. Kolín, Havlíčkova 605, 280 99 Kolín, ČR. www.draslovka.cz.

Polyesterové lící hmoty

- M 105 TA. Vyrábí: Neste Chemicals Polyester Europe, Belgium. Dodává: CHEMEX, v.o.s., Ke Klíčovu 160/7 190 00 Praha 9. www.chemex.cz.
- CHS POLYESTER 102, CHS POLYESTER 109.

Tmely univerzální

- MODURIT, MODELIT.

Tmely polyesterové

- Tmel Profesionál. Výrobce: KITTFORT Praha, s.r.o.

Tmely akrylátové

Ředidlem tmelů je voda. Doba schnutí je asi 2 hodiny podle síly vrstvy a teploty. Zaschlou vrstvu lze snadno brousit.

- Kutilské akrylátové tmely zn. HET. Vyrábí: HET, spol. s r.o., 417 65 Ohnič u Teplic v Čechách, ČR, www.het.cz.

Tmely disperzní

- např. směs DISPERCOLLU D2, přežahnutého kaolínu, anorganických pigmentů, keramických barvitek dobarvujících tmel do příslušného barevného fondu.
- PVAC + pyrogenní SiO₂ (Aerosil).
- Jemný tmel z kaolínu, masku, vhodného barvicího pigmentu. Jako pojivo lze použít syntetickou pryskyřici.

IV. Imitace glazury na keramických i porcelánových předmětech

Závěrečná povrchová úprava, napodobující lesk glazury. Plochy se nedoplňují výplňovým materiálem až k okraji. Je potřeba nechat rezervu na vrstvu novodobé glazury, jinak ztráta naroste. Okolí ztráty před glazováním je vhodné vykrýt lakýrnickou páskou.

Přípravky imitující vzhled glazur se nanášejí takovými nástroji, které umožňují vytvářet tenké a rovne vrstvy, tedy např. jemným štětcem, stříkáním fixírkou, rozprašovačem, kompresorovým airbrushovým setem. Většinou se používají rozpouštědlové systémy, jejichž výhodou je, že naředěním se napodobí stupeň lesku glazury podle originálu. Lze je obarvit organickými nebo anorganickými pigmenty. V případě nutnosti lze dávku ředit rozpouštědlem na pracovní koncentraci. **VAROVÁNÍ!** Pozor na vznik a vztlínání viditelných vzduchových bublinek ve vrstvě laku!

Příčinou vzniku bublin může být:

- Vysoká teplota, při které se objem bublinek zvětšuje, roztáhla mikroskopické bublinky nebo lak prostě začal "vařit". Je třeba zajistit, aby lak měl před aplikací pokojovou teplotu.
- Vysoká relativní vlhkost vzduchu.
- Použití nevhodného ředidla.
- Nedostatečné naředění akrylátu.
- Silné protřepávání laku – vhánění vzduchu.
- Aplikace laku v příliš silné vrstvě.
- Byl použit kompresor bez regulátoru tlaku a odlučovače nečistot. Nečistoty a vlhkost ve stlačeném vzduchu apod.
- Z akrylátu rychle vytéká rozpouštědlo, lak rychle zasychá a nestihne utéct vzduch.
- Použití mokrého štětce při natírání laku.
- Nedostatečné promíchání hmoty před lakováním.
- Nedostatečný čas odstátí laku v klidu. Po dobu asi 5 minut, aby se uvolnily vzniklé vzduchové bublinky.

Používané prostředky - výběr

VEROPAL KP 709, PARALOID B 72, SOLAKRYL BMX, BT 55, BX, nitrolaky, akrylový lak Lascaux 575 a zejména:

- GOLDEN Porcelain Restoration Glaze Gloss. Glazura na opravy glazury porcelánu. Může se použít i na výplně drobných prasklin i ztrát ve hmotě. Neředěný produkt se nanáší štětcem, ředěný stříkáním. Ředitelný vodou k dosažení potřebné viskozity. Lze nanášet i ve více vrstvách, aby se zaplnily praskliny a vznikl silný lesk, jenž se dá vyleštit k získání ještě větší odrazivosti. Vyrábí: GOLDEN Artist Colors, inc. New Berlin, NY 13411, USA, www.goldenpaints.com. Do Evropy dováží: KREMER Pigmente GmbH & Co. KG, Hauptstr. 41 – 47, 88317 Aichstetten, D. www.kremer-pigmente.com.

Literatura

1. Bezpečnostní a technické listy použitých materiálů.
2. Acton Lesley, McAuley Paul: Repairing Pottery & Porcelain, second edition, A & C Black Publishers Limited, London, 2003. ISBN 0-7136-6241-7.
3. Agnini Elena, Lega Anna Maria: Il Restauro della Porcellana. Faenza, Museo Internazionale delle Ceramiche (M.I.C.), 8-12 novembre 1999.
4. Buys S., Oakley V. The Conservation and resoration of Ceramics. St Edmundsbury Press Ltd., London 1993. ISBN 0-8155-1283-X.
5. Clark D. E., Zoitos B. K. Corrosion of Glass, Ceramics and Ceramic Superconductors. Noyes Publications, Park Ridge, New Jersey, U.S.A., 1992.
6. Cronyn J. M.: The Elements of Archaeological Conservation. Routledge, UK, 2001.
7. Fabbri Bruno, Carmen Ravanelli Guidotti: IL Restauro della Ceramica. Nardini Editore, Firenze, 2004.
8. Hamilton Donny L.: Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites. Texas A&M University, College Station, Texas 77843-4352, I. revize 01. 01. 1999
9. Hamilton Donny L.: Pottery Conservation, Conservation Research Laboratory. Texas A&M University, 2000.
10. Museo Internazionale delle Ceramiche in Faenza (M.I.C.): Gestione e Cura delle Collezioni. MIC, Faenza e PHASE srl, Firenze, 2005.
11. Rada Pravoslav: Techniky keramiky, Aventinum, Praha 1996.
12. Společnost pro technologie ochrany památek: Restaurování pórovité keramiky. Národní muzeum, Praha 12. 11. 2009.
13. Společnost pro technologie ochrany památek: Lepidla v památkové péči. Národní muzeum, Praha 13. 05. 2010.
14. Tennent Norman H. editor: The Conservation of Glass and Ceramics. Research, Practice and Training. Published by James & James Ltd, 35 – 37 William Road, London NW 1 3ER, UK, 1999. ISBN 1-873936-18-4.
15. Williams Nigel: Porcelain repair and restoration. University of Pennsylvania Press Philadelphia, Pennsylvania 19104 – 4011. Second edition, 2002. ISBN 0- 8122-3703-X.