

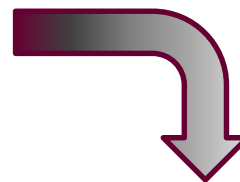
Úvod do strojírenství Výrobní technologie





Rozvoj průmyslu a vývoj technologií

120 let vývoje technologií !!!



Škoda Kodiaq – rok 2017



První sériově vyráběný
automobil na území ČR
Tatra Präsident – rok 1897



Požadavky na automobil

Uplatnění na trhu

- nízká prodejní cena
- moderní design
- minimální dodatečný servis a údržba
- splnění legislativních požadavků EU



Snižování výrobních nákladů

- zefektivnění předvýrobních etap
- zkracování výrobního procesu
- použití levnějších materiálů
- recyklovatelnost

Snižování hmotnosti

- použití nových materiálů
- použití nových výrobních technologií

Bezpečnost

- maximální požadavky na bezpečnost pasažérů
- zvyšování bezpečnosti chodců

Katedra strojírenské technologie

Slévárství

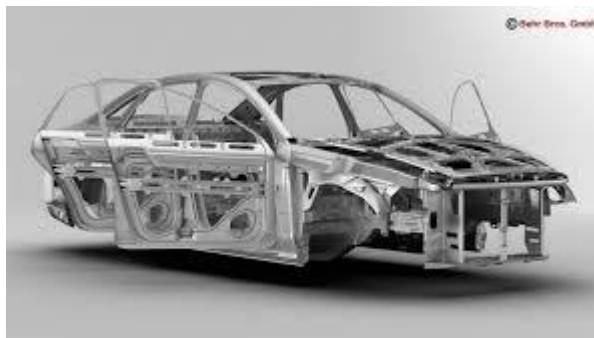


Zpracování plastů



Svařování

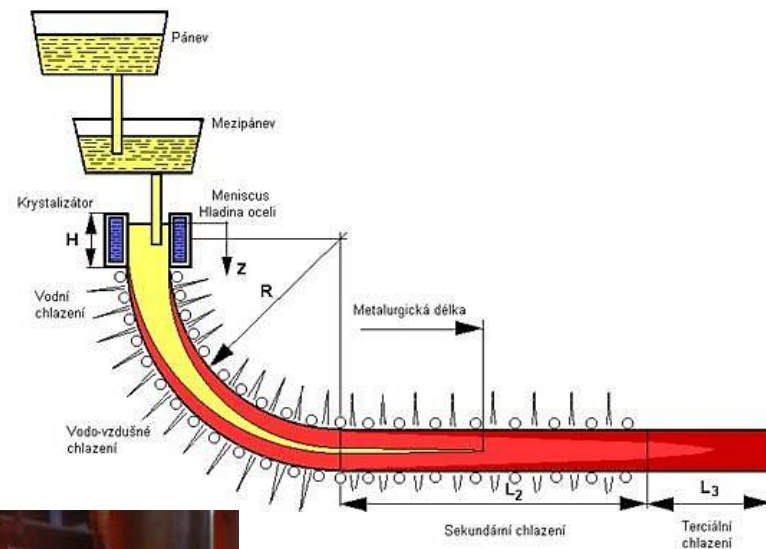
Tváření kovů



Slévárenská výroba

Ingot – polotovár pro tváření za tepla

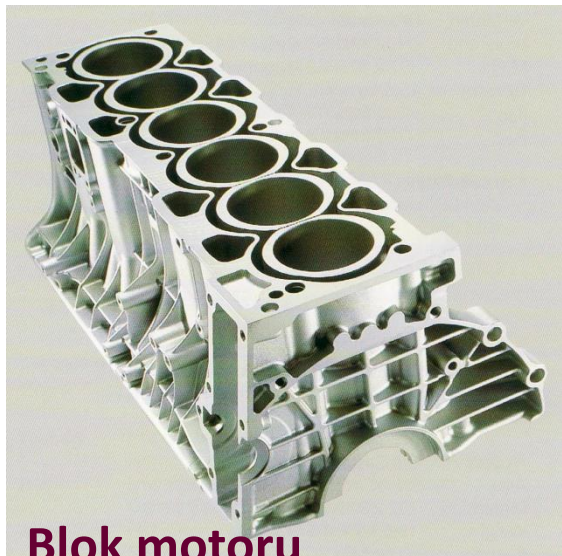
Kokila – kovová forma s jednoduchou geometrií



Kontinuální lití



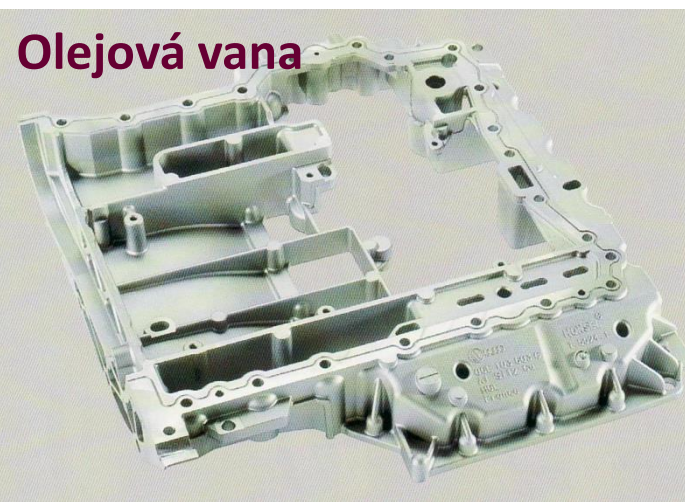
Výroba tvarových odlitků



Blok motoru



Hlava motoru



Olejová vana



Výfukové potrubí

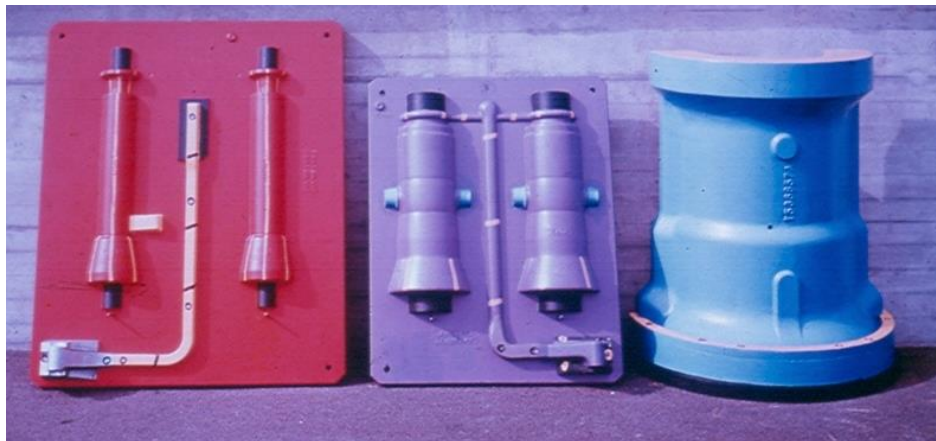


Způsoby plnění dutiny formy taveninou

- gravitační lití – je využívána tíha taveniny vytékající z lící pánve (pískové, keramické, kovové formy, atd.)
- tlakové lití – k plnění taveniny do kovové formy se používá:
 - vysokotlaké lití
 - nízkotlaké lití
- odstředivé lití – pro vyplnění dutiny formy taveninou využívá odstředivou sílu (kovové, keramické, pryžové formy)

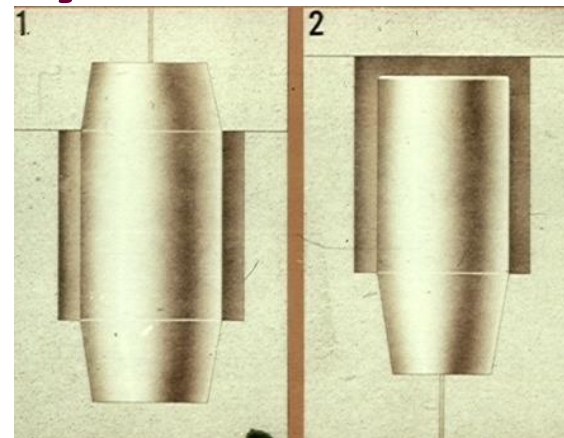


Pískové formy



Modelová deska

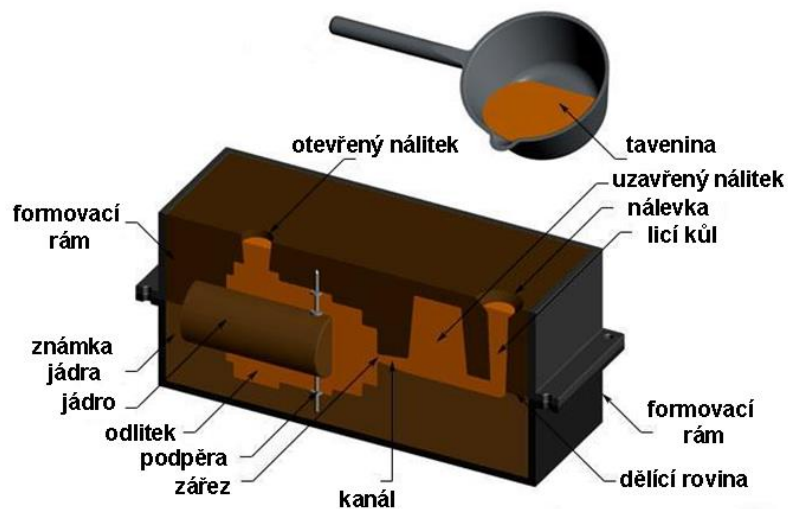
Model



Jádra



Pohled na modelovou desku v rámu



Písková forma

Gravitační lití do kovových forem

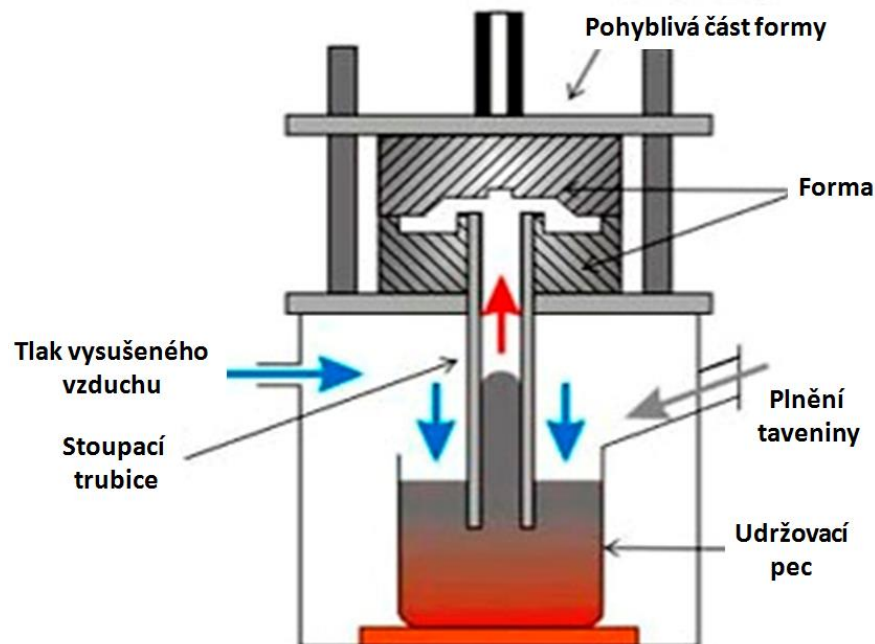
- dělená kovová forma
- jádra netrvalá i kovová
- součástí formy vtoková soustava, odvzdušnění a temperování
- vysoká kvalita odlitků bez vnitřní porozity



Jednoduchá dělená forma umístěná na licím stroji s ruční obsluhou



Nízkotlaké lití



Pro slitiny Al - přetlak vysušeného vzduchu 0,02 – 0,03 MPa

Vysokotlaké lití

Stroje s teplou komorou

- vstřikování kovu pístem
- vstřikování vzduchem

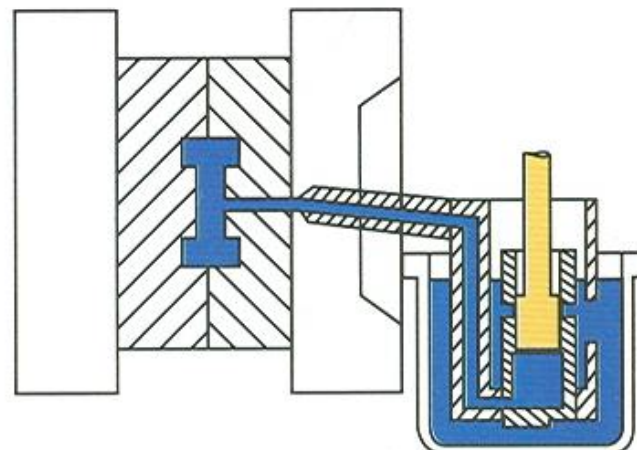


Schéma – tlakový stroj s teplou komorou

Stroje se studenou komorou

- s vertikální komorou
- s horizontální komorou

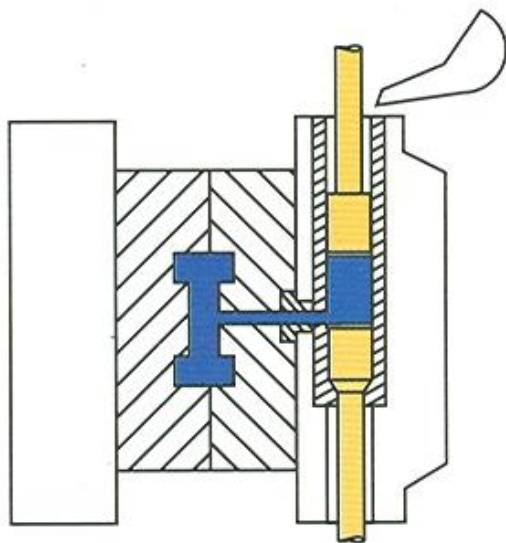


Schéma tlakového stroje s vertikální studenou komorou

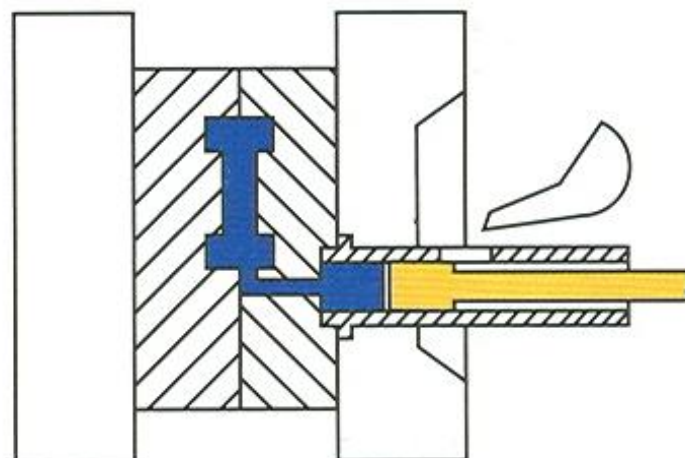
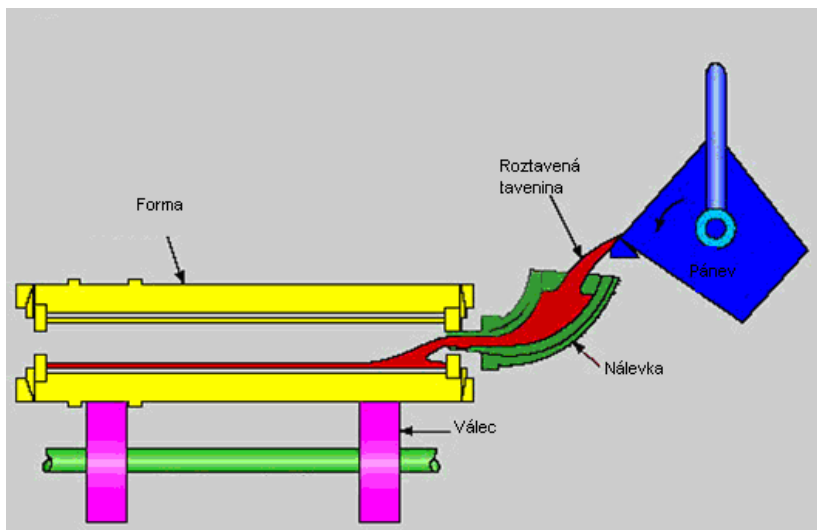
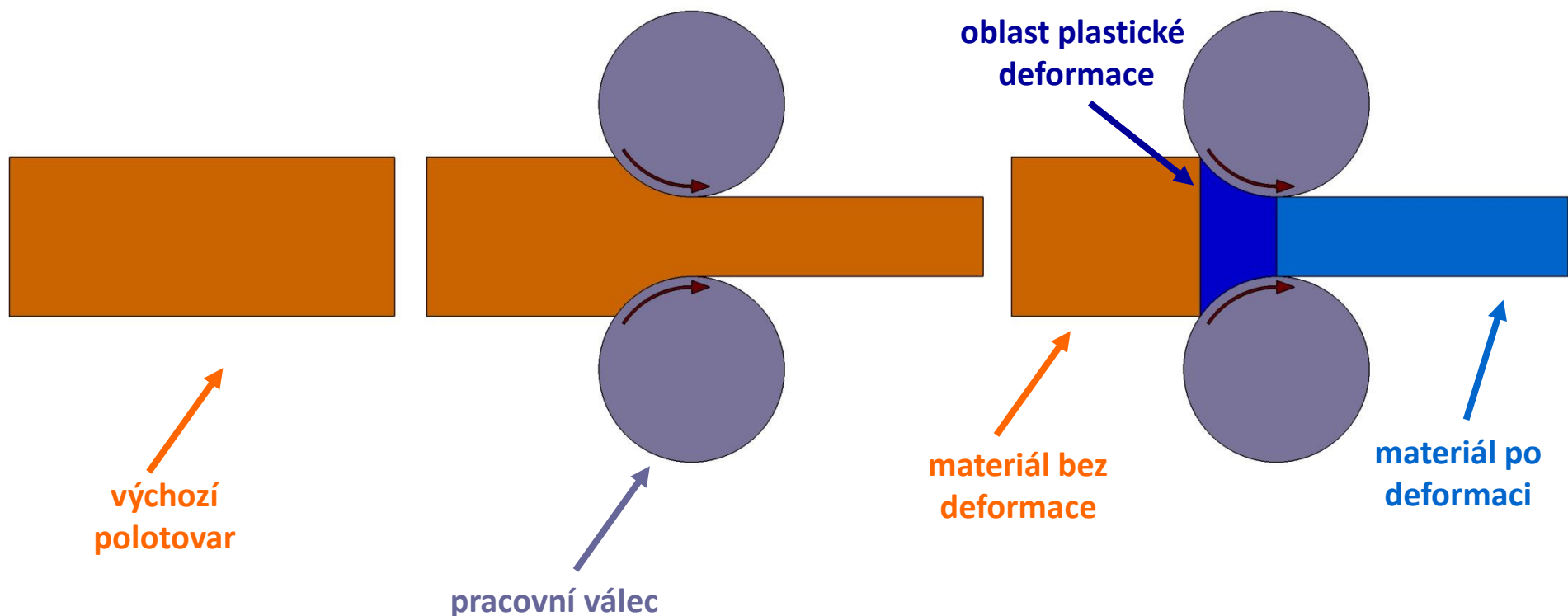


Schéma - tlakový stroj s horizontální studenou komorou

Odstředivé lití



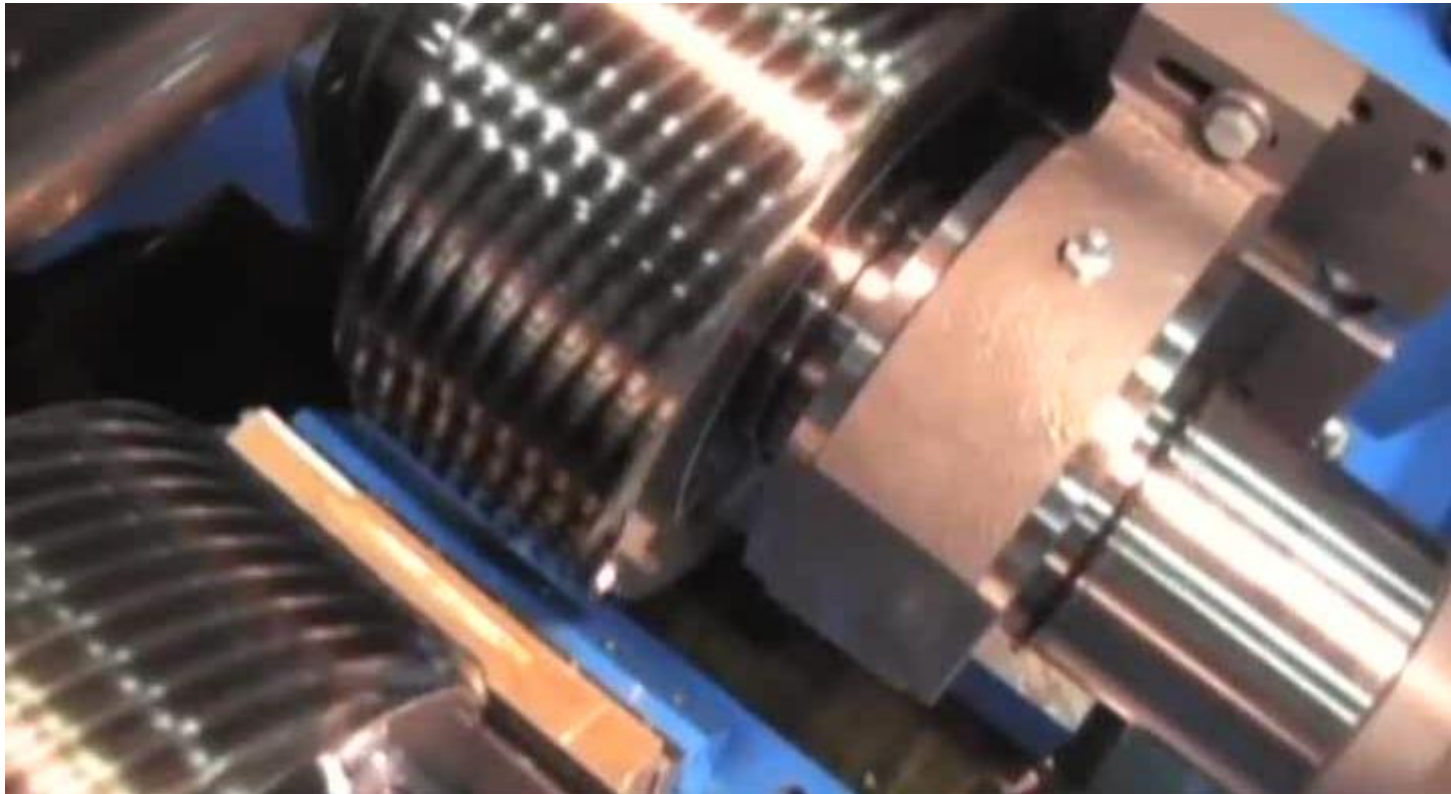
Princip technologie podélného válcování





Speciální způsoby válcování

Ukázka příčného válcování závitu



Stříhání plechů na dělicích linkách

- **Příčné dělení:** vstupním materiálem jsou svitky za studena a za tepla válcované, ze kterých lze pomocí příčného dělení stříhat plechy v délkách standardních a v délkách na míru, při dělení svitků válcovaných za studena je každý plech proložený papírem nebo potažený ochrannou folií.



- **Podélné dělení:** vstupním materiálem jsou svitky za studena a za tepla válcované, bez nebo s ochrannou folií, ze kterých lze pomocí kotoučových nožů podélně dělit svitky v šířkách na míru.



Příklady střížných operací a ohýbání



Příklady operací stříhání a ohýbání

Příklady výrobků zhotovených tažením

- tažení rotačních výtažků
- tažení hranatých výtažků
- tažení nepravidelných výtažků
- tažení kuželovitých výtažků
- tažení stupňovitých nádob





Proces tažení plechů

Project 'Blank_150kN_02_Stamping'
Module 'State 1 : Prog. = -68.488419'



POLYMERY

Makromolekulární látky **organického** nebo **anorganického** původu ($M = 10^4$ až 10^6 g/mol), **přírodního** (biopolymery) nebo **syntetického** charakteru.

Surovinové zdroje



ropa



zemní plyn



rostliny

Petrochemické suroviny (monomery)

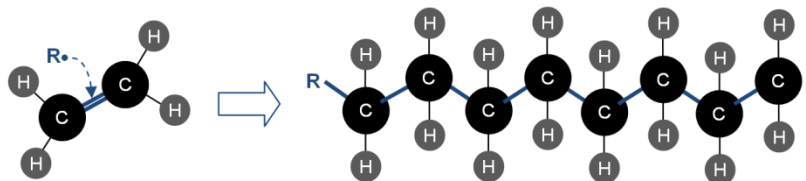


Ethylen
Propylen
Styren
Vinylchlorid
Butadien
a další

Polymery

PE
PP
PS
PVC
PB
POM
PBT
ad.

Konečné produkty



POLYMERY

PLASTY



Polymery, u nichž vnější namáhání způsobuje převážně trvalé deformace

ELASTOMERY

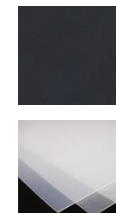


Vysoce pružný (elastický) materiál, který lze za běžných podmínek deformovat bez porušení malou silou. Typickým představitelem jsou **kaučuky**, z nichž se vulkanizací vyrábí **pryž**.

Termoplasty

amorfní

semikrystalické

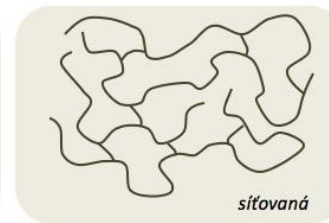
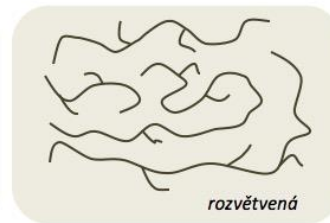
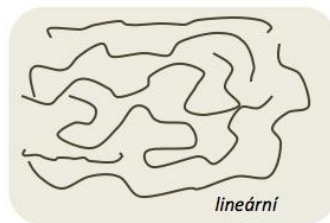


Materiály s **lineární, rozvětvenou** nebo dodatečně síťovanou molekulovou strukturou. Při zahřívání měknou a lze je tvářet. Do tuhého stavu přechází ochlazením (změny fyzikálního charakteru).

PE (polyethylen), **PP** (polypropylen), **PS** (polystyren), **PC** (polykarbonát), **PVC** (Polyvinylchlorid), ad.

Reaktoplasty

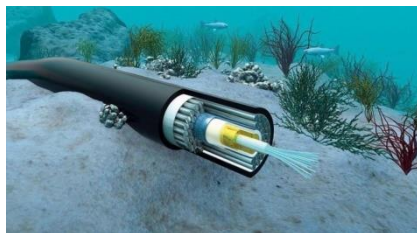
Materiály, které jsou tavitelné a tvarovatelné jen po určitou dobu po zahřátí. Během dalšího zahřívání dochází k chemické reakci: **sesíťování** (vytvrzování). Je to nevratný proces.



PF (fenol-formaldehydová pryskyřice), **EP** (epoxidová pryskyřice),
UF (močovinoformaldehydová pryskyřice), ad.



Aplikace plastů | polymerů – symbol pokroku, nové možnosti



Izolace podmořských kabelů



CD / DVD nosiče



Nylonová vlákna



Polymerní povlaky implantátů



Kapsle pro řízené uvolňování léčiv



Fixační prvky z bioplastu



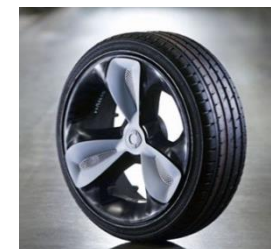
Plastové kontaktní čočky (silikon-hydrogel)



Plastový kompozit



Plastový kompozit



Plastový kompozit (PA+LGF)

Vstřikování plastů

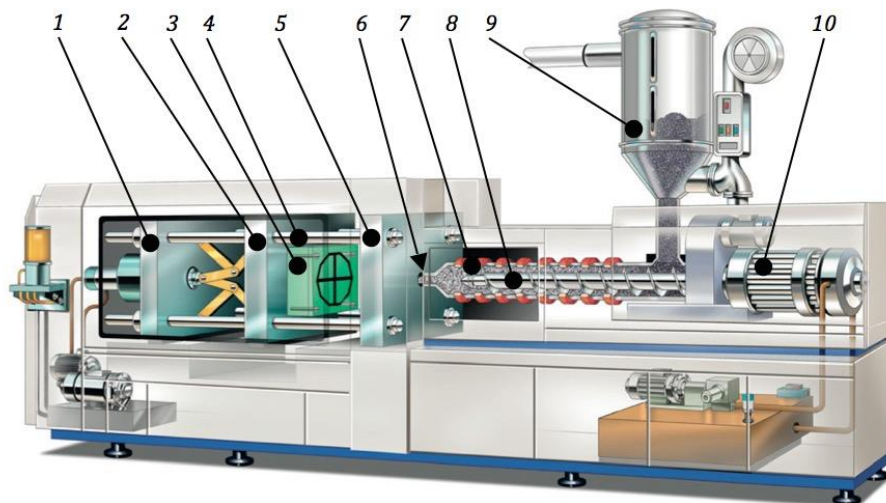
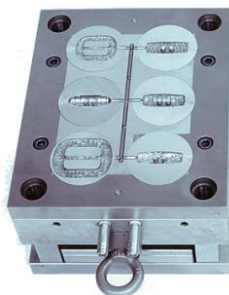


Schéma vstřikovacího stroje

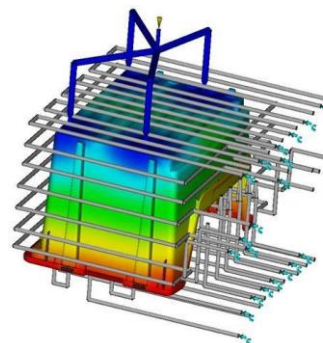
1 – uzavírací jednotka, 2 – pohyblivá deska stroje, 3 – pohyblivá část formy,
4 – vodící sloupky, 5 – pevná deska stroje, 6 – tryska vstřikovací jednotky,
7 – tavní komora, 8 – šnek, 9 – násypka, 10 – pohon šneku

Princip:

Plast v podobě granulí je nasypán do násypky stroje, z níž je odebírán otáčejícím se šnekem, který se axiálně posouvá vzad a dopravuje materiál před čelo šneku ve vyhřívané tavní komoře. Zde plast taje a jako tavenina je axiálním pohybem šneku vstříknut do uzavřené dutiny formy, kde ztuhne ve finální výrobek (forma je temperována - zpravidla cirkulující vodou). Po dotlaku (kompenzující smrštění materiálu) a zchlazení se forma otevře a dojde k odformování výrobku.



Vstřikovací forma
(tvárník, tvárnice s
vtokovou soustavou)



Příklad dílu: palubní deska Fiat

Teplotní pole vstřiků s
temperačními kanály

Vytlačování plastů

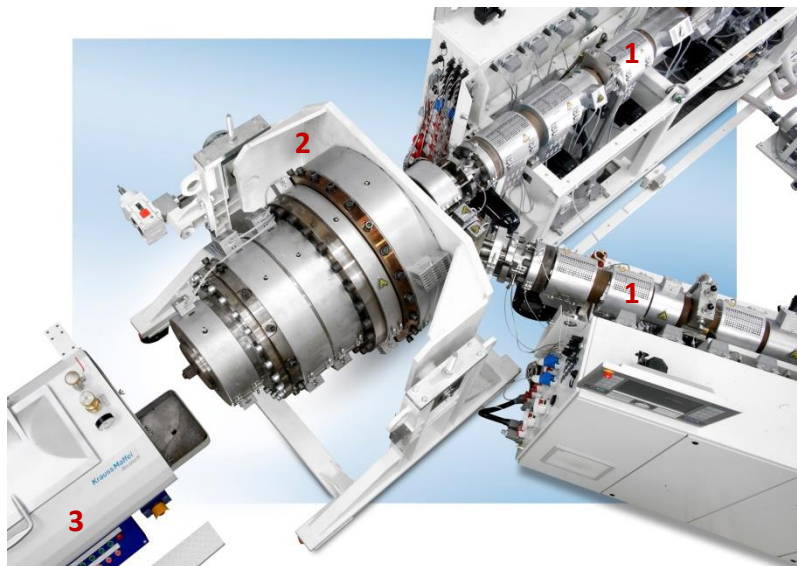
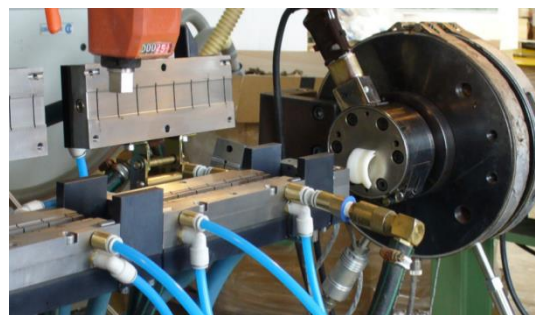


Schéma vytlačování (extruze) plastů

1 – extrudér, 2 – vytlačovací hlava, 3 – kalibrační a chladící pouzdro

Aplikace:

- Desky a fólie
- Profily
- Trubky a tyče
- Vlákna
- Opláštěvané vodiče



Vytlačovací hlava a kalibrační pouzdro

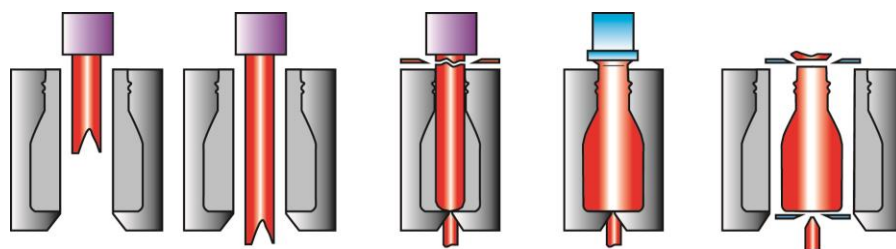
Princip:

Jedná se o kontinuální proces, kdy je plast nasypán do násypky stroje, z níž je odebrán otáčejícím se šnekem, který jej dopravuje do vyhřívané tavicí komory extrudéru a vytlačuje přes profilovací otvor ve vytlačovací hlavě do kalibračního, chladícího pouzdra. Vytlačovaný profil je postupně odtahován, potiskován, navíjen na cívku nebo dělen na požadované rozměry.



Vytlačovací linka – trubky, dráty

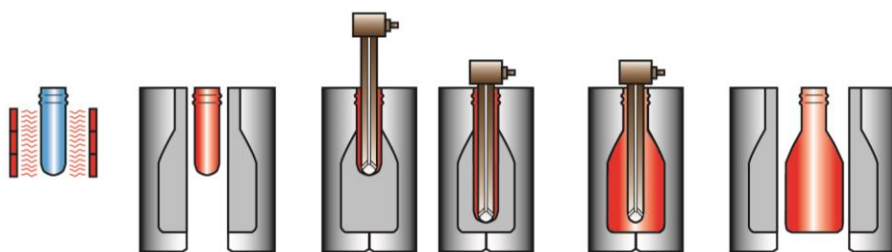
Extruzní vyfukování plastů



Základní schéma extruzního vyfukování



Vstřikovací vyfukování plastů



Základní schéma vstřikovacího vyfukování



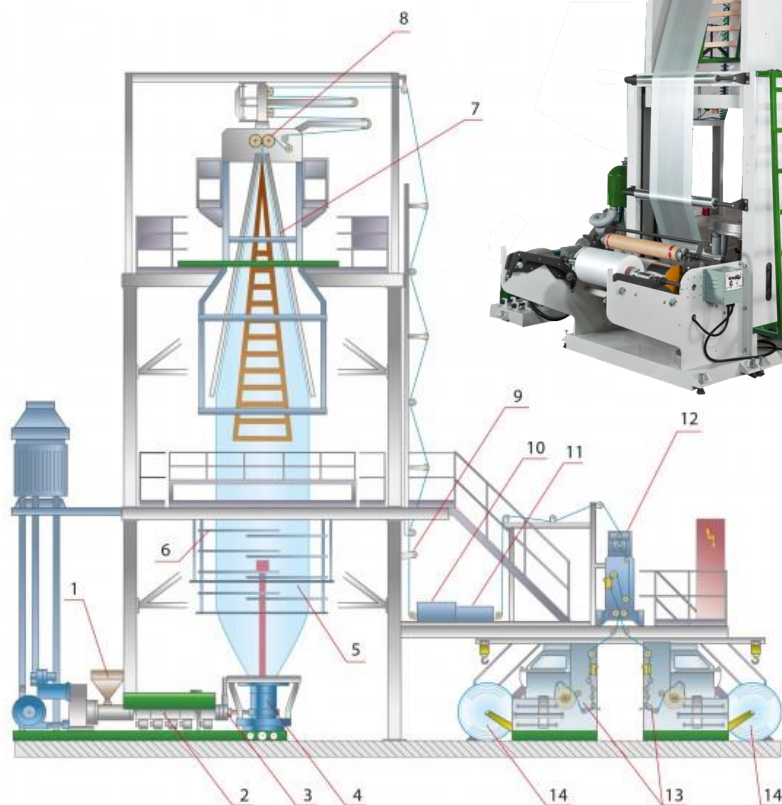
Princip:

Na vylačovacím stroji s příčnou vylačovací hlavou je vylačována trubka (parizon). Jakmile dosáhne požadované délky, dojde k přisunutí vyfukovací formy, sevření parizonu do formy, svaření dna a odstřížení žhavým drátkem, současně se na parizon nasadí vyfukovací trn, kterým se přivádí stlačený vzduch, vylisuje se otvor v hrdle včetně závitů a vyfoukne duté těleso. Po ztuhnutí se forma otevře a odstraní se přebytečný materiál u dna i hrdla lahve. Hotová lahev je z trnu sfouknuta stlačeným vzduchem.

Princip:

Na vstřikovacím stroji je vyroben předlisek (preforma) včetně závitů. Před vyfukováním je ochlazený předlisek převeden do plastického stavu (kromě hrdla se závitem), přenesen do vyfukovací formy, kde je dlužen a stlačeným vzduchem vyfouknut do konečného tvaru odpovídající dutině formy. Po ztuhnutí se vyjme.

Vyfukování fólií



- 1 - dávkování surovin
- 2 - vytlačovací stroj (šnek)
- 3 - filtr (sítko)
- 4 - vytlačovací (vyfukovací) hlava
- 5 - tubus
- 6 - kalibrace
- 7 - skládací desky (klíny)

- 8 - odtah
- 9 - mikroperforace
- 10 - perforace
- 11 - korona (ionizace)
- 12 - předodtah a řezání
- 13 - podélné řezání/porcování
- 14 - navíjení



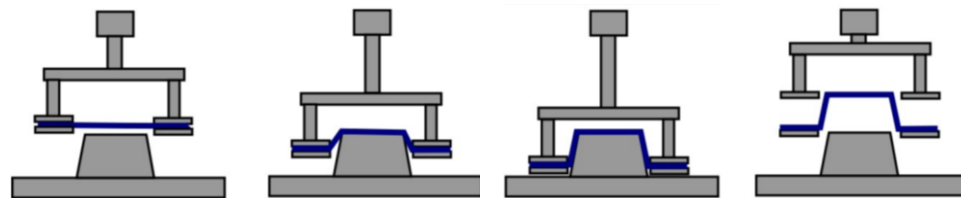
Princip:

Na vytlačovacím stroji s příčnou vylačovací hlavou je vyrobena trubka (obvykle směrem vzhůru), která je ihned roztažena stlačeným vzduchem přiváděným dovnitř trubky. Podle tlaku se řídí konečná tloušťka fólie. Vyfouknutá fólie se ochlazuje proudem vzduchu a pomocí vodicích desek se přivádí na chladicí válce, které vzniklý nekonečný pytel sevřou a kontinuálně odtahují. Ten se pak vede přes napínací kladky k navíjecímu zařízení, nebo se potiskuje a je svařován na sáčky anebo se podélně řeže.

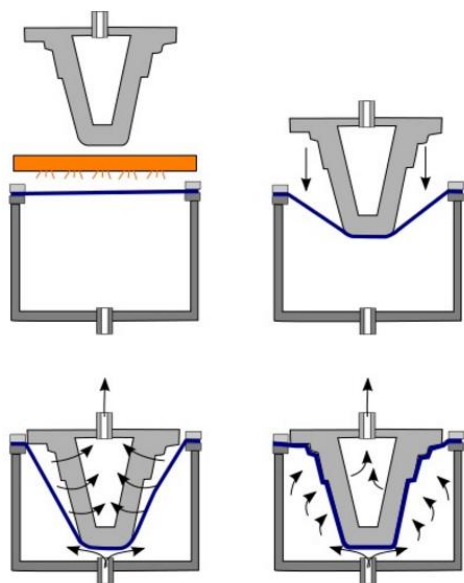




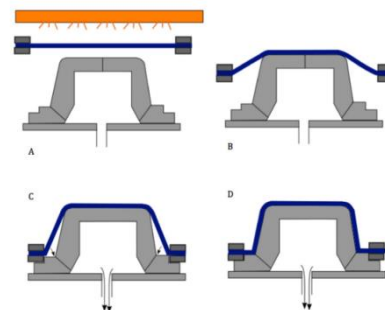
Tvarování desek z termoplastů



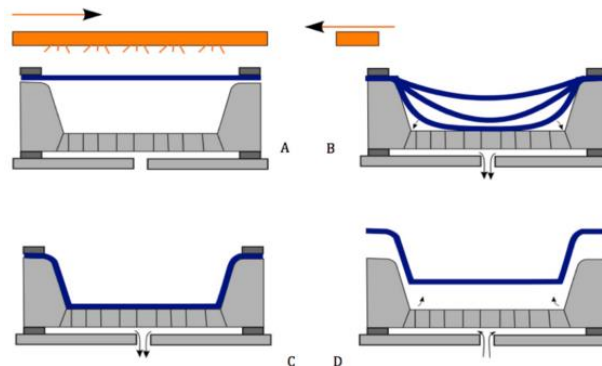
Základní schéma mechanického tvarování



Pneumatické tvarování pozitivní - přetlakem



Pneumatické tvarování pozitivní - podtlakem



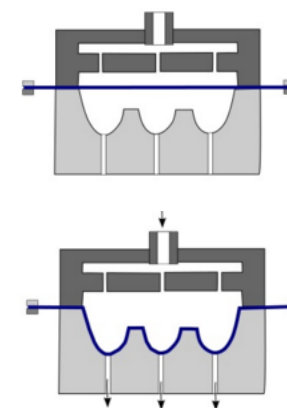
Pneumatické tvarování negativní - podtlakem

Mechanické tvarování

Pneumatické tvarování

Pozitivní (na tvárník)

Negativní (do tvárnice)



Pneumatické tvarování negativní - přetlakem

Rotační tvarování

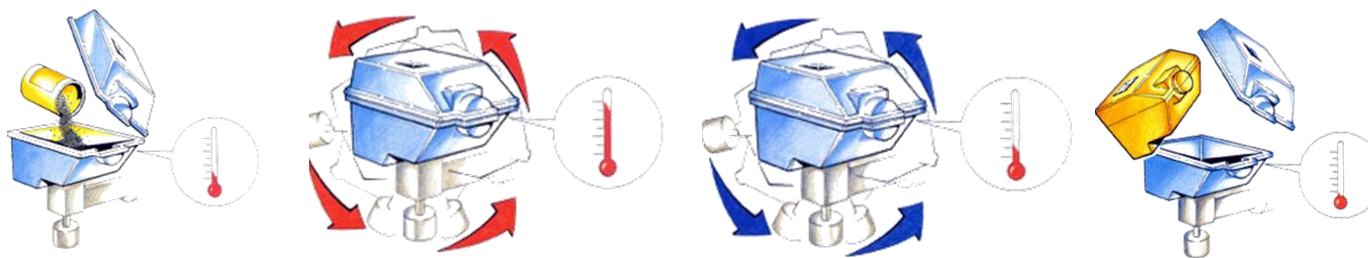


Schéma rotačního tvarování plastů



Dávkování práškového plastu do formy



Pracoviště: formy, rotační zařízení, pec

Princip:

Do dvoudílné kovové formy se odměří potřebné množství práškového plastu, forma se uzavře a uvede se do rotačního pohybu. Forma rotuje ve dvou na sebe kolmých rovinách. Tím se prášek rovnoměrně rozdělí, forma se z vnějšku ohřívá vzduchem, z prášku se postupným natavením a slinutím vytvoří souvislá vrstva. Po dokonalém zpečení prášku se forma ochladí, otevře a vyjme se díl.



Příklad aplikace rotačního tvarování



Příklad aplikace rotačního tvarování

Laminování (technologí laminace existuje značné množství)

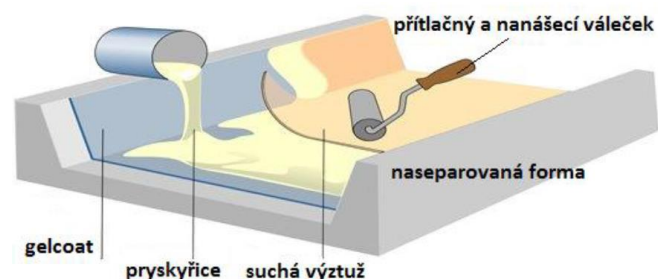
Příklad - Ruční laminace

(Jednodílná forma: pozitivní nebo negativní)

Forma se po separaci opatří zpravidla vrstvou gelcoatu na bázi UP nebo VE pryskyřice, po jeho částečném vytvrzení se kladou jednotlivé vrstvy výztuže (tkaniny, rohože), následuje prosycení tekutou pryskyřicí pomocí štětce a válečku. Přebytečná pryskyřice a vzduchové bubliny se vytlačují rýhovanými válečky. Po prosycení dojde k vytvrzování pryskyřice, dotvrzení probíhá zpravidla za zvýšené teploty.

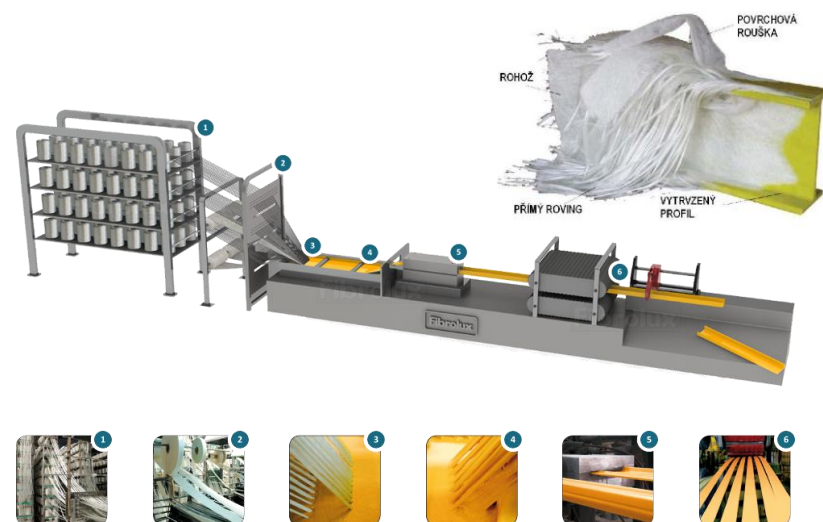


Skelná tkanina a rohož



Příklad - Pultruze

Pultruze nebo-li tažení je technologie pro výrobu kompozitních kontinuálních profilů s vysokým obsahem výztuže (až 80 %). Výztuž je impregnována v pryskyřičné lázni a po prosycení je vtahována do tvarovacích a vytvrzovacích průvlaků (forem). Tvar průvlaku odpovídá vnějšímu tvaru vyráběného rofilu. Pryskyřice je vytvrzena ve vyhřívané části hlavy a hotový profil je odtahován hydraulickými čelistmi nebo pásovými elementy a následně je dělen na požadovanou délku.



Ostatní technologie zpracování plastů

- Válcování (fólií)
- Odlévání (statické, odstředivé, rotační)
- Máčení



- Lisování a přetlačování prášků pryskyřic (reaktoplastů)
- Lepení, svařování

Typy v současnosti vytvářených spojů

- **Rozebíratelné spoje**, vytvořené zejména pomocí spojovacího materiálu.
- **Nerozebíratelné spoje** - vytvořené např. svařováním, nýtováním, lepením.
Nerozebíratelné spoje se používají všude tam, kde by spojovacími prvky mohla být narušena kompaktnost, těsnost, nebo rozměrová stabilita dílů.



Úvod do svařování

- patří mezi nejstarší technologie
- aplikována většina fyzikálních principů (světlo, zvuk, síla, termické reakce, výbuch, el. proud)
- dle ISO 4063 je definováno 93 různých metod svařování, z nichž 31 je hlavních
- aplikovatelné téměř ve všech prostředích



Svařování s využitím tepla

- ke spojení dochází bez působení vnějších sil, pouze místním natavením základního materiálu.
- svar vzniká krystalizací, podmínky závisí na použité metodě a procesních parametrech
- meziatomové vzdálenosti je dosaženo dostatečnou tekutostí roztaveného kovu a smáčivostí spojovaných hran
- strukturní heterogenita, rozdílné mechanické vlastnosti svaru



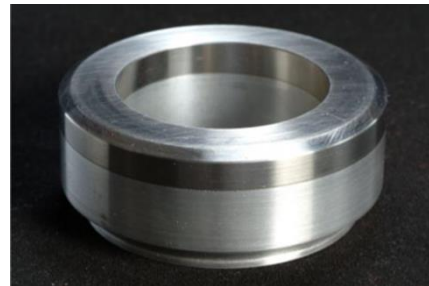
Svařování s využitím tepla a tlaku

- materiál je zpravidla ohřát na teploty nad 0,7 teploty tavení
- operační teploty by měly dostatečně snížit přetvárný odpor, ale zároveň by neměly příliš degradovat svařovaný materiál
- aplikován dostatečný tlak, umožňující přiblížit materiály na meziatomové vzdálenosti
- typickým představitelem je kovářské svařování, nejvyužívanější je svařování elektrickým odporem

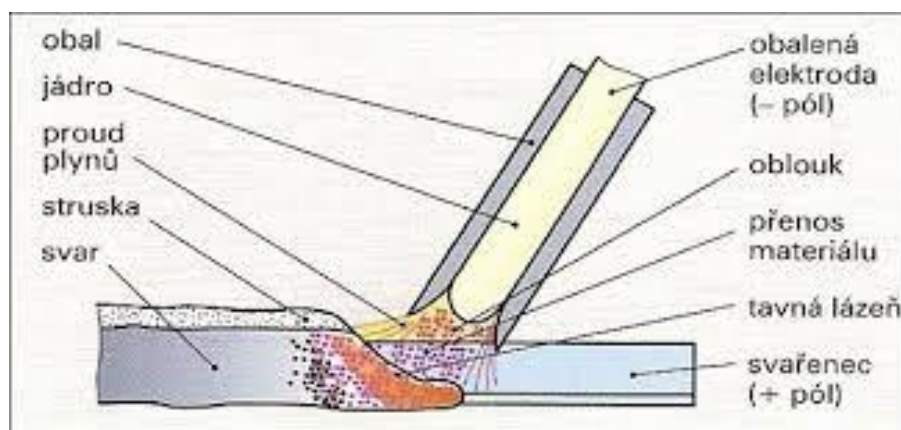
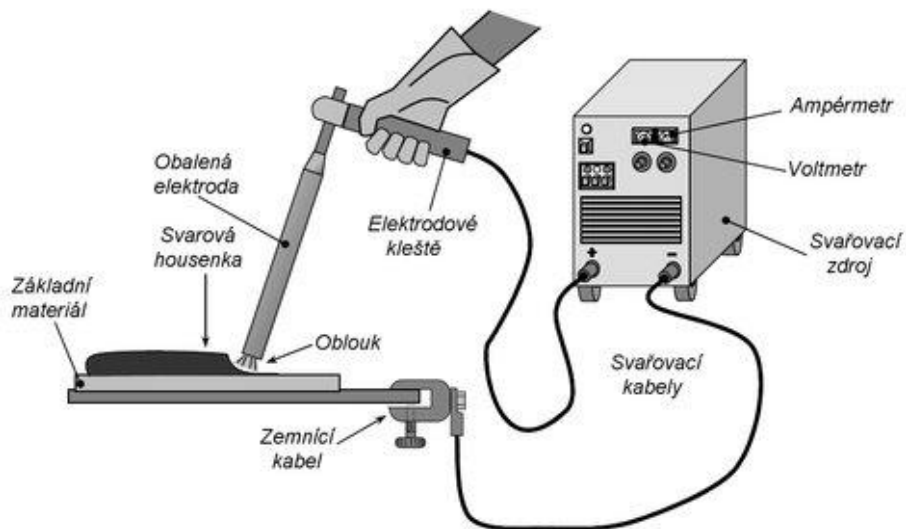


Svařování s využitím tlaku

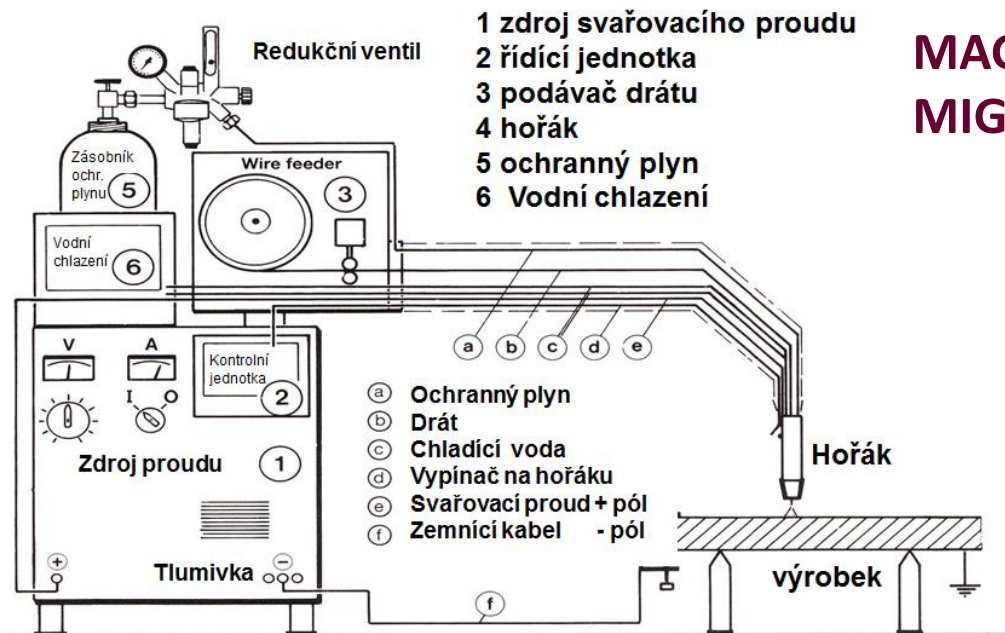
- spojení je realizováno díky vysokým tlakům 10^2 až 10^3 MPa
- deformace v místě svařování závisí na použité metodě svařování a pohybují se od 30 do 80%
- hlavními představiteli jsou technologie svařování tlakem za studena a svařování výbuchem
- vhodné pro tvárné mat. (Al, Cu, Ni, Pb, Au, Ag, Pt, Pd, oceli)



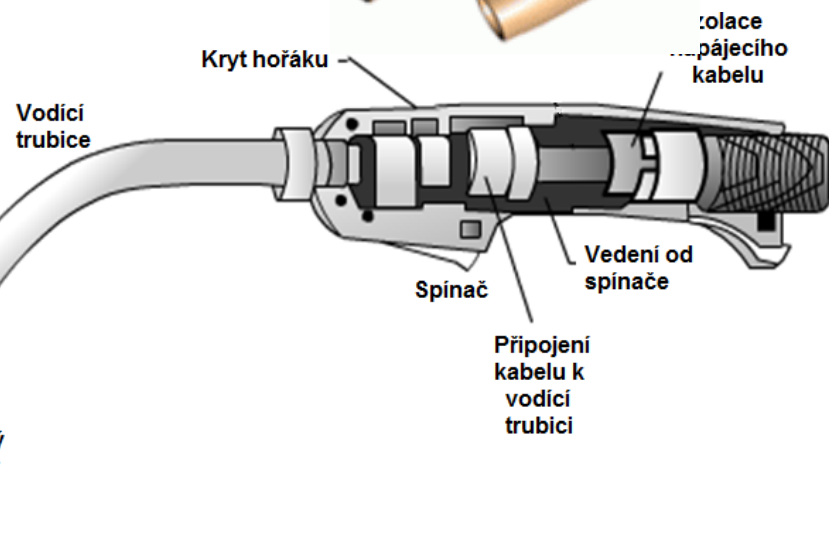
Svařování obalenou elektrodou



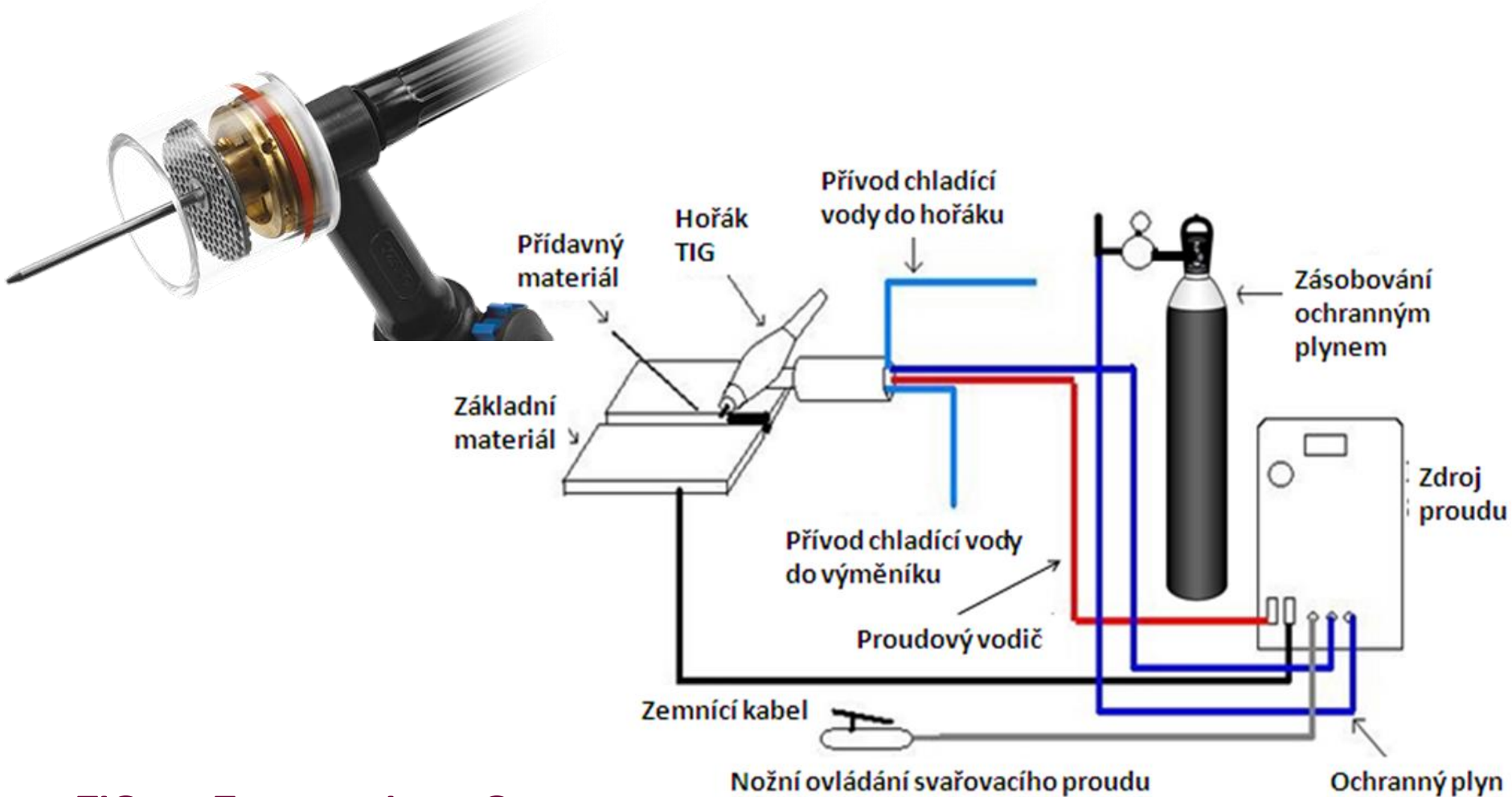
Svařování metodou MIG/MAG



MAG = Metal Active Gas
MIG = Metal Inert Gas



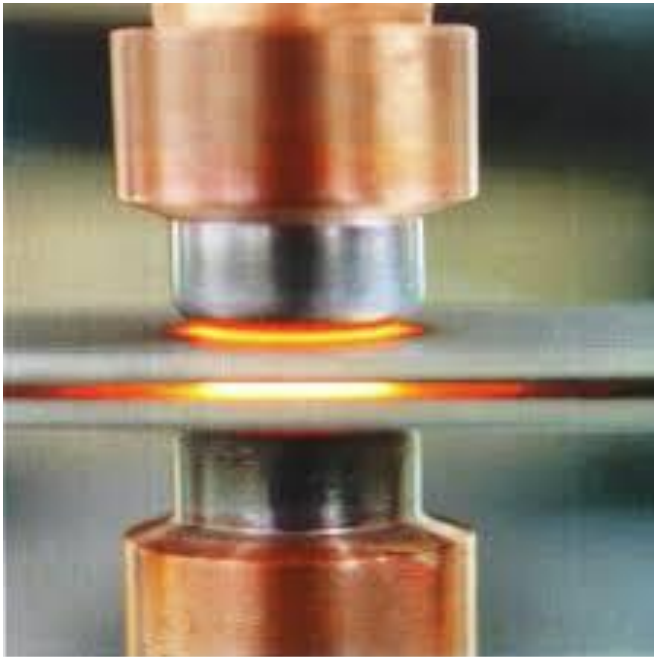
Svařování metodou TIG



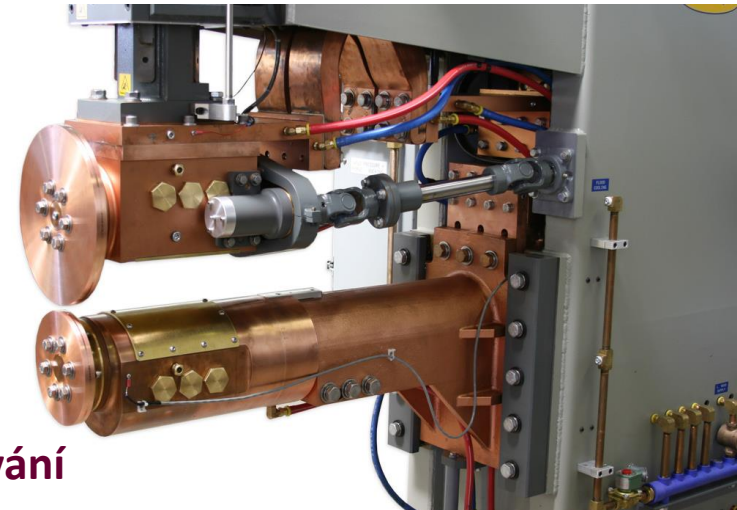
TIG = Tungsten Inert Gas

Svařování elektrickým odporem

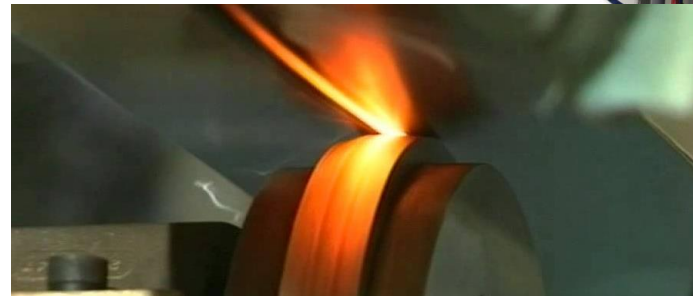
Celkový odpor svarového spoje je dán součtem přechodových odporů a také odporů svařovaných materiálů. V místě, kde je přechodový odpor největší, se proto vyvine největší množství tepla (Joule-Lenzův zákon) a za působení tlaku vznikne bodový svar.



Bodové svařování



Švové svařování





Otázky:

1. Charakterizujte základní principy technologie slévání
2. Uveďte příklady základních technologií objemového a plošného tváření
3. Uveďte rozdíl mezi technologií vstřikování a technologií vytlačování
4. Uveďte základní způsoby technologií tavného a netavného svařování





Děkuji za pozornost.

Lektor: doc. Ing. Pavel Solfronk, Ph.D.
E-mail: pavel.solfonk@tul.cz
Tel.: +420 605 957 404
Web: <http://www.ksp.tul.cz/>

