

# **Polymery a plasty v praxi**

# **POLYSTYREN &**

# **KOPOLYMERY**

# **STYRÉMU**

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

[pospisil@gascontrolplast.cz](mailto:pospisil@gascontrolplast.cz)

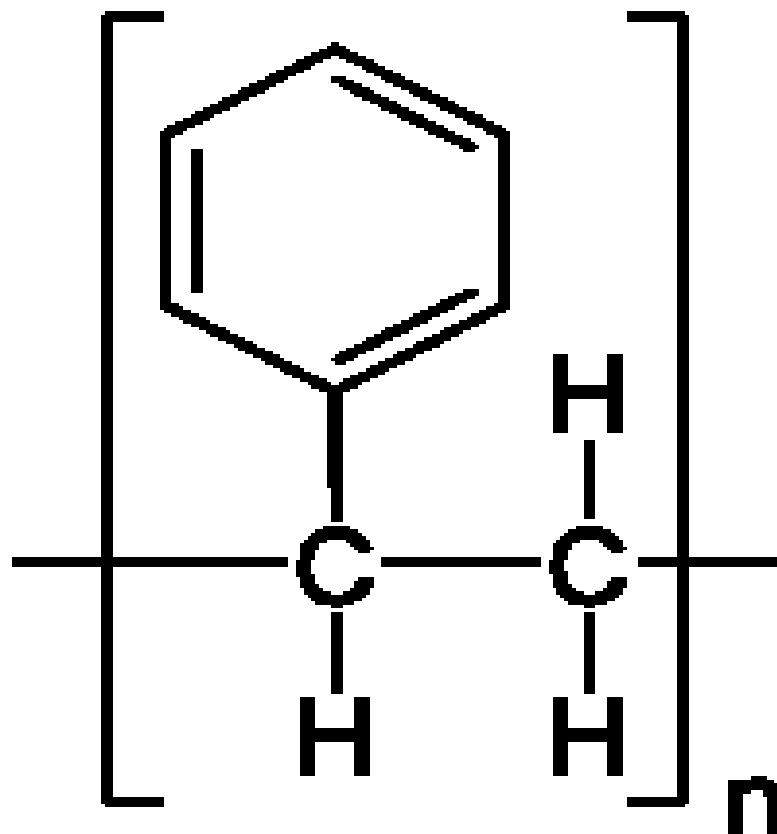
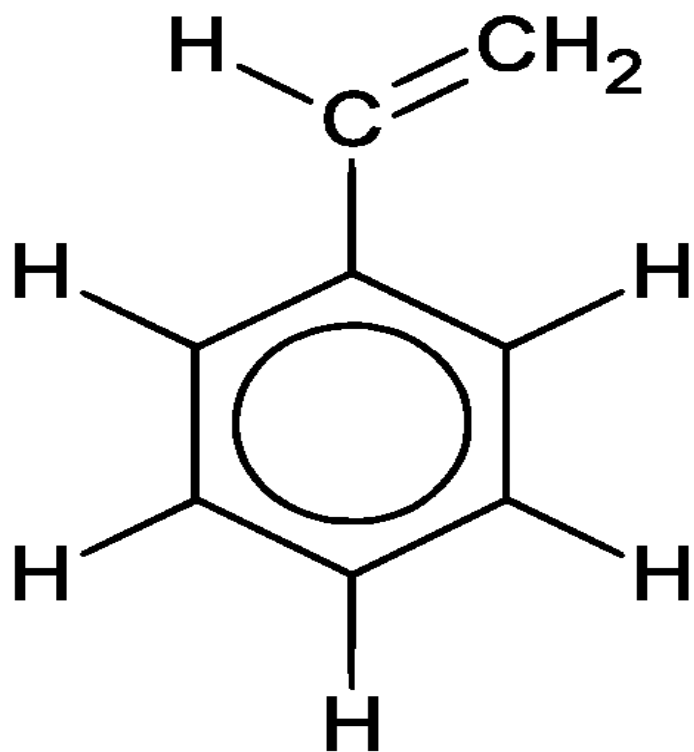
[29716@mail.muni.cz](mailto:29716@mail.muni.cz)

# **POLYSTYREN & KOPOLYMERY STYRÉNU**

- **HOMOPOLYMER STANDARDNÍ  
POLYSTYREN (PS)**
- **KOPOLYMER HOUŽEVNATÝ  
POLYSTYREN (HIPS – High Impact PS)**
- **TERPOLYMER AKRYLONITRIL –  
BUTADIEN - STYREN (ABS)**
- Řada dalších kopolymerů .....

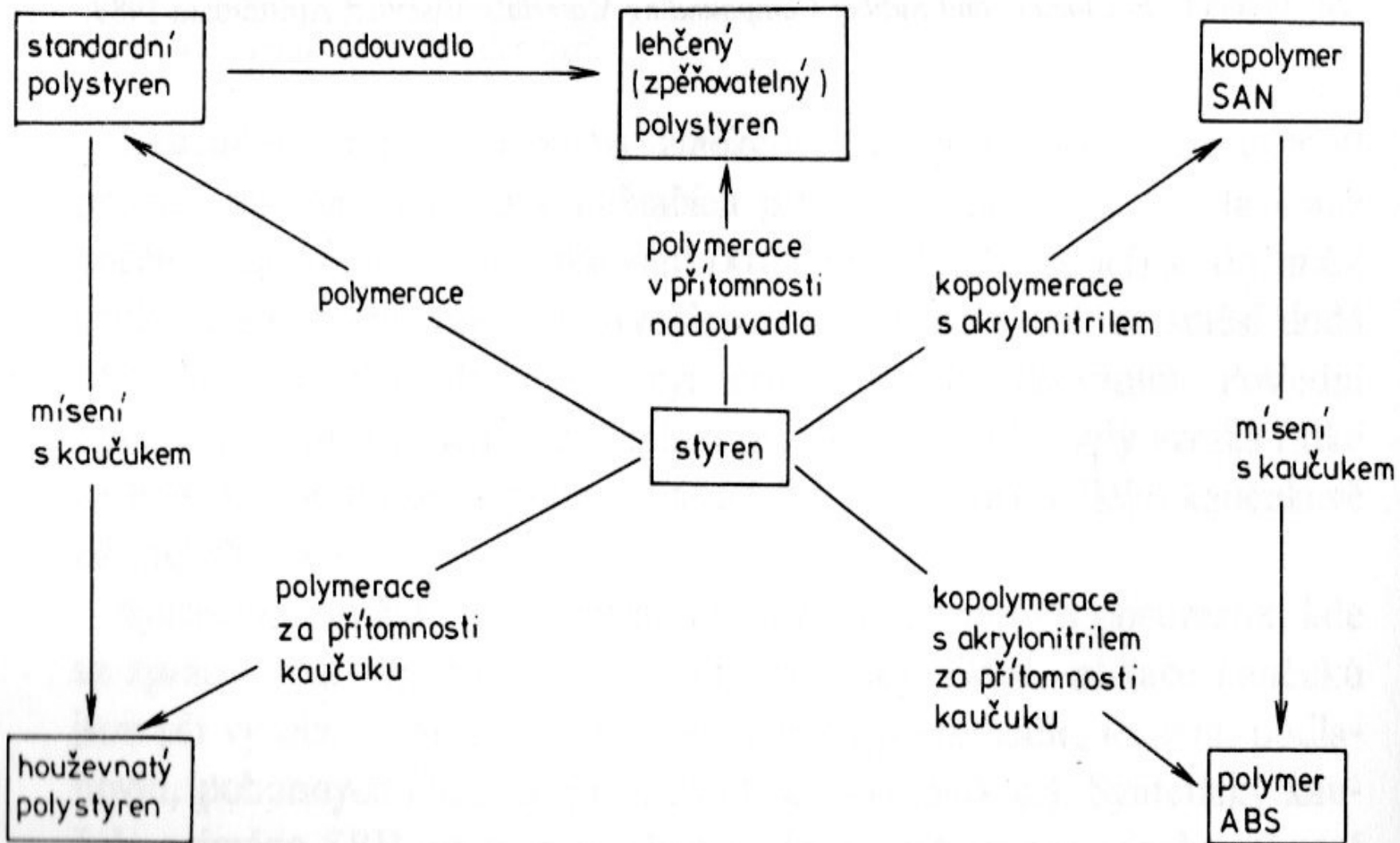
# **POLYSTYREN (zkratky PS, HIPS) - základní informace 1**

## **POLY(1-FENYLETYLEN)**



# **POLYSTYREN - základní informace 2**

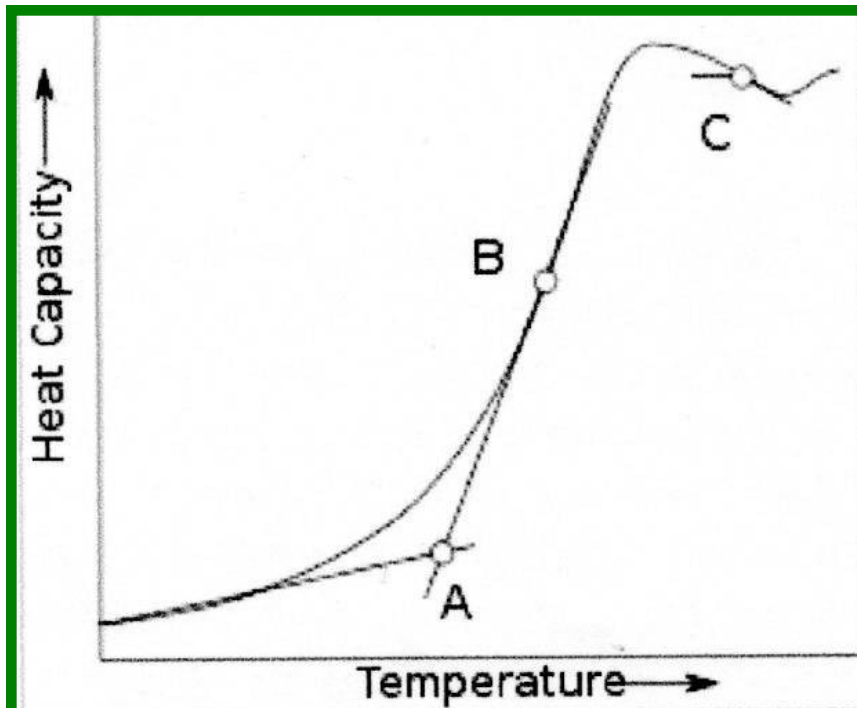
- **PS je typickým příkladem AMORFNÍHO TERMOPLASTU**
- **AMORFNÍ TERMOPLAST** charakterizuje **TEPLOTA SKELNÉHO PŘECHODU**
- **TEPLOTA SKELNÉHO PŘECHODU PS je cca. 90 °C** (může se lišit při kopolymeraci a u HIPS)



Obr. 4.1. Příprava základních skupin polystyrenových plastů

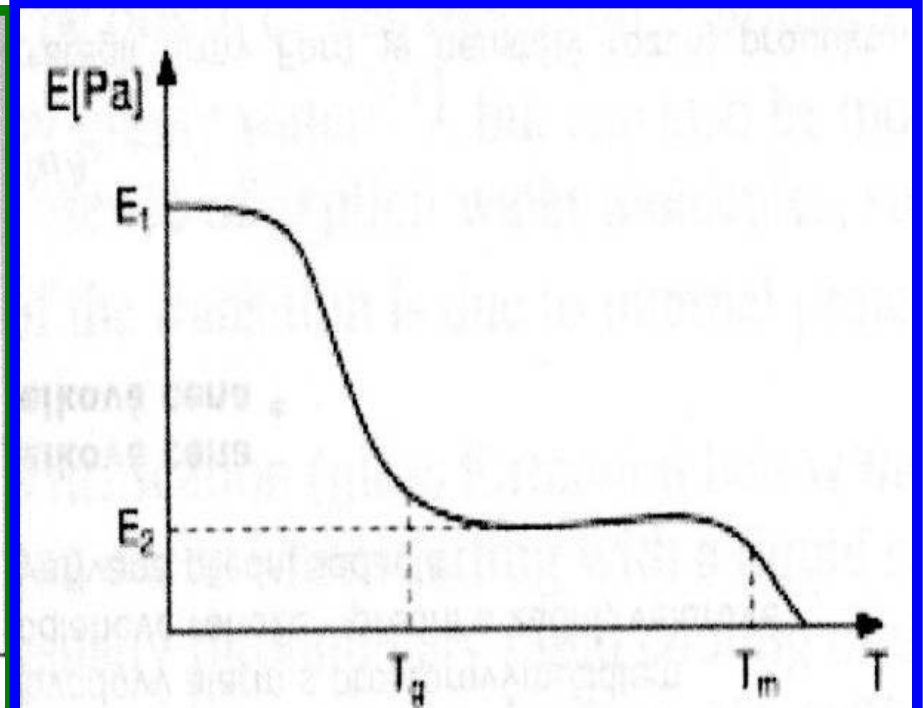
# PS - základní informace 3

## $T_g$ měřené pomocí DSC



Measurement of  $T_g$  by DSC.  $T_g$  is the temperature corresponding to point A. [10]

## Tuhost versus $T_g$ & $T_m$



Stiffness versus temperature

# PS – technologie výroby

## Výroba:

- Suspenzní (dominantní)
- Emulzní (téměř se nepoužívá)
- Blokový (minoritní, ale velmi čistý)
- Zpěňovatelný

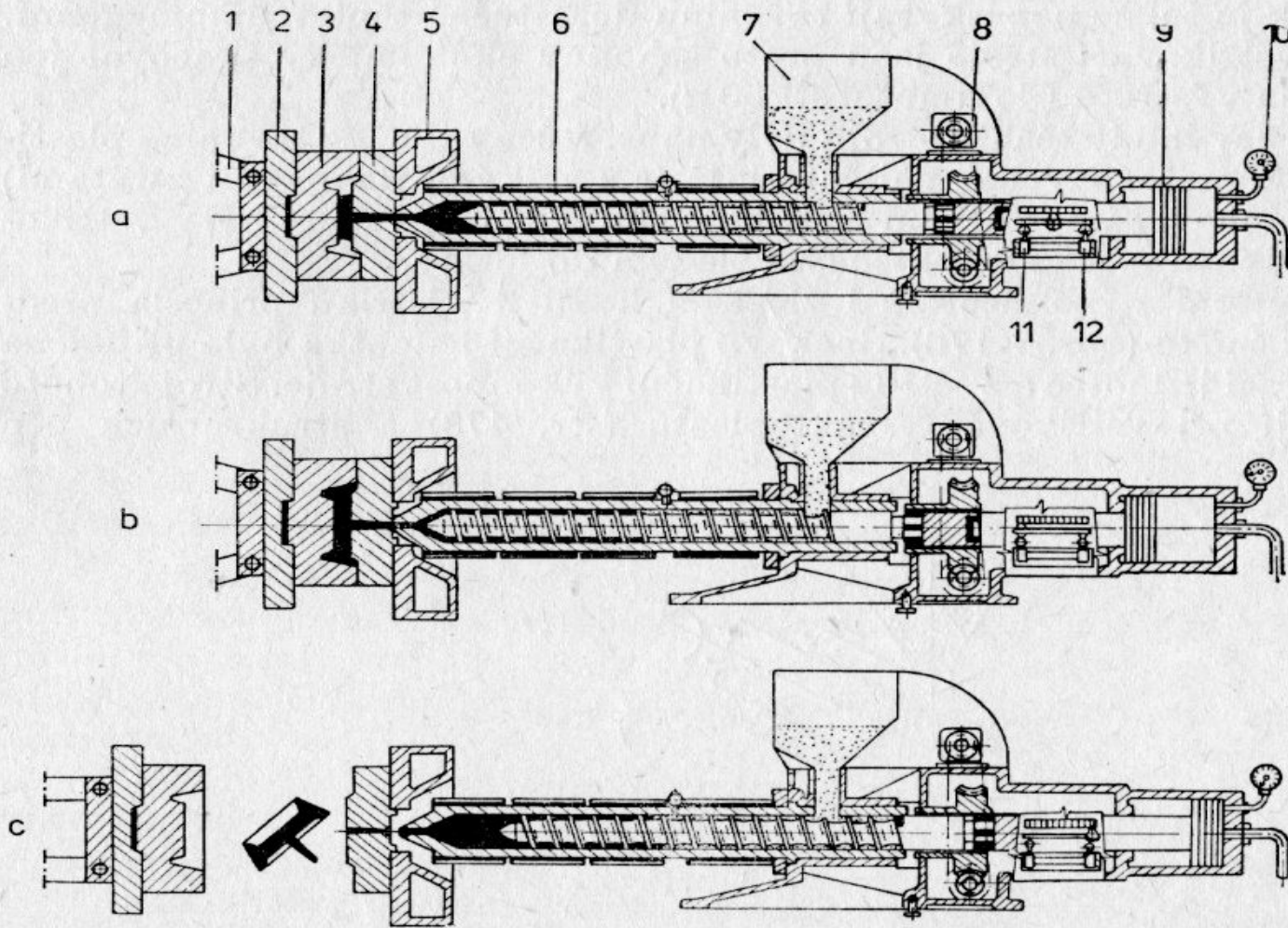
## Dodavatelská forma:

- Granulát
- Mikrokuličky (Zpěňovatelný)

# PS – technologie zpracování

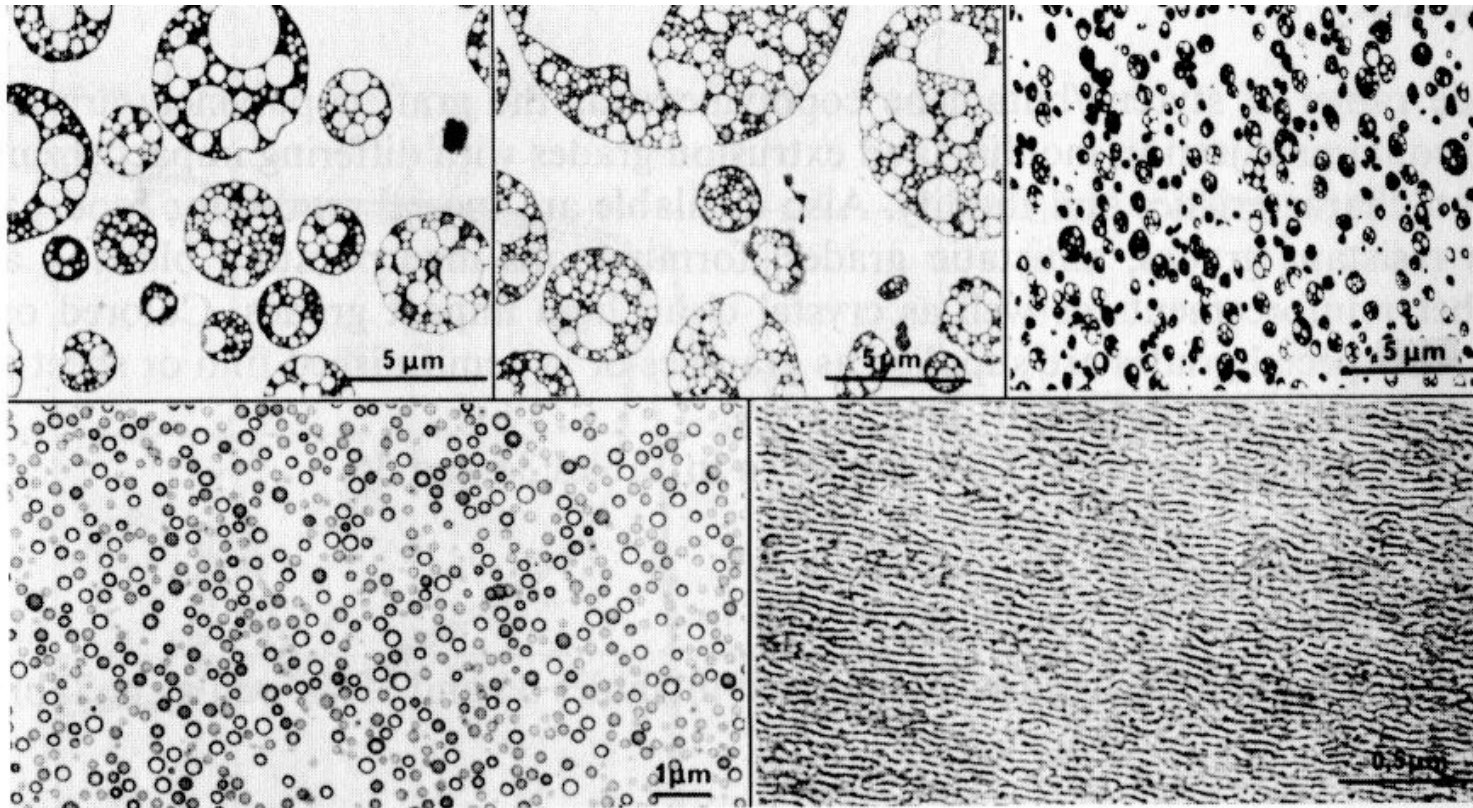
- **Vstřikování (cca. 75 % výroby)** – LEGO, Igráček, vláčky PIKO atd.
- **Zpěňování**
- **Vytlačování > tvarování za tepla (thermoforming)**





Obr. 7-177. Pracovní cyklus vstřikovacího stroje se šnekovou plastikační jednotkou  
 a) vstřikování, b) dotlačování, c) vyjmutí výstřiku z formy; 1 — uzavírací mechanismus, 2 — pohyblivá upínací deska, 3 — tvárnice, 4 — tvárník, 5 — nepohyblivá upínací deska s otvorem pro trysku, 6 — vstřikovací válec, 7 — násypka, 8 — hydraulický motor pro pohon šneku, 9 — hydraulický válec, 10 — tlakoměr, 11 — koncový spínač dotlačování, 12 — koncový spínač zpětného posunu šneku

# Co to je houževnatý PS?



Rubber morphology of impact resistant polystyrenes (photograph: *BASF*)

Top left: conventional S/B

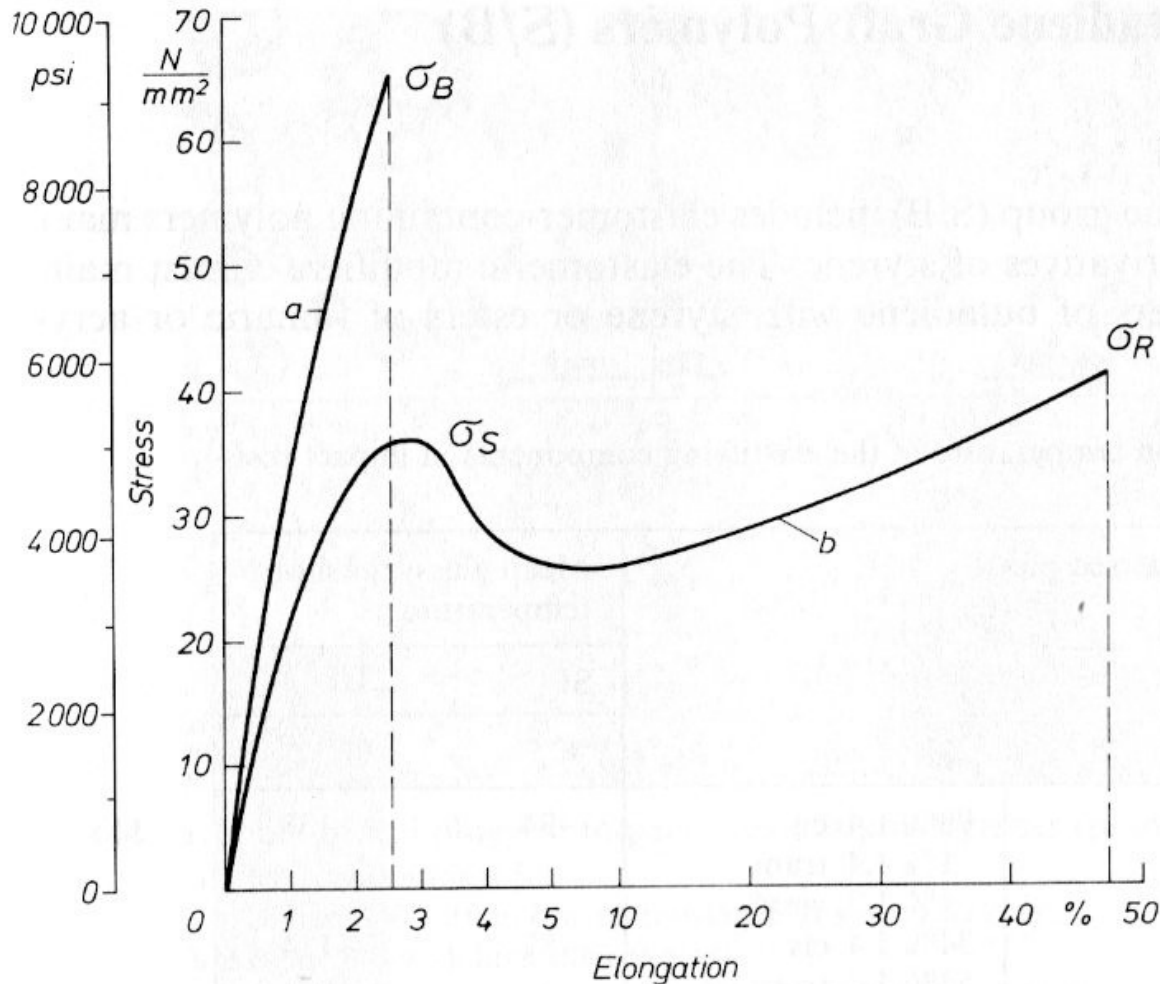
Top center: S/B with improved resistance to stress cracking

Top right: S/B with high surface gloss

Lower left: capsule morphology in SB with high transparency

Lower right: finely dispersed rubber phase in crystal clear S/B

# Houževnatý PS (HIPS) versus standardní PS (Crystal clear)



**Fig. 143**

Stress-strain diagram of a standard (a) and an impact-modified (b) polystyrene

$\sigma_B$  tensile stress at break  
 $\sigma_S$  yield stress,  $\sigma_R$  ultimate tensile strength



# Proč jsou styrenové termoplasty vhodné pro vstřikování?

## Smrštění výrobku

- Co to je smrštění výrobku?
- Jaká smrštění rozlišujeme?
- Semikrystalické versus amorfní termoplasty
- Normy na smrštění (ČSN, ISO, ASTM, ....)

# Styrénové termoplasty pro vstřikování

## PŘÍKLADY



**OBECNĚ:**  
Různé díly  
domácích  
spotřebičů a  
spotřební  
elektroniky

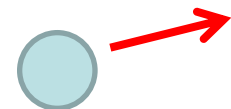
# Výroba zpěňovatelného PS

- **Pouze homopolymer**
- **Během suspenzní polymerace se přidá n-PENTAN (b.v. 36 °C)**
- **Ten je zadržen ve výsledném produktu, tzv. PERLIČKÁCH**
- **Omezená skladovatelnost, protože může n-pentan vytékat!**

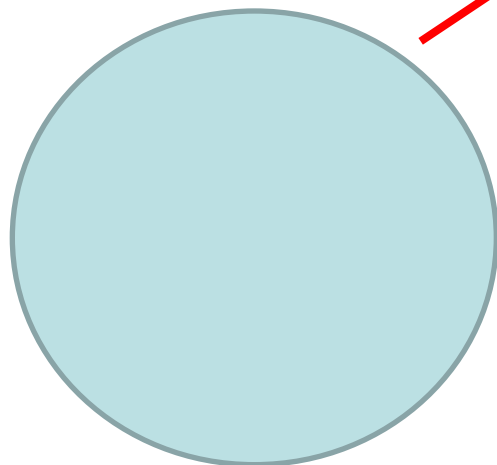
# Technologie zpěňování PS

- **Předpěnění,**  
– **Zrání**

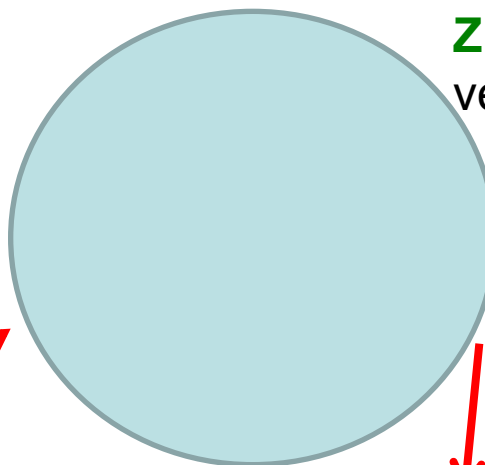
- **Dopěnění**



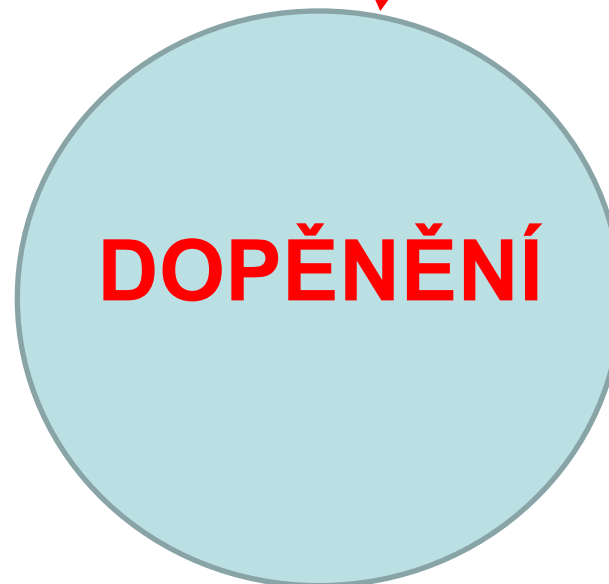
Původní  
perlička



**Předpěněná** částice  
(20 – 50x větší  
objemově)



**ZRÁNÍ** > pentan  
ven, vzduch dovnitř

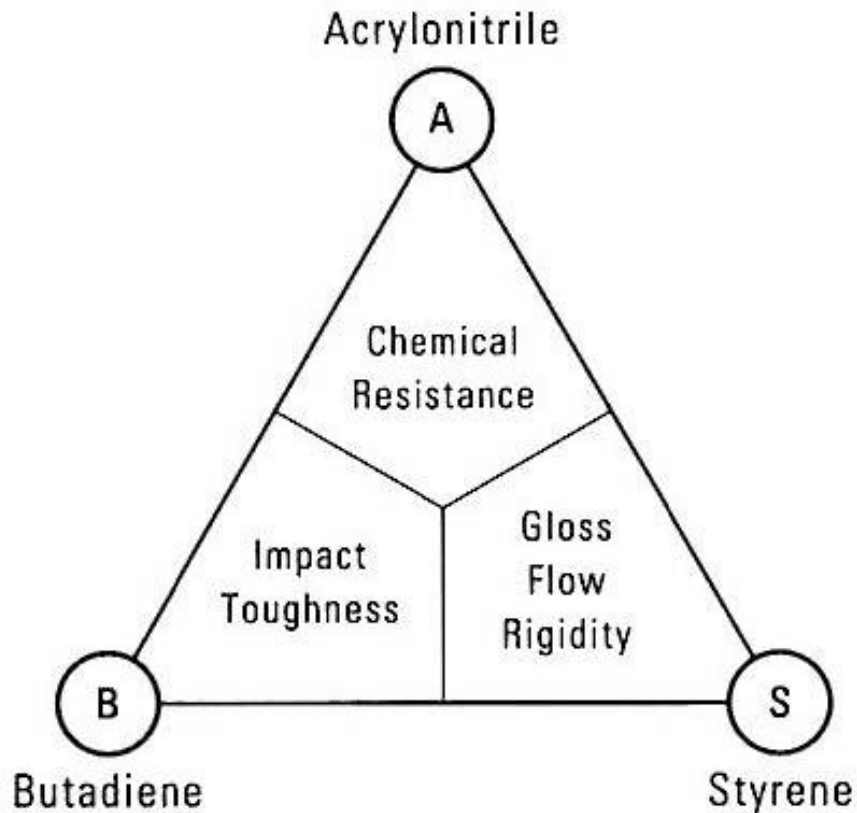


**DOPĚNĚNÍ**

# ABS – akrylonitril – polybutadien - styrén

## OBECNĚ:

Různé díly domácích spotřebičů a spotřební elektroniky s vyššími nároky na houževnatost





# Pokovování ABS

- **Odmaštění**
- **Přeúprava povrchu oxidací > dříve „chromsírovka“, dnes asi peroxid vodíku nebo kyselina fosforečná s  $\text{KMnO}_4$  > polární povrch**
- **Nános galvanicky Cu nebo Ag**
- **Chromování**
- **Většina drobných chromovaných dílů do koupelen a na pračkách je chromované ABS!**

# Pokrovování ABS – příklad

**OBEČNĚ:**  
Různé díly na domácích  
spotřebičích a  
uzávěrech (příklad  
ukázat)



Shower tap and handset

# Vstřikování semikrystalických versus AMORFNÍCH TERMOPLASTŮ

- $c_p = f(T)$  celkem podobné u semi i amorf
- $\Delta H_t =$  u amorf NENÍ! U PP je např. 100 mJ/g u reálných vzorků s KRYSTALINITOU cca. 60 % hmot.

semi tedy musíme napřed teplo dodat a pak toto odebrat!

# Lepení PS a jeho kopolymerů 1

- **Rozpouštědla pro PS:**
  - PS je rozpustný v mnoha organických rozpouštědlech
  - Mnohá další rozpouštědla vyvolávají v PS mikrotrhliny, tzv. cracking
- **Lepení rozpouštědly :**
  - Rychle leptající: toluen, chlorbenzen, trichloretylen, dichloretan, chloroform, ...
  - *POMALU* leptající: *metylacetát, etylacetát, metyletylketon, cyklohexan, ...*

# Lepení PS a jeho kopolymerů 2

- Lepení lepidly:

- Roztoky PS a jeho kopolymerů v *metyletylketon* > *plastikové modely letadel*
- Epoxidová lepidla > přeúprava povrchu oxidací > dříve „chromsírovka“, dnes asi peroxid vodíku nebo kyselina fosforečná s  $\text{KMnO}_4$

# Lepení zpěněného PS

- Lepení rozpouštědly a roztoky PS: NE
- DISPERZNÍ LEPIDLA:
  - akrylátové,
  - vinylacetátové,
  - .....
- Dvousložková lepidla
  - Epoxidová, i k lepení na jiné podklady (dřevo, kov, ..)