

# Plasty

## Osnova přednášky

1. Úvod
2. Podstata a rozdělení plastů
3. Obecné vlastnosti plastů
4. Popis vybraných druhů plastů
5. Identifikace plastů
6. Nátěrové hmoty
7. Práce s plasty (řezání, vrtání, tepelné tváření, lepení)

# 1. Úvod

**Plasty (nesprávně umělé hmoty)**- nejmladší konstrukční materiály.

- Od druhé poloviny 19. století.
- Počátky průmyslové výroby- po roce 1918.
- Ve velké míře používány od druhé poloviny 20. století.
- Rychlý vývoj pokračuje i dnes.
- Lze snadno technologicky a efektivně energeticky zpracovávat tepelným tvářením.
- Lze měnit jejich vlastnosti v širokém spektru zaměřeným způsobem.

## 2. Podstata a rozdělení plastů (látky, prvky, složky)

Podstatou jsou **makromolekulární látky přírodní a syntetické**. Vyrábí se z **ropy, zemního plynu** a z výchozích látek jako **uhlí, vápno, vzduch a voda**. Pojmeme plasty označovány i látky, vyráběné **přeměnou přírodních látek** jako **guma z přírodního kaučuku** nebo **celuloid** z bavlny.

Plasty jsou složeny z těchto prvků: **uhlík (C), vodík (H), kyslík (O), dusík (N), chlor (Cl), síra (S) a křemík (Si)**.

Způsob **kombinace chemikálií a způsoby výroby** dávají obrovské možnosti v ovlivňování výsledných **vlastností plastů**.

Název plast- odvozen od **plasticity** a z ní plynoucí tvárnost v určité fázi jejich výroby. Je to klíčová technologická vlastnost.

**Makromolekuly**- vzniknou spojením velkého počtu atomů (miliony atomů).

Plasty se zpravidla skládají ze **tří složek: pojivo, plnivo a přísada**.

**Pojivo**- vlastní makromolekulární látka.

**Plnivo-organické a anorganické** látky Plní různé funkce. Jsou to **pevné látky- papír, azbest, saze, tuha, dřevěná moučka, tkanina** apod.

**Přísady**- upravují některé vlastnosti plastů. Jsou to **stabilizátory** (hlavně proti rozkladu teplem a světlem), **maziva a změkčovadla** pro zlepšení zpracovatelnosti.

Většinu plastů **lze barvit** ve hmotě přidáním barviva- odpadá povrchová úprava.

## Dělení plastů

Lze dělit podle různých kritérií: podle **typu chemické reakce**, kterou vznikly, podle **výchozích surovin**, podle **chování za zvýšené teploty**.

Členění podle chování za zvýšené teploty:

### Termoplasty, reaktoplasty, elastomery

**Termoplasty**- plasty **teplem tavitelné**. Působením zvýšené teploty na hranici teploty tání měknou. Poté se dají **tvarovat, ohýbat, táhnout, lisovat a vyfukovat**. Dalším zahřátím přechází do kapalného skupenství, kde je lze zpracovávat dalšími technologiemi (např. **vstřikováním**). Ochlazením **ztuhnou aniž by se podstatně změnila jejich vlastnosti**. Jde o fyzikální proces- lze opakovat. Mezi důležité termoplasty mimo jiné patří: polyvinylchlorid(PVC), polystyren (PS), polyvinylacetát (PVAC), polyethylen (PE), akrylátové sklo(PMMA), polyizobutylen (PIB).

**Reaktoplasty**- plasty **teplem tvrditelné**. Dodávány ve formě **tekutých látek** medové konzistence (**pryskyřice**). K nim jsou dodávána **tvrdidla**. Po **smíšení** se zpracovávají a následným **zahřátím měknou a dalším zahřátím dochází k ztvrdnutí**. Dalším zahříváním ji **nelze převést** do plastického (tvárného stavu).

Mezi významné reaktoplasty patří: **fenolová (formaldehydová) pryskyřice (PF)**, **melaminoformaldehydová pryskyřice (MF)**, **močovinoformaldehydová pryskyřice (UF)**, **nenasycené polyesterové pryskyřice (UP)** a **polyuretanové pryskyřice (PUR)**.

Vzhledem k charakteru struktury tj. stupni větvení a zesílení polymerních řetězců existuje mezi výše uvedenými typy termoplastů a reaktoplastů mnoho přechodových typů.

**Elastomery**- plasty s **elastickými vlastnostmi**. Je možné je **snadno tvarovat** a po odlehčení napětí zaujmou opět svůj tvar. Jejich gumová elasticita z velké části **nezávisí na teplotě**. Mezi důležité patří: **kaučuky (syntetické a přírodní)**- **butylkaučuk (IIR)**, **polysulfidový kaučuk (SR)**, **polyuretanový kaučuk (PUR)** a **silikonový kaučuk (Si)**.

### 3. Obecné vlastnosti plastů

V literatuře se člení na **výhodné a nevýhodné vlastnosti**.

**Výhodné vlastnosti:** malá hustota (malá hmotnost), stálost vůči vodě, velká chemická odolnost a odolnost proti korozi, nízká tepelná vodivost, nízká zvuková vodivost, nevedou elektrický proud, možnost barvení ve hmotě, snadné zpracování, fyziologická nezávadnost, pružnost a odolnost vůči biologickým činitelům.

**Nevýhodné vlastnosti:** malá tepelná stálost, velká tepelná roztažnost, měkký povrch, hořlavost, tvorba elektrostatického náboje a nízká odolnost vůči ultrafialovému záření.

## 4. Popis vybraných druhů plastů

### Termoplasty

Mezi důležité termoplasty patří: polyvinylchlorid (PVC), polyvinylacetát (PVAC), polystyren (PS), polyethylen (PE), polymethylmethakrylát nebo akrylátové sklo (PMMA), polyamidy (PA), polykarbonát (PC), polyisobutylen (PIB), polytetrafluorethylen (PTFE), polypropylen (PP), polyestery (PES) a deriváty celulózy.

### Polyvinylchlorid (PVC)

Polyvinylchlorid se získává z těchto surovin: **voda, uhlí, vápno a kyselina chlorovodíková**. Z těchto látek se vyrobí **vinylchlorid** a ten se potom **polymeruje** na polyvinylchlorid. Vzniká jako rohovitá, **bezbarvá a průhledná hmota**, kterou lze libovolně barvit. Plast může být vyroben v libovolné měkkosti podle obsahu změkčovadel (můžou tvořit až 50%). Rozlišujeme **tvrdý PVC a měkký PVC**. **Tvrdý** (neměkčený) má obchodní název **novodur** a **měkčený** je **novoplast, igelit**. Neměkčený se používá k výrobě nádob, desek, tyčí, trubek apod. Měkčený se používá k výrobě fólií, ubrusů, pláštěnek, obalů, podlahových krytin apod.

## Polystyren (PS)

Polystyren vzniká **polvmerací styrenu** (vinylbenzenu). Je to plast čirý, tvrdý, křehký a do +70 °C odolný vůči teplu. Lze jej libovolně barvit. Je **odolný vůči kyselinám, louhům, solím i proti alkoholu**. Všechna ostatní rozpouštědla ho však narušují. Polystyren lze snadno **opracovávat, lepit, svařovat a brousit**. Smícháním s vhodnými **nadouvadly** se vyrábí **lehčený (pěnový) polystyren**. Při lepení pěnových polystyrénových desek se musejí používat speciální lepidla. Jinak by se polystyren rozpouštěl. Z klasického polystyrenu se vyrábí výrobky běžné denní spotřeby - **kelímky, obaly na potraviny** apod. Pěnový polystyren se používá **k tepelným izolacím** (ve stavebnictví, ledničky), obaly na přístroje.

## Akrylátové sklo (PMMA)

Akrylátové sklo se vyrábí z **ropy a zemního plynu**. Plast je čirý, tvrdý, velmi lesklý, stálý na světle a velmi odolný proti nárazu. Oproti běžnému sklu není tak křehký a má poloviční hmotnost a větší houževnatost i pevnost v ohybu. Je však náchylnější k poškrábání a není tak tvrdý. Je **odolný vůči všem běžným chemikáliím**, ale je **napadán téměř všemi rozpouštědly** (zejména aceton a chloroform). Nárazem sice praská, ale nevytváří ostré a nebezpečné střepy jako silikátové sklo. V silných vrstvách je neprůstřelný. Je zdravotně nezávadný. Plast **lze obrábět, brousit, lepit** a při teplotě 140-160 °C v plastickém stavu snadno **tvarovat**. Je do 90°C tvarově stálý. Používá se k zasklívání oken do letadel, na výrobu ochranných štítů, v automobilovém průmyslu, k výrobě optických čoček, zubních protéz, ochrany dveří, ozdobné tyče atd. V obchodech se prodává pod názvy **plexi sklo, resart sklo**, nebo **organické sklo**.



## Reaktoplasty

Mezi významné reaktoplasty patří: fenolové pryskyřice, močovinné a melaminové pryskyřice, nenasycené polyesterové pryskyřice, epoxidové pryskyřice a polyuretany.

### Močovinoformaldehydová pryskyřice (UF)

Močovinoformaldehydová pryskyřice vzniká **polykondenzací močoviny** (získávané synteticky z dusíku obsaženého ve vzduchu) **s formaldehydem**. V čistém stavu je **bezbarvá a průhledná**. Je možné ji dobře barvit a netmavne. **Vytvrzování** pryskyřice se děje **přidáním tvrdidel nebo zahřátím**. Zpracovává se lisováním. Pryskyřice se hodí k výrobě lakovaných povlaků odolných vůči rozpouštědlům, stálým na světle a odolným proti oděru. Papíry napuštěné močovinoformaldehydovou pryskyřicí se používají k výrobě **vrstvených lisovaných desek**. Roztoky pryskyřice se používají k výrobě **lepidel (lepidlo při výrobě dřevotřískových desek a překližek)** a **nátěrových hmot**, jako **licí materiály** a k výrobě **lehčených hmot** (tepelná izolace).

## Epoxidová pryskyřice (EP)

Epoxidová pryskyřice **vzniká polyadicí**. Výchozími látkami jsou **acetylen a fenol**, které se vyrábí z **uhlí, vápna a vzduchu**. Čistá je **medově žlutá**. V kapalném stavu je jedovatá (páry unikající při zpracování dráždí pokožku). Vytvrzená pryskyřice je bez chuti a zápachu a není jedovatá. Ostatní vlastnosti jsou velmi podobné jako u polyesterových pryskyřic. Pryskyřice má velmi **vysokou přilnavost především na kovy**. Používá se jako velmi **kvalitní lepidlo na kovy** (CHS 1200). Po vytvrzení jsou spoje kovů svou pevností rovnocenné se spoji pájenými. Jsou vysoce **odolné vůči vodě**, většině **chemikálií a rozpouštědlům**. Teplotní zatížení až do 160 °C. Osvědčila se i jako surovina pro výrobu **vypalovacích laků a nátěrových hmot**. Tyto nátěry dávají velmi tvrdý povrch a jsou mimořádně odolné proti odírání.

## Polyuretanové pryskyřice (PUR)

Do této skupiny řadíme několik druhů plastů, které mohou být podle struktury svých molekul **duroplasty nebo elastomery**. Polyuretany se vyrábí z **uhlí, vzduchu a vápna**. **Vznikají polyadicí**. Polyuretany s prostorově zesítenou molekulovou strukturou mají duroplastické vlastnosti. Podle velikosti ok sítě jsou **tvrdé až gumově elastické**. Jsou dostatečně **odolné vůči kyselinám, rozpouštědlům a louhům**. **Tvrdé** druhy těchto plastů se používají jako **polyuretanové laky a dvousložková lepidla**. Lepidla jsou určena na lepení všech materiálů, zejména kovů. **Elastické** polyuretany se používají jako **těsnící hmoty** k utěsnění dilatačních spár. Známé jsou polyuretanové pěny, které se vyrábí jako tvrdé nebo s přídavkem změkčovadel jako měkké. Dále se používají k **tepelné izolaci** ve stavebnictví, jako **izolační látka u chladírenské techniky**.

# Elastomery

Mezi důležité elastomery patří: **kaučuky** (syntetické kaučuky)- butylkaučuk (IIR), polysulfidový kaučuk (SR), polyuretanový kaučuk (PUR), a silikonový kaučuk (Si).

## Butylkaučuk (IIR)

Butylkaučuk je kopolymer z izobutylenu a izoprenu (hlavní složka přírodního kaučuku). Lze ho vulkanizovat. Používá se jako **elastická měkká pěna** na výrobu **těsnících pásek a hmot na utěšňování spár**.

## Polysulfidový kaučuk (SR)

Tento kaučuk se vyrábí jako **jedno i dvousložková hmota**. Jsou známé pod svým surovinovým názvem **thiokol**. Používají se hlavně k **těsnění dilatačních spár** mezi stavebními díly z betonu, dřeva, oceli a skla. Také se používají k **těsnění oken a spojovacích spár mezi okenními rámy a zdivem**.

## Silikonový kaučuk (Si)

Silikonový kaučuk patří do skupiny silikonů. Jejich hlavní složkou jsou **atomy křemíku a kyslíku**. Silikony jsou **odolné vůči vodě** (mají nesmáčivý povrch), **teplu a olejem**. Také **odpuzují lepidla**. Silikonový kaučuk se používá na výrobu **hadic a těsnění**, která jsou vystavena velkým teplotním výkyvům. Lze ho také využít na výrobu trvale elastické těsnící hmoty, která je vhodná např. k zasklívání oken.

## 5. Identifikace plastů

Plastů je velké množství. V mnoha případech si nejsme jisti, o jaký druh plastu jde. K identifikaci lze využít následující vlastnosti: **vzhled, vztah k teple, hustota, zkouška v plameni, žíhání, rozpustnost.**

**Vzhled-** Některé druhy plastů lze vybarvovat do pastelových **barev** a světlých odstínů, jiné ne. Některé jsou **lesklé**, jiné **matné**. Podle těchto znaků lze rozlišit některé kategorie.

**Vztah k teple-** plast zahřejeme a zjistíme, zda jde o termoplasty, nebo reaktoplasty.

**Zkouška v plameni-** Je jedním z nejspolehlivějších a snadno dostupných způsobů identifikace plastu. Potřebujeme k tomu zdroj nesvítivého plamene (plynový nebo lihový kahan), kleště, bavlněné rukavice a popisy chování plastů v plameni. Nejprve zjistíme zahřátím, zda jde o termoplast, nebo reaktoplast. Vzorek poté vložíme do plamene na dobu asi 15 s. Sledujeme, **zda hoří a jak se barví plamen**. Po 15 s vyjmeme vzorek z plamene a sledujeme, **zda hoří dál, nebo zhasne**. Pokud hoří dál, pozorujeme, jak hoří (**rychle, intenzívně, pomalu a pod**). Pozorujeme, jakou **barvu má plamen** a zda odlétávají jiskry.

Dále sledujeme, zda se vyvíjí **dým**, jakou má barvu a zda se tvoří **saze**. Dále sledujeme, jaký má **dým zápach** a zda při hoření **odkapává tavenina**. Poté plamen zfoukneme a pozorujeme **vzhled příškvarku** (zda je zčernalý, zuhelnatělý, bezbarvý, zduřelý, změkklý zpuchýřovatělý). U některých druhů plastů je příškvár viditelně ohraničen pruhem typické barvy. Když odkapává tavenina, tak zjistíme, zda je možné snadno natáhnout vlákno (na půl metru i více). Po zfouknutí si opět všímáme barvy dýmu a zápachu. Zjištěné informace porovnáme s popisem chování jednotlivých druhů plastů v literatuře. Na základě srovnání určíme, o jaký druh plastu jde.

## 6. Nátěrové hmoty

**Nátěrové hmoty** jsou látky, které vytváří na naneseném materiálu tvrdou vrstvu- film. Jeho účelem je **ochrana materiálu vůči vnějším vlivům** v průběhu používání a dosažení požadovaného **vzhledu a barvy** povrchu výrobku. Nátěr je obecný termín, který se používá pro všechny technologie nanášení nátěrové hmoty. Jsou to zejména nátěr štětcem, válečkem a stříkáním.

Nátěrové hmoty **dělíme podle chemického složení** na: **celulózové, olejové, syntetické, vodové, průhledné, transparentní** (laky, krycí (barvy a emaily)). Vzhledem k materiálu, na který mají být nanесeny je členíme na: **základní, vrchní, matné nebo lesklé. Dále se člení na: vnitřní, vnější, zasychající za běžné teploty nebo zvýšené teploty (vypalovací).** Podle technologie nanášení na natírané štětcem, stříkáním nebo obě technologie.

Obchodní značení nátěrových hmot je následující: **celulózové-C, syntetické-S, olejové- O, vodové- V. Nad 1000 – laky, nad 2000- barvy, a emaily, nad 5000- tmely, nad 6000 ředidla.** Čísly jsou označeny i jednotlivé barvy, ale v obchodech se zpravidla orientujeme podle vzorkovnice barev.

**Nátěrové hmoty** nanášíme vždy **ve více vrstvách**. **Laky** zpravidla **ve dvou, nátěrové hmoty ve třech vrstvách** (jedna vrstva základní, dvě vrstvy vrchní. Následující vrstvu nanášíme vždy po zaschnutí a přebroušení vrstvy předchozí.

**Při realizaci nátěrů postupujeme následovně:**

1. **Očistění povrchu** materiálu. **Starý nátěr** je třeba odstranit, pokud je to možné. Zkorodovaný povrch kovů je třeba **obrousit**, popřípadě **odrezit** odrezovačem. Staré nátěry na dřevě (např. oknech, dveřích a pod) se **opalují** horkovzdušnou pistolí.
2. Příprava nátěrové hmoty. Nátěrovou hmotu je třeba řádně **rozmíchat** a podle potřeby **rozředit**.
3. **Nanesení** nátěrové hmoty. Nejprve se nanáší **základní barva** (v **jedné nebo dvou vrstvách**).
4. **Přebroušení po zaschnutí**. Zaschlý nátěr přebrousíme smirkovým papírem o jemnosti 320-400.
5. Nanesení **další vrstvy**. Poslední vrstva se již nebrousí. Pro tloušťku každé nátěrové vrstvy i celkovou tloušťku nátěru platí, že větší tloušťka lépe chrání výrobek.

Doba **vytvrzování** nátěrů se za běžné teploty pohybuje řádově v **desítkách hodin** podle druhu nátěrové hmoty. **Celulózové barvy** zasychají **velice rychle** (jsou nelepivé již po několika minutách).

## 7. Práce s plasty (řezání, vrtání, tepelné tváření, lepení)

Obrábět plasty lze s pomocí ručních nástrojů, elektrického ručního náradí i dřevoobráběcích strojů. Je však částečně ztížené špatnou tepelnou vodivostí, nízkou tepelnou odolností a velkou tepelnou roztažností plastů. Obráběné plochy se při obrábění rychle zahřívají, což u termoplastů může vést k tavení a mazání. Také vzniká nebezpečná tvorba zápachu a nebezpečného prachu. Z těchto důvodů je třeba nosit ochranné dýchací přístroje.

Plasty lze **řezat, dělit vrypy a řezáním noži, pilovat, vrtat i lepit.**

### Řezání plastů

Řezat plasty lze **všemi druhy ručních pil**, které se používají při práci se dřevem. Musjí však být dobře nabroušené a rozvedené. Při řezání je třeba dát pozor na dobrou oporu materiálu. Na řezání **tenkostěnných dílů** (trubky, desky) je třeba použít **pily s menší roztečí zubů**. U **větších průřezů volíme pily s větší roztečí zubů**. K řezání plastů jsou vhodné zejména **jemné pily a ocasky**. Strojově lze řezat plasty na **kotoučové i pásové pile**. **Pásovou pilou** se realizují zejména **obloukové řezy** a přiřezávají se **profily a tyče**. Pro rozteč zubů u těchto pil platí stejná pravidla jako u ručních pil. **Přímé řezy** se provádí **kotoučovou pilou**.



Pro občasné řezání **termoplastů** lze používat **pilové listy z nástrojové oceli pro opracování dřeva**. **Duroplasty** je třeba řezat pilovými kotouči, které mají zuby opatřené **destičkami ze slinutých karbidů**. K řezání **silně plněných plastů zesílených sklenými vlákny** se doporučují řezací brusné kotouče osazené **diamanty**.

Je třeba, aby desky při řezání na kotoučové pile dobře ležely na stole pily. V opačném případě by mohla deska kmitat, což je velmi nebezpečné a vede to k nečistému řezu. Vhodná rychlost řezu a posuvu a správný přesah pilového kotouče se zjistí nejlépe zkušebním řezem. **Tvrdé a křehké plasty** obvykle vyžadují **menší rychlost řezu i posuvu**. Je také třeba zajistit odsávání třísek a prachových částic.

## **Vrtání plastů**

**Tvrdé a křehké plasty** (zejména duroplasty) lze vrtat **spirálovými vrtáky pro opracování oceli**. K vrtání **měkčích plastů** se používají **spirálové vrtáky na plasty**. Tyto vrtáky mají **strmější šroubovici**, větší drážky pro odchod třísek a **vrcholový úhel 60- 90°**. Tím je zrychlen odvod třísek a snižuje se nebezpečí zaseknutí nebo vytahování materiálu. Pokud se vrtá hlubší díra, je třeba opakovaným vytažením vrtáků udržovat díru bez třísek a vrták chladit. Otvory větších průměrů lze do duroplastů realizovat vrtáky s válcovou hlavou (např. Forstnerovým vrtákem).

Na plasty s **vysokým obsahem plnidel** a na duroplasty zesílené skelnými vlákny se používají **vrtáky na plasty s břity ze slinutých karbidů** (viz. obrázek).

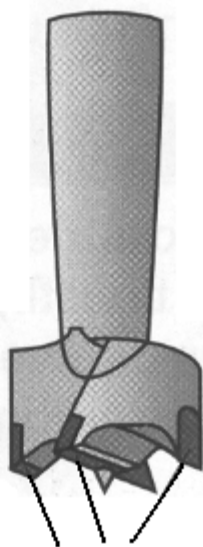


60-90°

**spirálový vrták**



**ostří ze  
slinutých  
karbidů**



**ostří ze slinutých  
karbidů**

**vrták s válcovou hlavou**

**Vrtáky na plasty**

## Pilování plastů

Pilování se používá zejména při srážení hran, odstraňování otřepů a úpravě zakřivených dílů nebo dílů s nerovnou plochou. Pro **duroplasty** jsou vhodné **sekané pilníky**. **Termoplasty** lze opracovávat **frézovanými pilníky** nejlépe s hrubším dělením zubů.

## Lepení plastů

Lepení je druh **nerozebíratelného spojení** materiálů, buď **mezi sebou, nebo částí ze stejného materiálu**. Materiálem může být například: **dřevo, kovy, sklo, porcelán, guma, kůže i jiné materiály**. Aby sloužil lepený výrobek co nejdéle, musí být pro lepení konstruován a v žádném případě nelze použít lepidlo jen proto, že není dostupná jiná vhodnější technologie – např. pájení, svařování a pod.

K lepení plastů dnes existují různá lepidla. Lze použít dvousložková epoxidová lepidla, na novodur existují lepidla určena k lepení novoduru. Dále existují lepidla určená speciálně k lepení plastů. Aby byl lepený spoj správně proveden, je třeba výhradně dodržovat postup lepení, určený výrobcem (přiložen k lepidlu).