

RNDr. Jaroslav J o c h m a n, VÚHU
Ing. Pavel K o n ě a l, VÚHU

Možnosti využití plastů v SHR

1. Úvod

Vývoj polymerních materiálů umožnil jejich široké použití v průmyslové výrobě. Korozivzdornost, schopnost tlumení, nízká hmotnost a především levný způsob zpracování tvářením dávají předpoklady pro další zavádění polymerních materiálů do nejrůznějších odvětví průmyslu, tedy i do hornictví. Účelem článku je seznámit čtenáře se základními pojmy a s terminologií makromolekulární chemie a informovat jej o vlastnostech a možnostech aplikace vybraných plastů. Názvy a zkratky jednotlivých materiálů jsou v souladu s ČSN 640002.

2. Značení plastů

Polymery - makromolekulární řetězce, tvořené dlouhými molekulami s opakující se základní chemickou skupinou.

Kopolymery - makromolekulární řetězce, tvořené dlouhými molekulami, které obsahují dvě nebo více základních chemických skupin.

Polyolefiny

rPE - polyetylen rozvětvený /vysokotlaký/

lPE - polyetylen lineární /nízkotlaký/

HMW-PE polyetylen vysokomolekulární
polyetylen zesíťovaný

EVA - etylen - vinylacetát kopolymer

PP - polypropylen

PB - polybuten

Vinylové polymery

PVC - polyvinylchlorid

PVCC - polyvinylchlorid chlorovaný

PVC + změkčovadla - polyvinylchlorid měkčený

Styrenové polymery

PS - polystyren

hPS - polystyren houževnatý

SAN - styren - akrylonitril kopolymer

ABS - akrylonitril - butadien - styren kopolymer

ASA - akrylonitril - styren - akrylester kopolymer

Akrylátové polymery

PMMA - polymethylmetakrylát

PBMA - polybutylmetakrylát

PEA - polyethylakrylát

Polyamidy

PA 6 - polykaprolaktam

PA 66 - polyhexametylenadipamid

PA 11 - aminoundekanový polyamid

PA 12 - polydodekanolaktam

APA - alkalický polyamid

Polyesterové a polyeterové polymery

POM - polyformaldehyd

PC - polykarbonát

PETP - polyethyltereftalát

PBTP - polybutyltereftalát

Fluorové polymery

PTFE - polytetrafluoretylen

FEP - tetrafluoretylen - hexafluorpropylen kopolymer

ETFE - etylentetrafluoretylen kopolymer

Fenolické polymery

PF - fenolformaldehyd

CF - kresolformaldehyd

XF - xylenolformaldehyd

3. Přehled vybraných plastů

3.1. Polyolefiny

Semikrystalické termoplasty s nižší pevností, houževnaté, dobrá chemická odolnost, dobré elektroizolační a dielektrické vlastnosti. Snadná zpracovatelnost všemi způsoby.

Polyetylén /PE/

Výrobní modifikace:

rozvětvený polyetylén /vysokotlaký/ - rPE

lineární polyetylén /nizkotlaký/ - lPE

vysokomolekulární

ultravysokomolekulární

Vlastnosti:

rPE - měkký, houževnatý, chemicky odolný proti kyselinám, zásadám a olejům, bobtná v některých uhlovodících. Vlivem povětrnosti stárne, křehne a má sklon ke korozi za napětí.

lPE - tužší, pevnější, méně houževnatý, chemicky odolnější proti benzinu.

vysokomolekulární PE - vysoce houževnatý a odolný proti opotřebení

Technologie zpracování: vstřikování, vytlačování, vyfukování, spékání, svařování, obrábění. Vysokomolekulární PE pouze lisování a vytlačování.

Použití:

rPE - statická nenáročná těsnění s malou pružností, potrubní spojky, těsnicí folie, antikorozi povlaky.

lPE - potrubí, kanistry, nádoby atd.

vysokomolekulární PE - ozubená kola, součásti vystavené otěru.

Cena: rPE - 6,50 - 11,50 Kčs/kg

lPE - 8,50 - 11,50 Kčs/kg

Dodavatelské formy: folie, desky, trubky a profily.

Obchodní názvy a výrobci:

rPE - Bralen /Slovnaft Bratislava/, Alkathene /ICI/,
Lupolen /BASF/, Fertene /Montecatini/.

lPE - Liten /CHZ ČSSP Litvinov/, Hostalen /Hoechst/,
Vestolen /HÜls/

vysokomolekulární PE - Hostalen GUR /Hoechst/.

Polypropylén /PP/

Vlastnosti:

Pevný, tuhý, houževnatý, teplotně odolný do 130°C, křehne pod -10°C. Pro zvýšení pevnosti a tuhosti se plní sekanými skleněnými nebo azbestovými vlákny. Ostatní vlastnosti podobné PE.

Technologie zpracování: obdobná jako u PE

Použití:

Trubky, potrubní spojky a tvarovky pro horkou vodu, tělesa čerpadel, nádoby akumulátorů atd.

Dodavatelské formy: vstřikování /vytlačovací/ hmota, folie, desky, trubky a profily, vlákna.

Cena: 8,40 - 11,50 Kčs/kg

Obchodní názvy a výrobci: Mosten /CHZ ČSSP Litvinov/,
Tatren /Slovnaft Bratislava/, Hostalen PP /Hoechst/,
Propathene /ICI/, Vestolen P /HÜls/.

3.2. Vinylové polymery

Amorfní termoplasty s velmi dobrou chemickou odolností zejména proti anorganickým kyselinám a zásadám, lepší odolnost proti stárnutí než polyolefiny.

Polyvinylchlorid /PVC/

Výrobní modifikace: tvrdý PVC

měkčený PVC

Vlastnosti:

Tvrký PVC - pevný, tvrdý, dosti křehký, teplotně odolný od -5 do 60°C.

Uspokojivé elektroizolační vlastnosti.

Měkčený PVC - obsahuje změkčovadlo, je měkký, ohebný, má velký křip. Proti tvrdému PVC má mírně zhoršené chemické a elektroizolační vlastnosti.

Technologie zpracování:

Vstřikování, vytlačování, tvarování, svařování, lepení.

Použití:

Tvrký PVC - potrubí, tvarovky, součásti armatur a čerpadel pro chemii, kyselinovzdorná vyložení nádrží.

Měkčený PVC - statická těsnění, vyložení nádrží, krycí vrstvy dopravních pásů, izolace.

Dodavatelské formy:

Prášek, granulát, folie, desky, trubky, armatury, tyče a profily.

Cena: 8,00 - 13,00 Kčs/kg

Obchodní názvy a výrobci:

Neralit /spolana Neratovice/, Slovinyl, Sloviplast /CHZWP Nováky/, Vestolit /HÜls/, Hostalit /Hoechst/, Vinoflex /BASF/.

3.3. Styrenové polymery

Amorfni termoplasty, pevné, tvrdé. Snadná zpracovatelnost všemi způsoby, dobře se lepí.

Polystyrén /PS/

Výrobní modifikace :

polystyrén PS

houževnatý polystyrén hPS

Vlastnosti:

PS - Tvrký, křehký, teplotně odolný do 55 až 80°C. Dobré optické vlastnosti. Odolává neoxidačním kyselinám a zásadám, dobře se rozpouští. Velmi dobré elektroizolační a dielektrické

ké vlastností. Rychle stárne.

hPS - Kopolymer styrenu a butadienu nebo směs PS a butadienového kaučuku. Proti PS má zvýšenou houževnatost, není průhledný, chemické a dielektrické vlastnosti mírně zhoršené.

Technologie zpracování: vhodné jsou všechny známé způsoby zpracování.

Použití:

PS - elektrotechnika, spotřební průmysl

hPS - elektrotechnika

Dodavatelské formy:

odlěvací, vstřikovací hmota, folie, desky, trubky, profily a bloky

Cena: 10,50 - 16,- Kčs/kg

Obchodní názvy a výrobci:

PS - Krasten /Kaučuk Kralupy/, Polystyrol /BASF/, Vestyron /HÜls/

hPS - Kostil /Montedison/, Luvan /BASF/

3.4. Polyamidy PA

Semikrystalické termoplasty, pevné, tuhé, houževnaté, velmi odolné proti opotřebení, s nízkým koeficientem tření za sucha. Mají velký křip. Teplotně odolné do 80°C, krátkodobě i přes 100°C, navlhavé typy křehnou při - 20°C až 0°C. Odolávají slabým zásadám, olejům a rozpouštědlům, neodolávají kyselinám. Mají dobré elektroizolační vlastnosti.

Výrobní modifikace: PA 6, PA 66, alkalický polyamid APA

Vlastnosti:

PA 6: - velmi houževnatý, značně navlhavý, rozměrově málo stabilní, vysušením křehne.

PA 66 - pevný a odolný proti opotřebení, navlhavý.

APA - obdobné vlastnosti jako u předchozích typů, monomer lze před polymerací odlévat do forem.

Technologie zpracování:

vstřikování, vytlačování, nanášení PA prášků jako povlak, odlévání.

Použití:

PA 6, PA 66 - kladky, řemenice, součásti spojek, ozubená kola, kluzná ložiska.

APA - ložisková pouzdra, věnce velkých ozubených kol, bloky materiálu vhodné k obrábění.

Dodavatelské formy:

vstřikovací /vytlačovací/ hmota, bloky, folie, vlákna, trubky.

Cena: PA 6 - 22,- až 40,- Kčs/kg

PA 66 - 28,- až 45,- Kčs/kg

APA - 40,- Kčs/kg

Obchodní názvy a výrobci:

PA 6 - Silamid /PCHZ Žilina/, Spolamid /Spolana Neratovice/,

PA 66 - Zytel /Du Pont/, Ultramid A /BASF/

APA - Alkamid /ZAZ Jaroměř/

3.5. Fluorové polymery

Polytetrafluoretylén /PTFE/

Vlastnosti: Chemicky nejodolnější ze všech plastů. Teplotně odolný od - 200°C do 260°C. Nelze jej roztavit.

Technologie zpracování:

Zpracovává se lisováním prášku za studena a spékáním výlisků.

Ve formě disperse se nanáší jako povlaky. Bloky lze dále zpracovávat obráběním.

Použití:

Kluzná ložiska, kluzná vedení, těsnění, antiadhezivní a chemicky odolné povlaky a povrchy.

Dodavatelské formy:

Prášek, disperse, folie, desky, bloky, tyče a trubky.

Ceny: 110,- až 140,- Kčs/kg

Obchodní názvy a výrobci:

Teflon /Du Pont/, Floroplast /SSSR/, Fluon /ICI/, Hostalon /Hoechst/.

3.6. Fenoplasty

Reaktoplasty vznikající polykondenzací fenolu nebo kresolu s formaldehydem. Vlastnosti jsou různé podle druhu plniva. Fenoplasty jsou jen v tmavých barvách.

Fenolformaldehyd /PF/

Vlastnosti: jsou závislé na druhu použitého plniva

PF + dřevitá moučka tzv. bakelit - pevný, tvrdý, křehký, odolný do teploty 110°C . Odolává některým rozpouštědům, benzínu, olejům, neodolává silným kyselinám a zásadám a horké vodě. Je mírně navlhavý. Má dobré elektroizolační vlastnosti.

PF + azbest - teplotní odolnost až 150°C , jinak obdobné vlastnosti jako bakelit

PF + břidlicová moučka - teplotní odolnost 130°C , vysoká tvrdost, malá navlhavost.

PF + tvrzený papír /kartit/ - velká pevnost a houževnatost, dobré elektroizolační vlastnosti.

PF + tvrzená tkanina /textit/ - vysoká pevnost a houževnatost.

Technologie zpracování: vytvrzování ve formách za přívodu tepla, lisování a obrábění.

Použití:

Bakelit - elektro a tepelně izolační součásti

Kartit - izolační panely, elektrotechnika

Textit - kluzné ložiskové pánve, součásti čerpadel

Dodavatelské formy:

vysokoviskózní pryskyřice + plniva, lisovací hmoty různého zrnění.

Cena: 7,- až 15,- Kčs/kg

Obchodní názvy a výrobci:

Ostravit /MCHZ Ostrava/, Supraplast /Südwestchemie/,
Hostaset PF /Hoechst/.

4. Technologie zpracování plastů

4.1. Lisování

Použití: Zpracování reaktoplastů /aminoplasty, fenoplasty.../
Lisovací hmoty se tvářejí v ocelových vyhřívaných formách, které jsou upevněny v hydraulickém lisu. Při lisování se vkládá do dutiny hmota buď prášková, nebo v podobě tablet a pak se forma pohybem své horní části /tvárníku/ uzavře. Hmota tlakem a vlivem tepla změkne a vyplní dutinu formy, vzniklé plyny uniknou při krátkodobém otevření formy. Vlastní lisování probíhá při plném tlaku po stanovenou dobu, dochází k vytvrzení termoreaktivní lisovací hmoty. Doba tvrzení je závislá na druhu lisovací hmoty a tloušťce výlisku.

Zařízení: Hydraulické lisy - lisovací tonáž 40-1000 t.

Hydraulické etážové lisy - lisovací tonáž až 3500t.

4.2. Vstřikování

Použití: Zpracování termoplastů /PS, PE, PA .../ , elastomerů a reaktoplastů. Hmota se v plastickém stavu vstřikuje pod tlakem do dutiny formy jedním nebo několika vtokovými kanálky. Po vyplnění dutiny formy se plastická hmota stykem s plochami formy ochladí a ztuhne. Forma se pak otevře a výlisek se vyjme.

Zařízení: Vstřikovací lisy různé konstrukce, sestávající z tavící komory, vstřikovacího mechanismu, zařízení pro dávkování materiálu, mechanismu uzavírání formy a hydraulického a elektrického ovládání. Hmotnost výlisků se podle typu vstřikovacího lisu pohybuje od desetin gramu až po stovky kg.

4.3. Vytlačování

Použití: Výroba trubek, profilovaných polotovarů, folií a desek z termoplastů.

Termoplastická hmota ve formě granulí se z násypky vytlačovacího stroje otáčivým pohybem šneku dopravuje do kompresní části šneku, kde se ohřívá a taví. Tavenina se mísí a rovnoměrně prohřívá v hnětací části šneku a ve vytlačovací hlavě je přes hubici formována do žádaného tvaru. Po výstupu z vytlačovací hlavy se vzniklý profil ochlazuje v chladicí vaně se studenou vodou.

Zařízení: Vytlačovací stroje různé konstrukce s kapacitou přesahující i 10 t za hodinu.

4.4. Vyfukování

Použití: Tváření termoplastů /polyolefiny, PVC, PS .../

Technologie umožňující vyrábět uzavřené nebo otevřené duté výrobky /láhve, kanistry apod./.

Výchozí hadicový předtvar, vytlačený nebo vystříknutý, se ještě v plasticko-elastickém stavu uzavře ve dvoudílné formě a tlakovým vzduchem se ve formě vyfoukne a ochladí. Po otevření formy se hotový výrobek vyjme.

Zařízení: Vyfukovací automaty různé konstrukce, umožňující výrobu nádob a objemu až 5000 l.

4.5. Válcování

Použití: Výroba folií z termoplastů /PVC, PIB/

Zařízení: Válcovací stroje lišící se počtem a uspořádáním válců. Válce jsou vyhřívány parou, jejich povrch je buď hladký nebo dezénovaný. Tloušťka válcovaných folií je od $1 \cdot 10^{-3}$ mm do 1 mm. Rychlost válcování folií se pohybuje mezi 40 až 60 m.min⁻¹ při šíři folie až 2,4 m.

4.6. Obrábění

Plasty lze obrábět způsoby běžnými u kovů /soustružení, frézování/.

vání, pilování, vrtání, řezání, hoblování apod./.

Při obrábění je však nutno počítat se specifickými vlastnostmi plastů. Zahříváním, k němuž při obrábění dochází, termoplastické hmoty měknou, ztrácejí pevnost a mohou se i deformovat. Malá tepelná vodivost těchto hmot je na závadu při soustružení. Proto se plasty obvykle musí při obrábění intenzivně chladit.

4.7. Spojování

Dílce a polotovary z plastů se mohou spojovat mechanicky /šrouby, nýty/, lepením a svařováním.

K lepení se používá různých lepidel na bázi syntetických pryskyřic a kaučuků. Pevnost lepeného spoje závisí na vlastnostech lepidla a na jeho adhezi k povrchu lepené hmoty.

Svařování se provádí horkým plynem, impulsním ohřevem, třením, vysokofrekvenčně, ultrazvukem. Horkým vzduchem, který se ohřívá v pistolí na teplotu až 280 °C, změknou styčné plochy spojovaných částí a přitom se navaří v místě spoje materiál ze svařovacího drátu, čímž se zajistí pevnost sváru. Svařování horkým plynem je vhodným způsobem spojování různých tvarových součástí z PVC folií a desek.

Impulsního svařování se používá např. ke spojování PE folií. Dvě folie přiložené těsně na sebe se spojí v místě sváru přiblížením tepelného zdroje /rozžhaveného odporového drátu/. Polymer roztavený teplem se v místě sváru spojí a po ochlazení taveniny vznikne pevný spoj.

Vysokofrekvenčně se spojují folie, zejména PVC. Při VF svařování se materiál vkládá mezi desky kondenzátoru, připojeného na zdroj vysokofrekvenčního napětí. Vnitřním třením molekul v materiálu, které je způsobeno rychlým střídáním směru proudu přiváděného z vysokofrekvenčního zdroje, vzniká teplo přímo v materiálu stejnoměrně rozloženo, takže spojované části změknou a menším tlakem se dosáhne trvanlivého spojení.

5. Závěr

V souladu s prohlubováním plánovitého řízení národního

hospodářství v 7. pětiletce jsou některé základní hmotné a strukturní změny a procesy formulovány ve státních cílových programech. Základním cílem státního cílového programu 03 - "Racionalizace spotřeby kovů" je vytvoření uceleného systému řízení racionálního využívání kovů. Úspor je třeba dosáhnout zejména technologickou inovací ve výrobě oceli a úsporami ve spotřebě kovů zvyšováním podílu technologie tváření, nahrazování kovů plastickými hmotami, lepší ochranou materiálu proti korozi apod.

Také v resortu paliv a energetiky je hnutí za úsporu kovů v souladu se světovým trendem zaměřeno i na nahrazování kovů plastickými hmotami. Specifické podmínky hornictví sice neumožňují využití plastů v masovém měřítku jako je to např. v lehkém a spotřebním průmyslu, přesto zde existují rezervy zejména ve využití konstrukčních, izolačních, antikorozních, kluzných a otěrových vlastností plastů.

V SHR se z plastů ve formě profilů vyrábějí různé strojní součásti, jako např. kluzná uložení, kluzná vedení lan, těsnění a celá řada dalších. Plasty ve formě folií se používají zejména jako izolační případně separační materiál. Pro tepelné a zvukové izolace se používají lehčené plasty. K výrobě některých součástí technologií odlévání se zpracovávají lici polymerní materiály. Lepidla a tmely na bázi polymerních materiálů se používají zejména při spojování dopravních pásů, těsnění dělicích rovin převodových skříní atd.

Z netradičních aplikací polymerů je možno uvést použití desek houževnatého PS, silikonových kaučuků nebo měkčeného PVC při spojování nerovnoměrně opotřeбенých dopravních pásů.

Další možnosti aplikace plastů jsou při řešení problematiky nalepování a namrzání těžného materiálu na exponované části technologických zařízení. Širší použití plastů v SHR závisí na informovanosti a zájmu konstruktérů a výrobců technologických zařízení, k čemuž by měl přispět i obsah tohoto článku.