

Potiskování extrudovaných profilů z termoplastů

Karolína Hánová

Bakalářská práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav inženýrství polymerů

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Karolína HÁNOVÁ**
Osobní číslo: **T10612**
Studijní program: **B2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Polymerní materiály a technologie**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Potiskování extrudovaných profilů z termoplastů**

Zásady pro vypracování:

Vypracujte literární rešerši zabývající se potiskováním extrudovaných profilů z měkčeného i neměkčeného PVC, PP, PE, PS a ABS. Popište jakým způsobem potiskování profilů probíhá, jaké zařízení se využívají, jaké potiskovací barvy se používají a na jaké materiály, jak je to s barevnými odstíny v kombinaci s podkladem. Rovněž zhodnoťte aplikační použití.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Rory A. Wolf (2010). Plastic Surface Modification – Surface Treatment, Decoration, and Adhesion.. Hanser Publishers

Giles, Harold F. Jr.; Wagner, John R. Jr.; Mount, Eldridge, M. III (2005). Extrusion – The Definitive Processing Guide and Handbook.. William Andrew Publishing/Plastics Design Library

Muralisrinivasan, Natami Subramanian (2010). Update on Troubleshooting the PVC Extrusion Process.. Smithers Rapra Technology

Flick, E.W. (1999). Printing Ink and Overprint Varnish Formulations (2nd Edition).. William Andrew Publishing/Noyes.

Shrader, E., Cobb, C.L.; Co-extrusion printing for low cost and high performance energy devices; (2012) Technical Proceedings of the 2012 NSTI Nanotechnology Conference and Expo, NSTI-Nanotech 2012, pp. 537-540

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lubomír Beníček, Ph.D.**

Ústav inženýrství polymerů

Datum zadání bakalářské práce: **11. února 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2013**

Ve Zlíně dne 11. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Karolína Hánová

Obor: Polymerní materiály a technologie

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním 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 bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byla jsem seznámena s tím, že na moji 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 – 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 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem 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 ... 4.6.2013

Karolína Hánová

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 nevydávalečně 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 vzdělávacímu 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 přihlíádne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi značení a kódování extrudovaných profilů z termoplastů potiskem, technologiemi potisku, inkousty a charakteristikou daných polymerů.

Klíčová slova:

potiskování, termoplasty, extrudované profily, inkoustový tisk, laserový tisk.

ABSTRACT

This bachelor thesis deal with marking and coding extruded profiles from thermoplastics, marking technology and characteristics thermoplastics.

Keywords:

printing, thermoplastic, extruded profiles, ink jet print, laser print.

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Lubomírovi Beníčkoví, PhD. za odborné vedení a připomínky k mé bakalářské práci. Dále bych ráda poděkovala Ing. Martinu Míčkoví a Ing. Leošovi Vaškovi ze společnosti SPUR a.s.

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

OBSAH

ÚVOD	9
1 CHARAKTERISTIKA POLYMERŮ	10
1.1 POLYETYLEN.....	10
1.1.1 Polyetylen o vysoké hustotě.....	10
1.1.2 Polyetylen o nízké hustotě	11
1.2 POLYPROPYLEN.....	11
1.3 POLYSTYREN.....	12
1.4 AKRYLONITRIL – BUTADIEN – STYREN	13
1.5 POLYVINYLCHLORID	13
1.5.1 Měkčené PVC	14
1.5.2 Neměkčené PVC	14
2 VYTLAČOVÁNÍ	15
2.1 VYTLAČOVÁNÍ PE.....	16
2.2 VYTLAČOVÁNÍ PP.....	17
2.3 VYTLAČOVÁNÍ PS	17
2.4 VYTLAČOVÁNÍ ABS.....	17
2.5 VYTLAČOVÁNÍ PVC.....	18
2.5.1 Vytlačování měkčeného PVC	18
2.5.2 Vytlačování neměkčeného PVC.....	18
3 POVRCHOVÉ ÚPRAVY	19
3.1 CHEMICKÉ	19
3.1.1 Polymerace plasmou.....	19
3.1.2 UV	19
3.1.3 Mokrý leptání	19
3.2 FYZIKÁLNÍ	19
3.2.1 Plazmový výboj.....	19
3.2.2 Koronový výboj.....	20
3.2.3 Elektronový paprsek	20
4 POTISKOVÁNÍ	21
4.1 INK JET	21
4.2 FLEXOTISK.....	23
4.3 SPREJOVÁNÍ.....	25
4.4 LASER.....	26
5 BARVY	28
5.1 INKOUSTOVÝ TISK	28
5.2 LASER.....	29
ZÁVĚR	31
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	32
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	35
SEZNAM OBRÁZKŮ	37

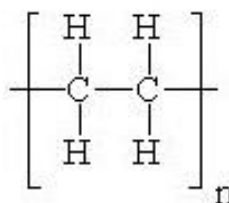
ÚVOD

Z důvodu rostoucího používání plastových výrobků, které stále více nahrazují tradiční materiály, jako jsou kovy, dřevo a papír, se musely najít způsoby pro identifikaci plastových výrobků. Protože plasty mají odlišné vlastnosti, musely se najít nové technologie nebo upravit stávající technologie, kterými se označují kovy, dřevo a papír.

Pro označování výrobků se používají etikety, které se na výrobek nalepí, nebo potisk. U stávajících technologií potisku se musely upravit zejména inkousty a pigmenty, protože plasty se od tradičních materiálů liší zejména povrchovými vlastnostmi.

1 CHARAKTERISTIKA POLYMERŮ

1.1 Polyetylen



Obrázek 1 Vzorec PE [4]

Polyetylen patří mezi polyolefiny, je nejjednodušším a jedním z nejpoužívanějších plastů.

Polyetylen je tuhá, elastická, téměř průhledná látka s mléčným zákalem. Všechny typy PE mají vysokou krystalinitu. Bod tání se pohybuje mezi 105 až 136°C. PE má vysokou houževnatost a tažnost, je stálý proti chemickým činidlům. Podléhá studenému toku a má sklon k praskání pod napětím. PE je nepolární.

Polyetylen se liší hlavně hustou. Podle hustoty se dělí na HDPE – vysokohustotní PE, MDPE – středněhustotní PE, nízkohustotní PE (LDPE) a LLDPE – lineární nízkohustotní PE (kopolymer). [2, 3]

1.1.1 Polyetylen o vysoké hustotě

Neboli HDPE (high density PE), bývá také označován jako nízkotlaký PE nebo lineární PE. Řetězec HDPE je lineární. Vyrábí se za nízkého tlaku.

Výroba HDPE [1 – 3]

V současné době se používají tři základní technologické postupy – suspenzní, roztokový a v plynné fázi.

- Suspenzní postup

Je nejstarším postupem a dodnes se při výrobě HDPE široce používá.

Je to vlastně srážecí polymerace. Probíhá v prostředí rozpouštědla, ve kterém je rozpustný monomer a polymer téměř nerozpustný (např. hexan nebo benzínové frakce). Polymerační proces se skládá z několika fází: čištění monomeru a rozpouštědel, přípravy katalyzátoru, polymerace, čištění polymeru a jeho zpracování.

- Rztokový postup

Používá se jemně disperzní heterogenní katalyzátor, ale monomer i polymer jsou rozpuštěny.

- Polymerace v plynné fázi

1.1.2 Polyetylen o nízké hustotě

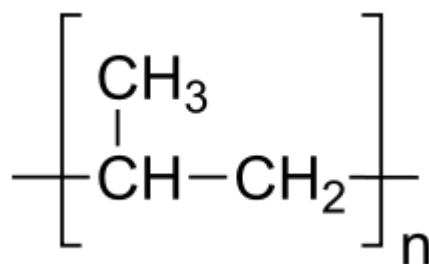
Neboli LDPE (low density PE), bývá také označován jako vysokotlaký PE nebo rozvětvený PE. Řetězce LDPE jsou rozvětvené. Vyrábí se radikálovou polymerací a za vysokého tlaku s použitím iniciátorů (např. peroxidy). [1 – 3]

1.2 Polypropylen

Polypropylen je krystalický polymer s nízkou hustotou. Vzhledem své krystalinitě je neprůhledný. PP je nepolární. Bod tání polypropylenu je kolem 176°C. Má podobné vlastnosti jako polyetylen, hlavně HDPE. Oproti HDPE má PP nižší hustotu, lepší odolnost vůči korozi za napětí, vyšší pevnost v tahu i v tlaku, vyšší tvrdost a odolnost proti oděru a má menší propustnost pro plyny a páry. Vlastnosti PP závisejí na jeho izotakticitě, molekulové hmotnosti a stupni polydisperzity. [1, 3]

Typy polypropylenu:

- Izotaktický PP
 - Převažuje
 - Má všechny metylové skupiny na stejné straně roviny proložené základním řetězcem
- Syndiotaktický PP
 - Má metylové skupiny střídavě pod a nad rovinou
- Ataktický PP
 - Nežádoucí
 - Nemá v této rovině metylové skupiny uspořádané



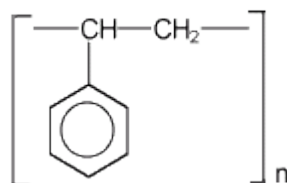
Obrázek 2 Vzorec PP [5]

1.3 Polystyren

Polystyren je amorfní polymer, který má vysoký lesk, výborné elektroizolační vlastnosti, je středně polární, má sklon ke korozi za napětí. Je tvrdý, ale křehký. Je rozpustný v aromatických uhlovodících, vyšších ketonech, tetrahydrofuranu aj. Odolává alkoholům, vodě a minerálních olejů. Fotooxidací žlutne a křehne, proto není vhodným materiálem na venkovní použití.

Polystyren se vyrábí radikálovým mechanismem, hlavně blokovou a suspenzní polymerací. Pro polymeraci je vhodný čistý monomer, který velmi snadno polymeruje. Polymeraci urychluje i světlo, teplo a iniciátory, proto se pro přepravu a skladování do styrenu přidávají inhibitory.

Polymerací styrenu v přítomnosti nadouvadla, nejčastěji pentanu, vzniká lehčený (zpěňovatelný) polystyren. Jeho zpracování má 3 fáze: předpěnění, zrání a dopěňování ve formách. Materiál má dobré izolační vlastnosti a pevnost, ale má velkou hořlavost a je málo odolný rozpouštědlům. [1 – 3, 27]

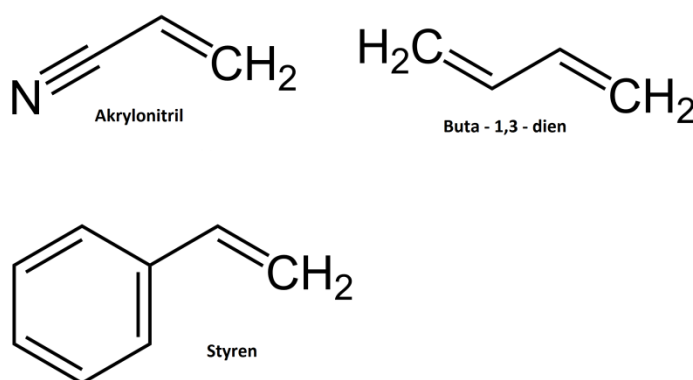


Obrázek 3 Vzorec PS [6]

1.4 Akrylonitril – Butadien – Styren

Kopolymer ABS představuje kombinaci monomerů akrylonitril, butadien a styren s lepší houževnatostí a chemickou odolností oproti polystyrenu, ale se zachováním tuhosti.

ABS má malou odolnost proti povětrnosti a světelnému stárnutí. Má dobré mechanické vlastnosti, je snadno zpracovatelné, odolné proti řadě chemikálií, má tvrdý a lesklý povrch. ABS je heterogenní materiál a vzhledem k tomu, je vždy neprůhledný. ABS lze lepit, svařovat a povrchově upravovat. ABS lze plnit skleněnou výztuží a tím zvýšit mechanickou pevnost. [1 – 3]



Obrázek 4 Monomery pro přípravu ABS [7]

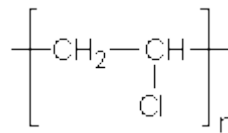
1.5 Polyvinylchlorid

Vyrobený PVC je bílý prášek termoplastického charakteru. Stupeň krystalinity je nízký. Lineární řetězce jsou slabě rozvětvené. Pokud se PVC nestabilizuje, podléhá tepelné degradaci, při které se z molekuly PVC odštěpuje HCl, vznikají konjugované dvojně vazby a protože se změní lom světla, žlutne. PVC je středně polární. [1 – 3, 27]

Pro PVC je charakteristická hodnota K, která je odvozená z Fikentscherovy rovnice.

$$K = \frac{1,5 \lg \eta_r - \sqrt{(1+200/c+1,5 \lg \eta_r) \cdot 1,5 \lg \eta_r}}{(150+3c) \cdot 10^{-3}} \quad (1)$$

Kde η_r je relativní viskozita, c je koncentrace v g / 100 ml



Obrázek 5 Vzorec PVC [8]

1.5.1 Měkčené PVC

Pro měkčené PVC je hodnota $K = 70 - 80$

Vlastnosti výrobků z měkčeného PVC jsou velmi ovlivněny stupněm změkčení, druhem změkčovadla nebo i jinými přísadami. Stupeň změkčení ovlivňuje i mechanické vlastnosti. Vlastnosti jsou určeny nejen změkčením, ale také technologií vytlačování nebo složením receptur. [3, 16]

1.5.2 Neměkčené PVC

Pro neměkčené PVC je hodnota $K = 55 - 65$

Neboli tvrdý typ PVC (U – PVC) má dobrou chemickou odolnost a elektroizolační vlastnosti, tepelně málo stabilní a je samozhášivý. [3]

2 VYTLAČOVÁNÍ

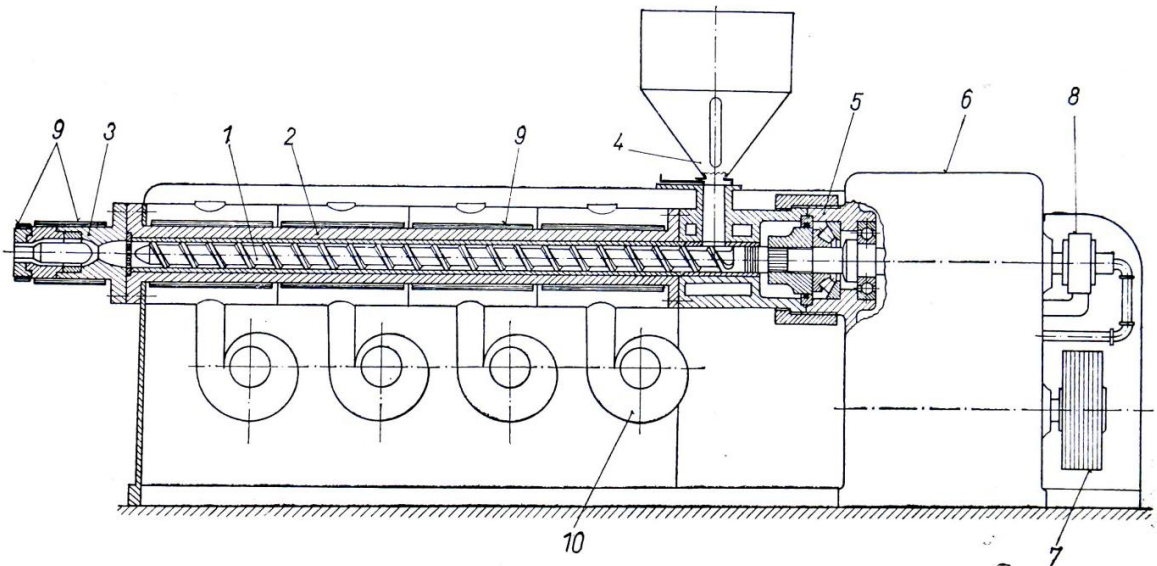
Vytlačování je technologický proces, během kterého se polymer (resp. polymerní směs s aditivou) při průchodu vytlačovacím strojem hněte a následně se protlačuje hubicí do volného prostoru. Na vytlačovacích strojích se zhotovují tyče a pásy různých průřezů, fólie, desky, profily a trubky. Dále se na nich oplášťovávají vodiče a jiné výrobky, připravují granuláty atd. Vytlačováním se vyrábí výrobky konečných tvarů nebo polotovary.

Vytlačovací stroje se dělí na pístové, diskové a šnekové. Pístové vytlačovací stroje pracují diskontinuálně a mají omezené použití, lze je použít jen na některé hmoty, jako např. na vytlačování polytetrafluoretylénu. Nejvíce se používají šnekové vytlačovací stroje (neboli extrudery), které pracují kontinuálně. Hmota se v komoře stroje zpracovává i dopravuje otáčením šneku. Šnek dopravuje hmotu do násypného otvoru směrem k ústí v hlavě stroje. Přitom ji hněte, mísí, stlačuje, homogenizuje a přivádí do plastického stavu. Nejrozšířenější jsou stroje s jedním šnekem, ale mohou mít dva nebo tři šneky. Např. neměkčené PVC se vytlačuje pomocí dvoušnekového vytlačovacího stroje.

Podle zpracovávaného materiálu se liší nejen šneky, ale i teplota zpracování a rychlost zpracování. Pro termoplasty jsou jiné než pro kaučuky. Termoplasty oproti kaučukům se zpracovávají při vyšších teplotách a mají větší rozteč závitů šneku a šnek je delší.

Tvar profilu určuje tvar vytlačovací hlavy. Vytlačované trubky se dělají s použitím trnu.

Vytlačovací stroj nemusí být hlavním strojem výrobní linky, může např. připravovat polotovar pro jiné zařízení (např. pro vyfukování nebo tvarování) apod. [9 – 11, 13]



Obrázek 6 Vytlačovací stroj na plastické hmoty [9]

1 – šnek, 2 – komora, 3 – vytlačovací hlava, 4 – násypka, 5 – ložisková skříň, 6 - převodovka, 7 – klínová řemenice (pohon od motoru), 8 – vstupní hlava, 9 – topné pásy, 10 - ventilátory

Vytlačovací stroj se skládá ze vstupního, přechodového a výstupního pásma.

Linka na vytlačování profilů a trubek se skládá ze šnekového vytlačovacího stroje, vytlačovací hlavy, měřícího, kalibračního, chladícího, odtahovacího, dělicího a navíjecího zařízení. [9 - 11, 13]

K výrobě trubek se obvykle používá PVC, HDPE, LDPE, PP, ale i PA, POM. Profily se vyrábějí z PVC, PS a jejich kopolymerů, PMMA, PC, POM, apod. [9 - 11, 13]

Zvláštním typem vytlačování je koextruze, což je jednostupňová výroba, při které se vytlačuje několik vrstev stejného nebo různého materiálu společně více vytlačovacími stroji a spojovacím zařízením. Výslednými produkty jsou fólie, deska, hadice atd. [12]

2.1 Vytlačování PE

Vytlačované trubky z PE se používají v stavebnictví, např. na potrubní rozvody nebo pro rozvod požární vody i pitné vody. Jako tepelná a zvuková izolace z pěnového polyetylenu.

Profily a trubičky vyráběné z polyetyleny (LDPE) se používají v chemickém průmyslu a potravinářství, v zemědělství a pro lékařské a laboratorní účely. Jsou určeny k beztlaké dopravě kapalných, plyných a sypkých médií. Izolační trubky z LDPE se spirálovým řezem jsou určeny pro vnější ochranu vodičů nízkého napětí.

Mikrotrubičky vyrobené z HDPE se používají při instalaci optických kabelů a svazků optických vláken, jako mechanická ochrana kabelů a svazků vláken. Kabelové chráničky z HDPE se používají při výstavbě telefonních sítí, sítí kabelové televize, informačních přenosových sítí atd. Poskytují mechanickou ochranu optických i metalických kabelů. Umožňují snadnou výměnu kabelů bez dodatečných zemních prací. Plastové spojky a koncovky slouží ke spojování, propojování a ukončování HDPE kabelových chrániček určených k ochraně optických a metalických kabelů. Trubky z HDPE se také používají na monitoring a odvod skládkového plynu. [14, 15, 17 – 19]

2.2 Vytlačování PP

Z PP se vyrábí tenkostěnné trubičky, trubky pro malířské válečky. Trubky se používají v stavebnictví, např. na potrubní rozvody. Z PP se vyrábí i plastové ploty, převážně plotovky a k nim krytky. [14, 17, 20]

2.3 Vytlačování PS

Uplatnění pěnového polystyrenu je v mnoha odvětvích, ve stavebnictví – zateplování (fasádní, podlahová a zateplení střech), polystyrenové tvárnice (pro stavbu železobetonových stěn, např. bazény, domy aj.). Jako obalový materiál, L a U profily, ochranné rohy i atypické obaly z pěnového polystyrenu. [21, 22]

2.4 Vytlačování ABS

Profily z ABS se používají jako těsnění mezi okenní rámy a křídla oken, kryty kovové konstrukce autoohrádky. ABS se používá i v nábytkářském průmyslu. [16, 17]

2.5 Vytlačování PVC

Vytlačovaných výrobků z PVC je nepřehledné množství podob a jejich využití. Objemově největší použití PVC je ve stavebnictví, nejvíce potrubí a plastová okna a dveře, nábytkářském i elektrotechnickém průmyslu. [23]

2.5.1 Vytlačování měkčeného PVC

Používají se jako transportní hadice pro beztlakovou dopravu, pro vzduch, vodu, neagresivní kapaliny, k dopravě nemrznoucí směsi ve vstřikovačích aut, lze je použít i k dopravě benzínu a olejů. Dále se používají ochranné hadice, jako ochrana kovových kabelů, např. proti působení benzínu a ropy. [14, 16]

2.5.2 Vytlačování neměkčeného PVC

Výrobky z PVC se nejvíce používají ve stavebnictví, jako potrubí, podlahoviny, tapety, obklady, profily, i plastová okna a dveře. Okenní profily se vyrábí z PVC prášku, který se získává suspenzní polymerací, následně se smíchá s aditivou na tzv. "dry-blend", z které se vytlačují profily na dvoušnekových extrudérech.

Trubky z neměkčeného PVC se také používají pro transport kapalin i sypkých směsí, kterým PVC odolává.

Vytlačované profily ze stabilizovaného PVC se používá na zastřešování bazénů.

[3, 16, 23 – 25]

3 POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Polymery jsou používány v mnoha oblastech, např. u biomateriálů, jako nátěry, kompozity a komponenty pro zařízení. Pro tyto aplikace jsou nutné povrchové vlastnosti, které velmi často polymery nemají. Aby se zlepšily povrchové vlastnosti daného materiálu, provádí se povrchové úpravy plastů. Povrchové úpravy se také provádí u nepolárních polymerů pro potisk nebo lepení, protože většina plastů jsou neporézní.

Cílem povrchových úprav jsou: zvýšení povrchové energie, zvýšení povrchové elektrické vodivosti, modifikace hydrofilních a hydrofobních vlastností, zlepšení chemické netečnosti vůči agresivním látkám a změna morfologie povrchu ke změně drsnosti. [26 – 28]

Povrchové úpravy se dělí do 2 skupin:

3.1 Chemické

3.1.1 Polymerace plasmou

Polymerace vyvolaná plazmou. Plazma je tvořen radikály nebo ionty excitovaných fotonů. Plazma je šetrný zdroj záření. [26, 28]

3.1.2 UV

Při kontaktu s UV zářením, se povrchu polymeru vytváří reaktivní místo. Změnou vlnové délky lze změnit intenzitu reaktivity. [26, 28]

3.1.3 Mokrý leptání

Mokrý leptání, spočívá v promývání materiálu s kyselinou, s čisticím prostředkem nebo organického rozpouštědla k odstranění nečistot z materiálu. [26, 28]

3.2 Fyzikální

3.2.1 Plazmový výboj

Plazma může být označen pohyb neutrálně nabitého plynu. Hlavní účinky plazmového výboje jsou: očištění povrchu, leptání, síťování a úprava chemického složení. [26, 28]

3.2.2 Korónový výboj

Korónový výboj je vysokofrekvenční elektrický výboj, který zlepšuje chemické vazby mezi molekulami v plastu. Tato metoda se nemění vzhled a odolnost materiálu. [26, 28]

3.2.3 Elektronový paprsek

Elektronový paprsek je vysoký elektronový nebo iontový paprsek, kterým se ošetří povrch. To vede k zesíťování materiálu a lepší se chemické vlastnosti materiálů (reaktivita, polarita atd.). [26, 28]

4 POTISKOVÁNÍ

Potiskování u plastů je obtížné, protože jsou to nenasákavé materiály ve většině případů s kompaktním neporézním povrchem.

Potiskování termoplastů slouží k identifikaci výrobku. Na výrobek se může označit materiál, z kterého je výrobek vyroben, jeho obchodní název, firma, datum a čas výroby, popř. spotřeby, směnu výroby, šarži, délka a průměr výrobku nebo čárové kódy a nověji 2D kódy.

Nejčastější metodou je ink jet. [27, 29 – 32]

4.1 Ink jet

Tato metoda tisku se komerčně používá od počátku 70. let a je nejrozšířenější technologií používanou v dnešních zařízeních. I přes jednoduchý princip trval jeho vývoj spoustu let. Přes dlouhé roky práce a důležitých změn hlavně v řídicí a kontrolní části tiskárny, mechanický díl hlavy zůstává konstrukčně téměř beze změn.

Metoda ink jet je bezkontaktní značení porézních nebo neporézních materiálů, při které se dosáhne vysoké kvality tisku. Metoda má široké využití v průmyslu.

Instalace ink jet tiskáren na výrobní linku je snadná, lze si navolit jazyk a jazyk tisku včetně diakritiky, ovládání tiskáren, nejčastěji pomocí dotykového displeje, je jednoduché, např. zapnutí a vypnutí tiskárny s pročištěním systému probíhá jedním tlačítkem. Údržba tiskáren je snadná a rychlá. [27, 29 – 32]

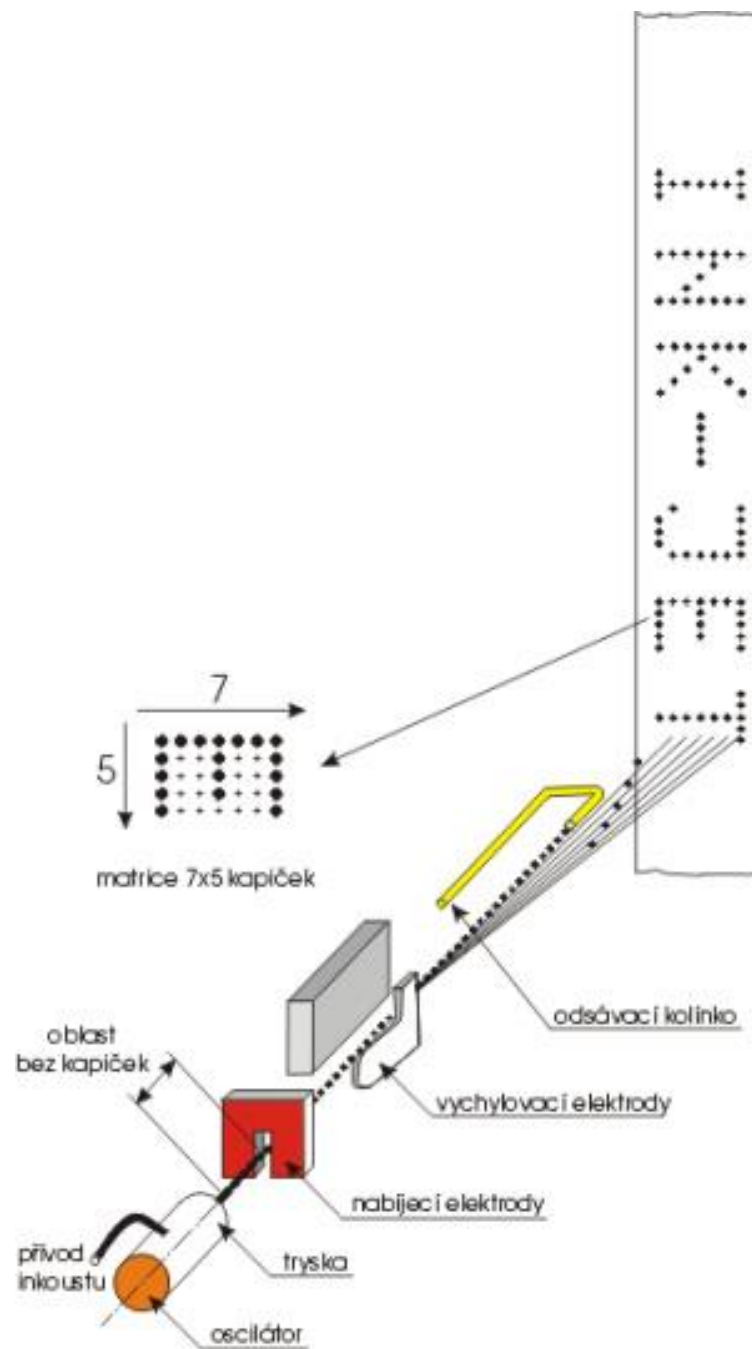
Princip ink jet technologie (viz obrázek 5). [33]

Ze zásobníkové nádoby inkoustu je inkoust tlačěn pod tlakem do trysky, kde se paprsek formuje a vystřikuje rychlostí okolo 20 m/s z trysky o průměru asi 50 μm . Vzadu na domku trysky je umístěn důležitý piezoelektrický měnič, který se po přívodu napětí na něj, vychyluje podle polarity přiloženého napětí. Přivedeme-li střídavé napětí (je možnost jen pulzující napětí, ale většinou se používá sinusový signál okolo 30-200 V a s frekvencí od 50 kHz do 120 kHz, dle typu zařízení), dochází k cyklickému vychylování piezo krystalové membrány. Tento pohyb narušuje kontinuální paprsek a za předpokladu, že signál použitý na piezo měnič má rezonanční frekvenci s paprskem, bude docházet k přerušení konti-

nuty a dojde k roztrhání proudu paprsku na kapičky. Kapičky jsou rovnoměrně rozděleny a mají stejnou velikost. K oddělování kapiček také napomáhá nabíjecí napětí. V místě, kde se paprsek změní z kontinuálního proudu na tok kapiček, je nabíjecí elektroda, která vypadá jako štěrbinová pro inkoustový paprsek. Na ní se objevuje napětí o stejné frekvenci, jak dochází k oddělování kapiček, ale jen o stejné frekvenci, nikoliv stejného napětí. Nabíjecí elektrodou je možné nabít právě tu kapičku, kterou potřebujeme při této metodě pro tisk. Nabíjecí napětí nemá konstantní hodnotu, ale mění se dle potřeby (nejčastěji od 0 do 255 V). Dále jsou v cestě paprsku dvě vychylovací desky, na kterých je velmi vysoké konstantní napětí (dle typu tiskárny, 2 až 8 kV), které vytváří mezi nimi silové pole. Když se nabitá kapička dostane do tohoto pole, je vychýlena k jedné vychylovací desce. Logicky úhel vychýlení je úměrný náboji na kapičce, čím víc je kapička nabitá, tím více se kapička vychýlí. Dále vychýlená kapička letí vzduchem a naráží na potiskovaný substrát, který se plynule posouvá, tím zabezpečí posun v druhé ose a vytváří se tak obraz ze soustavy kapiček, který my vidíme třeba jako písmo. Letem kapiček vzduchem na vzdálenost okolo 10 mm je dosaženo bezkontaktního nanášení inkoustu na substrát, kde poloha umístění kapičky odpovídá napětí na nabíjecí elektrodě. Nenabité kapičky jdou zpět do odsávání, které je umístěno na konci tiskové hlavy. Odtud putují zpět do zásobní nádrže inkoustu, kde jsou znovu připraveny na použití. Je tedy vidět, že se použijí jen ty kapičky, které se natisknou.

V praxi nejsou všechny kapičky nabíjeny, není potřeba všech kapiček na tisk, proto se „nepoužité“ kapičky použijí na různá měření, na synchronizaci přerušování proudu inkoustu, na korekci vzájemného ovlivnění nabitých kapiček (dvě sousední kapičky o stejném náboji by se odpuzovaly a naopak). Výška tisku je také ovlivněna vzdáleností potiskovaného substrátu od tiskové hlavy, stejně tak kvalita tisku, která klesá se vzdáleností. Přesto je možné dosáhnout vzdálenosti od potiskovaného předmětu, s ještě dostačující kvalitou tisku, až okolo 20-25 mm.

Inkoustový potisk je vhodný pro většinu plastů, např. PE, PP, PS, ABS i některé druhy PVC. [30]



Obrázek 7 Princip ink jet technologie [33]

4.2 Flexotisk

Je technika tisku z výšky. Potiskovací zařízení pro tisk prostřednictvím tiskového štočku.

Skládá se z: [34]

- Norného válce, který je ponořen do barvy, která z něj jde na přenášečí válec
- Přenášečího válce, to je prostřední válec

- Tiskového válce, ten drží a unáší tiskový štoček. Jeho průměr udává rozteč tisku, měl by být mírně zatlačen do výrobku
- Tiskového štočku (razítka), to je prvek, který otiskuje nápis na výrobek
- Rezervoáru na barvu – zde se dolévá barva a lih
- Krytu na rezervoáru – zabraňuje odparu lihu z barvy
- Upevňovacích šroubů – sloučí k uchycení potiskovacího zařízení do linky
- Ramena – rameno v lince, na které se potiskovací zařízení uchytlí pomocí šroubů

Provedení tisku:

Při správném provedení flexotisku písmena nemají zdvojené hrany, znaky jsou ostré, u textu nebo kolem něj se nevyskytují tečky nebo nečistoty (např. písmeno D – nesmí mít uvnitř tečky) a text je spíše světlejší.



Obrázek 8 Správné provedení flexotisku [34]

Tečky nebo zdvojení hran znaků může zapříčinit špína na štočku, který se musí vyčistit nebo zmenšit přítlak potiskovacího zařízení. Pokud je tisk příliš tmavý nebo se objeví skupinky teček, může se to napravit tím, že se zředí barva lihem. Barva se zředí i v případech, kdy barva pění nebo je moc hustá a nabaluje se na váleček, nebo když je text neúplný. Po dolití se musí barva v potiskovacím zařízení dobře promíchat.

Kvalita tisku se musí nepřetržitě kontrolovat, problém se řeší ihned, aby nevznikal odpad. Nutné je pravidelně kontrolovat stav razítka a barvy. [34]

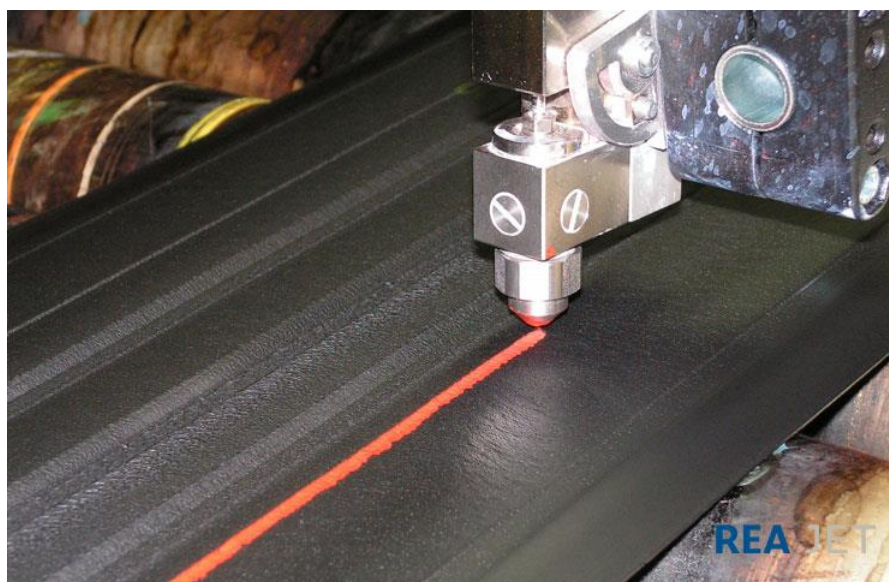


Obrázek 9 Příklady špatného provedení flexotisku [34]

4.3 Sprejování

Sprejování je jednodušší technologií. Nejčastěji se takto značí jen tečky, čáry nebo jejich kombinace. V menší míře lze pomocí teček vytvořit písmena a čísla. Sprejováním se získá barevné označení, které podává informaci o výrobku, například o jeho kvalitě.

Příkladem použití je červené označení výrobku s nějakou vadou, nebo naopak zelený pruh pro výrobky, které prošly zkouškou kvality. [31]



Obrázek 10 Obrázek technologie sprejování [35]

4.4 Laser

Laser je velice moderní technologií značení. Laserem se vytváří velmi kvalitní značení nejen plastů, ale i jiných průmyslových materiálů, jako jsou fólie, papír, karton, dřevo, sklo i kov.

Laserové systémy pracují ve statickém a kontinuálním provozu. Oproti ink jetu laser nepotřebuje inkoust, nemusí se vyměňovat filtry, protože laserové tiskárny jsou téměř bezúdržbové a vznikne neodstranitelný znak, který je odolný povětrnosti, UV záření i chemikáliím. Laser lze použít pro znaky velikosti od 0,2 mm. [30, 31]

Procesy laserového značení

Laserové značení je vizuální změna povrchu označovaného materiálu. Důležitá vlastnost materiálu je absorbování laserového paprsku. Pro optimální značení a výsledek, musí být laserový paprsek absorbován v několika mikronech materiálu. [30]

Způsoby značení:

Termochemický proces

tepelnými vlastnostmi a vysokou teplotou laseru se změní nebo přeruší molekulové vazby v materiálu a změní se jeho barva, ale neodpařuje se. Výsledkem je například šedé písmo na černém plastu. Záleží na typu plastu a použití vlnové délky laseru. Takhle lze značit PVC, které mění barvu povrchu.

Gravírování

laser odpaří povrch materiálu a materiál přitom nezmění barvu. Výsledek je jako značení horkou jehlou do plastu. Často je tento způsob vidět na PET materiálu.

Odstranění laku

laser je absorbován povrchem materiálu a barva na jeho povrchu je odpařena a provede kontrastní značení na materiálu. Tento způsob se u plastů nevyužívá, využívá se u etiket nebo kartonu.

Jsou 3 druhy laserů pro značení plastů, jsou to CO₂ laser a vláknové systémy (fiber laser) a YAG lasery. [30]

Laserový potisk je vhodný pro PVC a ABS, polyolefiny jen s použitím speciálních pigmentů. [30]

5 BARVY

5.1 Inkoustový tisk

Inkousty pro ink jetové tiskárny jsou založeny na alkoholové nebo ketonové bázi. Ale jsou také inkousty na vodné bázi. Nejčastější základní látkou pro průmyslově využívané barvy je metyl etyl keton (neboli butanon). Inkousty na etanolovém základu jsou ekologičtější pro životní prostředí. Zvláštním typem inkoustu je UV inkoust, který se zobrazí až osvětlením tisku UV zářením.

V nabídce je nepřeberné množství inkoustů (někteří výrobci nabízejí přes 400 druhů běžných a speciálních inkoustů). Může se vybírat podle složení, což je důležité, protože ovlivňuje i chod tiskárny, i poruchovost tiskárny. Inkousty se také vybírají podle kompatibility s materiálem, doby zaschnutí inkoustu – zvláště pokud se musí s výrobkem v krátkém čase manipulovat (některé zasychají už do 1 sekundy), odolnosti proti UV záření, trvanlivosti tisku, stupeň krytí a barvy. Barev a jejich odstínů je velmi mnoho, od bílé, přes žlutou, oranžovou, červenou, růžovou, modrou, zelenou, inkousty měnící barvu (např. při sterilizaci), neviditelné (které jsou vidět po zasvícení UV zářením) až po černou. Černá je nejčastěji používanou barvou inkoustu (nejrozšířenějším inkoustem je rychleschnoucí černý inkoust na bázi metyl etyl ketonu), lze ji použít na podklady téměř všech barev, kromě černé. Na černý podklad se naopak používá bílá nebo žlutá barva inkoustu.

Další druhy inkoustů jsou penetrační inkousty – pronikající tenkou vrstvou oleje, inkousty omyvatelné vodou. Speciální inkousty pro použití do velmi vysokých teplot až do 1300°C. Bezpečnostní inkousty jsou neviditelné a fosforeskují pod UV světlem. Nebo také inkousty měnící barvu po sterilizaci. [29 – 32, 36]

Inkousty na bázi ketonu jsou v množství barev – bílá, stříbrná, žlutá, oranžová, červená, černá, ale i modrá, která je okem téměř neviditelná, viditelná je až po ozáření UV. Inkousty na bázi ketonu se označují kabely, trubky a profily z PVC, ABS, některé PE, PP PS a jiné materiály.

Přednostmi těchto inkoustů jsou dobrá přilnavost na materiál, rychlé zaschnutí na povrchu, odolnost alkoholům, odolávají otěru, jsou odolné povětrnosti, mají vysokou stálost na slunci – asi 2 roky na přímém slunečním světle, jsou vhodné pro vytlačovací linky, některé z těchto inkoustů také penetrují přes slabou vrstvu oleje. Používají se v kabelovém průmyslu – inkoust se nekopíruje, nepřenáší na druhý kabel a proto je vhodný pro náviny kabelu

na cívky, bubny. Speciálně se používá pro tisk na PVC materiály, např. inseminační tyčinky, které jsou uloženy v kapalném dusíku. [29 – 30]

Inkoust na bázi ketonu v kombinaci s acetonem se používá v kabelovém průmyslu, je nejvíce vhodný pro PVC, lze ho použít i na PE aj. Oproti inkoustům na čistě ketonové bázi pomaleji zasychá a nemá takovou kontrast nápisu. [29 – 30]

Inkoust na bázi ketonu v kombinaci s alkoholem, který má certifikaci FDA, je zdravotně nezávadný, může se používat v potravinářství, jako obalový materiál, v medicíně a farmacii. [29 – 30]

Inkousty na bázi alkoholu nejsou zdraví škodlivé, proto se mohou používat v medicíně, farmaceutickém nebo potravinářském průmyslu. Pro svou nezávadnost se mohou tisknout přímo na potraviny a léky. Zvláštním typem inkoustu na bázi alkoholu je inkoust, který se dá odstranit vodou. Takové inkousty se používají na prozatimní značení pro recyklaci nebo další výrobu. Inkousty po aplikaci zasychají delší dobu než inkousty na bázi ketonu, jsou částečně odolné alkoholu a mají zvýšenou odolnost pro sterilizaci. Některé inkousty na alkoholové bázi jsou termochromické, to znamená, že mění barvu při vyšší teplotě.

Tyto inkousty se používají hlavně na potraviny – vajíčka, sýry, ale také léky. Ale také na plastové výrobky (ABS), které se dostanou do kontaktu s potravinami. [29 – 30]

Ředidlo neboli solvent se používá k ředění inkoustu a někdy i k proplachu tiskárny. Aby ředidlo správně fungovalo, musí mít s inkoustem stejný základ. Jeho funkcí je udržování stejné viskozity. [29, 30]

5.2 Laser

Pro laser se nepoužívají inkousty, ale mohou se použít pigmenty, které zvýrazňují barvu potisku nebo mohou zvýšit rychlost potisku. Pigmenty mají širokou škálu odstínů pro různé aplikace. Jednotlivé typy pigmentů se odlišují barvou, speciálními efekty a velikostí částic, případně povrchovou úpravou, usnadňující zapracování pigmentů podle specifického účelu použití.

Tyto pigmenty jsou tvořeny plochými lístkovými částicemi slídy nepravidelného tvaru, které jsou pokryty oxidem titaničitým nebo železitým. Výsledný barevný odstín závisí na

tloušťce vrstvy pigmentu, která při působení laseru změní nenávratně barvu, nejčastěji na černou nebo bílou. Existují i pigmenty, které mění barvu na plastu a tak lze provést kontrastní značení plastu v barvě žluté, zelené, modré a dalších barvách. [30]

ZÁVĚR

Nejrozšířenější označování vytlačovaných profilů je v dnešní době potisk ink jetem. Protože je vhodný pro většinu plastů, z výše zmíněných jej lze použít na PE, PP, PS, ABS i PVC. ABS a PVC lze potiskovat i laserem. Značení laserem se používá i na některé jiné vytlačované výrobky, například na PET podložku, která se používá na ochranu podlahy proti poškrábání od kolečkové židle, ale větší použití má laserový potisk u vstřikovaných výrobků, například se laserem značí světla automobilů (CO₂ laser).

Možnou hůdrou budoucnosti je rozšíření značení laserem více než ink jetem. Oproti ink jetu je laser dražší, jeho výhodou ale je téměř nenáročná údržba, také to, že není nutné používání inkoustů a ředidla, ale i permanentní nápis, který nelze odstranit. To ale někdy nemusí být výhodou, například u inkoustového potisku nápis není permanentní a to je výhodné u prozatímního značení. Další výhodou inkoustového tisku je množství barev, kterými se dá potiskovat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MLEZIVA, Josef a Jaromír ŠŇUPÁREK. *Polymery: výroba, struktura, vlastnosti a použití*. 2. přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 2000, 537 s. ISBN 8085920727.
- [2] MLEZIVA, Josef. *Polymery: výroba, struktura, vlastnosti a použití*. Vyd.1. Praha: Sobotáles, 1993, 525 s. ISBN 8090157041.
- [3] STOKLASA, Karel. *Makromolekulární chemie II*, (přednášky), Zlín
- [4] UHMWPE [online]. Dostupný z: <http://uhmwpe.de/>
- [5] Databáze wikipedia.org [online]. Dostupné z:
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bd/Polypropylene.svg/220px-Polypropylene.svg.png>
- [6] Chemie pro začátečníky, xantina.hyperlink.cz [online]. Dostupné z:
<http://xantina.hyperlink.cz/spravce2/organika/polstyr.gif>
- [7] Databáze Wikimedia [online]. Dostupný z :
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ABS_resin_formula.PNG
- [8] chemie.websnadno.cz [online]. Dostupné z:
<http://chemie.websnadno.cz/pvc-formel.gif>
- [9] SVOBODA, Petr. *Šnekové vytlačovací stroje*, (přednášky), Zlín
- [10] Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická. Studijní materiály. Dostupné z:
http://www.utb.cz/file/36173_1_1/download
- [11] Katedra strojírenské technologie Technické univerzity v Liberci [online]. Dostupný z:
http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/06.htm
- [12] DUCHÁČEK, Vratislav. *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006, 278 s. ISBN 80-7080-617-6. [online, s. 196]. Dostupný z: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-80-7080-617-6/pdf/196.pdf
- [13] D PLAST a.s. [online]. © 2010. Dostupné z: <http://www.dplast.cz/cs/technologie>
- [14] D PLAST a.s. [online]. © 2010. Dostupné z: <http://www.dplast.cz/cs/>
- [15] SPUR a.s. [online]. © 2007-2011. Dostupné z: <http://www.spur.cz/>

- [16] FATRAN [online]. © 2013. Dostupné z:
<http://www.fatran.cz/vytlacovane-plastove-profilu>
- [17] AVT s.r.o. [online]. © 2013. Dostupné z: <http://www.avthk.cz/>
- [18] GUMEX s.r.o. [online]. © 2009. Dostupné z:
<http://www.gumex.cz/pe-trubka-14070.html>
- [19] MEGAT s.r.o. [online]. © 2001-2013. Dostupné z:
<http://nabidky.edb.cz/Nabidka-20509-Nabytkove-plastove-profilu-pro-podlahare-plastove-trubky-Zlin>
- [20] GARDENMAT [online]. © 2011. Dostupné z:
<http://gardenmat.cz/ploty/plastove-ploty/pp-plast/>
- [21] MORAPRIM s.r.o. [online]. © 2001-2013. Dostupné z:
<http://www.polystyren.biz/polystyren---vyroba-obalovych-desek--a-prirezu>
- [22] STYROL a.s. [online]. © 1996-2013. Dostupné z: <http://www.abc.cz/firma/styrol/>
- [23] Sdružené výrobců plastových oken. oknaplastova.cz/home.htm [online]. © 2001. Dostupné z: <http://www.oknaplastova.cz/material.htm>
- [24] MEGAT s.r.o. [online]. © 2001-2013. Dostupné z:
http://www.megat.cz/index.php?option=com_phocagallery&view=category&id=5&Itemid=196&lang=cs
- [25] MEGAT s.r.o. [online]. © 2001-2013. Dostupné z:
<http://www.edb.cz/firma-156312-megat-vyroba-z-plastu-zlin/produkty>
- [26] Letní škola Polymer Processing and Functionalization, 2012. Dostupné z:
<http://158.196.160.186/content/UTB/2012ppf9/f.htm>
- [27] Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická. Studijní materiály. Dostupné z:
http://www.utb.cz/file/36178_1_1/download
- [28] RORY A. Wolf. *Plastic Surface Modification - Surface Treatment, Decoration, and Adhesion*. 1.vyd. Hanser Publishers, 2010. Dostupné z:

http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=3565&VerticalID=0

[29] Rozhovor s Ing. Míčkem a Ing. Vaškem ze dne 5. 3. 2013

[30] LEONARDO TECHNOLOGY s.r.o. [online]. © 2005-2013. Dostupné z:

<http://www.lt.cz/>

[31] REA JET [online]. © 2012. Dostupné z: <http://www.rea-jet.com>

[32] HITACHI EUROPE GmbH [online]. © 1994-2012. Dostupné z: <http://www.hitachi-ds.com/hitachi-ds/en/Products/Coding-and-Marking.html>

[33] LEONARDO TECHNOLOGY s.r.o. Princip ink jetu [online]. Dostupné z:

http://www.lt.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=178&Itemid=167

[34] SPUR. Flexotisk ACF: *návod k obsluze*. Zlín, [2007]. Interní materiál.

[35] REA JET, Technologie sprejování [online]. Dostupné z:

<http://www.rea-jet.com/Bilder/ST-Pistole-0005-b.jpg>

[36] FLICK, E.W. *Printing Ink and Overprint Varnish Formulations*. 2. vyd. William Andrew Publishing/Noyes, 1999. Dostupné z:

http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=338&VerticalID=0

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PE	Polyetylen
HDPE	Vysokohustotní polyetylen
MDPE	Polyetylen o střední hustotě
LDPE	Nízkohustotní polyetylen
LLDPE	Lineární nízkohustotní polyetylen
PP	Polypropylen
PS	Polystyren
ABS	Akrylonitril – butadien – styren
PVC	Polyvinylchlorid
U – PVC	Neměkčený polyvinylchlorid
PET	Polyethylentereftalát
PA	Polyamid
POM	Polyoxometylen
PMMA	Polymethylmetakrylát
PC	Polykarbonát
HCl	Chlorovodík
CO ₂	Oxid uhličitý
TiO ₂	Oxid titaničitý
Např.	Například
Popř.	Popřípadě
Aj.	A jiné
resp.	Respektive
Atd.	A tak dále
Apod.	A podobně

kV Kilo volt

V Volt

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Vzorec PE [4].....	10
Obrázek 2 Vzorec PP [5].....	12
Obrázek 3 Vzorec PS [6].....	12
Obrázek 4 Monomery pro přípravu ABS [7].....	13
Obrázek 5 Vzorec PVC [8].....	14
Obrázek 6 Vytlačovací stroj na plastické hmoty [9].....	16
Obrázek 10 Princip ink jet technologie [33].....	23
Obrázek 11 Správné provedení flexotisku [34]	24
Obrázek 12 Příklady špatného provedení flexotisku [34]	25
Obrázek 13 Obrázek technologie sprejování [35].....	25