

# LEPIDLA POUŽÍVANÁ V MUZEJNÍ PRAXI A PRO KONZERVOVÁNÍ A RESTAUROVÁNÍ

- 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.
- ✚ Lepení v praxi konzervátora-restaurátora musí odpovídat zásadám vyplývajícím z etických zásad profese.
  - ✚ Podle těchto doporučení má konzervátor-restaurátor používat pouze takové materiály a postupy, které nepoškodí kulturní dědictví a bude je možné snadno a kompletně z předmětu kulturního dědictví odstranit.
  - ✚ Z uvedeného vyplývá, že i lepené spoje musí být možné rozlepit a nanos lepidla z lepených povrchů zcela odstranit.

**spojovaný materiál = adherend**

**lepidlo = adhezivum**

**Princip lepení spočívá v působení sil, které se souhrnně označují 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.

V praxi rozeznáváme:

- + **mechanické adhezní síly**, které 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 vytvořením vhodných fyzikálně-chemických podmínek pro vznik vazeb.

**Před započítím lepení je tedy důležité 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, reverzibilita spoje úzce souvisí s jeho pevností. V konzervátorské a restaurátorské 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 neboli adherendu (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. Jsou na něm pozorovatelné četné brázdy a rýhy. Lepené povrchy díky své nepravidelnosti na sebe nasedají pouze v některých bodech, mezi nimiž bývá uzavřen vzduch. Proto je i u nejpečlivěji provedeného spoje pozorovatelná tenká linie spoje.

## 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

- u naprosté 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 nanášejí 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,
- 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 původu,
- ❖ podle principu tuhnutí ve spoji (toto kritérium se používá nejčastěji)
- ❖ podle obsahu rozpouštědel aj.
- ❖ podle původu se lepidla rozdělují na **přírodní**, tj. rostlinná a živočišná, a **syntetická**.

## **A. Lepidla tuhnutí vlivem vsáknutí a odtěkání rozpouštědel**

Základní složkou těchto lepidel je přírodní nebo syntetická polymerní filmotvorná látka, která je 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 tuhnutí vsáknutím a odpařením obsažené vody**

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

**A.3. Lepidla roztoková tuhnutí odtěkáním organických rozpouštědel**

### **A.1. Lepidla roztoková tuhnutí vsáknutím a odpařením obsažené vody**

#### **LEPIDLA KASEINOVÁ (ALBUMINOVÁ)**

Jedná se o lepidla z mléčné bílkoviny kaseinu. Jejich nevýhodou je malá odolnost vůči plísním a snadné botnění. 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 klihem je želatina, která je často používaná k lepení celofánu. V oblasti konzervování a restaurování se jsou často používány živočišné klihy ke zpevnění povrchu maleb. Do klišových roztoků se pro zlepšení mechanických vlastností přidávají plastifikátory (zejm. glycerin) a antiseptika.

## **LEPIDLA ŠKROBOVÁ A DEXTRINOVÁ**

Základní surovinou pro jejich přípravu 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. Proto se v současné době od jeho používání v restaurátorství upouští.

## **LEPIDLA NA BÁZI DERIVÁTŮ CELULÓZY**

Z vodorozpustných derivátů celulózy se k lepení nejčastěji používá karboxymethylcelulóza a methylcelulóza. Používají se 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, sádra a cementy. Vodní sklo je vodný roztok křemičitanu sodného nebo draselného. Jako lepidlo jej lze použít v koncentraci 33-60 %. Používáno je zejména k lepení vlnité lepenky a při přípravě různých anorganických tmelů. Sádra běžně slouží jako výplňový materiál a cementy se používají do tmelů sloužících 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. Jako je na příklad arabská guma a klovatina.

Lepidla tohoto typu slouží k lepení papíru. Používají se taktéž v malířství, kde slouží jako pojiva pro zhotovování některých barev.

## **A.2. Lepidla disperzní tuhnutí vsáknutím a odpařením obsažené vody (latexy)**

Jedná se disperze polymerů ve vodě, u nichž po vsáknutí a odpaření vody dojde ke slnutí malých polymerních částic v souvislý film. Jako lepidla jsou z takových disperzí 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**

Asfaltové emulze slouží především jako vodotěsné izolační nátěry, dále 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 POLYVINYLACETÁTOVÉ DISPERZE**

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

### **POLYAKRYLÁTOVÉ DISPERZE**

Tato lepila vytvářejí pružné a tažné filmy. Používají se k lepení stejných materiálů jako polyvinylacetátové disperze.

### **A.3. Lepidla roztoková tuhnutí 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 a poskytují pružné a odolné spoje. Bývají nejčastěji jednosložková.

#### **LEPIDLA NA BÁZI PŘÍRODNÍHO KAUČUKU**

Jedná se o roztoky přírodního kaučuku ve směsi aromatických rozpouštědel a chlorovaných uhlovodíků s vulkanizačními a modifikačními přísadami. Tyto přísady mají zásadní vliv na pevnost spoje ve smyku.

Lepidla na bázi přírodního kaučuku se používají k slepování pryže a kůže navzájem nebo v kombinaci s textilem.

#### **LEPIDLA NA BÁZI NITRILOVÉHO KAUČUKU**

Jako rozpouštědlo obsahují tato lepidla nitrilové kaučuky, estery a ketony. Často se lepidla na bázi nitrilového kaučuku 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 to 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. K vlastnostem lepených spojů patří u lepidel tohoto druhu vodovzdornost, pružnost a vysoká pevnost.

Tato lepidla jsou 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**

Jedná se o lepidla acetátcelulózová a acetobutyrátcelulózová. Lepidla této báze jsou určena zejména ke spojování fólií z acetátu a acetobutyrátu celulózy a celuloиду.

## **LEPIDLA NITRÁTCELULÓZOVÁ**

Nitrátcelulózová lepidla se nanáší na obě slepované plochy. Rozpouštědlem obsaženým v tomto druhu lepidel je aceton a ethylacetát. Výhodou použití nitrátcelulózových lepidel je, že spoje dobře odolávají vodě, alkáliím a kyselinám.

Tato lepidla lze použít především k lepení papíru, kůže, textilu, celuloиду a dřeva.

## **LEPIDLA POLYAKRYLÁTOVÁ A POLYMETHAKRYLÁTOVÁ**

Tato lepidla jsou 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.

Polyakrylátová a polymethakrylátová lepidla jsou určena zpravidla pro širší použití – k lepení papíru, lepenky, koženky, kůže navzájem i na kovy, sklo a porcelán.

Jsou také vhodná ke slepování organického skla, styrenových plastů i k slepování skla s pórovitými materiály.

## **LEPIDLA POLYAMIDOVÁ**

Postup při slepování je u polyamidových lepidel stejný jako u předchozí skupiny, ale zatížení by mělo trvat po dobu 16 hodin. Tato lepidla jsou vhodná k lepení polyamidových výrobků navzájem nebo k jejich kombinaci s textilem, kůží, dřevem aj.

## **LEPIDLA POLYSTYRENOVÁ**

Jsou to roztoky polystyrenu nebo kopolymerů styrenu v toluenu, acetonu aj. se změkčujícími a adhezními přísadami. Lepidla tohoto typu jsou určena k lepení výrobků z polystyrenu.

## **LEPIDLA POLYVINYLACETÁTOVÁ**

Jedná se o polyvinylacetát rozpuštěný v některém z organických rozpouštědel. Nevýhodou těchto lepidel je pouze krátkodobá odolnost proti vodě a neodolnost proti působení kyselin a alkálií a také dlouhá doba potřebná k zavadnutí lepidla před spojením ploch.

Polyvinylacetátová lepidla se používají především 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 POLYVINYLCHLORIDU**

Rozpouštědlem vhodným k získání tohoto typu lepidel je jedinečně tetrahydrofuran či methylcyklohexanon. Lepidla se nanášejí na obě lepené plochy, které se hned spojí a zatíží mírným tlakem na 5 až 10 hodin.

Lepidla na bázi chlorovaného PVC se používají 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. Jednou ze složek vícesložkového lepidla je vždy tvrdidlo. Spoj vytvořený reaktivním lepidlem je velmi pevný. Reaktivní lepidla se používají tehdy, když je nevhodné použít roztoková a disperzní lepidla.

Tato lepidla je vhodné použít k lepení předmětů, u kterých budou spoje zatěžovány vlastní hmotností lepeného předmětu. Jsou tedy vhodné zejména k 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**

Tato lepidla se dodávají 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, jelikož jsou 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 adhezí účinností. Kyanoakrylátová lepidla jsou určena k lepení hladkých nesavých a odmaštěných povrchů malých rozměrů (do 1 cm<sup>2</sup>).

Tato lepidla jsou vhodná především pro spojování plexiskla, pryže a skla. Velmi dobré výsledky mívá také spojování oceli a duralu. Naproti tomu nejsou příliš vhodná k lepení měkkého 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 tuhnutí kontaktem s kovy**

### **LEPIDLA AKRYLÁTOVÁ**

Tato jednosložková lepidla tuhnou 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 tuhnutí 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 tato lepidla používají k lepení nejrůznějších materiálů, především kovů, skla, keramiky, pryže, dřeva, skelných laminátů, fenolických, močovinných 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. U nás se používá fenolické lepidlo *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.

Tato lepidla se používají především k lepení dřeva, aglomerovaných desek, dýchání a k montážnímu lepení.

## **LEPIDLA POLYESTEROVÁ**

Tato lepidla jsou směsí 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 methilmethakrylátu 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**

Tato lepidla jsou používána buď jako jednosložková (využívající k vytvrzení vzdušnou vlhkost) nebo jako dvousložková. Tato lepidla jsou dobře zpracovatelná i za nízkých teplot, a poskytují spoje mechanicky pevné, pružné a odolné proti dynamickému namáhání, vodě a povětrnosti.

Jsou používána k lepení mnoha druhů materiálů, především kovů, dřeva, pryže, porcelánu, keramiky a řady plastů. Dále se uplatňují v obuvnictví ke spojování měkčeného PVC navzájem, s usněmi, pryží, tkaninami, plasty aj.



## **C. Tavná lepidla**

Tavná lepidla jsou 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, přičemž pozitivní je skutečnost, že se film lepila 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**

Tato lepidla jsou určena k lepení plechových obalů, některých druhů plastů, kovů, porcelánů, textilií i dřeva.

### **TAVNÁ LEPIDLA Z KOPOLYMERŮ ETHYLEN-VINYLACETÁT**

Lepidla tohoto typu jsou často používána k lepení papíru, kartonu a dřevěných dílů. A lze je použít také jako montážní lepidla k lepení kovů.

### **DALŠÍ TAVNÁ LEPIDLA**

Jedná se zejména o tavná lepidla z polyvinylacetátu, ethylcelulózy a polyethylenu.

## **D. Lepidla stále lepivá**

Jedná se o lepidla která 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, změkčovadlo a další aditiva.

Existuje velké množství druhů samolepicích pásek, fólií a štítků. Používají se k lepení papíru, plsti a pěnových hmot. Slouží také k výrobě samolepicích tapet a podlahových krytin.

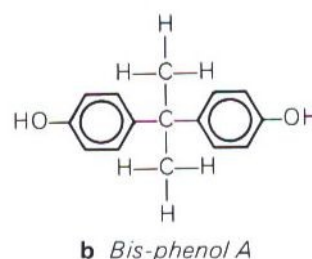
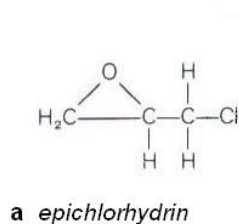
# VLASTNOSTI A STRUKTURA LEPIDEL POUŽÍVANÝCH K LEPENÍ KOVŮ

Kovy jsou materiály zcela nepropustné, proto se pro jejich lepení používají pouze taková lepidla, jež zaručují, že se v průběhu lepení neuvolní žádné těkavé látky, které by snižovaly kohezi a adhezi filmu lepidla. Z toho důvodu nelze použít roztoková a disperzní lepidla (výjimkou jsou pouze lepidla na bázi chloroprenového a polyurethanového kaučuku). Pro běžné lepení kovů se používají lepidla reaktivní.

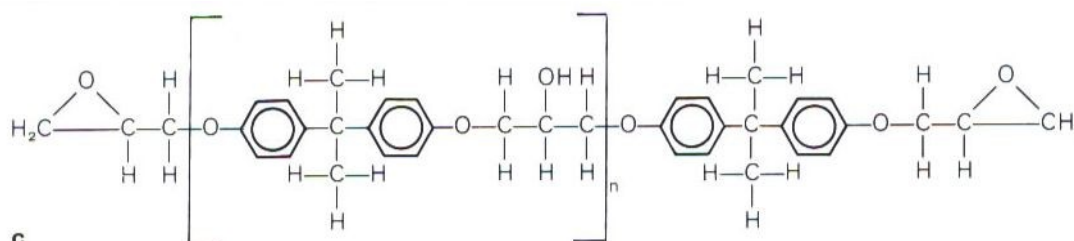
Z reaktivních lepidel se pro lepení kovových předmětů používají zejména lepidla epoxidová, kyanakrylátová, polymethmethakrylátová a polyurethanová.

## EPOXIDOVÁ LEPIDLA

Epoxidová lepidla tvoří nejrozšířenější skupinou lepidel pro lepení kovů. Základní složkou epoxidových lepidel jsou epoxidové pryskyřice, které vznikají reakcí polyalkoholů nebo vícefunkčních fenolů s dichlordihydrinem nebo epichlorhydrinem.



**Struktura typických monomerů pro tuto reakci** – 1-chlor-2,3-epoxypropanu (neboli epichlorhydrinu) [a] a 4,4'-(propan 2,2- diyl) difenolu (neboli difenylolpropanu) anglicky nazvaného jako bis-phenol A [b]. Navázání těchto struktur [c].



Iničiační reakce je v podstatě kondenzace mezi těmito dvěma strukturami. Kondenzace je následována adicí, při které se dojde k otevření epichlorhydrinového cyklu a navázání na hydroxylovou skupinu difenylolpropanu. Produkt této reakce je zakreslen v obrázku č. 5 [c]. Poté

dojde k navázání tohoto produktu s jiným monomerem polymerizační reakcí a vznikne epoxidová pryskyřice.

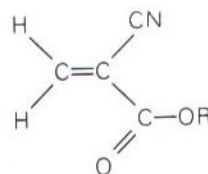
Nevytvrzené epoxidové pryskyřice jsou kapaliny s různou viskozitou a jsou dobře rozpustné v běžných organických rozpouštědlech. Nerozpouští se v ethanolu a vodě. U epoxidových lepidel jsou rozlišovány dva způsoby vytvrzování. Jedná se o vytvrzování probíhající za studena, tedy při pokojové teplotě, a za tepla tj. při zvýšené teplotě. Podle způsobu vytvrzování se volí typ tvrdidla. K vytvrzování za studena se používají tvrdidla polyamidová a k vytvrzování za tepla tvrdidla na bázi anhydridů dikarboxylových kyselin.

Epoxidová lepidla jsou komerčně dostupná jako jednosložková, dvousložková a vícesložková. U epoxidových lepidel je nutné dodržet poměr mísení epoxidové pryskyřice s tvrdidlem přesně podle návodu, protože jak nedostatek tak přebytek tvrdidla výrazně snižuje pevnost spoje. Také je důležité epoxid s tvrdidlem důkladně promíchat. Epoxidová lepidla se zpravidla 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, to jest lepidla dosahující 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, u nichž bývá manipulační pevnosti dosaženo po 5 až 6 hodinách a funkční pevnosti po 24 hodinách. Pevnost (smyková pevnost v tahu) lepidel pro domácí použití bývá kolem 13-15 MPa. Pro konstrukční lepení se většinou používají lepidla vysokopevnostní (s pevností nad 20 MPa). Vytvrzené epoxidové pryskyřice dobře odolávají vodě, zředěné kyselině chlorovodíkové a sírové, alkoholům, aromatickým a alifatickým uhlovodíkům. Jejich tepelná odolnost je v rozmezí od  $-70$  do  $+250$  °C. Jsou odolné proti povětrnostním podmínkám. Pro zlepšení některých vlastností epoxidových lepidel, např. tepelné odolnosti, křehkosti spoje, korozní odolnosti, adheze k některým adherendům atd., 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 jejich použití v oblasti konzervování a restaurování je to, že se vytvrzují 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 alkylykyanoakryláty nebo alky-2-kyanoakryláty, z kterých se nejčastěji používají metylkyanoakrylát, ethylkyanoakrylát, isobutylkyanoakrylát apod.

## Vzorec alkyl-2-kyanoakrylátového monomeru



R - znamená methyl (-CH<sub>3</sub>), ethyl (-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>) nebo butyl (-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)

Když je uhlovodíkovým zbytkem –methyl, monomer je velmi 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.

Při lepení kyanoakrylátovými lepidly je důležité vzít na vědomí, že slepované povrchy musí být slabě alkalické anebo 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 konzervace a restaurování omezeno jejich obtížnou odstranitelností a požadavky na čistotu a výbornou přiléhavost lepených povrchů. Výhodné je jejich použití při lepení skla a keramiky.

Jedno z možných použití kyanoakrylátových lepidel u těchto materiálů je lepení, kdy jsou střepy k sobě fixovány pomocí kyanoakrylátového lepidla. Kyanoakrylátové lepidlo není na lepený povrch nanášeno celoplošně, ale pouze bodově, a po jeho aplikaci se předmět lepí epoxidovým lepidlem, které se natáhne do lomů kapilárním vztlínáním a vytvoří pevný spoj fragmentů.

## POLYMETHYLMETHAKRYLÁTOVÁ LEPIDLA

Jedná se o lepidla na bázi polymerních esterů kyseliny methakrylové. Tato lepidla se používají zejména ke konstrukčnímu lepení, jelikož vykazují velkou smykovou pevnost v tahu, rázu a odlupování. Mají vysokou chemickou odolnost a jejich teplotní odolnost je 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. Tato lepidla 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.