

Polymery a plasty v praxi

POLYAMIDY

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

pospisil@polymer.cz

pospisil@gascontrolplast.cz

29716@mail.muni.cz

LEKCE	datum	téma
1	17.II.	Úvod do předmětu - Základy syntézy polymerů. Struktura a názvosloví polymerů
2	24.II.	Polyetylén a kopolymery etylénu
3	3.III.	Polypropylén a kopolymery propylénu
4	10.III.	Polyvinylchlorid, měkčené a neměkčené PVC
5	17.III.	Styrénové termoplasty
6	24.III.	Polyamidy
7	31.III.	Polyestery
8	7.IV.	Polyuretany
9	14.IV.	Fenolformaldehydové pryskyřice
10	21.IV.	Epoxidové pryskyřice VELIKONOCE, bude jen vloženo elektronicky
11	28.IV.	Polyesterové pryskyřice, Degradace polymerů – základní informace
12	5.V.	Silikony, Síťované elastomerní materiály
13	13.V.	KOLOKVIUM

POLYAMIDY – trochu chemie

- Na rozdíl od PE, PP, PVC a PS vznikají **POLYKONDENZACÍ** (co to je, rozdíl od např. radikálově iniciované polymerace) nebo **POLYADICÍ** (co to je, rozdíl mezi polykondenzací a polyadicí)
- **POLYKONDENZACE – zde funkční skupiny $-NH_2$ a $-COOH$**
- **POLYADICE – zde otvírání cyklu**

POLYAMIDY - trochu chemie

- TECHNICKÝ NÁZEV: **POLYAMID 66**
- TRIVIÁLNÍ NÁZEV:
polyhexamethylenadipamid
- IUPAC název:
poly(iminohexamethyleniminoadipoyl)

POLYAMIDY - trochu chemie

- TECHNICKÝ NÁZEV: **POLYAMID 6**
- TRIVIÁLNÍ NÁZEV: poly-6-kaprolaktam
- IUPAC název: poly[imino(1-oxohexamethylen)]

POLYAMIDY

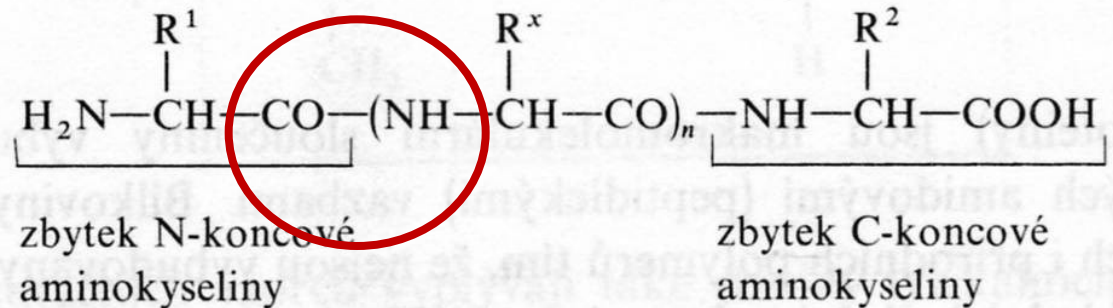
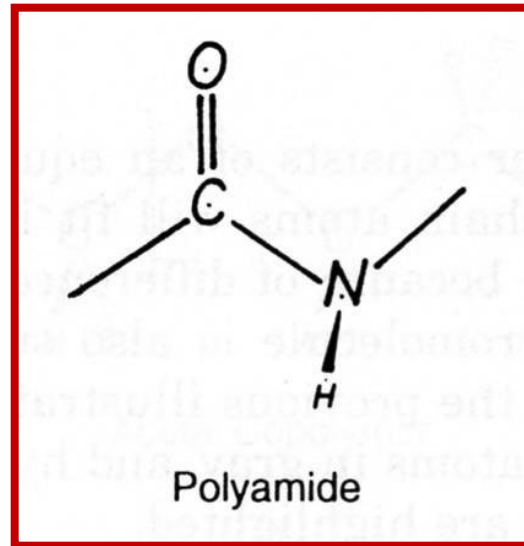
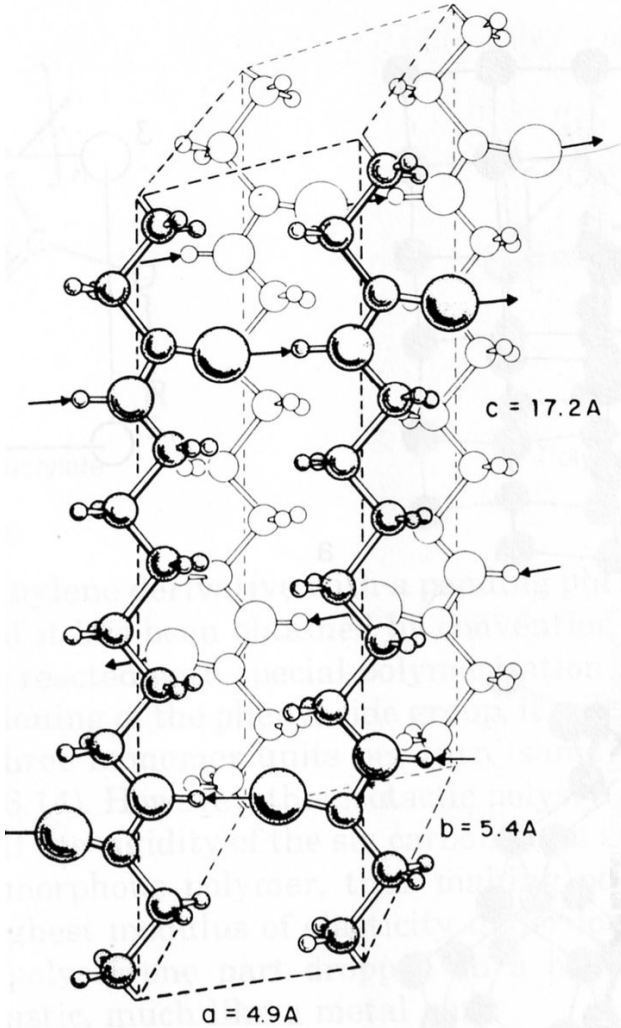
Carothens, Du Pont, USA, 1937

- **Čeština > POLYAMID**
- Český obchodní název SILON byl zaveden pro vlákna (autorem je básník Vítěslav Nezval)
- **Angličtina > NYLON**
- **Zkratka > PA ...**

POLYAMIDY

- **POLYAMID 6**
- **POLYAMID 6,6 (66)**
- **POLYAMID 11**
- **POLYAMID 12**
- **POLYAMID**

POLYAMIDY – zpět k materiálu

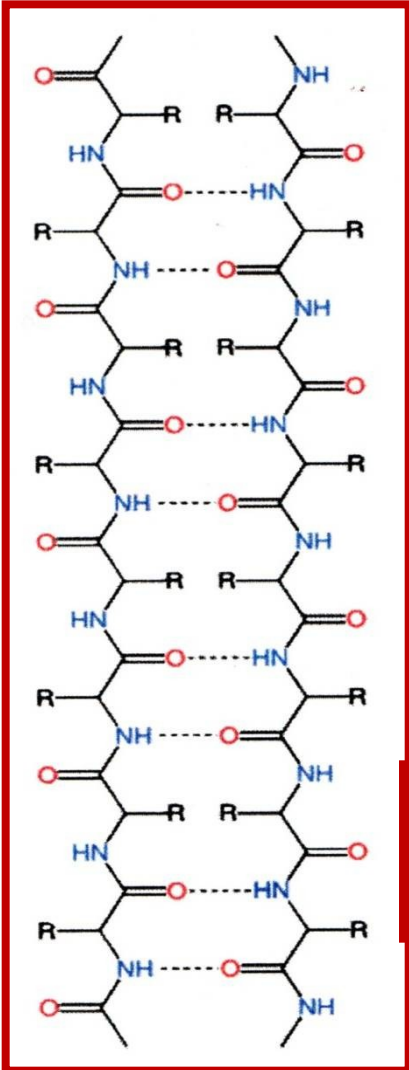


Řetězec molekuly bílkovin

POLYAMIDY & bílkovinná vlákna

- Vlna
- Hedvábí (SILK eng.) z bource morušového
- Hedvábí (BYSSUS eng.) z mořských muší

Vodíková vazba v bílkovinách a polyamidech (tam je R = H)



POLYAMIDY & bílkovinná vlákna & bílkoviny

- **Stejný typ vazby v hlavním řetězci**
- **Stejné vodíkové můstky**
- **Podobná krystalická struktura**
- **Podobné chemické vlastnosti (některé)**

**Souvislost biosyntézy a chemické
syntézy!**

POLYAMID 6 - základní informace 1

- PA 6 je typickým příkladem **SEMIKRYSTALICKÉHO TERMOPLASTU**
- **SEMIKRYSTALICKÝ TERMOPLAST** charakterizuje **TEPLOTA SKELNÉHO PŘECHODU A TEPLOTA TÁNÍ**
- **TEPLOTA SKELNÉHO PŘECHODU PA 6 (SUCHÉ amorfni část) je cca. 70 °C**
- **TEPLOTA TÁNÍ PA 6 (krystalická část) je cca. 216 °C**

POLYAMID 6 - základní informace 2

- PA 6 je **NASÁKAVÝ**
- **VŠECHNY POLYAMIDY JSOU NASÁKAVÉ**
- **NASÁKAVOST SOUVISÍ S POMĚREM POLÁRNÍ ČÁSTI (- CONH-) a nepolární části (-CH₂-)**
- **Nasákavost vody ovlivňuje fyzikální vlastnosti polyamidů**
- **Voda snižuje T_g a zvyšuje houževnatost polyamidů**

POLYAMIDY

Tab. 12.1. Vliv poměru skupin —CONH— a $\text{—CH}_2\text{—}$ na vlastnosti polyamidů

Typ	Poměr $\frac{\text{—CONH—}}{\text{—CH}_2\text{—}}$	Bod tání °C	$T_g/^\circ\text{C}$		Nasákavost/%		Rozpustnost v HCOOH %
			zasucha	zamokra	při 23 °C	po uložení ve vodě	
PA 6	1:5	220	70	20	3	10	70
PA 66	1:5	264	80	35	2,8	9	80
PA 610	1:7	215	70	40	1,4	3,3	90
PA 612	1:8	210	60	40	1,2	3	90
PA 11	1:10	190	55	—	0,8	1,8	nerozpustný
PA 12	1:11	180	55	—	0,7	1,5	nerozpustný

POLYAMIDY – základní vlastnosti 1

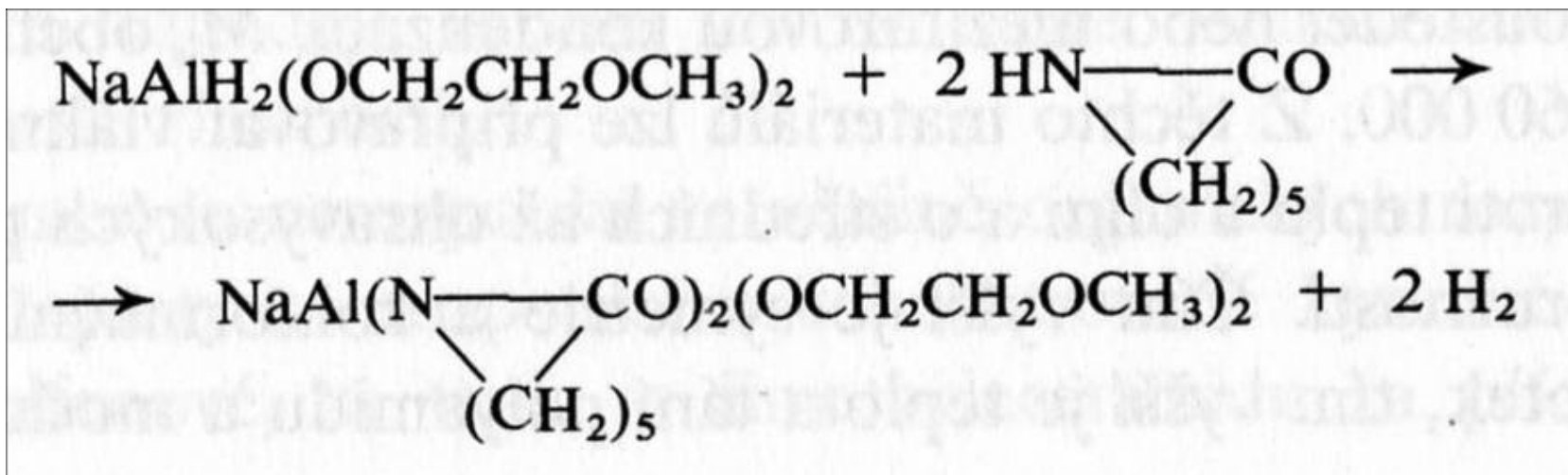
- **Krystalinita jen 30 – 50 % hmot. (HDPE a POM až přes 90 % hmot.)**
- **Vliv vody na fyzikální vlastnosti, největší u PA 6**
- **Polyamidy jsou tvrdé, houževnaté, odolné proti otěru, dobré elektroizolanty – vše ale závisí na obsahu vody**
- **Vlastnosti PA se měří zasucha a zamokra!**
- **Vliv má i obsah zbytkových monomerů – jsou hlavně v PA 6**

POLYAMIDY – základní vlastnosti 2

- **Odolnost** proti pohonným hmotám, olejům a mazivům, alkáliím
- **NEODOLÁVAJÍ** kyselinám a fenolům
- **ÚZKÝ ROZSAH TEPLOT TÁNÍ A TUHNUTÍ**
- **NÍZKÁ VISKOZITA TAVENINY**
- **SKLON KE ŽLOUTNUTÍ VLIVEM UV ZÁŘENÍ**

POLYAMIDY – Odlévání PA 6

- Polyadice 6-kaprolaktamu



- **Polotovary X hotové výrobky**
- **Modifikace aditivity**
- **Touto technologií se nyní zabývá na VŠCHT Praha prof. RODA**

Odlévání PA 6 – Polotovary: s nimi se asi nejčastěji setkáte

- Tyče
- Desky

Zpracování třískovým obráběním

- Kladem je tvrdost a vysoký a ostrý bod tání
- Soustružení např. koleček
- Frézování – kluzné plochy atd.
- Vrtání

Odlévání PA 6 - hotové výrobky

- Hlavně kolečka, např. vozík na palety.
- Ozubená kola až do průměru 2,5 m!
- Vačky
- **Kanálové mříže a poklopy** – neberou ve sběrně
- **Sloupky** – neberou ve sběrně
-

Odlévání PA 6 - Modifikace aditivity

- **Maziva**

- **Oleje a vazelíny, hlavně silikonové**

- **Částicová**

- Grafit

- Sirník molybdeničitý („Molyka“) MoS_2

- **Plniva**

- **Vláknitá – hlavně skleněná vlákna**

- **Částicová – mastek, vápenec,**

Polyamidy – technologie zpracování

- **ZVLÁKŇOVÁNÍ** (druhé nejrozšířenější syntetické vlákno po PETP)
- **Vstřikování** (nejrozšířenější termoplast pro technické výlisky)
- **Monofily** – vlákno s průměrem nad 0,5 m
- **Vytlačování (extruze)** – hlavně PA 6 a PA 66
- **Odlévání** – hlavně PA 6
- **POVRCHOVÉ ÚPRAVY PRÁŠKOVÝM PA** – hlavně PA 11

Polyamidy – **ZVLÁKŇOVÁNÍ**

- **Technické i oděvní vlákno**
- **Používají se PA 6 a PA 66**
- **U oděvního vlákna je nasákavost i výhodou > plavky**
- **Popruhy pro práce ve výškách - zkoušení**
- **Horolezecká lana**
 - **Záchranné > velká tažnost PROČ?**
 - **Zátěžové > malá tažnost PROČ?**
- **Nutná stabilizace proti UV záření, jinak žloutne**

Polyamidy – Vstřikování

- **Používají se PA 6 a PA 66**
- Většinou vyztužení skleněnými vlákny, obvykle 30 % hmot.
- Automobilový průmysl – díly v motorovém prostoru **PROČ?**
- **PA 11 a PA 12 - boty atd.**

Polyamidy – Monofily

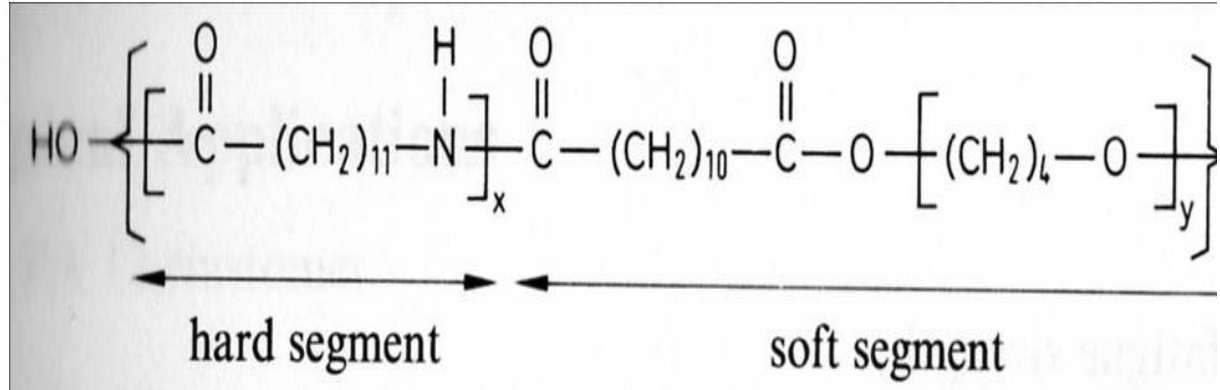
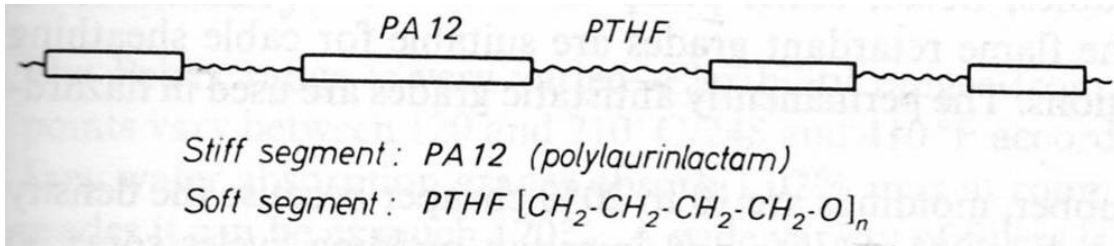
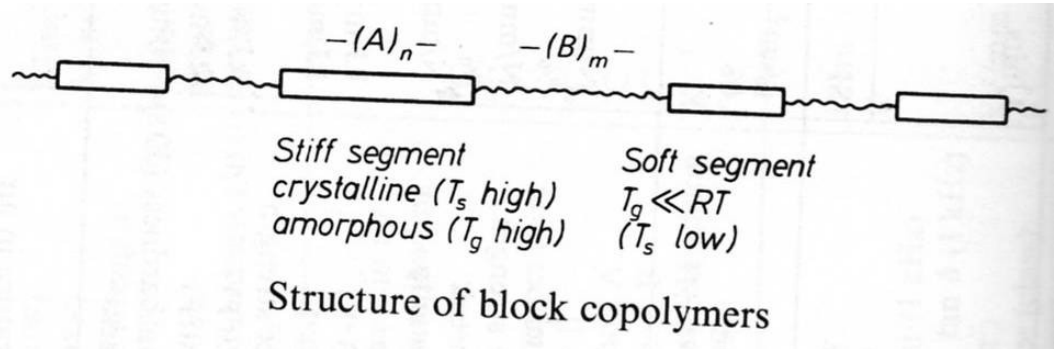
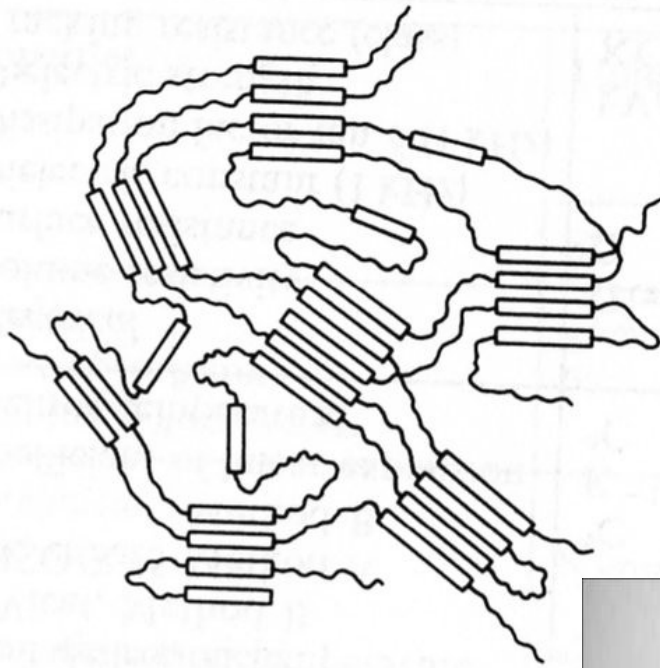
- Používají se PA 6 a PA 66
- Struny do sekaček na trávu
- Rybářské vlasce
- Výplety tenisových raket

–MĚKČENÍ PA!

Polyamidy – Vytlačování (extruze)

- **Vytlačování (extruze) – hlavně PA 6 a PA 66 fólie**
- **Koextruze – bariérové vlastnosti**
- **Fólie na masné vařené výrobky**

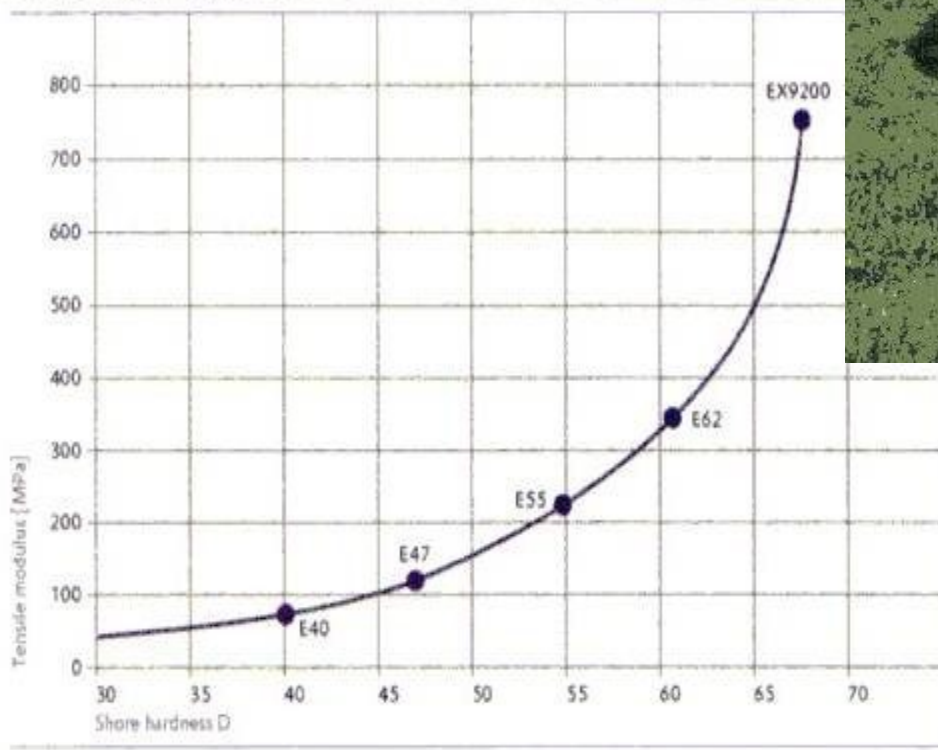
Polyamidové elastomery na bázi PA 12



Polyamidové elastomery na bázi PA 12

- **VESTAMID E** - příklad takového materiálu

Figure 6: Relationship between tensile modulus and Shore hardness of VESTAMID® elastomers



Polyamidové NANOKOMPOZITY na bázi PA 6

BIO – NANO – EKO ZAKLÍNADLA DNEŠKA!

- **VRSTEVNATÝ JÍLOVITÝ MINERÁL
MONTMORILONIT**
- **Chemická úprava > ITERKALACE**
- **Monomer se dostane mezi vrstvy**
- **Polymerace > EXFOLIACE**

NANOKOMPOZIT

Lepení PA a jeho kopolymerů 1

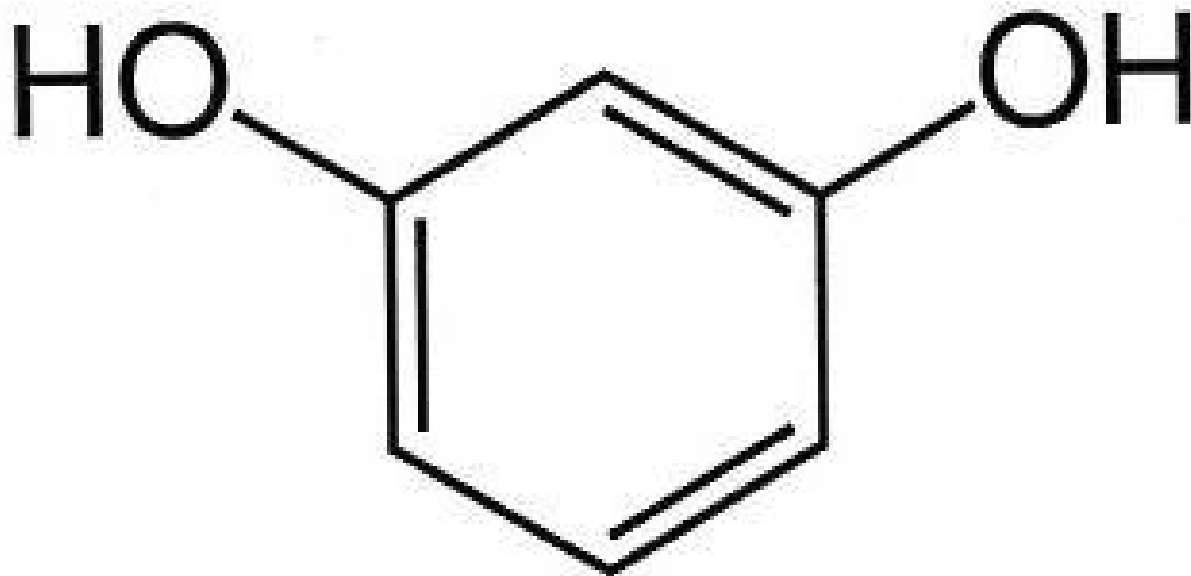
- **Rozpouštědla pro PA:**
 - PA je rozpustný v kyselině mravenčí, kyselině octové, kyselině sírové, fenolech
- **Předběžné úpravy**
 - Odmaštění
 - Oxidace kyselinou chromsírovou při lepení s kovy (nyní je „chromsírovka“ zakázaná >)
- **Lepení rozpouštědly PA + PA:**
 - kyselina mravenčí

Spojování a povrchové úpravy PA

- **Lepení**
- **Svařování**
- **Potiskování**
- **POKOVOVÁNÍ**

Lepení PA a jeho kopolymerů 2

- Lepení lepidly PA + PA:
 - Roztoky PA a jeho kopolymerů v alkoholickém roztoku RESORCINOLU



Lepení PA S JINÝMI MATERIÁLY

- **EPOXIDOVÁ LEPIDLA**
- Chlorprénopvá lepidla (Alkaprén, Chemoprén,
- Polyurethanocá lepidla
- Fenolformaldehydová lepidla
- Fenol-resorcinolformaldehydová lepidla