

Polymerní materiály z obnovitelných zdrojů jako náhrada konstrukčních plastů zpracovávaných technologií vstřikování

Lucie Valentová



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav inženýrství polymerů

akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lucie Valentová**
Osobní číslo: **T12229**
Studijní program: **B2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Chemie a technologie materiálů**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Polymerní materiály z obnovitelných zdrojů jako náhrada konstrukčních plastů zpracovávaných technologií vstřikování**

Zásady pro vypracování:

V rámci bakalářské práce bude připraven přehled typických výrobků na bázi konstrukčních polymerních materiálů s ohledem na jejich charakteristické materiálové vlastnosti a aplikační potenciál. Definované materiály a jejich použití bude následně konfrontováno s možnostmi komerčně dostupných polymerních materiálů vyrobených z obnovitelných zdrojů, přičemž budou srovnány nejen aplikačně kritické materiálové vlastnosti, ale bude brán v úvahu i obecnější náhled spojený s ostatními užitnými vlastnostmi a environmentálními důsledky jejich použití.



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. David K. Platt, **Biodegradable Polymers: Market Report**, Rapra Technology, 2006
2. T. A. Osswald, G.Menges, **Materials Science of Polymers for Engineers: 2nd Edition**, Hanser, 2003
3. G. Ehrenstein, S. Pongratz, **Resistance and Stability of Polymers**, Hanser, 2013

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Tomáš Sedláček, Ph.D.

Centrum polymerních materiálů

Datum zadání bakalářské práce:

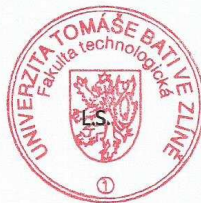
16. ledna 2015

Termín odevzdání bakalářské práce:

25. května 2015

Ve Zlíně dne 2. března 2015


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




Ing. Lubomír Beníček, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ...*LUCIE VALENTOVA*.....

Obor:*CHT M*.....

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně *28.5.2015*.....

Lucie Valentová
.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídá k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá polymerními materiály – plasty, používanými na výrobu konstrukčních součástí, jakožto běžným spotřebním materiálem a srovnává možnost použití bioplastů a polymerních materiálů vyrobených z obnovitelných zdrojů.

Jde o technologii vstřikování za použití vstřikovacích lisů, což zde bude také rozvedeno, spolu se stručnou historií plastů a bioplastů.

Klíčová slova:

biopolymery, polymery z obnovitelných zdrojů, plasty, výroba technologií vstřikování

ABSTRACT

Bachelor thesis deals with polymeric materials - plastics, used in the manufacture of structural components, the usual consumables, and compares the possibility of using bio-plastics and polymer materials made of irreplaceable resources.

Everything is processed by injection molding machines, which will also be elaborated here, along with a brief history of plastics and bio-plastics.

Keywords:

biopolymers, polymers from renewable sources, plastics, manufacture by injection technology.

Chtěla bych poděkovat vedoucímu práce, Doc. Ing. Tomáši Sedláčkovi Ph.D. za odborné vedení mé práce a za pomoc při řešení nejasností.

Dále bych chtěla poděkovat za morální podporu mého otce, bez které bych se neobešla.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

„POKUD CHCEŠ ŽÍT ŠŤASNÝM ŽIVOTEM, OBĚTUJ HO CÍLI. NE
LIDEM NEBO VĚCEM.“

Albert Einstein

OBSAH

ÚVOD	12
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 PLASTY – TECHNOLOGIE VSTŘIKOVÁNÍ, JEJICH ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ	14
1.1 TECHNOLOGIE VSTŘIKOVÁNÍ PLASTŮ	14
1.2 PRŮBĚH CYKLU VSTŘIKOVÁNÍ, VSTŘIKOVACÍ STROJ	16
1.2.1 Parametry nastavitelné na vstřikovacím stroji	17
1.2.2 Faktory ovlivňující kvalitu výstřiku.....	18
1.2.2.1 Charakteristické hodnoty polymeru	18
1.2.2.2 Faktory určování konstrukční formy.....	18
1.2.2.3 Vymezení oblasti zpracovatelských podmínek.....	18
1.3 SUROVINY PRO VÝROBU PLASTŮ.....	19
1.3.1 Syntetická výroba plastů.....	19
1.3.2 Výroba plastů z obnovitelných zdrojů.....	19
1.3.3 Přísady.....	19
1.4 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI A VYUŽITÍ PLASTŮ.....	20
1.4.1 Využití dle průmyslových odvětví a aplikací.....	20
2 KONSTRUKČNÍ PASTY SYNTETICKÉ, PLASTY VYROBENÉ Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ, POROVNÁNÍ	23
2.1 VYBRANÉ SYNTETICKÉ PLASTY	23
2.1.1 Polyamid 6 (PA 6).....	23
2.1.2 Akrylonitril-butadien-styren (ABS).....	24
2.1.3 Polykarbonát (PC).....	24
2.1.4 Polykarbonát/Akrylonitril-butadien-styren (PC/ABS).....	24
2.1.5 Polybutylen-tereftalát (PBT).....	25
2.1.6 Polymethylmethakrylát (PMMT).....	26
2.1.7 Polyethyltereftalát (PET).....	27
2.1.8 Polypropylenoxid (PO).....	27
2.2 VYBRANÉ PLASTY Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ	28
2.2.1 Kyselina polymléčná (PLA).....	30
2.2.2 Polyhydroxyalkanoáty (PHA).....	31
2.2.3 Poly-3-hydroxylbutylhydrát (PHB).....	31
2.2.4 Poly-3-hydroxylbutylhydrát-co-3-hydroxylhexonát (PHBH).....	32
2.2.5 Kyselina polyglykolová (PGA).....	32

2.2.6	Polyamid 11 (PA11).....	32
2.3	VYBRANÉ VÝROBKY NA BÁZI KONSTRUKČNÍCH PLASTŮ, POROVNÁNÍ MOŽNOSTÍ NÁHRADY MATERIÁLU VYROBENÉHO Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ	33
2.3.1	Cívka z ABS-PA11.....	33
2.3.2	Automobilový průmysl a PBT-PA11.....	33
2.3.3	Lego z ABS-PLA.....	33
2.3.4	Láhve (na mléko, kojenecké) z PET-PHB.....	33
2.3.5	Obalový materiál z PET-PLA.....	34
2.3.6	Kosmetické lahvičky PC-PLA.....	34
2.3.7	Jednorázové kelímky, misky, příbory z PL.....	34
	ZÁVĚR	35
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	366
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	377
	SEZNAM OBRÁZKŮ	388

ÚVOD.

Plasty se již dávno staly nedílnou a všudypřítomnou součástí našeho života. Používáme je denně a téměř při každé naší činnosti. Obklopují nás doma, v práci, při sportování a jsou součástí mnoha předmětů, které denně běžně používáme.

Plasty patří k nejmladším konstrukčním materiálům. Enormní rozvoj jejich průmyslové výroby, který stále pokračuje a zvětšuje se, spadá do počátku dvacátého století s jejich nástupem po roce 1918. Již dříve lidé využívali a zpracovávali přírodní vhodně modifikované polymery. Např. v Anglii ve dvanáctém století se zpracovávala rohovina při vyšší teplotě. Tehdy se rohovina tvarovala a válovala do průhledných desek.

Také přírodní kaučuk, jehož název „*rubber*“ pochází z roku 1770 kdy se z něho začaly tvarovat kostičky používané na gumování písma třením o papír. Vulkanizace přírodního kaučuku sírou a tedy výroba pryže byla zveřejněna v roce 1884.

Vzhledem k velikosti objemu výroby plastů a stále více se zvětšujícími požadavky na ekologii se také začíná zvětšovat výroba plastů na jejichž výrobu byly použity suroviny z nahraditelných zdrojů. Takto vyrobené plasty jsou degradovatelné, čímž jejich postavení v souvislosti s požadavky ekologie ještě více stoupá. Tyto plasty mají bohužel většinou menší odolnost a dobu životnosti než většina synteticky vyrobených plastů, takže se používají spíše na běžné spotřební zboží s krátkou životností nebo na jednorázově použitelné výrobky.

V této práci popíšeme technologii zpracování plastů vstřikovacími lisami, dále výrobu a zpracování vybraných druhů plastů a výrobu a zpracování plastů z obnovitelných zdrojů. Rovněž se budu zabývat možností použití daných druhů plastů a jejich specifickými a kritickými vlastnostmi, které jsou požadované pro daný účel.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PLASTY - TECHNOLOGIE VSTŘIKOVÁNÍ, JEJICH ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ.

1.1 Technologie vstřikování plastů.

Technologie vstřikování plastů je nejrozšířenějším způsobem výroby plastových předmětů. Stojí za ní poměrně složitý fyzikální proces, kterého se účastní daný polymer, přísady, forma a vstřikovací stroj. Roztavený plast je v průběhu vstřikování ve stroji pomocí tlaku přiváděn do dutiny formy, ve které je po naplnění v požadovaném tvaru součásti následně ochlazen.

Je samozřejmé, že vždy bude důležitá kvalita použitého materiálu. Správná volba daného typu materiálu bude mít zásadní vliv na výrobní proces vstřikování a na konečný výrobek. Při správné volbě plastu musíme přesto dbát na zvolený technologický postup, se kterým jsme dokonale seznámeni a celou dobu výroby tento postup dodržujeme.

Plasty pro vstřikování jsou pro lepší manipulovatelnost většinou dodávány ve formě granulí v obalech chráněných proti navlhnutí. Přesto je důležité před jejich použitím v mnoha případech zajistit jejich přesušení. Granulát plastu projde při přejímce i při hodnocení nových typů polymerů vstupní kontrolou, která stanoví chemicko-analytické složení, mechanické a fyzikální vlastnosti a jeho další hodnocení.

Při procesu vstřikování dochází ke srovnání - orientaci makromolekul a vytvořených řetězců ve směru, ve kterém proudí tavenina. Z důvodu rozličné orientace molekul po ztuhnutí plastu dochází k anizotropii hmoty, což má za následek vnitřní pnutí a smrštění, které je nepravidelné.

Termoplasty – mají přímé řetězce (polymery lineární) nebo řetězce s bočními větvemi (polymery rozvětvené). Při ohřevu se uvolněním soudružnosti řetězců stává hmota viskózní a může se tvářet. Po vychladnutí se řetězce dostanou do původního stavu.

Amorfní termoplasty jsou tvořeny nepravidelně prostorově uspořádanými řetězci. Využitelnost výrobků této skupiny je pod T_g (tep. skelný přechod) daného plastu. Do této hodnoty mají větší pevnost a houževnatost.

Semikrystalické termoplasty mají pravidelně a těsně uspořádanou podstatnou část řetězců. Tvoří krystalické útvary s menší částí amorfního uspořádání. Jejich využitelnost je nad teplotu T_g plastu.

Reaktoplasty mají příčně propojené řetězce chemickými vazbami tvořené v závěrečné fázi zpracování, čímž tvoří trojrozměrnou prostorovou síť. Při ohřevu se zvětšuje její pohyblivost, ale řetězce zůstávají spojeny. Vlivem tlaku a teploty nebo působením katalyzátoru dochází k zesíťování – vytvrzování plastu. U elastomerů nastává zesíťování při vulkanizaci, čímž se převedou na pryž.

U obou druhů polymerů se při nadměrném ohřevu přetrhají chemické vazby, čímž se hmota rozruší a ztratí pevnost. Tento nevratný proces nazýváme degradací hmoty a její další zpracování by bylo bezpředmětné.

Z funkčního hlediska hodnotíme:

- mechanickou pevnost při krátkodobém i dlouhodobém zatížení dynamickém i statickém
- elektrické vlastnosti, např. elektrostatickou vodivost, dielektrickou hodnotu
- chemickou odolnost vůči různým chemickým činidlům, nezávadnost pro potravinářské účely
- optické vlastnosti, např. barvu, lesk, průhlednost, transparentnost apod.

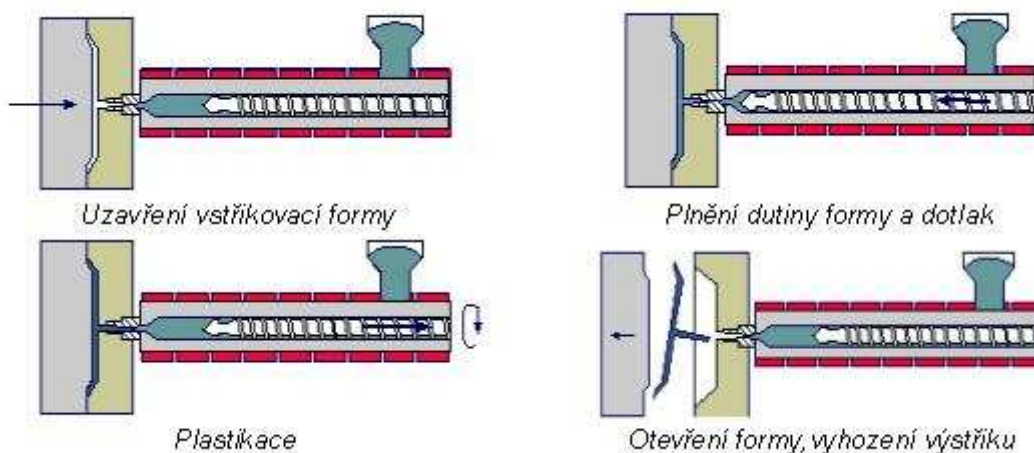
Ze zpracovatelského hlediska hodnotíme:

- tekutost plastu ovlivňující velikost vtoků do formy, koncepci zaformování i tloušťku stěny výrobku která ovlivňuje teplotu formy
- velikost smrštění ovlivňující přesnost finálních rozměrů výrobku
- citlivost na různé technologické postupy a parametry výrobního zařízení
- měrnou hmotnost, napětí v tahu na mezi kluzu a na mezi pevnosti, modul pružnosti v tahu, tažnost, rázovou a vrubovou houževnatost

1.2 Průběh cyklu vstřikování, vstřikovací stroj.

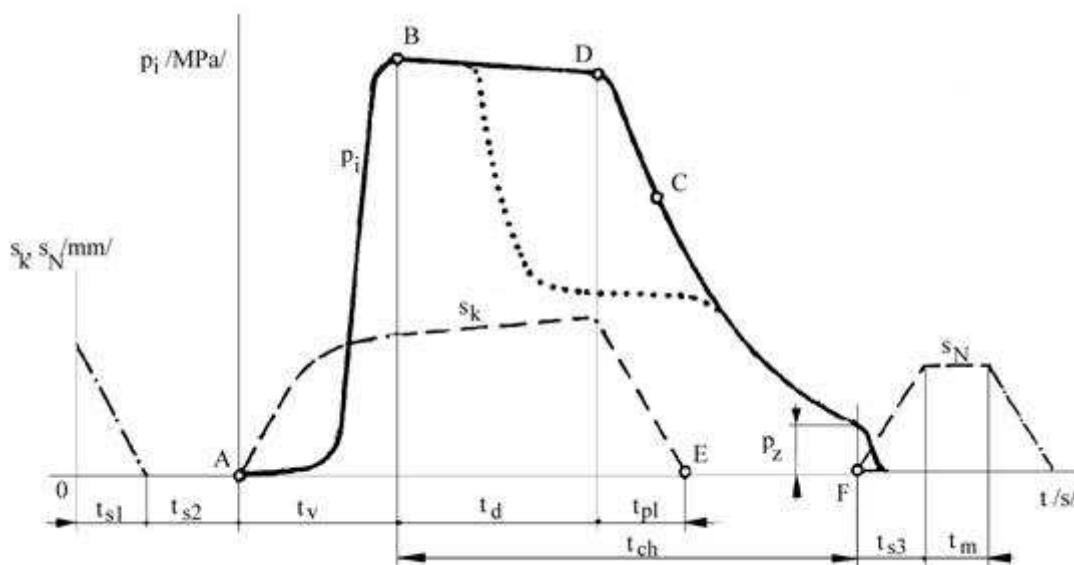
Plastové granule se roztaví ve vstřikovacím stroji kde se homogenizují a pod tlakem za specifické teploty se vstřikují do dutiny formy. Forma je předem připravena, vytemperována, jsou vloženy zálisky, závitové jádra apod.

Forma je temperována dle typu plastu, tloušťky stěn a tvaru výrobku. Vytemperovaná a upevněná forma je uzavřena silou takové velikosti aby se neotevřela při vstřikovacím tlaku. Následně proběhne přísun vstřikovací jednotky, vstřik plastifikovaného materiálu, který pod tlakem zůstává v uzavřené formě do doby než započne chlazení. Materiál vstříknutý do dutiny formy má požadovanou teplotu a je vstříknut pod nastaveným tlakem při určité rychlosti. Následně dochází k dotlaku, který trvá do ochlazení plastu. Po dostatečném ochlazení se forma otevře a vylisek vyjme.



Obr. 1. Vstřikovací cyklus. [1]

Vstřikovací cyklus však můžeme posuzovat i z hlediska zpracovávaného plastu a s výhodou jej lze vyjádřit jako závislost tlaku v dutině formy na čase. Tento tlak se nazývá vnitřní tlak. Kromě vnitřního tlaku existuje i vnější tlak, což je tlak vztažený na jednotku plochy průřezu šneku. [1]



Obr. 2. Průběh vnitřního tlaku v dutině formy během procesu vstřikování.

p_i - vnitřní tlak, s_k – pohyb šneku, s_n – pohyb nástroje [1]

Na počátku vstřikovacího cyklu je dutina formy prázdná a forma je otevřená. V nulovém čase dostane stroj impuls k zahájení vstřikovacího cyklu. Pohyblivá část formy se přisune k pevné, forma se zavře a uzamkne. Popsaný proces je dán nastavenými strojními časy. Tyto činnosti je nutné odlišit, protože na přisouvání formy se musí vynaložit jen malá přisouvací síla F_p , zatímco na uzamknutí je nutno vynaložit značně vyšší uzavírací sílu F_u (až třikrát vyšší) neboť musí být zaručeno, že se forma vlivem tlaku taveniny při vstřikování neotevře. Následuje pohyb šneku v tavicí komoře a začíná vlastní vstřikování roztavené hmoty do dutiny vstřikovací formy. V této fázi šnek vykonává pouze axiální pohyby, neotáčí se a vlastně plní funkci pístu. Po naplnění formy je tavenina v dutině ještě stlačena a tlak dosáhne maximální hodnoty. [1]

1.2.1 Parametry nastavitelné na vstřikovacím stroji.

- velikost dávky taveniny plastu se volí tak aby se naplnil celý objem formy včetně vtoku k zajištění objemových změn vyvolaných ochlazováním a zhuštěním plastu v režimu dotlaku

- teplota materiálu je měřena při výstupu z trysky stroje, je dána druhem plastu a je třeba ji zvolit optimálně. Vysoká teplota může vést k degradaci materiálu a může prodloužit cyklus ochlazování. Při nízko nastavené teplotě má materiál horší stékanost

- doba působení a hodnota tlaku při vstřiku je určena materiálem i formou, ovládá se hydraulickým obvodem stroje a vyvíjí se průměrem šneku který působí jako píst
- rychlost vstřiku je ovlivněna tlakem a časem, nesmí dojít k předčasnému ochlazení materiálu a závisí na viskozitě a odporu ve formě i vtoku
- dotlak je snížený tlak po naplnění formy, brání vytékání materiálu a umožní doplnění taveniny o vlivem teploty pokleslý objem a působí až do zatuhnutí ústí vtoku
- otáčky šneku jeho zpětným odporem ovlivňují výkon a rychlost plastifikace
- chladicí čas je doba chlazení materiálu v dutině formy, časově podstatně ovlivňuje dobu celého procesu
- doba manipulace

1.2.2 Faktory ovlivňující kvalitu výstřiku .

1.2.2.1 *Charakteristické hodnoty polymeru.*

- reologické:** viskozita taveniny jako funkce teploty, tlaku a času, stlačitelnost, atd.
- tepelné:** měrné teplo, tepelná vodivost, teplota tání, teplota krystalizace
- granulometrické:** sypný objem, tvar granulí, obsah maziva [2]

1.2.2.2 *Faktory určované konstrukcí formy.*

Tvar dutiny formy (tloušťka stěny), průřezy vtokových a rozváděcích kanálů, jejich délka, vtokové ústí a jeho umístění, plocha a členitost formy. [2]

1.2.2.3 *Vymezení oblasti zpracovatelských podmínek.*

Jedná se hlavně o určení vstřikovací teploty a tlaku. Na základě tepelné stability polymeru určíme maximální teplotu při níž ještě nedochází k degradaci vstřikovaného polymeru za maximální časové prodlevy materiálu v plastifikačním válci.

Stanoví se minimální teplota při níž lze ještě dosáhnout dokonalého zaplnění formy.

Pro jednotlivé hladiny v rozmezí $T_{min.} - T_{max.}$ se stanoví tlaky (doby plnění) tj. tlaky, kdy ještě dojde k zaplnění formy. Aby se forma samovolně neotevřela nesmí hodnota tlaku přestoupit určitou mez. Jedná se o hodnotu vstřikovacího tlaku která je tím větší, čím je nižší teplota taveniny. Tím vzrůstají tlakové ztráty. [2]

1.3 Suroviny pro výrobu plastů.

Plasty se vyrábí syntetickou cestou nebo chemickým zušlechťením přírodních materiálů.

1.3.1 Syntetická výroba plastů.

Pro syntetickou výrobu plastů se používá nejvíce ropa, která se postupně dále chemicky upravuje. Vzniká např. nafta, nenasycené uhlovodíky, propylen, butadien a etylen. Jejich monomery se při polymeraci a dalších reakcích spojují do velkých molekulových řetězců.

1.3.2 Výroba plastů z obnovitelných zdrojů.

Pod pojem výroba plastů z obnovitelných zdrojů spadá **celulóza**, která je získávána ze dřeva, kyselina polymléčná (PLA) získávaná ze **škrobu**, kyselina polyglykolová (PGA), biopolyethylen (PE) vyrobený z bioetanolu získaný kvašením z **cukrové třtiny** (není biodegradovatelný), poly-3-hydroxybutyrát (PHB), polyhydroxyalkonát (PHA), bakteriální polyestery který produkují bakterie při fermentačním procesu z násady glukózy a kyseliny propanové. Z **řepky olejký** je možno vyrobit bionaftu z které je dále možno získat monoglycerin což je monomer pro přípravu polyolefinů jako je polyuretan nebo polyester.

1.3.3 Přísady.

Do většiny polymerů se přidávají přísady - aditiva, která upravují jejich použitelnost a požadované vlastnosti.

Plniva prášková – mění fyzikální i mechanické vlastnosti, dělají hmotu křehčí, saze v kaučuku naopak vyztužují hmotu (aktivní plniva).

Plniva vláknitá – zvětšují pevnost hmoty a vyztužují ji.

Stabilizátory – snižují počet nežádoucích reakcí při výrobě a prodlužují životnost výrobku.

Antioxidanty – zabraňují oxidaci - reakci s kyslíkem.

Změkčovadla – zajišťují volný pohyb mezi řetězci, ohebnost a poddajnost.

Barviva – zbarvují plasty dle požadavku.

Nadouvadla – při zpracování uvolňují plyny čímž vytváří lehčenou strukturu plastu.

1.4 Základní vlastnosti a využití plastů.

Plastů - makromolekulárních látek je široká škála a mají rozličné vlastnosti. Ty závisí na jejich chemickém složení s obsahem aditiv, dále na molekulové hmotnosti, prostorovém uspořádání a délce makromolekulárního řetězce daného polymeru. Každý druh je možno zpracovat několika různými technologickými postupy výroby dle požadovaných konečných užitkových vlastností.

Mezi specifické vlastnosti polymerních materiálů řadíme pevnost, hmotnost, vizuální pohled, odolnost vůči chemikáliím, odolnost vůči oxidaci, světlu a nízkým i vysokým teplotám, propustnost, schopnost absorbovat či ne ultrafialové paprsky, aj.

Konstrukční plasty mají dobré elektroizolační vlastnosti. Jejich mechanické vlastnosti se dají srovnávat s klasickým konstrukčním materiálem. Jejich výhodou jsou technologické vlastnosti jako je termoplasticitu. Ta umožňuje v daném rozpětí tepelně zpracovávat a tvářet plastické materiály za sebou jdoucími výrobními procesy na polotovary či hotové výrobky s danou konečnou užitnou hodnotou s požadovanými vlastnostmi.

Z celkového objemu používaných plastů připadá 70 % na tzv. komoditní čili velkotonážní plasty masové spotřeby. To jsou polyetylén (PE), polyvinylchlorid (PVC), polypropylén (PP) a polystyrén (PS). Z 18% tvoří spotřebu reaktoplasty tedy fenolformaldehydové pryskyřice (PF a UF), nenasycené polystyreny (UP) a epoxidy (EP) které jsou používané jednak jako technické lisovací hmoty, ale též pro laminování či lepidla.

Dle PeadDr.Vladimíra Vaňka Csc. [3] činí asi jen 9% spotřeby konstrukční termoplasty včetně ABS (akrylonitril butadien styren), polyamidy (PA), polyacetáty, polykarbonáty (PC), polymethylmethakryláty (PMMA), polyethylentetraftaláty, polybutylentetraftaláty (PET a PBT) a jejich slitiny.

1.4.1 Využití dle průmyslových odvětví a aplikací.

- Výroba a zpracování plastů
- Gumárenský a pneumatikářský průmysl
- Obuvnický průmysl a výroba syntetických usní
- Výroba fólií a obalů
- Výroba kompozitních materiálů
- Výroba nátěrových hmot, pryskyřic a lepidel
- Výroba syntetických vláken

Největší objem plastů spotřebují stavebnictví a obalová technika. Elektrotechnika spotřebovává 15% vyrobených plastů. Na barvy, laky a lepidla je jich zapotřebí 10 %. V posledních desetiletích jsme svědky úžasného nárůstu používání plastů v dopravě, zejména v automobilovém průmyslu. Nikoli nevýrazný segment aplikací představují výrobky pro volný čas, jmenovitě sportovní potřeby a hračky. Menší množství plastů se pak spotřebuje v nábytkářském průmyslu, zemědělství a na výrobu domácích potřeb. [3]

Termoplasty		
Polyolefiny polymerací		
polyetylény	PE	polyetylén
	HDPE	lineární high density PE
	LDPE	rozvětvený low density PE
	PEX	zesíťovaný HDPE
	UHMWPE	ultravysokomolekulární PE
polypropylény	PP	polypropylén
	PB	polybutylén
Chlorované plasty polymerací		
Novodur	PVC	polyvinylchlorid
Styrénové plasty polymerací		
Bextrene	PS	polystyrén
	PS-GP	standardní PS
	PS-HI	houževnatý PS
	PS-E	pěnový PS
	SB	styrén-butadien
	ABS	akrylonitril-butadien-styrén
	ASA	akrylonitril-styrén-akrylát
Fluoroplasty polymerací		
Teflon, Goretex	PTFE	polytetrafluóretylén
	ETFE	etylén-tetrafluóretylen
	PVDF	polyvinylidenfluorid
Akryláty polymerací		
Plexisklo	PMMA	polymetylmetakrylát
	PMA	polymetylakrylát
	PAN	polyakrylnitril
Polyamidy polykondenzací		
Nylon, Kevlar	PA	polyamid
Polyétery		
	POM	polyoxymetylén
	PFO	polyfenylénoxid
Polyestery polykondenzací		
Mylar	PET	polyetyléntereftalát
	PBTP	polybutyléntereftalát
	PCL	polykaprolakton
	PLA	polyaktická kyselina
Lexan, Calibre	PC	polykarbonát
Vinylové plasty		
	PVAC	polyvinylacetát
Sulfidy, sulfony		
Ryton	PPS	polyfenylénsulfid
	PSU	polysulfon
	PES	polyéthersulfon
Ketony, imidy		
	PEEK	polyéterétherekton
	PI	polyimid
Reaktoplasty		
Fenoplasty polykondenzací		
	PF	fenolformaldehdyová pryskyřice
Aminoplasty		
	UF	močovinoformaldehdyová pryskyřice
	MF	melaminové pryskyřice
Epoxidy		
	EP	epoxidová pryskyřice
Polyesterové pryskyřice		
	PESL	polyesterové skelné lamináty

nejpoužívanější -mikroten, ložiska, roury, hračky láhve, třetina hraček, odpadkové koše tašky, obaly, fólie elastomer -na vodovodní potrubí ložiska, ozubená kola, umělé chrupavky, hrazení kluziště lana, náhrada pvc -izolace kabelů na nevětraných místech potrubí, obaly, tavná lepidla,
2. nejpoužívanější - trubky, nádobí, lino, hračky
izolace, jednorázové nádobí, obaly čirý, křehký -spodní strana obalu cd odolný -vrchní strana obalu cd pěnové izolace a obaly pneumatiky, podpadky, žvýkačky, těsnění odolný -ochrana proti poškození, kufry, lékařství, Lego odolný proti vroucí vodě -kuchyně, optická vlákna
nehořlavý, voděodpudivý, malý koef. tření odolný, pevný, nahrazuje sklo ohebný a lehký, na drátky
skla hodinek, protetika, okna, kontaktní čočky vysoká nasákavost - pleny levné textilie
lana, plachty, neprůstřelné vesty, ozubená kola, airbagy
častý konstrukční polymer
láhve, obaly bioplast kutilství, biomedicína bioplast čajové sáčky, věci na jedno použití laboratorní nádobí, ochrana skla, CD, displaye
lepidlo pro dřevo, obal na sýry
tkaninové filtry lékařství, membrány, dielektrikum, hledí astronautů
extrémně odolný, biomateriál -lékařství, strojní součásti

Obr. 3 . Rozdělení plastů dle použitelnosti

2 KONSTRUKČNÍ PLASTY SYNTETICKÉ, PLASTY VYROBENÉ Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ, POROVNÁNÍ.

2.1 Vybrané syntetické plasty.

2.1.1 Polyamid 6 (PA6).

Modifikovaný Polyamid-6 je tuhý plast snášející vysokou zátěž, velmi dobře obrobitelný. Výrobní technologie extruze nebo lití garantuje výrobek o vysoké houževnatosti s dobrými kluznými vlastnostmi s vysokou odolností proti otěru a dobrou chemickou stálostí proti mnoha typům olejů, tuků, benzínů, atd.

Má vysokou odolnost k působení silných i slabých zásad, solí všech druhů, rozpouštědel, chlorovaných uhlovodíků, ropných produktů, sirovodíku, tuků a olejů, vodě a to vše i za zvýšených teplot.

Neodolává však kyselinám (chlorovodíková, sírová, dusičná, ledová octová, mravenčí, mléčná, šťavelová), fenolům, kresolům, oxidačním látkám, suchému i vlhkému oxidu siřičitému.

Výrobky lze vystavovat krátkodobě teplotám -30°C a 110°C .

Vlastnosti suchého materiálu:

Hustota	1,14	g.cm^{-3}
Bod tání	215 - 235	$^{\circ}\text{C}$
Pevnost v tahu (přetržení)	min. 65	MPa
Mez kluzu v tahu	68 - 73	MPa
Tažnost	30 - 50	%
E-modul pružnosti v tahu	min. 2450	MPa
E-modul pružnosti v ohybu	min. 2100	MPa
Rázová houževnatost Charpy 23°C a -20°C	nezlomí se	
Vrubová houževnatost Charpy 23°C	min. 7	kJ.m^{-2}
Tvrдость (Shore D)	min. 80	MPa
Vnitřní odpor (vzorky „as made“)	$>10^{10}$	ohm
Povrchový odpor (vzorky „as made“)	$>10^{10}$	ohm
Elektrická pevnost	> 22	kV/mm
Tepelná vodivost	0,33	$\text{W.m}^{-10}\text{C}$

[4]

2.1.2 Akrylonitril–butadien–styren (ABS).

Houževnatý, nízká odolnost vůči atmosférickým vlivům, vhodný pro vnitřní využití, tepelně odolný. Používá se pro stavebnictví, nábytek.

2.1.3 Polykarbonát (PC).

Je jeden z nejvíce používaných transparentních polymerů. Lze ho vyrábět v různých odstínech až po syté neprůhledné barvy. Má jedny z nejvyšších estetických vlastností v oblasti technických polymerů.

Váhu jeho molekulového řetězce lze během polymerace upravovat dle požadované rychlosti toku taveniny, která se pohybuje v rozmezí od 3 do 80 g/10 min.

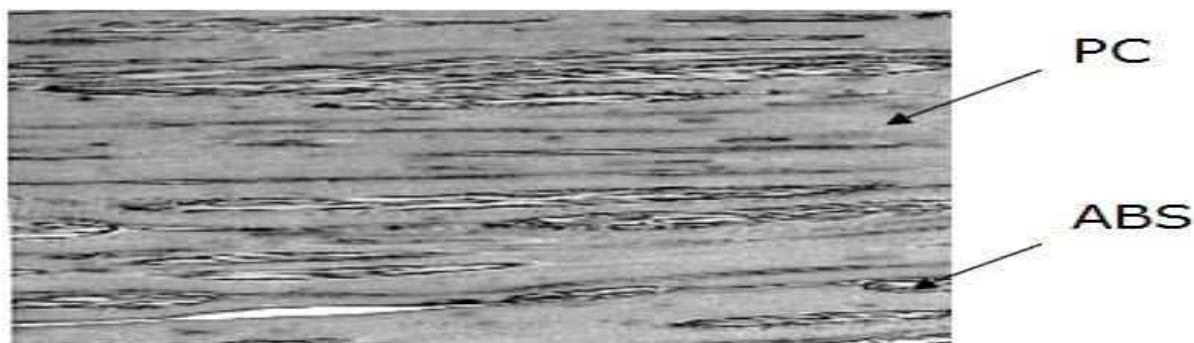
Lze jej vyrobit s různými vlastnostmi. Se sníženou hořlavostí, což je ekologicky výhodné, s odolností proti poškrábání, s různou tuhostí a tepelnou odolností a odolností v extrémních povětrnostních podmínkách. Je UV stabilní a může být biokompatibilní.

Lze jej plnit skleněnými vlákny což vede k zvýšení pevnosti materiálu.

Z PC se vyrábí bezpečnostní okna, střešní i okenní desky a profily, zásuvky, měřidla, bezpečnostní prvky, mísy mixérů, ochranné brýle, helmy, dopravní osvětlovací tělesa, CD, DVD.

2.1.4 Polykarbonát/akrylonitril-butadien-styren (PC/ABS).

Směs PC a ABS poskytuje unikátní kombinaci velmi dobré zpracovatelnosti ABS a vynikajících mechanických vlastností a odolnosti proti nárazu a teple, které jsou typické pro PC. Vyváženost vlastností PC/ABS se kontroluje poměrem PC a ABS ve směsi, molekulovou vahou polykarbonátu a příslušnými aditivami. Poměr polykarbonátu a akrylonitril-butadien-styrenu ovlivňuje především tepelnou odolnost konečného výrobku.



Obr. 4 . Struktura PC/ABS. [5]

PC/ABS vykazuje synergický efekt který má za následek vynikající odolnost proti nárazům při nízkých teplotách, která je dokonce lepší než odolnost proti nárazům samotného ABS nebo PC.

Hlavní vlastnosti PC/ABS jsou:

Vysoká odolnost proti nárazům při nízkých teplotách.

Tepelná odolnost a vysoká tuhost.

Snadné zpracování.

Nízké celkové smrštění a vysoká rozměrová přesnost.

Schopnost barvení a potisku.

Polymer PC/ABS se hodí pro aplikace vyžadující vysokou teplotu průhybu při zatížení (HDT) materiálu (95-125 °C) a dobrou tuhost a pevnost. PC/ABS má vynikající tuhost při nízkých teplotách, a proto je ideálním řešením pro výrobky vystavované širokému rozsahu teplot.

Výroba např. rámců televizorů, počítačů, LCD panelů, klávesnic, adaptérů, těl mobilních telefonů. [5]

2.1.5 Polybutylentereftalát (PBT).

Řadí se do skupiny polyesterových termoplastů. Jde o semi-krytalický polymer používaný hlavně pro zpracování vstřikováním pro technické aplikace. Vyrábí se polykondenzací kyseliny tereftalové nebo dimetyl tereftalátu s 1,4-butanediolem.

Jeho klíčové vlastnosti jsou.

Vysoká pevnost a vysoká trvalá servisní teplota (až 150 °C).

Velmi dobrá kríповá odolnost i při vyšších teplotách, vysoká tuhost a tvrdost.

Nízké tření a odolnost proti otěru, velká rozměrová stálost.

Dobrá odolnost vůči povětrnostním podmínkám a nízká koroze pod napětím.

Vyznačuje se velmi rychlou krystalizací což umožňuje dosažení krátkých časů cyklů. Je mimořádně vhodný pro technické aplikace vyžadující vysokou rozměrovou stabilitu protože má nízkou nasákavost vody a nízký koeficient tepelné roztažnosti.

Výroba např. konektorů, zásuvek, cívek, osvětlovací techniky, vypínačů, komponentů elektrických systémů v automobilech, čidel, krytů spotřebičů, rukojetí, izolací motorů. [6]

2.1.6 Polymethylmethakrylát (PMMA).

Je vysoce transparentní termoplastický polymer který se připravuje polymerací metylmethakrylátu. Může se polymerovat ve tvaru kulatých pevných zrn (kuliček). Vzhledem k vlastnostem jako je průhlednost, estetičnost a odolnost proti poškrábání, může být považován za lehkou náhradu skla. Proto se někdy nazývá akrylové sklo. Lze jej používat jako náhradu polykarbonátu (PC) a to pokud je vyžadována průhlednost, odolnost proti UV záření nebo odolnost proti poškrábání. Nemá vysokou odolnost proti nárazům.

Hlavní vlastnosti PMMA jsou.

Mimořádné optické vlastnosti jako je průhlednost a lesklý povrch.

Odolnost a rozměrová stabilita, tvrdost a odolnost proti poškrábání.

Vynikající odolnost vůči slunečnímu záření (UV záření) a stárnutí působením klimatických vlivů.

PMMA s různými vlastnostmi, dle způsobu výroby.

Modifikace pro zvýšení odolnosti proti nárazům nebo pro splnění požadavků pro kontakt s potravinami.

Modifikace pro přípravu materiálu vhodného pro lékařské aplikace.

UV transparentnost, zlepšená chemická odolnost, odolnost proti sterilizaci gama paprsky, matný a mléčný povrch.

Má široké využití v automobilovém průmyslu, v průmyslu osvětlovacích těles, ve stavebním a kosmetickém průmyslu, ve zdravotnictví.[7]

2.1.7 Polyethylentereftalát (PET).

PET patří do skupiny polyesterů. Jedná se o silný, průhledný plast s nízkou hmotností. Při použití pro výrobu vláken a tkanin se obvykle nazývá "polyester". Vnitřní viskozita materiálu se měří v decilitrech/gram a je závislá na délce polymerního řetězce. Čím je řetězec delší, tím je překřížení mezi řetězci větší, což viskozitu zvětšuje. Lze sledovat během polykondenzace.

Vlastnosti PET.

V závislosti na tloušťce může být polotvrký až tvrdý, vždy lehký.

Dobrá odolnost proti plynu, alkoholu (nutná úprava), rozpouštědlům.

Pokud je použit krystalický PET, pak výrobky odolávají mrazu i vysokým teplotám při následném ohřívání.

Je bezbarvý, vysoce transparentní, odolný proti nárazu, pevný.

Odolný vůči mikroorganismům, doporučován pro balení potravin, nápojů a léků, byl schválen světovými zdravotnickými organizacemi jako bezpečný materiál pro potraviny.

Dlouhodobě udržitelný, může být několikrát po sobě recyklován a dále použit.

Používá se pro výrobu nádob na potraviny, nápoje, oblečení, díly pro automobilový průmysl, magnetické pásky, nosné lepicí pásky[8].

2.1.8 Polypropylenoxid (PPO)

Monomer pro výrobu **Polypropylenu Glykolu Glycerolu Etheru (PPG)**, propylen je vedlejší produkt výroby benzínu. dále převeden na propylenoxid. Tato sloučenina se za použití silné báze (hydroxid draselný, jako katalyzátor) polymeruje.

Vlastnosti PPG:

Je bezbarvý, bez zápachu, viskózní kapalina.

Nízká toxicita.

Absorbuje a zadržuje vlhkost (v kosmetice), zahušťovadlo.

Odpěňovač v mnoha průmyslových procesech - výroba potravin.

Mazivo, při studiu reologie.

Jako povlak je zářením tvrditelný.

Používá se při výrobě mnoha výrobků pro domácnost a v kosmetice, a je široce používán v průmyslu pro výrobu jiných produktů. [9]

2.2 Vybrané plasty z obnovitelných zdrojů.

Naše planeta je stále více zatěžována výrobky z plastů které se musí po použití likvidovat. Cesty likvidace jsou různé, ale žádná z nich není zcela environmentálně čistá. Likvidace plastů skládkováním je dle mého názoru již v dnešní době nedostatečná a nevyhovující. Další možnost je jejich odbourávání, tj. přidáním aditiv do syntetických polymerů aby byli degradovatelné (vyžaduje kompostování). Existuje i cesta spalováním (spalovny ale také zatěžují určitou mírou životní prostředí, ale zároveň se využívá odpadní spalné teplo na jiné účely. Řešení opětovným zpracováním (což snižuje kvalitu materiálu, byť různými minimálními příměsí nebo zcela určitě opětovným tepelným procesem).

I když jsou některé cesty likvidace plastů čím dál více ekologicky šetrnější, stejně se musíme potýkat s financováním procesu jejich ekologické likvidace.

Základní surovina pro výrobu plastů z neobnovitelných zdrojů je ropa. Její světové zásoby však nejsou nekonečné, nehledě na to, že podle různých odborných diskuzí vzniká ve vytěženém ložisku prázdné místo, které se stále zvětšuje, což má dle mého a různých dalších názorů vliv na seismické a jiné změny na Zemi.

Vzhledem ke stále se vyvíjejícím možnostem technologií, ekologickým požadavkům společnosti a hlavně poznávání v oblasti přírodních zdrojů jsou zkoumány a vylepšovány podmínky výroby plastů z obnovitelných zdrojů. Je zřejmé, že plasty získané ze surovin z obnovitelných zdrojů, nemusí splňovat požadované zpracovatelské podmínky nebo požadavky na vlastnosti hotového výrobku.

Jako plusová vlastnost by se mohla uvést rychlá biologická rozložitelnost výrobků z těchto typů plastů u kterých není požadovaná dlouhá doba životnosti, což je příhodné z hlediska minimální zátěže životního prostředí.

Většinou je výroba těchto materiálů ekonomicky náročnější, buď pro větší náročnost zpracování nebo z důvodů malosériové výroby – nevyrábí se v takovém velkém měřítku jako syntetické.

V současné době je často praktikována výroba bionafty z methylesteru, získaného z řepkového oleje, která obsahuje monoglycerin, jenž může být použit jako monomer pro výrobu poleolefinů. Další cestou je možnost zpracování bionafty na bioethanol, který lze také využít pro výrobu polymerů, místo ropného etanolu.

Výnos etanolu různých plodin				
Druh	Škrob/cukr (% č. hm.)	Výnos (t/ha)	Výtěžnost alkoholu (kg. 100⁻¹)	
			(l/ha)	
Řepa krmná	9,7	102,66	5,9	6 074,4
Cukrovka	16,0	47,73	9,8	4 658,4
Brambory	18,0	28,43	11,4	3 255,2
Kukuřice na zeleno	11,0	47,52	6,7	3 188,6
Kukuřice na zmo	65,0	5,82	39,7	2 313,4
Pšenice	62,0	4,53	39,3	1 782,6
Ječmen	58,0	4,19	36,8	1 544,0
Žito	55,5	3,62	35,5	1 285,1
Oves	52,0	3,43	33,4	1 147,3

Obr. 5. Výnos etanolu různých plodin.

Výroba polymerů na bázi termoplastického škrobu je připravena z hospodářských plodin jako je kukuřice, brambory, pšenice, tapioky a dalších zemědělské suroviny. Škrob je

z tohoto pohledu relativně dostupný a jeho výroba nákladově efektivní. Skutečností jsou jeho nízké výkonové vlastnosti a je citlivý na vlhkost. Ve většině případů slouží jako přísada do dalších polymerů. [10]

2.2.1 Kyselina polymléčná (PLA).

Připravuje se polymerací z kyseliny mléčné, která je získávána z cukrové třtiny, kukuřice, brambor a dalších rostlin. Jedná se o cenově dostupný produkt, nabízející řadu zajímavých vlastností. Kyselina polymléčná má více forem. Během polymerace je možno laktidy kombinovat tak, aby měla požadované vlastnosti. Lze ji i chemicky řízeně odbourávat zpět na monomer, který může být znovu použit pro výrobu plnohodnotného polymeru.

PLA se může mísit s různými kompatibilizátory dle požadovaných vlastností.

Vlastnosti.

Vynikající jasnost, průhlednost, ale nízké výkonové vlastnosti, nízká tepelná odolnost a špatné bariérové vlastnosti.

Nízká hodnota tažnosti (6 %), vynikající mechanická pevnost, pod kompostováním zcela degraduje na CO₂.

Lehký, snadný potisk, lesklá, houževnatá, netoxická pro člověka ani na životní prostředí.

Uplatňuje se jako obalový materiál, lahve, kelímky, květináče, plastové láhve, kosmetické lahvičky, obaly na mobilní telefony, cívky, hotelové karty.

Pod kompostováním zcela degraduje na CO₂, netoxická pro člověka a životní prostředí, nízký obsah uhlíku.

Nahrazuje PET ve vybraných aplikacích obalů a fólií, jako například celofán a pytle na odpadky. Lahve z PLA s krátkodobou uchovatelností jsou také vhodné pro stolní vody, džusy a mléčné nápoje. Výrobky vyrobené z PLA jsou biologicky rozložitelné a kompostovatelné. [12]

„Pro užití pro chlazené potraviny je PLA cenově srovnatelná a funguje stejně nebo lépe než některé z látek na základě ropy, říká Joe Selzer viceprezident pro obchod a prodej společnosti Wilkinson Industrie, výrobce obalů z PLA. Ale látka není vhodná pro použití za tepla, vysvětluje Selzer. Snese pouze teplotu 41 – 46 °C. Při vyšší teplotě by mohla nastat určitá deformace výrobku.“[12]

2.2.2 Polyhydroxyalkanoáty (PHA).

Jsou vyráběny pomocí zvoleného kmene bakterií a uloženy jako „tuk“, který se použije pro výrobu polymerů. PHA má omezenou dostupnost, je relativně drahý, ale nabízí lepší výkonnost i bariérové vlastnosti než PLA. Technologicky je vhodný pro vstřikování. Jedná se o lineární polyester. Nejčastějším typem PHA je PHB.

2.2.3 Poly-3 hydroxy-butyrate (PHB) .

PHA polymer patří do třídy polyesterů, je produkován mikroorganismy. Je to v první řadě produkt asimilace uhlíku - z glukózy nebo škrobu - a je metabolizován mikroorganismy jako forma zachování energie molekul. PHB má vlastnosti podobné jako PP, je však tužší a křehčí. Teplota tání 175 ° C, teplota skelného přechodu 2 ° C, pevností v tahu se blíží polypropylenu.

Vlastnosti:

Nerozpustný ve vodě, relativně odolný vůči hydrolytické degradaci, biokompatibilní.

Dobrá prostupnost kyslíku, odolnost vůči UV záření.

Špatná odolnost proti kyselinám a zásadám, rozpustný v chloroformu a v dalších chlorovaných uhlovodících.

Použití pro lékařské aplikace, obalový průmysl. [9]

2.2.4 Poly-3-hydroxybutyrát-co-3-hydroxyhexanoát (PHBH).

PHA - stejně jako ostatní biopolymery PHA je i PHBH produkován mikroorganismy při procesu kvašení - fermentace, kde se akumuluje v jejich těle pro jejich výživu. Mezi hlavní rysy PHBH patří jeho vynikající biologická rozložitelnost s využitím hydrolýzy. [10]

2.2.5 Kyselina polyglykolová nebo polyglykolid (PGA).

Je biologicky odbouratelný termoplastický polymer - lineární, alifatický polyester s využitím jako bariérový materiál v obalovém průmyslu a v lékařství.

2.2.6 Polyamid 11 (PA11)

Jde o jedinečný polyamid přírodního původu s vysokými funkčními parametry. Získává se z obnovitelných zdrojů z ricinového oleje získávaného ze semen skočce. Všestranně použitelný, vyznačující se vysokou úrovní bezpečnosti a trvanlivosti pro vysoce technické aplikace. Je to materiál, který se v široké míře používá pro nejnáročnější účely. Rozmezí provozních teplot: od -60 °C až do +150 °C.

Vlastnosti:

Chemická, tepelná a mechanická odolnost, použitelný pro speciální designy, lze zpracovávat různými postupy.

Nízká hustota, náhrada kovů, kaučuku.

Chemická odolnost vůči pohonným hmotám, olejům, plynům, vodě, rozpouštědlům a průmyslovým kapalinám.

Nízká navlhavost, rozměrová stálost, konzistentnost vlastností (suchý vs. vlhký).

Mechanická odolnost, rázová houževnatost, odolnost vůči oděru, flexibilní a elastický.

Odolnost vůči stárnutí, trvanlivost pro pohonné hmoty.

Použití nejvíce ve stavebnictví, tlakové uložení pro potrubí apod. [11]

2.3 Vybrané výrobky na bázi konstrukčních plastů, porovnání možnosti nahrazení materiálem vyrobeným z obnovitelných zdrojů.

2.3.1 Cívka z ABS – PA11.

PA11 je tuhý, trvanlivý, více odolný než ABS, avšak dražší. PA11 snáší lépe teploty.

ABS se vzhledem ke svým vlastnostem používá pouze v interiérech.

2.3.2 Automobilový průmysl a PBT – PA11.

Oba materiály vykazují vysokou pevnost, tepelnou odolnost, odolnost vůči plynům a pohonným hmotám. Mají delší dobu životnosti.

Hodí se jako kryty motorů.

Dají se různě pohledově zpracovávat a je možné je použít i na pohledové díly.

2.3.3 Lego z ABS – PLA.

PLA má v této aplikaci použití srovnatelné možnosti jako ABS.

Nevyžaduje se odolnost vůči povětrnostním vlivům, přílišná tuhost, ani dlouhá životnost

Také se nevyžaduje vysoká teplotní odolnost.

PLA v tomto směru bude vhodnější pro potisk, avšak je zde opět vyšší cenová dostupnost.

ABS má lepší odolnost vůči oděru.

2.3.4 Láhve (na mléko, kojenecké) z PET – PHB.

Pro tuto aplikaci se skvěle hodí PHB. Je absolutně zdravotně nezávadný.

Snáší i vyšší teploty stejně jako krystalický PET.

Láhve nevyžadují přílišnou trvanlivost a z hygienických i ekonomických důvodů bych upřednostňovala jejich degradovatelnost než opětovné plnění nebo opětovné zpracování.

Tyto materiály bychom mohli srovnávat i při výrobě různých krabiček (špendlíky, šperky..)

2.3.5 Obalový materiál z PET – PLA.

Oba materiály vykazují průhlednost, jsou potravinově nezávadné, hodí se na použití jako obaly chlazených potravin při odpovídajících teplotách požadovaných při skladování.

Při této aplikaci není také vyžadována dlouhá životnost výrobku, PLA je ovšem cenově méně dostupný.

2.3.6 Kosmetické lahvičky PC – PLA.

PC i PLA v této aplikaci můžeme srovnávat vedle materiálových vlastností estetických.

PC je transparentní a lesklý, PLA lesklý a snadno potiskovatelný.

Opět zde hraje roli finanční náročnost PLA.

2.3.7 Jednorázové kelímky, misky, příbory z PLA.

Pro výrobu těchto spotřebních výrobků bych volila zásadně materiál z PLA.

Je netoxický, degradovatelný a aplikace nevyžaduje dlouhodobou životnost.

ZÁVĚR.

S nemalou pravděpodobností by bylo možné již v dnešní době nahradit téměř všechny syntetické polymery materiály vyrobenými z obnovitelných zdrojů s přidáním různých aditiv nebo dodatečnou úpravou těchto polymerů.

Jak jsem výše uvedla, hraje nemalou roli malý objem výroby zboží z nahraditelných zdrojů, proto je zatím větší cenová náročnost.

Spotřeba fosilních paliv je vysoká a těchto paliv potřebných pro výrobu i jako pohonný materiál stále roste. Neobnovitelných zdrojů však ubývá a ložiska jsou v budoucnosti vyčerpitelná. Degradace ani spalování pohonných (fosilních) hmot nepřispívá ekologii a je stále více nepřijatelné pro požadavky vyspělé společnosti. Je tedy otázkou času, kdy vzroste výroba plastů z obnovitelných zdrojů, čímž se jejich ceny sníží, popřípadě vyrovnají cenám materiálů vyráběných synteticky a finálně budou dostupnější.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.

- [1] Technologie II. Tváření kovů, zpracování plastů. Technická univerzita Liberec, Fakulta strojní- Katedra strojírenské technologie, odd. tváření kovů a plastů.
- [2] Laboratorní cvičení z předmětu PLASTIKÁŘSKÁ TECHNOLOGIE, Úloha č. 2 Vstřikování.
- [3] LeadDr. Vladimír Vaněk Csc.(Ostrava 2005), (Textové opory pro kombinované studium UOP).
- [4] <http://kajmank.cz/polyamid-pa-6-vlastnosti/>
- [5] <http://www.resinex.cz/polymerove-typy/pc-abs.html>
- [6] <http://www.resinex.cz/polymerove-typy/pbt.html>
- [7] <http://www.resinex.cz/polymerove-typy/pmma.html>
- [8] <http://tiefziehen.com/cz/PET/>
- [9] <http://www.rahnsinger.com/co-je-polypropylenglykol/>
- [10] [http:// plasticportal.sk](http://plasticportal.sk)
- [11] <http://www.resinex.cz/produkty/rilsan.html>
- [12] <http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/plasty-vyrabene-z-rostlin-nikoli-z-ropy>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.

PA 6	Polyamid 6
ABS	Akrylonitril-butadien-styren
PC	Polykarbonát
PC/ABS	Polykarbonát/Akrylonitril-butadien-styren
PBT	Polybutylen-tereftalát
PMMT	Polymethylmethakrylát
PET	Polyethyltereftalát
PPO	Polypropylenoxid
PPG	Polypropylen Glykol Glycerol Ether
PLA	Kyselina polyléčná
PHA	Polyhydroxyalkanoáty
PHB	Poly-3-hydroxybutylhydrát-co-3-hydroxyhexonát
PGA	Kyselina polyglykolová
PA11	Polyamid 11

SEZNAM OBRÁZKŮ.

Obr. 1. Vstřikovací cyklus. [1]

Obr. 2. Průběh vnitřního tlaku v dutině formy během procesu vstřikování. [1]

Obr. 3. Rozdělení plastů dle použitelnosti;

www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=65930

Obr. 4. Struktura PC/ABS. [5]

Obr. 5. Výnos etanolu různých plodin; <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/3/uvod.html>