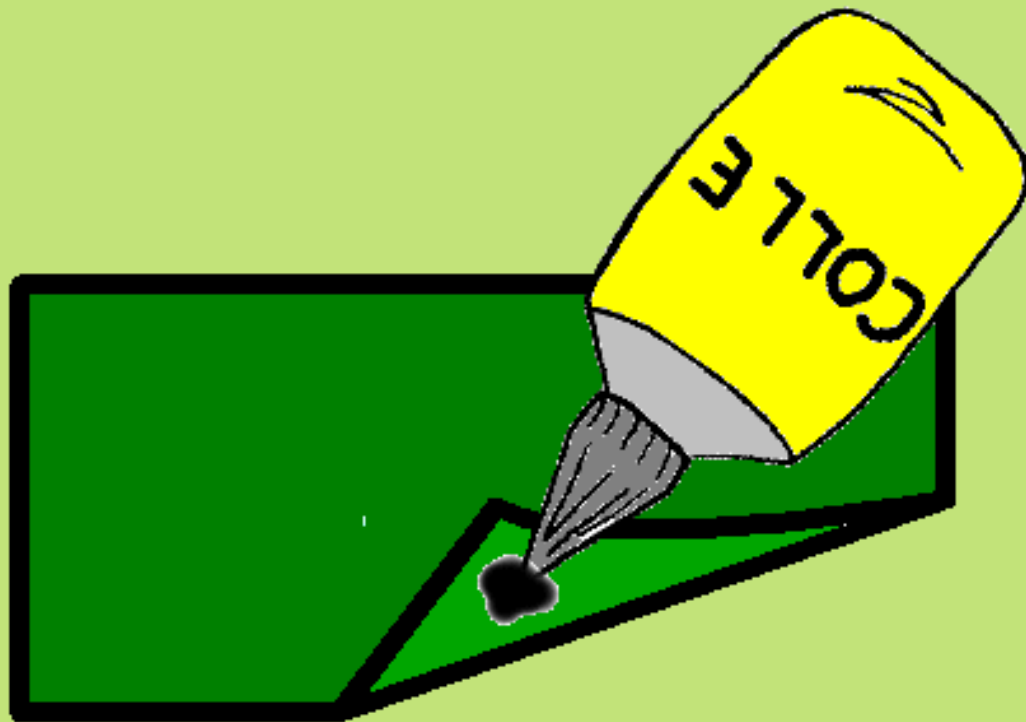


LEPIDLA

POUŽÍVANÁ V MUZEJNÍ PRAXI A PRO KONZERVOVÁNÍ A RESTAUROVÁNÍ



Lepení

- ✿ lepení se jako účinná technika spojování materiálů, používá již více než 6000 let
- ✿ zpočátku se používaly pouze přírodní látky, zejména pryskyřice
- ✿ velký pokrok pro lepení přinesla výroba syntetických polymerů ve 20. století
- ✿ lepidla patří k důležitým látkám používaných profesionály při konzervaci a restaurování památek
- ✿ z pohledu dlouhodobé stability ošetřovaných předmětů je velmi důležité pochopení degradační procesů lepidel a vlivů, které na ně působí

ETIKA

- ✿ lepení v praxi konzervátora-restaurátora musí odpovídat zásadám vyplývajícím z etických zásad profese
- ✿ používat pouze takové materiály a postupy, které nepoškodí kulturní dědictví a bude je možné snadno a kompletně z předmětu kulturního dědictví odstranit
- ✿ lepené spoje musí být možné rozlepit a nános lepidla z lepených povrchů zcela odstranit



Princip lepení

spočívá v působení sil souhrnně označovaných jako **koheze a adheze**.

Koheze (= **soudržnost lepidla**) je schopnost jakéhokoli předmětu, v našem případě filmu lepidla, držet pohromadě v jednom kusu díky působení kohezních sil, které jsou důsledkem iontových, kovalentních či kovových jednoduchých vazeb mezi atomy či dvojných vazeb mezi molekulami předmětu.

Adheze (= **přilnavost**) lepidla k adherendu je důsledkem působení adhezních sil mezi adherendem a lepidlem a její podstatou je vytvoření vazeb mezi molekulami adheziva a molekulami či atomy slepovaných povrchů.

spojovaný materiál = adherend
lepidlo = adhezivum

V praxi rozeznáváme:

mechanické adhezní síly - mají původ v mechanickém uchycení lepidla v nerovnostech a pórech spojovaných materiálů

specifické adhezní síly - skládající se z chemických a fyzikálních sil

Součet adheze a koheze je lepivost lepidla.

Závisí na:

- povrchu lepených materiálů
- na jejich povaze
- struktuře
- pórovitosti
- na době klížení
- schnutí
- na teplotě a vlhkosti
- na použitém rozpouštědle apod.



Při lepení v oblasti konzervace a restaurování je velmi důležité znát:

- ✿ nároky na vlastnosti spoje a lepeného předmětu
- ✿ vlastnosti lepeného materiálu a lepených povrchů
- ✿ zvolit správné lepidlo a správně provést lepení a vytvrzení lepidla
- ✿ vytvrzení lepidla dosáhneme utvořením vhodných fyzikálně-chemických podmínek pro vznik vazeb

Před započítím lepení je tedy třeba vědět:

- ✿ jakému zatížení bude slepený předmět vystaven
- ✿ jaké má spoj vykazovat mechanické vlastnosti
- ✿ jakou má mít pevnost a odolnost vůči chemikáliím a teplotám
- ✿ musíme rozhodnout, zda požadujeme reverzibilitu spoje, která úzce souvisí s jeho pevností. V KoRe praxi je reverzibilita spoje velmi důležitá.
- ✿ jaké jsou požadavky na životnost a stálost spoje.
Obecně platí, že lepicí systémy s největší pevností spoje jsou nejhůře odstranitelné.

Výběr lepidla je ovlivněn výše uvedenými požadavky na vlastnosti spoje.

- ✿ je důležité vzít v úvahu vlastnosti materiálu lepeného předmětu (struktura, pórovitost apod.) a míru jeho poškození
- ✿ je nutné zvolit lepidlo s optimální viskozitou a povrchovým napětím
- ✿ je důležité vědět, zda je dané lepidlo určeno k nanášení na hladký nebo drsný povrch a do jaké míry má být tento povrch očištěný a odmaštěný

Kritéria při výběru lepidla:

- ✿ jeho chemické a mechanické vlastnosti
- ✿ povrchové napětí
- ✿ viskozitu
- ✿ způsob vytvrzování
- ✿ tepelnou roztažnost

Čistota povrchu lepeného materiálu

- ✿ čistota povrchu nám zaručuje dokonalý styk lepidla s povrchem lepeného materiálu
- ✿ na znečištění jsou velmi citlivé zejména spoje hladkých a neporézních materiálů (např. kovů, skla a porcelánu)
- ✿ nově vytvořené povrchy předmětu (rozbitím, rozřezáním předmětu apod.) jsou okamžitě znečištěny kyslíkem, vodou a dalšími látkami z prostředí (po rozbití předmětu jsou atomy a molekuly nově vytvořeného povrchu okamžitě ochotny vytvořit vazby s atomy a molekulami kontaminantu)
- ✿ lepené povrchy musí být odmaštěny, pokud by byly lepené povrchy znečištěny nepolární látkou, jako je například tuk, lepidlo by se nemohlo kvůli polárním skupinám ve svých molekulách vůbec na lepené povrchy přichytit

Hladkost povrchu lepeného materiálu

- ✿ pro vznik pevného spoje mezi tuhými materiály je vhodné, aby byly plochy adherendu jemně opracované, nikoli leštěné nebo hlazené
- ✿ mírné zdrsňení lepeného povrchu totiž zvětšuje plochu možného styku s lepidlem a tím i pevnost spoje
- ✿ každý lepený povrch, který však nebyl po rozbití předmětu dále opracován, je v mikroskopickém měřítku velmi nepravidelný - pozorovatelné četné brázdy a rýhy. Lepené povrchy díky své nepravidelnosti na sebe nasedají pouze v některých bodech, mezi nimiž bývá uzavřen vzduch - pozorovatelná tenká linie spoje i při pečlivém lepení.

Poréznost a nasákavost povrchu lepeného materiálu

- ✿ poréznost a nasákavost lepeného materiálu zvětšují styčnou plochu lepidla a lepeného materiálu
- ✿ nevýhodou porézních materiálů je jejich schopnost rychle vsáknout lepidlo, což vede ke vzniku nesoudržného „chudého“ spoje
- ✿ zvýšená poréznost a nasákavost podkladu tedy znamenají nutnost použít lepidlo správné viskozity v dostatečném nánosu

Povrchové napětí lepidla

- ✿ dokonalou přilnavost k podkladu lze předpokládat u lepidel, která dobře smáčejí povrch lepeného materiálu
- ✿ čím je povrchové napětí lepidla menší, tím lepidlo snadněji pokryje povrch lepeného materiálu a je schopné vyplnit veškeré jeho nerovnosti
- ✿ tvoří-li se na povrchu lepeného materiálu kapičky nebo shluky lepidla, je to znak špatné smáčivosti lepidlem a lepivosti lepidla pro daný materiál

Viskozita lepidla

- ✿ viskozita je mírou odolnosti kapaliny vůči tečení
- ✿ čím jsou molekuly kapaliny větší, tím jsou mezi nimi pevnější vazby a tím je viskozita kapaliny větší
- ✿ kapaliny s nižší viskozitou se po povrchu pevné látky šíří mnohem snadněji než kapaliny s vyšší viskozitou
- ✿ při volbě viskozity lepidla musíme vzít v úvahu samozřejmě pórovitost materiálu

Tloušťka vrstvy naneseného lepidla, vytvrzování lepidla

- ✿ u většiny lepidel platí, že nanesená vrstva má být co možná nejtenčí
- ✿ u silných nánosů jsou podmínky mezi jednotlivými vrstvami lepidla odlišné od podmínek ve vrstvách mezi lepidlem a lepeným materiálem. To může mít za následek usnadnění destrukce spoje
- ✿ při lepení je nutné dodržet postup předepsaný výrobcem lepidla
- ✿ po nanesení lepidla, na jeden lepený povrch nebo na oba v závislosti na druhu lepidla, následuje spojení lepených povrchů (to se děje u většiny lepidel bezprostředně po nanesení lepidla - výjimkou jsou lepidla kontaktní, která se nanáší na oba lepené povrchy a nechají se před slepením částečně zaschnout
- ✿ po spojení adherendů dochází k tuhnutí čili vytvrzování lepidla, které vede k vytvoření pevných vazeb

Flouštka vrstvy naneseného lepidla, vytvrzování lepidla

- ✿ vytvrzení lepidla docílíme vytvořením vhodných fyzikálně-chemických podmínek, vytvrzení probíhá různě dlouhou dobu v závislosti na druhu lepidla
- ✿ po určitém čase vytvrzení dosáhne spoj **manipulační pevnosti**, to znamená, že v této době je ještě možné s předmětem manipulovat. Po dalším časovém intervalu dosáhne spoj **konstrukční pevnosti**. Předmět již může být zatížen a mechanicky namáhán
- ✿ některá lepidla se vytvrzují i po dosažení konstrukční pevnosti a spoj tak nabývá tzv. **maximální pevnosti**. Maximální pevnost může hrát roli v konstrukčním lepení, pro lepení v konzervátorské a restaurátorské praxi však není důležitá
- ✿ všechny podstatné informace týkající se lepení, vytvrzování lepidla a vlastností lepidla a spoje (tj. způsob nánosu lepidla, doba a způsob vytvrzení, pevnost spoje apod.) udávají výrobci lepidel buď na etiketě lepidla nebo v technických listech přístupných na webových stránkách firem

ROZDĚLENÍ LEPIDEL

Lepidla je možné dělit podle mnoha kritérií:

- ✿ podle účelu, k němuž jsou určena
- ✿ podle fyzikálního stavu
- ✿ podle principu tuhnutí ve spoji (toto kritérium se používá nejčastěji)
- ✿ podle obsahu rozpouštědel aj.
- ✿ podle původu se lepidla rozdělují na přírodní (rostlinná a živočišná) a syntetická

A. Lepidla tuhnoucí vlivem vsáknutí a odtěkání rozpouštědel

- ✿ základní složkou těchto lepidel je přírodní nebo syntetická polymerní filmotvorná látka rozpuštěná nebo dispergovaná ve vodě nebo rozpuštěná v organických rozpouštědlech (obsah této látky v lepidle bývá 20 až 60 %)
- ✿ pro použití lepidel této kategorie je důležité, aby alespoň jeden ze spojovaných materiálů byl propustný pro plyny (vodní páru nebo páry rozpouštědla)

Lepidla spadající do této kategorie lze dále rozdělit na:

A.1. Lepidla roztoková tuhnoucí vsáknutím a odpařením obsažené vody

A.2. Lepidla disperzní tuhnoucí vsáknutím a odpařením obsažené vody (latexy)

A.3. Lepidla roztoková tuhnoucí odtěkáním organických rozpouštědel

A.1.

Lepidla roztoková tuhnoucí vsáknutím a odpařením obsažené vody

LEPIDLA KASEINOVÁ (ALBUMINOVÁ)

- ✿ lepidla z mléčné bílkoviny kaseinu
- ✿ nevýhodou je malá odolnost vůči plísním a snadné botnání
- ✿ pro zlepšení odolnosti proti vodě nebo pružnosti se kaseinová lepidla modifikují močovinoformaldehydovými pryskyřicemi, latexy aj.
- ✿ kasein bývá používán v nástěnném malířství jako pojivo pigmentů

LEPIDLA KLIHOVÁ (GLUTINOVÁ)

- ✿ v praxi se používají vodné roztoky kostního a kožního klihu
- ✿ nejčistším klijem je želatina, která je často používaná k lepení celofánu
- ✿ živočišné klihy se používají ke zpevnění povrchu maleb
- ✿ do klijových roztoků se pro zlepšení mechanických vlastností přidávají plastifikátory (zejm. glycerin) a antiseptika

A.1.

LEPIDLA ŠKROBOVÁ A DEXTRINOVÁ

- ✿ základní surovinou je škrob bramborový, pšeničný, kukuřičný aj.
- ✿ dextriny vznikají odbouráváním škrobu pražením za přítomnosti minerální kyseliny nebo kamence
- ✿ škrobová lepidla se používají zejména v polygrafickém, papírenském a textilním průmyslu
- ✿ škrob vždy býval hojně používán při konzervování a restaurování děl na papíře
- ✿ lepené spoje jsou pevné, avšak bývají často napadány mikroorganismy upouští se od používání

LEPIDLA NA BÁZI DERIVÁTŮ CELULÓZY

- ✿ z vodorozpustných derivátů celulózy se k lepení nejčastěji používá karboxymethylcelulóza a methylcelulóza
- ✿ především k lepení papíru a to jak v papírenském průmyslu tak v restaurátorské praxi
- ✿ při použití pro restaurátorské účely je dobré k derivátům celulózy přidávat antiseptika

LEPIDLA NA BÁZI POLYVINYLALKOHOLU

- ✿ polyvinylalkohol se získává alkoholýzou polyvinylacetátu za katalýzy kyselinou nebo zásadou
- ✿ je rozpustný ve vodě a po přidání změkčovadel a zhušťovadel slouží k lepení papíru, celofánu a pro přípravu lepicích pásek a etiket

LEPIDLA ANORGANICKÁ (MINERÁLNÍ)

- ✿ do této skupiny lepidel patří vodní sklo (vodný roztok křemičitanu sodného nebo draselného), sádra a cementy
- ✿ jako lepidlo jej lze použít v koncentraci 33-60 %
- ✿ používáno je zejména k lepení vlnité lepenky a při přípravě anorganických tmelů
- ✿ sádra běžně slouží jako výplňový materiál
- ✿ cementy se používají do tmelů k lepení různých stavebních materiálů

Tmely, jejichž základem jsou minerální lepidla se používají k restaurování děl kamenných, betonových, keramických a porcelánových.

OSTATNÍ LEPIDLA

- ✿ patří sem přírodní pryskyřice rozpustné (nebo schopné botnat) ve vodě (např. arabská guma a klovatina)
- ✿ slouží k lepení papíru, používají se v malířství - pojiva pro zhotovování barev

A.2.

Lepidla disperzní tuhnoucí vsáknutím a odpařením obsažené vody (latexy)

- ✿ jedná se disperze polymerů ve vodě, u nichž po vsáknutí a odpaření vody dojde ke slinutí malých polymerních částic v souvislý film
- ✿ jako lepidla jsou nejrozšířenější disperze polyvinylacetátové a kopolymerní disperze vinylacetátové a akrylátové

Ve srovnání s rozpouštědlovými lepidly mají latexy některé **přednosti**:

- mají nízkou viskozitu i při poměrně vysokém obsahu sušiny (50 - 60 %)
- obsahují jen nepatrné množství hygienicky a požárně nebezpečných organických rozpouštědel
- lze je ředit vodou
- zpracovávají se obdobně jako jednosložková lepidla za normální teploty (bez tvrdidel)

ASFALTOVÉ EMULZE

- ✿ slouží jako vodotěsné izolační nátěry, k lepení dlaždic a stavebních materiálů
- ✿ obsahují přídavek polymerního nebo kaučukového latexu a plniv

KAUČUKOVÉ LATEXY

- ✿ vodné disperze syntetických kaučuků, případně i přírodního kaučuku, se používají hlavně jako pomocná lepidla v obuvnictví a galanterii

POLYVINYLACETÁTOVÉ DISPERZE

- ✿ disperze jsou vhodné k lepení dřeva, korku, papíru, textilu, kůže, laminátů, podlahovin a obkládaček

POLYAKRYLÁTOVÉ DISPERZE

- ✿ tato lepidla vytvářejí pružné a tažné filmy
- ✿ používají se k lepení stejných materiálů jako polyvinylacetátové disperze

A.3.

Lepidla roztoková tuhnoucí odtěkáním organických rozpouštědel

- ✿ základní výhodou roztokových lepidel tohoto typu je *vysoká adheze* k mnoha materiálům a *nízký obsah sušiny*, což má za následek tvorbu *tenkého filmu lepidla*
- ✿ film lepidla však ve spoji zadržuje déle zbytky rozpouštědla a spoj se proto vytvrzuje delší dobu

LEPIDLA KAUČUKOVÁ

- ✿ roztoková kaučuková lepidla vykazují dobrou adhezi k mnoha materiálům
- ✿ poskytují pružné a odolné spoje
- ✿ bývají nejčastěji jednosložková

LEPIDLA NA BÁZI PŘÍRODNÍHO KAUČUKU

- ✿ roztoky přírodního kaučuku ve směsi aromatických rozpouštědel a chlorovaných uhlovodíků s vulkanizačními a modifikačními přísadami, které mají zásadní vliv na pevnost spoje ve smyku
- ✿ k slepování pryže a kůže navzájem nebo v kombinaci s textilem

LEPIDLA NA BÁZI NITRILOVÉHO KAUČUKU

- ✿ jako rozpouštědlo obsahují nitrilové kaučuky, estery a ketony
- ✿ často se kombinují s chlorovaným PVC a kopolymerem vinylchlorid - vinylacetát
- ✿ jsou vhodná ke spojování pryže s kovy nebo PVC a pryže navzájem

LEPIDLA NA BÁZI CHLOROPRENOVÉHO KAUČUKU

- ✿ jsou roztoky chloroprenového kaučuku a přísad ve směsi ketonů nebo aromatických a chlorovaných uhlovodíků
- ✿ polychloroprenová lepidla jsou lepidly **kontaktními**, to znamená, že lepidlo nanesené vždy na obě spojované plochy se nechá určitou dobu částečně zaschnout neboli „zavadnout“ a spoj vznikne přiložením lepených ploch k sobě (tj. kontaktem filmů lepidla)
- ✿ výhodou použití lepidel na bázi chloroprenového kaučuku je jejich dobrá adheze k lepeným povrchům
- ✿ takto lepené spoje jsou vodovzdorné, pružné a vysoce pevné
- ✿ vhodná k lepení pryže, textilu a kůže navzájem a také k nalepování těchto materiálů na kovy, dřevo, sklo, používají se především v obuvnictví
- ✿ komerčně jsou polychloroprenová lepidla známá pod názvem *Chemoprén* či *Alkaprén*

LEPIDLA ZE SLOUČENIN CELULÓZY

- ✿ lepidla acetátcelulózová a acetobutyrátcelulózová
- ✿ zejména pro spojování fólií z acetátu a acetobutyrátu celulózy a celuloidu

LEPIDLA NITRÁTCELULÓZOVÁ

- ✿ nanáší se na obě slepované plochy
- ✿ rozpouštědlem obsaženým v tomto druhu lepidel je aceton a ethylacetát
- ✿ spoje dobře odolávají vodě, alkáliím a kyselinám
- ✿ především k lepení papíru, kůže, textilu, celuloidu a dřeva

LEPIDLA POLYAKRYLÁTOVÁ A POLYMETHAKRYLÁTOVÁ

- ✿ vyráběna z roztokových polymerů esterů kyseliny akrylové a methakrylové
- ✿ lepidlo se nanáší na obě slepované plochy a nechá se částečně zaschnout, pak se plochy k sobě přiloží a zatíží se mírným tlakem po dobu nejméně 12 hodin
- ✿ zpravidla širší použití - lepení papíru, lepenky, koženky, kůže navzájem i na kovy, sklo a porcelán, slepování organického skla, styrenových plastů, slepování skla s pórovitými materiály

LEPIDLA POLYAMIDOVÁ

- ✿ postup při slepování je u nich stejný jako u předchozí skupiny, ale zatížení by mělo trvat po dobu 16 hodin
- ✿ lepení polyamidových výrobků navzájem nebo v kombinaci s textilem, kůží, dřevem aj.

LEPIDLA POLYSTYRENOVÁ

- ✿ jsou to roztoky polystyrenu nebo kopolymerů styrenu v toluenu, acetonu aj. se změkčujícími a adhezními přísadami
- ✿ lepení výrobků z polystyrenu



LEPIDLA POLYVINYLACETÁTOVÁ

- ✿ polyvinylacetát rozpuštěný v některém z organických rozpouštědel
- ✿ nevýhodou je pouze krátkodobá odolnost proti vodě a neodolnost proti působení kyselin a alkálií a také dlouhá doba potřebná k zavadnutí lepidla před spojením ploch
- ✿ používají se k lepení výrobků z derivátů celulózy navzájem, nebo v kombinaci s papírem, lepenkou, dřevem apod. Lze je ale také použít pro ke spojování skla, keramiky, a kovů se dřevem, papírem a plasty. Některé typy těchto lepidel nacházejí použití v obuvnické a brašnářské výrobě.

LEPIDLA NA BÁZI POLYVINYLCHLORIDU (PVC) A CHLOROVANÉHO PVC

- ✿ rozpouštědlem vhodným k získání tohoto typu lepidel je pouze tetrahydrofuran či methylcyklohexanon
- ✿ lepidla se nanášejí na obě lepené plochy, které se hned spojí a zatíží mírným tlakem na 5 až 10 hodin.
- ✿ používají se k lepení výrobků z PVC na dřevo, kovy a beton

B. Reaktivní lepidla

- ✿ reaktivní lepidla tuhnou vlivem chemických reakcí, jež probíhají během vytvrzování
- ✿ podle úpravy, v jaké jsou k dispozici na trhu, rozlišujeme lepidla jednosložková a vícesložková
- ✿ z vícesložkových lepidel jsou používána nejčastěji lepidla dvousložková, u kterých je jednou složkou tvrdidlo a druhou plnidlo
- ✿ jednosložková reaktivní lepidla jsou vytvrzována chemickou reakcí vyvolanou vnějšími vlivy (teplotou, vzdušnou vlhkostí, stykem s kovy, UV zářením apod.)
- ✿ u reaktivních vícesložkových lepidel je nutné smísit jednotlivé složky lepidla těsně před použitím
- ✿ spoj je velmi pevný
- ✿ reaktivní lepidla se používají tehdy, když je nevhodné použít roztoková a disperzní lepidla
- ✿ je vhodné použít k lepení předmětů, u kterých budou spoje zatěžovány vlastní hmotností lepeného předmětu - lepení těžší keramiky a kovů
- ✿ spoje provedené reaktivními lepidly se obecně vyznačují dobrou tepelnou odolností a také odolností vůči vodě a rozpouštědlům

Reaktivní lepidla lze rozdělit na:

B.1. Reaktivní lepidla tuhnoucí vlivem zvýšené teploty

B.2. Reaktivní lepidla tuhnoucí vlivem vlhkosti prostředí

B.3. Reaktivní lepidla tuhnoucí kontaktem s kovy

B.4. Reaktivní lepidla tuhnoucí po přidání tvrdidel

B.1. Reaktivní lepidla tuhnoucí vlivem zvýšené teploty

- ✿ dodávají se v jednosložkové formě a vytvrzují se pouze za zvýšené teploty
- ✿ reaktivní lepidla na bázi epoxidových, fenolformaldehydových, močovinoformaldehydových a melaminformaldehydových pryskyřic se používají ve velkém rozsahu v průmyslu, ne však pro drobné práce (dodávána ve velkých baleních)

B.2. Reaktivní lepidla tuhnoucí vlivem vlhkosti prostředí

KYANOAKRYLÁTOVÁ LEPIDLA (VTEŘINOVÁ LEPIDLA)

- ✿ monomerní akryláty tuhnou polymerací aktivovanou vzdušnou vlhkostí prostředí během několika vteřin až minut podle typu lepidla, druhu spojovaného materiálu a teploty
- ✿ spoj je elastický, houževnatý s širokou adhezní účinností
- ✿ lepení hladkých nesavých a odmaštěných povrchů malých rozměrů (do 1 cm²)
- ✿ spojování plexiskla, pryže a skla, oceli a duralu
- ✿ nejsou příliš vhodná k lepení měkčeného PVC, polystyrenu a často i dřeva

SILIKONOVÁ LEPIDLA (TMELY)

- ✿ silikonové tmely vulkanizované vzdušnou vlhkostí mají výbornou přilnavost k řadě čistých a odmaštěných materiálů jako jsou sklo, keramika, smalt, hliník, tvrdý PVC a nátěry na dřevě a kovech
- ✿ nejčastěji používaným tmelem je *Lukopren* dodávaný v mnoha typech
- ✿ v restaurátorské praxi se Lukopren používá pro zhotovování forem pro kopie



B.3. Reaktivní lepidla tuhnoucí kontaktem s kovy

LEPIDLA AKRYLÁTOVÁ

- ✿ jednosložková lepidla tuhnoucí ve spáře mezi kovy za nepřístupu vzdušného kyslíku
- ✿ mají vysoký kapilární účinek umožňující vyplnění i velmi malých spár ve spojích
- ✿ základem výroby těchto lepidel je polymerace esterů kyseliny akrylové
- ✿ v praxi se uplatňují zejména při zajišťování šroubů, matic, hřídelí apod.

B.4. Reaktivní lepidla tuhnoucí po přidání tvrdidel

LEPIDLA EPOXIDOVÁ

- ✿ epoxidová lepidla jsou většinou používaná jako dvousložková, vždy se tedy zpracovávají ve směsi s tvrdidly (zejm. ethylentriaminem a aminoamidy)
- ✿ díky své stálosti a výborným mechanickým vlastnostem se používají k lepení především kovů, skla, keramiky, pryže, dřeva, skelných laminátů, fenolických, močovinových a melaninových výlisků a vrstvených hmot
- ✿ nejsou použitelná k lepení plexiskla, PVC, neupraveného polyethylenu, polypropylenu a některých dalších termoplastů

LEPIDLA FENOLICKÁ (FENOL- A FENOLRESORCINFORMALDEHYDOVÁ)

- ✿ jako tvrdidlo se u těchto lepidel používají roztoky silných kyselin, především kyseliny p-toluensulfonové
- ✿ vytvrzené spoje jsou tmavé, odolné proti vodě, povětrnosti a plísním
- ✿ fenolická lepidla slouží jako montážní lepidla k lepení dřeva, vrstvených hmot a výlisků z bakelitu - *Umacol B*

LEPIDLA MOČOVINOFORMALDEHYDOVÁ

- ✿ jedná se o čiré nebo bělavé viskózní kapaliny, které se zpracovávají výhradně ve směsi s tvrdidly kyselé povahy, hlavně chloridem amonným
- ✿ při lepení se postupuje tak, že se na jednu lepenou plochu nanese čisté lepidlo a na druhou roztok chloridu amonného
- ✿ spoje mají jen omezenou odolnost vůči vodě
- ✿ lepení dřeva, aglomerovaných desek (OSB), dýhování a k montážnímu lepení

LEPIDLA POLYESTEROVÁ

- ✿ směs polyesterové pryskyřice s urychlovači popř. dalšími aditivy
- ✿ polyesterovými lepidly je možné slepovat dílce a opravovat výrobky ze skelných laminátů, plexisklo, keramické materiály, eternit a beton

LEPIDLA POLYMETHAKRYLÁTOVÁ

- ✿ dvousložková methakrylátová lepidla jsou založena na kombinaci jemného perličkového polymeru s peroxidem a kapalného methylnmethakrylátu s urychlovačem
- ✿ nejužívanějším z těchto lepidel je *Dentakryl*, jež je vhodný k lepení organického skla, a to hlavně v případech, kdy nelze zajistit rovnost spojovaných ploch nebo jejich dotyk

LEPIDLA POLYURETHANOVÁ

- ✿ používaná buď jako jednosložková (využívající k vytvrzení vzdušnou vlhkost) nebo jako dvousložková
- ✿ jsou dobře zpracovatelná i za nízkých teplot
- ✿ poskytují spoje mechanicky pevné, pružné a odolné proti dynamickému namáhání, vodě a povětrnosti
- ✿ lepení především kovů, dřeva, pryže, porcelánu, keramiky a řady plastů
- ✿ dále v obuvnictví ke spojování měkčeného PVC navzájem, s usněmi, pryží, tkaninami, plasty aj.

C. Tavná lepidla

- ✿ za normální teploty termoplastické látky v pevném skupenství, které se nanášejí na spojovaný materiál ve formě taveniny a to vždy pouze na jeden spojovaný povrch
- ✿ ochlazením dojde k vytvrzení lepidla, jeho film se po ochlazení nesmršťuje

TAVNÁ LEPIDLA POLYAMIDOVÁ

- ✿ polyamidy na bázi dimerních mastných kyselin a různých přísad slouží k rychlému spojování kůže (přírodní i syntetické)

TAVNÁ LEPIDLA POLYESTEROVÁ

- ✿ lepení plechových obalů, některých plastů, kovů, porcelánů, textilií i dřeva

TAVNÁ LEPIDLA Z KOPOLYMERŮ ETHYLEN-VINYLCETÁT

- ✿ lepení papíru, kartonu a dřevěných dílů
- ✿ montážní lepidla k lepení kovů

DALŠÍ TAVNÁ LEPIDLA

- ✿ tavná lepidla z polyvinylacetátu, ethylcelulózy a polyethylenu

D. Lepidla stále lepivá

- ✿ jsou stále vláčná a lepivá a jsou označována jako lepidla se samolepicím účinkem
- ✿ lepení je možné pouze tehdy, pokud je vrstvička takového lepidla nanesena na vhodném nosiči (páska, folie)
- ✿ spojení pásky či folie s povrchem se dosáhne přitlačením

Lepidla se samolepicím účinkem obsahují tyto složky:

- termoplastický polymer nebo kaučuk
 - přírodní nebo syntetickou pryskyřici
 - změkčovač a další aditiva
-
- ✿ existuje velké množství druhů samolepicích pásek, fólií a štítků
 - ✿ lepení papíru (*Filmoplast*), plsti a pěnových hmot
 - ✿ výroba samolepicích tapet a podlahových krytin

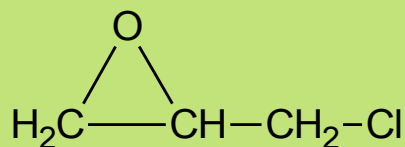
Vlastnosti a struktura lepidel používaných k lepení kovů

- ❁ kovy jsou materiály zcela nepropustné, pro jejich lepení se používají pouze lepidla, jež zaručují, že se v průběhu lepení neuvolní žádné těkavé látky, které by snižovaly kohezi a adhezi filmu lepidla ⇒ nelze použít roztoková nebo disperzní lepidla (výjimkou jsou pouze lepidla na bázi chloroprenového a polyurethanového kaučuku)
- ❁ pro běžné lepení kovů se používají lepidla reaktivní
- ❁ z reaktivních lepidel se pro lepení kovových předmětů používají zejména lepidla epoxidová, kyanakrylátová, polymethymethakrylátová, polyurethanová

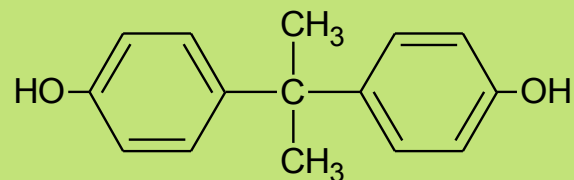


EPOXIDOVÁ LEPIDLA

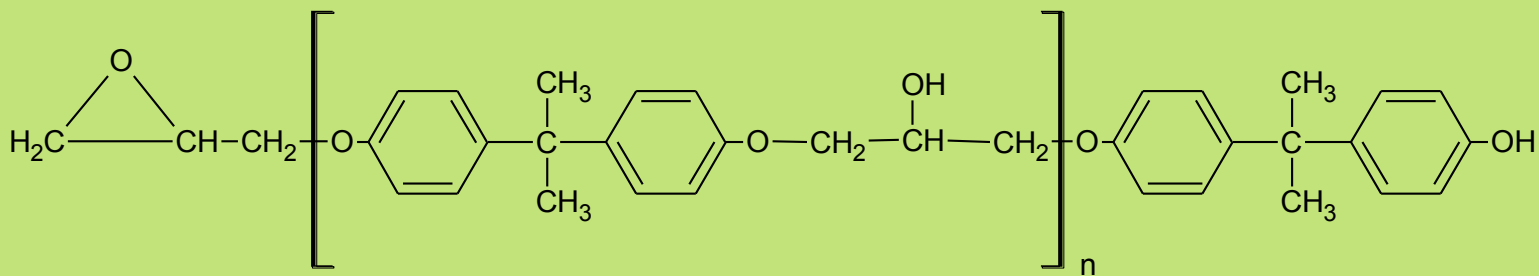
- ✿ nejrozšířenější skupina lepidel pro lepení kovů
- ✿ základní složkou epoxidových lepidel jsou epoxidové pryskyřice, které vznikají reakcí polyalkoholů nebo vícefunkčních fenolů s dichlordihydrinem nebo epichlorhydrinem



epichlorhydrin
1-chlor-2,3-epoxypropanu



bis-fenol A
4, 4'-(propan 2,2- diyl) difenol



- ✿ iniciační reakcí je kondenzace mezi oběma strukturami
- ✿ následuje adice - otevření epichlorhydrinového cyklu a navázání na hydroxylovou skupinu difenylolpropanu
- ✿ poté dojde k navázání tohoto produktu s jiným monomerem polymerizační reakce a vznikne epoxidová pryskyřice

EPOXIDOVÁ LEPIDLA

- ✿ nevytvrzené epoxidové pryskyřice jsou kapaliny s různou viskozitou, dobře rozpustné v organických rozpouštědlech, nerozpustné v ethanolu a vodě
- ✿ u epoxidových lepidel jsou rozlišovány dva způsoby vytvrzování:
 - vytvrzování probíhající za studena (při pokojové teplotě)
 - za tepla (při zvýšené teplotě)
- ✿ podle způsobu vytvrzování se volí typ tvrdidla - vytvrzování za studena se používají tvrdidla polyamidová a k vytvrzování za tepla tvrdidla na bázi anhydridů dikarboxylových kyselin
- ✿ jsou komerčně dostupná jako jednosložková, dvousložková a vícesložková
- ✿ nutné dodržet poměr mísení epoxidové pryskyřice s tvrdidlem přesně podle návodu, protože jak nedostatek tak přebytek tvrdidla výrazně snižuje pevnost spoje
- ✿ je důležité epoxid s tvrdidlem důkladně promísit
- ✿ nanášejí na jednu z lepených ploch v 0,1 až 0,2 mm silném filmu

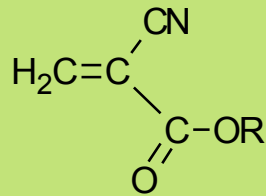
- ✿ vytvrzování epoxidového lepidla probíhá různě dlouhou dobu (několik sekund až několik hodin) v závislosti na jeho složení
- ✿ rychleschnoucí lepidla (dosahují manipulační pevnosti po 2 až 10 minutách) se používají pro lepení a opravy malých ploch
- ✿ pro konstrukční spoje a renovační technologie se používají epoxidová lepidla s dobou zpracovatelnosti 30 minut až 3 hodiny (manipulační pevnosti dosaženo po 5 až 6 hodinách a funkční pevnosti po 24 hodinách)
- ✿ vytvrzené epoxidové pryskyřice dobře odolávají vodě, zředěné kyselině chlorovodíkové a sírové, alkoholům, aromatickým a alifatickým uhlovodíkům
- ✿ tepelná odolnost je v rozmezí od -70 do +250 °C
- ✿ jsou odolné proti povětrnostním podmínkám
- ✿ pro zlepšení vlastností epoxidových lepidel (tepelné odolnosti, křehkosti spoje, korozní odolnosti, adheze k některým adherendům) se provádí modifikace termoaktivními, termoplastickými lepidly a elastomery

- ✿ výhodou epoxidových lepidel je to, že oproti lepidlům rozpouštědlovým vykazují v průběhu vytvrzování pouze malou kontrakci
- ✿ výhodou použití v oblasti KoRe je vytvrzování bez vzniku těkavých podílů (neobsahují totiž žádná rozpouštědla)
- ✿ nevýhodou je však špatná reverzibilita spoje
- ✿ epoxidová lepidla jsou v běžných rozpouštědlech obtížně rozpustná

KYANOAKRYLÁTOVÁ LEPIDLA

- ✿ základní složkou kyanoakrylátových lepidel jsou alkyلكyanoakryláty nebo alkyl-2-kyanoakryláty, z nich nejčastěji používány methyلكyanoakrylát, ethyلكyanoakrylát, iso-butylkyanoakrylát apod.

Vzorec alkyl-2-kyanoakrylátového monomeru



R = methyl (-CH₃), ethyl (-C₂H₅) nebo butyl (-C₄H₉)

- ❁ je-li uhlovodíkovým zbytkem -methyl, monomer je podobný monomeru polymethylmethakrylátu, jediným rozdílem je, že kyanoakryláty mají k uhlíkovému řetězci připojenou namísto methylu kyanoskupinu
- ❁ čím je uhlovodíkový zbytek menší tím je spoj pevnější
- ❁ čím je uhlovodíkový zbytek větší, tím rychleji se spoj vytvrzuje
- ❁ ačkoli se pevný spoj vytvrdí již za pár vteřin, úplné vytvrzení může trvat několik hodin a během této doby je možné spoj rozlepit a lepidlo odstranit acetonem
- ❁ slepované povrchy musí být slabě alkalické nebo neutrální

- ❁ činitelem způsobujícím polymerizaci kyanoakrylátových lepidel je vzdušná vlhkost
- ❁ polymerizace nastane až za nepřístupu kyslíku po uzavření lepeného spoje
- ❁ spoje vytvořené kyanoakrylátovými lepidly se vykazují houževnatostí, plasticitou a elasticitou a dobrou smykovou pevností v tahu
- ❁ tepelná odolnost těchto lepidel je maximálně do 80 °C
- ❁ použití kyanoakrylátových lepidel je v oblasti KoRe omezeno jejich obtížnou odstranitelností a požadavky na čistotu a výbornou přiléhavost lepených povrchů
- ❁ výhodné je použití při lepení skla a keramiky
- ❁ kyanoakrylátové lepidlo není na lepený povrch nanášeno celoplošně, ale pouze bodově, po jeho aplikaci se předmět lepí epoxidovým lepidlem, které se natáhne do lomů kapilárním vztlínáním a vytvoří pevný spoj fragmentů

POLYMETHYLMETHAKRYLÁTOVÁ LEPIDLA

- ✿ lepidla na bázi polymerních esterů kyseliny methakrylové
- ✿ ke konstrukčnímu lepení - vykazují velkou smykovou pevnost v tahu, rázu a odlupování
- ✿ vysoká chemickou odolnost a teplotní odolnost (v rozmezí -55 až +120 °C)

POLYURETHANOVÁ LEPIDLA

- ✿ pro lepení kovů se uplatňují dvousložková polyurethanová lepidla
- ✿ jednou jejich složkou je nízkomolekulární polyisokyanát a druhou nízkomolekulární polyalkohol
- ✿ se používají pro lepení kovových konstrukcí
- ✿ jsou zpracovatelná i za nízkých teplot a lepené spoje jsou pevné, pružné a odolné dynamickému namáhání
- ✿ smyková pevnost je cca 16 MPa a teplotní odolnost do 100 °C