



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Irena Lysoňková

Vybrané polymerní materiály a jejich aplikace

Metodická příručka

Ing. Irena Lysoňková
Vybrané polymerní materiály a jejich aplikace
Metodická příručka

Vydalo
Centrum pro studium vysokého školství, v.v.i. , Praha, 2015

Návrh obálky
Radka Šebková

Číslo projektu
CZ.1.07/2.3.00/45.00 29

Publikace vznikla jako výsledek projektu Věda pro život, život pro vědu (VĚŽ).
Projekt byl řešen v rámci programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost, prioritní osa Terciární vzdělávání, výzkum a vývoj, v období březen 2014 až červen 2015.



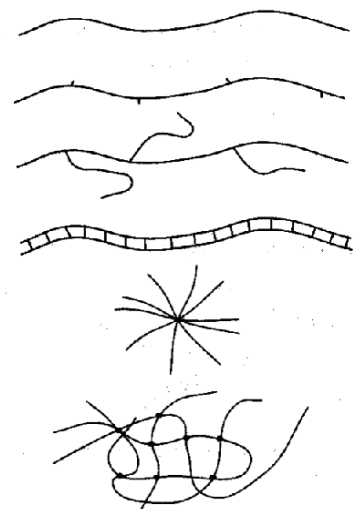
ISBN 978-80-86302-69-0

Obsah

1. Úvod	2
2. Technologické zpracování polymerů.....	3
2.1. Vstřikování.....	3
2.2. Extruze.....	7
2.3. Výroba pneumatik.....	8
2.4. Ostatní technologie zpracování plastů.....	9
3. Kompozitní materiály	11

1. Úvod

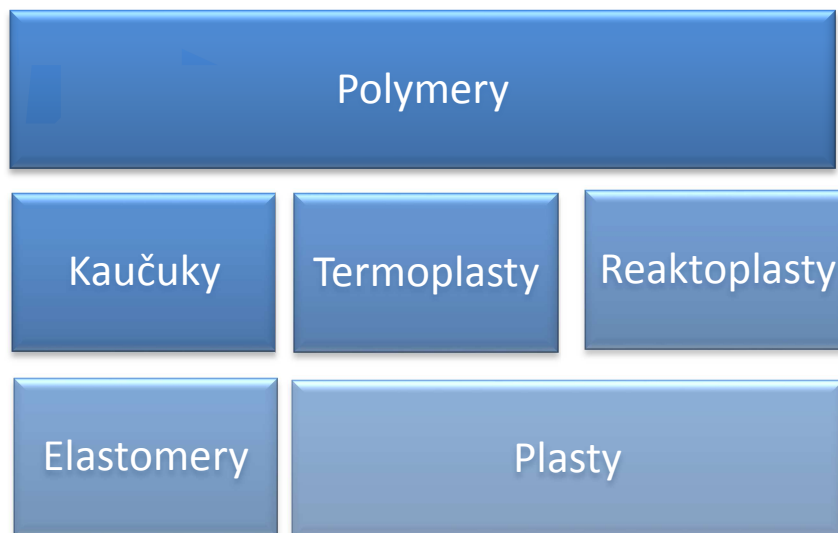
Polymery jsou materiály vyrábějící se uměle či modifikací přírodních látek. Přírodní makromolekulární látky jsou například proteiny, nukleové kyseliny, celulóza, přírodní kaučuk. Druhý typ, tzv. syntetické polymery, jsou plasty, syntetická vlákna, nátěrové hmoty, syntetické kaučuky a pryskyřice. Mezi základní pojmy patří monomer, což je látka s molekulami, které jsou schopné za vhodných podmínek se spojovat do makromolekul. Monomer tedy můžeme považovat za stavební jednotku. Konkrétní příklady jsou ethen propen, benzen atd. Polymer je tedy látka skládající se atomů (jeden nebo více druhů). Tyto atomy jsou většinou uhlík, vodík, kyslík, dusík, chlór, křemík. Mohou být spojeny ve skupinách velkého počtu do tzv. řetězcové struktury molekul, což je dlouhá lineární řada atomů a skupin atomů. Velké molekuly se nazývají makromolekuly. Velikost a tvar těchto řetězcových struktur ovlivňuje vlastnosti výsledného materiálu. Konkrétní příklady tvarů makromolekul jsou na obr. 1.



Obr. 1 Základní tvary makromolekul (lineární, krátce zřetězený, dlouze zřetězený, žebříkovitý, hvězdicovitý, síťovitý)

Tyto druhy materiálu jsou využívány celosvětově v neustále zvyšujícím se množství. Je to způsobeno jeho rozličnými vlastnostmi, které jsou oproti ostatním materiálům výhodnější pro různé aplikace. Polymery mohou být pružné či elastické, transparentní, průsvitné či neprůsvitné, tvrdé či měkké, odolné proti vnějším vlivům menším či větším stupni a různě odolné proti vysoké či nízké teplotě. Ač se může zdát nezvyklé, že jsou vlastnosti polymerů často vzájemně odporující, je to způsobeno velkým množstvím druhů materiálů, které spadají

do polymerů. Je tedy vhodné si uvést, alespoň základní rozdělení (obr. 2). V tomto rozdělení se dělí polymery na elastomery (kaučuky) a plasty (termoplasty a reaktoplasty).



Obr. 2 Základní rozdělení polymerů

Další důležité rozdělení plastů je na termoplasty a reaktoplasty. Termoplasty se po zahřátí na vysokou teplotu vrátí do původního stavu a dají se znovu zpracovat. Reaktoplasty se po ohřátí nedají znovu zpracovat a jsou tedy opětovným zahřátím znehodnoceny.

2. Technologické zpracování polymerů

Jelikož se do polymerů řadí velké množství materiálů s rozličnými již uvedenými vlastnostmi, proto je mnohými způsoby i zpracováván. V tomto textu bude uvedeno základní technologické zpracování některých polymerů. Nejčastější způsob zpracování technologického zpracování plastů je vstřikováním a extruzí.

2.1. Vstřikování

Vstřikování plastů se provádí na strojích, které se nazývají vstřikovací lisy tzv. vstřikolisy. Tento stroj je na obr. 3. Tyto stroje můžeme rozdělit dle následujících parametrů:

Rozdělení dle pohonu:

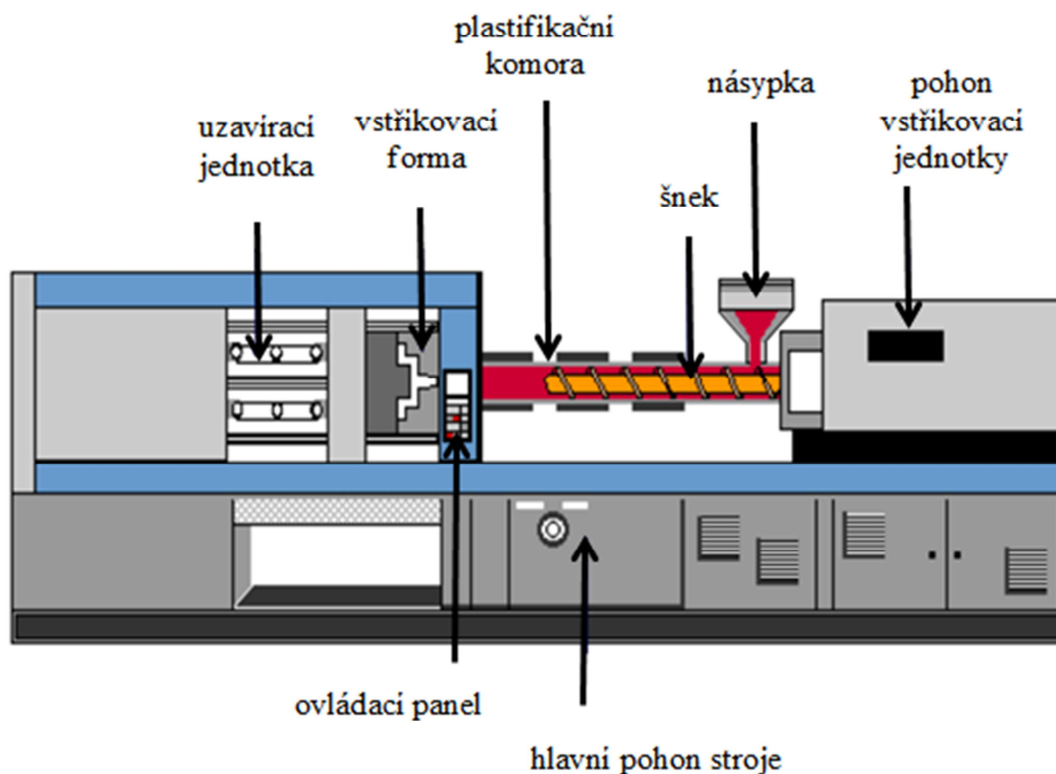
- Hydraulické
- Elektrické
- Hybridní

Rozdělení dle uzavírací jednotky:

- Hydraulické (cylindrické)
- Hydraulicko-mechanické (ramenové)

Při vstřikování se nejprve nasype do násypky polymer (polyolefin) ve formě granulátu, případně regranulátu, což je recyklovaný polymer. Regranulát je již odstříknutý plast, který je zpracován do formy granulátu – nasekán na části velikostně podobné granulátu. Pokud bychom chtěli přidat barvivo, přidává se k materiálu do plastifikační komory.

Otáčením šneku dochází k postupnému přesunu materiálu před špičku šneku a během tohoto procesu je materiál plně nataven a homogenizován. Tento proces zahřívání a homogenizace se odehrává v plastifikační komoře. Při nastavení ohřívání zpracovávaného materiálu musí být bráno v potaz i teplo vzniklé třením, které může být až 20% ze žádané teploty. Důkladně rozehřátý a promísený materiál se následně točením šneku přesune před jeho špičku. V další fázi je tlakem pomocí šneku přesunut „vstříknut“ do formy. Kde je odstřík ochlazen a po otevření odstoupení pohyblivé části formy pomocí vyhazovačů vyhozen.



Obr. 3 Schéma vstřikovacího stroje

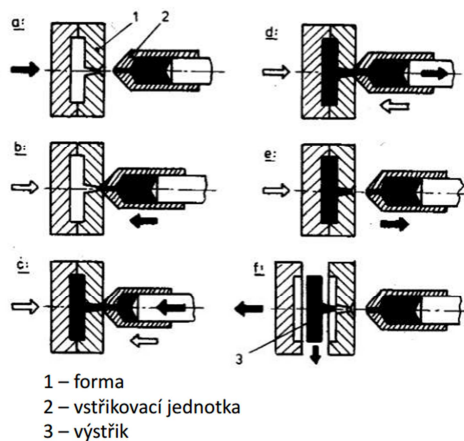
U vstřikolisů je mnoho důležitých parametrů, které je důležité správně nastavit, aby došlo k vytvoření dostatečně kvalitního odstříku. Schéma samotného vstřikování plastu do formy je na obr. 4. Na obr. 5 jsou znázorněny možnosti toku plastu.

Mezi základní parametry patří velikost dávky granulátu, rychlost otáčení šneku, vstřikovací tlak a rychlost, bod přepnutí na dotlak, velikost materiálového polštáře, doba dotlaku a doba chlazení.

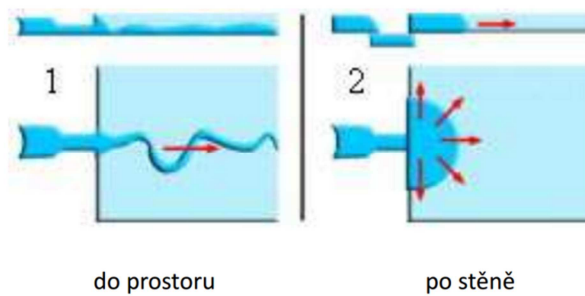
Jak již bylo zmíněno je velmi důležité nastavení parametrů, jak stroje, tak samotného vstřikování. Oba způsoby jsou obecně popsány v následujícím odstavci. Tyto parametry se nastavují po nasazení formy, která se může například přišroubovat, posadit na magnetickou desku atd. Následně musí být připojena k formě voda, která reguluje teplotu formy. U tenkostěnných odstříků je forma touto vodou předehřívána a u silnostěnných slouží naopak ke chlazení.

Seřizovací parametry:

- Dávkování
 - Rychlost otáček šneku – Pokud by tato rychlost byla moc rychlá, nedošlo by k dostatečnému promísení materiálu.
 - Protitlak – Tento parametr se jinak nazývá zpětný tlak. Jedná se o řízení odporu šneku.
 - Dávkovací dráha – Označení pro dávkovací objem, což je objem finálního odstříknutého výrobku, vtoku a zbytku materiálu, který není odstříknut během daného vstřiku využit.
- Vstřikovací profil – Zde uvedený parametr se nastavuje ve více pásmech, tak aby došlo k optimálnímu odstříku. Poslední fází vstřikovacího profilu je bod přepnutí na dotlak.
 - Rychlost vstřiku – Jedná se o tlak, kterým je zpracovávaný materiál vstříknut do formy.
 - Tlak vstřiku – Je to vlastně stejný parametr jako rychlost vstřiku, avšak udává omezení. Tento tlak není možné přesáhnout.
- Profil dotlaku – Bývá obvykle ve třech postupných fázích.
 - Tlak – Tento tlak udává sílu, kterou šnek tlačí na taveninu vstříknutou do formy a doplňuje případné objemové ztráty odstříku způsobené jeho smrštěním.
 - Čas – Doba, kterou šnek zmíněným tlakem působí na odstřík.
- Nastavení uzavírací jednotky – Jedná se nastavení stroje a ne samotného vstřikování na rozdíl od předchozích uvedených parametrů.
 - Otevírání stroje – Tento krok se provádí ve dvou fázích, aby nedošlo k poškození výrobků.
 - Uzavírání stroje – Uzavírání probíhá také ve dvou fázích, ale z důvodu nepoškození formy (vodící kolíky, jádra atd.). Pokud by došlo k rychlému přisunutí pohyblivé části formy, mohlo by dojít k ohnutí případně rozštípnutí vodících kolíků.
 - Vyhazovače – Odstranění odstříků probíhá ve dvou stupních, a to z důvodu nepoškození velkou rychlostí a silou výrobku, ale také může během prvního kroku zajít ke znovu zachycení odstříku.



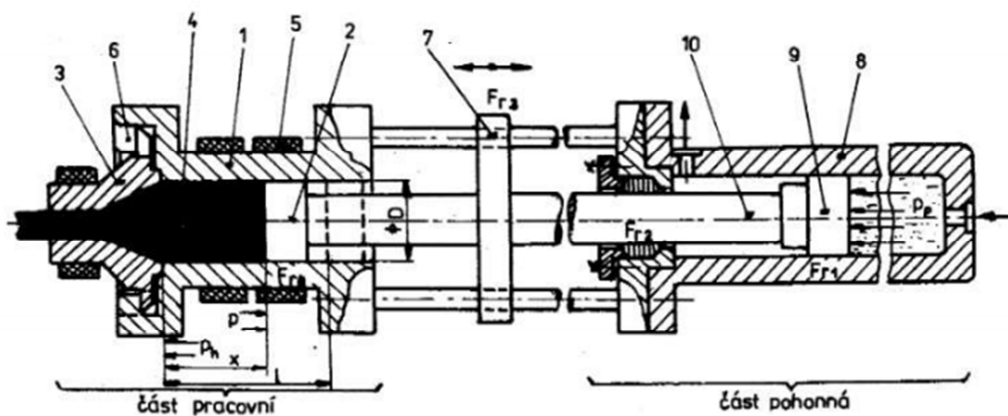
Obr. 4 Vstřikování plastu do formy



Obr. 5 Tok plastu během vstřikování

2.2. Extruze

Extruze je technologie vytlačování plastů, kterou se vyrábí fólie, trubky, profily, plněné profily (vypěňování), opláštění, vlákna či granule. Během extruze je tedy materiál vytlačován za zvýšené teploty a tlaku. Proces extruze lze využít nejen u plastů, ale lze ho také využít například v potravinářství. Příklad extrudovacího stroje na plasty je na obr. 6.



Obr. 3.2 Schéma pístového vytlačovacího stroje
 1 - pracovní válec, 2 - pracovní píst, 3 - vytlačovací hlava, 4 - vytlačovaný materiál, 5 - topný pás, 6 - bajonetový uzávěr, 7 - příčnick, 8 - hydraulický válec, 9 - píst, 10 - pístnice

Obr. 6 Extrudovací stroj

2.3. Výroba pneumatik

Odvětví, ve kterém se zpracovává guma, se nazývá gumárenský průmysl. Patří sem i výroba pneumatik. Zmíněné pneumatiky se skládají ze základní suroviny, což je kaučuk. Ten může být přírodní nebo umělý. Dalšími důležitými přídatnými látkami jsou tzv. aditiva. Mezi aditiva řadíme saze, síru, kalafunu a různé další chemikálie.

Postup procesu přípravy pneumatiky:

- Návrh konstrukce prototypu – Bývá vždy určeno požadavky a použitím výrobku. Záleží tedy na použití, žádané životnosti.
- Zkoušení prototypu – Jedná se o zkoušku soudržnosti, plynupropustnosti, bubnová zkouška (kilometrový výkon), zkoušení za provozu (v terénu, na polygonu).
- Sériová výroba – Pokud všechny zkoušky proběhly se správnými výsledky a je zajištěn odběr, je možné přejít k sériové výrobě.

Příprava směsí pro výrobu pneumatik a dalších gumárenských výrobků je náročný proces. Tato náročnost spočívá nejen v surovinách, ale také v energetické spotřebě během přípravy směsi. Složitým faktorem je kupříkladu zapracování aditiv do kaučukové matrice. Guma se tedy zpracovává v hnětičových linkách, což jsou fyzikální nebo chemické reaktory. Zpracování probíhá stupňovitě, kdy jednotlivé stupně jsou řízeny surovinami a teplotou. Zmíněné stupně jsou následující s orientačními teplotami:

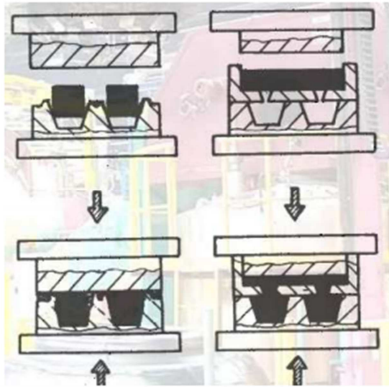
- ❖ Plastikace kaučuku – 150°C
- ❖ Vmíchávání aditiv – 120°C
- ❖ Vmíchání vulkanizačního činidla – 100°C

Samotná příprava polotovaru je započata válcováním materiálu. Do těchto vývalků bývají znovu zalisovány ocelové dráty. Na tento polotovar je pak pomocí vulkanizace (Chemická reakce, při které dochází k propojení molekul) nanášen poslední povrch pneumatik. Během tohoto procesu dochází ještě ke spojení s dalšími důležitými součástmi, jako jsou například patní lana.

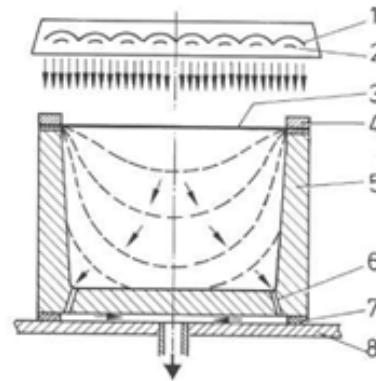
2.4. Ostatní technologie zpracování plastů

- Lisování – Proces, při kterém jsou finální výrobky vytlačovány pevnou a pohyblivou částí formy. Znázornění tohoto způsobu výroby je na obr. 7.

-

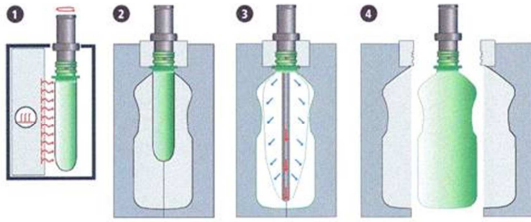


Obr. 7 Lisování



Obr. 8 Tvarování

- Tvarování – Tento způsob je na principu vakuového či pneumatického přetváření. Vakuové tvarování může být pozitivní nebo negativní. Tvarování je znázorněno na obr. 8.
- Vyfukování – U tohoto způsobu zpracování je nutná nejprve výroba polotovaru. Tento polotovar se v praxi nazývá parison. Zmíněné polotovary jsou vyráběné již uvedeným vstřikováním nebo vytlačováním a následně jsou vyfukovány. Tímto způsobem se mohou vyrábět plastové láhve, barely či různé nádoby, případně sáčky. Samotný způsob vyfukování je na obr. 9. Vyfukování může být také okamžité, kdy je nejprve vytvořen odstřík a i minimální časové prodlevě následuje vyfukování. Dalším způsobem může být také vyfukování s dotvarováním.



Obr. 9 Vyfukování



Obr. 10 Modely určené pro máčení



Obr. 11 Výsledný výrobek vzniklý máčením



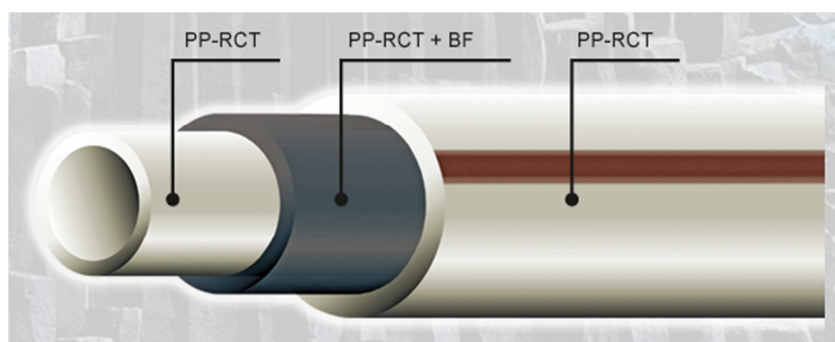
Obr. 12 Výsledný výrobek vzniklý vypěňováním

- Máčení – Způsob, kdy se modely máčí v předem připraveném polymeru. Máčení je uvedeno na obr. 10 a obr. 11.
- Vypěňování – Technologie zpracování plastů, sloužící k vytvoření pěnových výrobků.
- Válcování – Proces, při kterém vznikají například fólie.
- Odlévání – Jednoduché gravitační lití, které lze aplikovat u vybraných materiálů.

3. Kompozitní materiály

Kompozitní materiály jsou materiály složené ze dvou a více složek. Tyto materiály mohou být přírodního původu či uměle vyrobené. Kompozity jsou složené z matrice a výztuže. Podíl výztuže by měl být alespoň 5%. Spojení více materiálů se provádí za účelem získání lepších vlastností. Mezi přírodní kompozity patří například kosti (organická vlákna s drobnými neorganickými krystaly, vodou a tuky). Umělým kompozitem jsou skleněná vlákna, uhlíková vlákna, grafitová vlákna a mnoho dalších.

U polymerů může být příkladem spojení polymeru a čediče (konkrétně čedičového vlákna). Využití tohoto spojení je například u plastových trubek. Výhodou této trubky, oproti klasickým plastovým rozvodům je dlouhodobá bezpečnost provozu, menší délková roztažnost za vyšších teplot a delší životnost trubky. Obě tyto zvýhodněné vlastnosti mají výhodu v tom, že nesnižují rychlost a jednoduchost montáže.



Obr. 13 Kompozitní plastová trubka s čedičovým vláknem

Samotná trubka je tedy vrstvená, což je znázorněno na obr. 13. Je zde spodní a vrchní vrstva z polypropylenu a střední vrstva složená ze spojení polypropylenu a čedičového vlákna. Tvorba tohoto kompozitu vzniká na tzv. kompaudační lince. Sem je přiváděn polypropylen, čedičové vlákno a vazný prostředek. Ve zmíněné lince dochází ke spojení uvedených materiálů a vzniká polotovar ve formě kompozitního granulátu. Tato surovina je nadále klasicky zpracovávána v extruderu.

ZDROJE

- [1] Ducháček, V.: Polymery – výroba, vlastnosti, zpracování, použití, VŠCHT, Praha 2006, ISBN 80-7080-617-6
- [2] http://www.ateam.zcu.cz/download/Polymery_2010.pdf
- [3] <http://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/POLYMERY2013.pdf>
- [4] <http://old.vscht.cz/ipl/osobni/svorcik/Polymery.pdf>
- [5] <http://u12133.fsid.cvut.cz/?udaj=predmet&id=C31507>
- [6] http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-80-7080-617-6/pages-pdf/151.html
- [7] http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/10.htm
- [8] http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/13525/holub_2010_bp.pdf?sequence=1
- [9] <http://basalt.ekoplastik.com/default.aspx?lang=CZ>
- [10] http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/vip/p1/historie%20polymeru.pdf
- [11] http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/vip/p1/historie%20polymeru.pdf

