INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: **Automatizace výrobních procesů ve strojírenství a řemeslech**
Registrační číslo: **CZ.1.07/1.1.30/01.0038**
Příjemce: SPŠ strojnická a SOŠ profesora Švejcara Plzeň

Monitorovací indikátor: **06.43.10 Počet nově vytvořených/inovovaných produktů**

Akce: **Přednáška, KA 5** Číslo přednášky: **14**

Téma: **VSTŘIKOVÁNÍ PLASTŮ**

Lektor: **Zuzana Pendyková**

Třída/y: **1MSA, 1OT, 2ME, 2MSA**

Datum konání: **4. 12. 2013**

Místo konání: **velká aula**

Čas: **4. a 5. hodina**; od **10:55 do 12:35**

1. POLOTOVARY Z PLASTŮ A JEJICH ÚPRAVA

1.1 Průmyslová výroba a zpracování polotovarů

Polotovary jsou nepostradatelné pro všechny metody svařování i další technologie zpracování plastů.
Nejčastěji používanými polotovary v praxi jsou:

- trubky,
- profily,
- desky,
- fólie.

Polotovary se vyrábějí technologickými postupy na strojích, které byly původně přebírány z příbuzných odvětví, hlavně z technologie zpracování kaučuku. Z nich se, vzhledem ke specifickým vlastnostem zpracovávaných materiálů, vyvinuly stroje jmenovitě určené pro zpracování plastů.
V posledních letech se v řízení funkcí strojů uplatňuje významně automatizace, počítačové programování jednotek a robotizace potřebných mechanických a obslužných funkcí.
V moderních lisovnách plastických hmot je běžné, že stroje pracují pod dozorem malého počtu pracovníků. V plně automatizovaných provozech pracují stroje již bez obsluhy a lidského dozoru. Nezřídka bývají i nutné mechanické zákroky, jako je např.

výměna vstřikovacích forem nebo změna zpracovávané suroviny, prováděny pomocí robotů a řízeny automaticky.
Choulostivou operací zůstává nabíhání výroby, která trvá poměrně dlouho, řádově desítky minut i déle. V době náběhu se na strojích stabilizují teploty v jednotlivých úsecích, dolaďují se časové intervaly jednotlivých pracovních kroků, tlaky a další parametry. Zde je lidský činitel stále nezastupitelný.
Nejrozšířenější technologie pro výrobu a zpracování plastových polotovarů jsou technologie založeny na vstřikování plastů do forem.

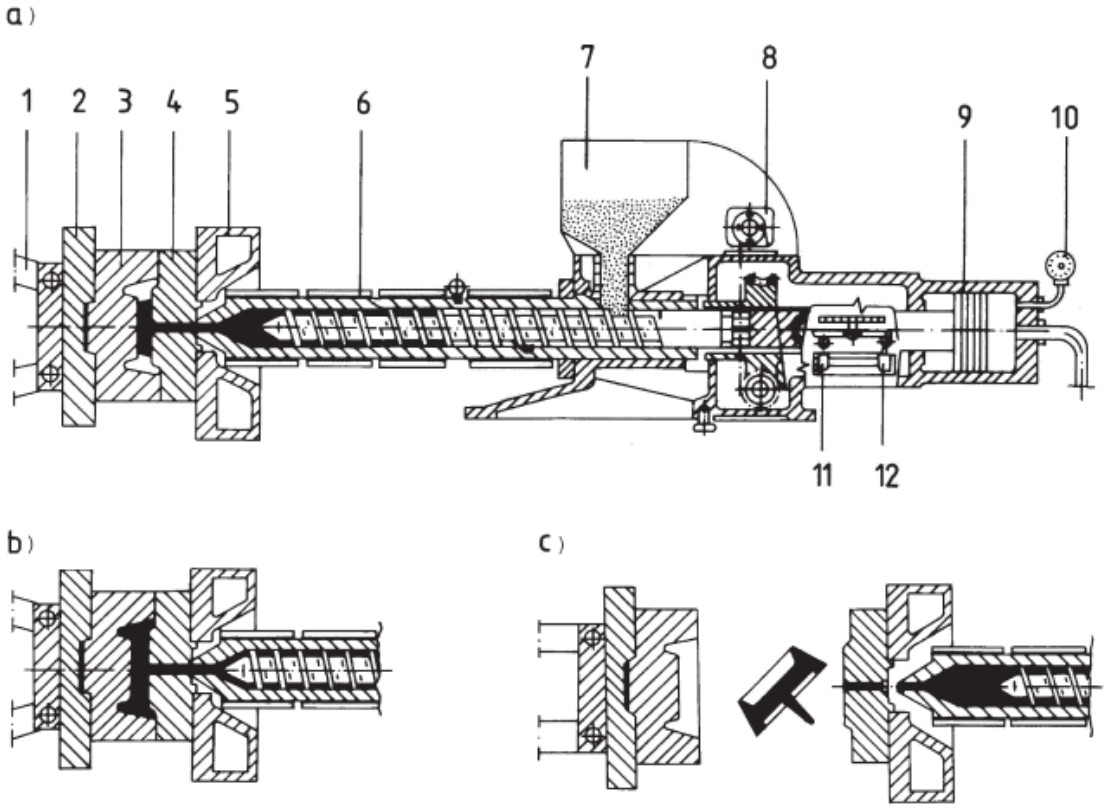
1.2 Vstřikování

V průmyslové výrobě finálních dílů i polotovarů určených pro další zpracování, zůstává **vstřikování jednou z nejpoužívanějších technologií**. Výhodou je především možnost zhotovení velmi členitých tvarů a velikostí z velkého množství termoplastických i reaktoplastických materiálů. Vyrábí se tak součásti i hotové výrobky pro spotřební průmysl, domácnost nebo automobilový průmysl.
Nejmenší díly se zhotovují mikrovstřikováním, kde hmotnost vyrobených dílů se pohybuje od 0,05 do 15 gramů.
Maximální velikost vstřikovaných dílů je dána velikostí vstřikovacích strojů a v dnešní době jsou možné výrobky o rozměrech 3,5 x 2,5 metru, přičemž však velikost vstřikovacích strojů stále roste.
Základem výrobní metody vstřikování je forma, jejíž tvarová dutina má tvar podobný finálnímu výrobku, a speciální tvářecí stroj, tzv. vstřikolis, který je nejčastěji konstruován jako šnekový (obr. 3.1/1).
Stroje staršího typu pracující na pístovém principu, se dnes už používají v lisovnách jen výjimečně nebo v kombinaci se šnekovou plastikací. Pístové stroje byly levné, ale výkonem a přesností nevyhovují dnešním požadavkům na tvarovou a rozměrovou přesnost výrobku.
Vstřikovací stroj má pevný rám, pohonný motor s převodovkou a plastikační jednotku. Narozdíl od běžné plastikační jednotky u extrudéru (viz kap. 3.1.1.2) má tato kratší šnek o délce 15–20 D (D = průměr šneku), který se kromě rotačního pohybu může i posouvat a působit jako vytlačovací píst. Materiál se při tomto postupu ohřívá na vyšší teplotu než při extruzi a při vstřikování se nachází ve viskózně tekutém stavu. Plastikační jednotka, jako celek, je na stroji umístěná pohyblivě a v příslušném výrobním taktu se přisunuje k uzavíratelné vstřikovací formě, která je ve stroji upevněna nepohyblivě.

Před začátkem vstřikovacího procesu je nutno na vstřikovací stroj připevnit vstřikovací formu, tuto vytemperovat na provozní teplotu a v plastikační jednotce připravit dostatečné množství taveniny pro výrobu daného dílu.
Vlastní proces výroby začíná uzavřením vstřikovací formy, tzv. fáze *zavírání*. Uzavírací jednotka vstřikovacího stroje přisune pohyblivou část vstřikovací formy

k nepohyblivé části formy a následně formu stlačí uzavírací silou, která zabrání otevření formy během fáze vstřiku taveniny.
Ke vtokové vložce na uzavřené formě se přisune plastikační jednotka zakončená tryskou a tavenina je následně axiálním pohybem šneku vstřikována do dutiny formy, kterou zcela zaplní a zaujme její tvar. Tato fáze je obecně nazývána *vstřikování*.
Následuje fáze *dotlaku* pro snížení smrštění a rozměrových změn. Při ochlazování ve formě roztavený plast zmenšuje objem. Aby se na hotovém výrobku eliminoval vznik povrchových vad tzv. propadlin a vnitřních vad tzv. staženin (lunkrů) je nutné doplňovat do nezchladlých míst výrobku tekutý materiál.
Velikost dotlaku závisí na druhu plastu a doba dotlaku je ovlivněna nejvíce tloušťkou stěny vstřikovaného dílu. Příliš malý a krátký dotlak způsobuje propadliny a staženiny. Pokud se použije dotlak vysoký vznikají problémy s vyhozením výrobků z formy a s deformacemi dílů (velké vnitřní pnutí).
Dotlakem by se mělo působit pouze pokud materiál nezatuhne, delší dotlak nemá smysl a zvyšuje výrobní náklady. Vtokový kanál a ústí vtoku by tedy neměly zatuhnout dříve, než ztuhne celý objem vstřikovaného dílu.
Po skončení dotlaku nastává příprava taveniny plastu pro další vstřikovací cyklus. Tomuto pochodu se říká *plastikace* (šnekování). V plastikační jednotce se otáčí šnek a přesouvá granulovaný plast od násypky vstřikovacího stroje před čelo šneku. Při otáčení šneku dochází k tavení granulátu vlivem tření o povrch šneku a vstřikovací komory a zároveň plast přijímá teplo od vyhřívaného povrchu komory.
Šnek se současně posouvá dozadu a vytlačuje zplastikovaný materiál před sebe směrem k trysce. Pokud má tryska automatický uzávěr, aby z ní tavenina nevytékala, může plastikace probíhat bez styku plastikační jednotky s formou a tím zamezit tepelnému přestupu mezi chlazenou formou a vyhřívanou tryskou. Bez uzavíratelné trysky nastává odjetí plastikační jednotky ihned po plastikaci. V případě vstřikovací formy s horkým rozvodem taveniny se odjetí plastikační jednotky od formy nepoužívá.
Poté následuje fáze *chlazení*. Během této fáze je stroj v klidu. Dochází k ochlazování plastu ve formě, dokud plast nezatuhne ve finální výrobek.
V další fázi, *otevírání formy* otevře uzavírací jednotka formu podle dělicí roviny a vyrobený díl z ní vypadne, nebo je vysunut pomocí vyhazovacího systému (vyhazovače).
U složitějších dílů jako jsou tvarovky pro potrubí, z dílu musí ještě vyjet jádra, která vytvářejí dutinu. Celý vstřikovací cyklus končí impulsem pro uzavření formy na výrobu dalšího dílu.

Stroje pro vstřikování se klasifikují především podle maximálního objemu materiálu, který je možno vstříknout na jeden posun šnek a maximální uzavírací sílu, kterou lze vyvinout na stlačení formy. Z těchto veličin také vychází označování některých strojů např. CS 88/63 (vstřikovací kapacita 88 cm^3 a uzavírací síla 630 kN).



Obr. 3.1/1: Schéma vstřikovacího stroje
a – vstřikování; *b* – dotlačování; *c* – vyjmutí výstřiku z formy
1 – uzavírací mechanismus; *2* – pohyblivá upínací deska; *3* – tvárnice; *4* – tvárník;
5 – nepohyblivá upínací deska s otvorem pro trysku; *6* – vstřikovací válec; *7* – násypka;
8 – hydraulický motor pro pohon šneku; *9* – hydraulický válec; *10* – tlakoměr;
11 – koncový spínač dotlačování; *12* – koncový spínač zpětného posuvu šneku

Vstřikovací formy pro výrobky se konstruují buď ***jednonásobné***, nebo ***vícenásobné. Jednonásobná forma*** je ideální pro přesné výlisky, u ***vícenásobných forem*** jsou potíže s rozmístěním jednotlivých tvarových dutin tak, aby forma byla technologicky i geometricky v pořádku, obzvláště při využití různých tvarových dutin v jedné formě.
Na vstřikované díly jsou kladeny požadavky na snižování ceny a růst užitných vlastností, proto vznikají nové modifikace klasické technologie vstřikování. Z nejrozšířenějších lze zmínit vícekomponentní vstřikování, kde je v jedné vstřikovací formě vyroben díl z více materiálů. Pomocí vstřikování s podporou plynu se zhotoví tlustostěnné díly s vnitřní dutinou.

Vstřikovací stroje: • Pístový

Pístové stroje se vyznačují jednoduchou konstrukcí a dnes se používají jen výjimečně.
• Šnekový
Šnekové vytlačovací stroje jsou dnes dominantní ve zpracovatelských oblastí.

2. ROZDĚLENÍ POLOTOVARŮ A VÝROBKŮ PODLE TYPU A PODLE TVARU

Pro účely výroby konstrukcí z termoplastů jsou vyráběny tyto základní polotovary:
• desky, tyče, profily

• trubky

• fólie

• přídavné materiály pro svařování polotovarů

2.1 Desky, tyče, profily

Nejrozšířenějším polotovarem pro výrobu konstrukcí z termoplastů jsou **desky**. Podle účelu použití jsou vyráběny z PP, PE, PVC, PVDF, E-CTFE, ABS. Pro reklamní účely jsou pak vyráběny desky z PMMA, PC, PS.
Při výrobě desek jsou uplatňované převážně následující způsoby:
• Extruzí (vytlačováním)

• Lisováním

• Vstřikováním

Exrudované desky jsou vyráběny v tloušťkách: • 0.5, 0.8, 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, ……..dále po 5 mm do……50 mm • vybrané rozměry desek - 1000 x 2000 mm, 1500 x 3000 mm,1500 x 4000 mm,1500 x 6000 mm
Lisované desky jsou vyráběny v tloušťkách: • 10, 12, 15, ……..dále po 5 mm do……50 mm, 60……..……..dále po 5 mm do……50 mm, • Vyráběny ve stejných rozměrech jako extrudované.
Vstřikováním jsou vyráběny desky:
• z homogenního materiálu libovolné tloušťky podle formy

• strukturně lehčené tzv. sendvičové vyrábějí se v rozměrech dle výrobců

• stavební prvky (jedna strana s hladkým povrchem, druhá strana profilovaná).

Tyče průměry plných tyčí – 6, 8, 10, 12, 15, …….dále po 5 mm do……150 mm, 160 mm ……..dále po 10 mm do……200 mm, 225, 250, 300 ……500mm . standardní délky tyčí – 1000 mm, 2000 mm

Profily plastové

- čtyřhranné trubky – 35 x 35 mm, 50 x 50 mm – tl.stěn 3, 4, 5, 6 mm
- U profily rovnostranné – 15 x15 mm, 20 x 20 mm, 35 x35 mm tl.stěn např. 2, 5, 7 mm
- U profily nerovnostranné – např. 30 x 15 mm, 40 x 25 mm, 60 x 20mm tl.stěn např. 4, 5, 6 mm standardní délky profilů – 5 m

Další typy plastových profilů:

- duté tyče,
- šestihranné tyče,
- oválné trubky,
- obdélníkové trubky,
- T profily,
- L profily,
- atd. - viz katalogy výrobců.

Technické požadavky na desky, profily a tyče • zákon č.22/97 Sb. a nařízení vlády 178/97 Sb. a NV 163/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů – prohlášení o shodě • stáří – do dvou let • svařitelnost - IT ve vymezeném intervalu pro daný druh materiálu • vrypy – max. 0,1 tloušťky stěny • materiálové listy výrobce • popis identifikačními údaji.

Provozní parametry desek, tyčí a profilů:

• materiálové listy výrobce

• teplotní odolnost a chemická odolnost

• houževnatost a tvrdost

• UV stabilizace

• nasákavost

• odolnost proti hoření

• barva, atd.

2.2 Trubky

Častým případem je kdy hydroizolaci stavebních konstrukcí a skládek procházejí plastová potrubí. Proto je žádoucí základní orientace v rozměrových řadách a parametrických údajích trubek.
U **plastových trubek** rozlišujeme:
Vnější průměr potrubí - dn (da, de) mm Tloušťka stěny potrubí – en (s) mm (určuje tlakovou řadu)
dn - 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 200.

2.3 Izolační pásy a fólie

Zvyšující se požadavky na technologické provedení stavebních konstrukcí, vedlo v posledních desetiletích k uplatňování dokonalejších systému ochrany staveb před účinky prostředí. Zejména proti UV záření, tepelné roztažnosti, srážkám dešťové vody, zemní vlhkosti, spodní tlakové vody a radonu. Snaha zabránit stále zvyšující se ekologické zátěži životního prostředí v důsledku lidské činnosti, směřují k uplatňování technicky spolehlivějších materiálů, než byly používané před rokem 2000.
Takovými materiály jsou **termoplasty**.
Splňují náročné technické požadavky:

- na provozní spolehlivost,
- na životnost,
- na snadný způsob spojování

a zjišťující požadovanou těsnost provedených spojů. Vyráběné izolační fólie z termoplastů mohou se spojovat svařováním.

Hydroizolační fólie jsou vyráběny z těchto materiálů:

- PE,
- PE-C,
- PP,
- PVC-P,
- ECB,
- EVA,
- PIB,
- EPDM

Na hydroizolační fólie jsou kladeny specifické požadavky s ohledem pro daný účel použití. Podle toho jsou také záměrně vyráběny, při jejich výběru musíme respektovat požadované provozní podmínky, ve kterých budou plnit svoji funkci.

Z hlediska provedení jsou fólie vyráběny jako:
• jednoduché homogenní
• vícevrstvé s kombinací různých plastů
• armované vlákny, rouny nebo tkaninami ke zvýšení mechanické pevnosti
• kašírované papírem, rouny a tkaninami ke zvýšení pevnosti
• některé vyhoví i jako radonové izolace
• speciální vícevrstvé fólie se střední vrstvou z hliníku - parotěsnost.

TPO (termoplastické polyolefiny) na bázi PP a PE:
• TPE (termoplastické elastomery) – svařitelné
• FPO (flexibilní polyolefiny).