

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
THE INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

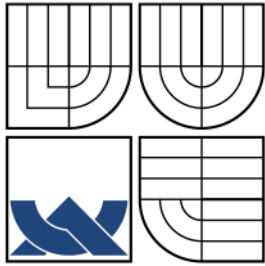
PERSPEKTIVY OBJEMOVÉHO TVÁŘENÍ ZA STUDENA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

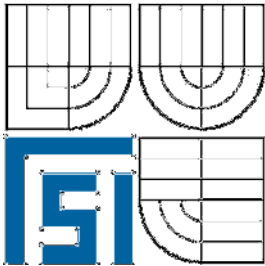
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LUCIE GARGULÁKOVÁ

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

PERSPEKTIVY OBJEMOVÉHO TVÁŘENÍ ZA STUDENA

THE PERSPECTIVES OF COLD BULK FORMING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

LUCIE GARGULÁKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. EVA ŠMEHLÍKOVÁ

BRNO 2008

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2007/08

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Garguláková Lucie

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Perspektivy objemového tváření za studena

v anglickém jazyce:

The perspectives of cold bulk forming

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Téma dané práce je zaměřeno na zhodnocení uplatnění objemového tváření ve strojírenství, vyhlídky objemového tváření do budoucna a uplatnění výrobků na trhu. Dále inovace výrobních postupů a příklady součástí vyráběné objemovým tvářením, které si stále drží své pevné místo na trhu a naopak součásti, u nichž proces objemového tváření byl nahrazen jinou, výhodnější technologií výroby.

Cíle bakalářské práce:

Provedení průzkumu a zhodnocení postavení výrobků vyráběných objemovým tvářením na trhu. Uvedení příkladů součástí, které mají své nezastupitelné místo v oblasti objemového tváření. Zhodnocení perspektivy objemového tváření za studena.

Seznam odborné literatury:

1. DVOŘÁK, Milan, GAJDOŠ, František, NOVOTNÝ, Karel. Technologie tváření: plošné a objemové tváření. 2. vyd. Brno: CERM, 2007. 169 s. ISBN 978-80-214-3425-7.
2. BLAŠČÍK, František, HUDÁK, Juraj, BODNÁROVÁ, Svetlana. Technológia objemového tvárenia. 1. vyd. Bratislava: ALFA, 1988. s. 172. ISBN 063-720-88.
3. NOVOTNÝ, Karel, MACHÁČEK, Zdeněk. Speciální technologie I : Plošné a objemové tváření. 2. vyd. Brno: Nakladatelství VUT Brno, 1992. s. 171. ISBN 80-214-0404-3.

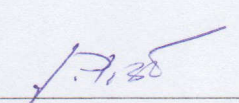
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Eva Šmehlíková

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2007/08.

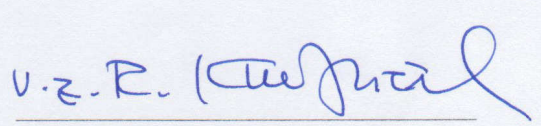
V Brně, dne 19.11.2007

L.S.





doc. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Perspektivy objemového tváření za studena vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně, dne 10.5.2008

.....

Lucie Garguláková

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Evě Šmehlíkové za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

ABSTRAKT

GARGULÁKOVÁ Lucie: Perspektivy objemového tváření za studena

Práce obsahuje procesy technologie objemového tváření za studena. Je zde uvedeno využití různých metod a popis jednotlivých tvářecích operací doložených názornými obrázky. Dále jsou zde uvedeny některé typy materiálu, které jsou vhodné pro objemové tváření za studena. Jako přínos dané práce je zde popsáno zastoupení firem, které se metodami objemového tváření zabývají. Pro doplnění jsou u každé firmy uvedeny výrobky a inovace jejich výroby. V závěru je zhodnocena perspektiva objemového tváření a postavení výrobků na trhu.

Klíčová slova: Objemové tváření, protlačování, válcování, tažení

ABSTRACT

GARGULÁKOVÁ Lucie: The perspectives of cold bulk forming

This thesis deals with the processes of the technology of the cold bulk forming. Different forming methods are introduced and described. Pictures and schemes are also parts of this work. Further on, several substance types fit for cold bulk forming are presented. This work also includes a list of companies exercising this method. Products and methods of innovations are also named in this list. In the end, the perspective of the method of cold bulk forming along with a standing of different products at the market is evaluated.

Key words: Bulk forming, squirting, rolling, drawing

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

GARGULÁKOVÁ, Lucie. *Název: Perspektivy objemového tváření za studena*. Brno, 2008. 33 s., CD. FSI VUT v Brně, Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie tváření kovů a plastů. Vedoucí práce Ing. Eva Šmehlíková. Dostupný z WWW: <ust.fme.vutbr.cz/tvareni/publikace>.

OBSAH

Zadání

Abstrakt

Bibliografická citace

Čestné prohlášení

Poděkování

Obsah

1 ÚVOD	9
2 TECHNOLOGIE OBJEMOVÉ TVÁŘENÍ ZA STUDENA.....	10
2.1 PĚCHOVÁNÍ.....	11
2.2 PROTlačOVÁNÍ	13
2.2.1 Dopředné protlačování	14
2.2.2 Zpětné protlačování	14
2.2.3 Kombinované (sdružené) protlačování.....	15
2.2.4 Stranové a radiální protlačování	15
2.2.5 Speciální způsoby protlačování	16
2.3 VÁLCOVÁNÍ	17
2.3.1 Výroba polotovarů válcováním.....	18
2.3.2 Speciální způsoby válcování.....	20
2.4 TAŽENÍ DRÁTŮ A PROFILŮ.....	23
3 MATERIÁLY PRO OBJEMOVÉ TVÁŘENÍ ZA STUDENA.....	25
4 OBJEMOVÉ TVÁŘENÍ V DNEŠNÍ DOBĚ	26
4.1 PŘEHLED FIREM ZABÝVAJÍCÍ SE TECHNOLOGIÍ OBJEMOVÉHO TVÁŘENÍ.....	26
ZÁVĚR	30

Seznam použitých zdrojů

Seznam použitých symbolů a zkratek

1 ÚVOD [1]

Již v druhé polovině minulého století, byly položeny základy teorie tváření. Objemové tváření oceli je moderní výrobní metoda, která dosáhla po druhé světové válce širokého uplatnění v průmyslu. Díky výzkumu zpracovaných ocelí, technologických postupů, maziv, materiálů nástrojů a výrobních strojů došlo k rozšíření této metody. Objemové tváření oceli patří k základním technologickým procesům, uplatňuje se v různých oblastech průmyslu, zejména při sériové a hromadné výrobě. Tuto výrobní metodu posouvá do popředí snadná mechanizace a automatizace.

Objemové tváření je stále více využíváno při výrobě symetrických součástí, má oproti obrábění nebo jiným metodám řadu výhod. Jde hlavně o úsporu výrobního materiálu, snížení výrobních časů, zvýšení produktivity, snížení výrobních nákladů, a zlepšení kvality výrobků. Součásti vyráběné objemovým tváření za studena jsou různé druhy šroubu, matic, čepu a mnoho dalších, které můžeme vidět na obrázku č. 1. Typické využití výrobků je v elektrotechnickém a automobilovém průmyslu, dále také v leteckém, potravinářském, hodinářském průmyslu a telekomunikacích. Jedná se např. o elektrické kontaktní díly, spojovací materiál, kovové součásti elektrických přístrojů.

Ve srovnání s jinými metodami probíhá objemové tváření pod rekrystalizační teplotou za působení prostorové napjatosti. Díky podmínkám, které nám napjatost umožňuje, nedochází k porušení soudržnosti materiálu. Tím jsou dány předpoklady pro maximální využití hmoty výchozího materiálu a zvýšení mechanických vlastností výchozího materiálu.

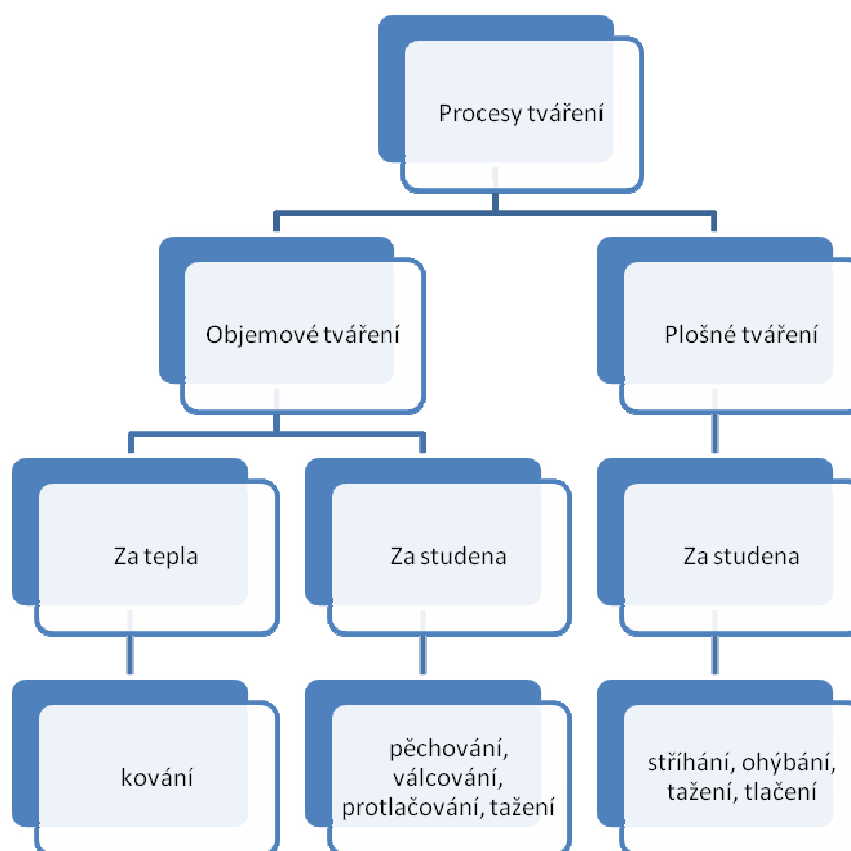


Obr. 1 Příklady součástí vyráběné objemovým tvářením [12], [14]

2 TECHNOLOGIE OBJEMOVÉ TVÁŘENÍ ZA STUDENA [1], [7]

Základem tváření je dosáhnout u železných i neželezných kovů požadovaného tvaru, jde o plastické deformování kovů pomocí nástroje. Požadované tvary jsou většinou výkovky, výlisky, protlačky, atd. U takto tvářených kovů dochází ke zlepšení konečných mechanicko-fyzických vlastností. Tok materiálu ovlivňuje tření.

Na obrázku č. 2 můžeme vidět základní rozdělení procesů tváření. Dále se budeme zabývat pouze objemovým tvářením za studena, které dělíme na pěchování, válcování, protlačování, tažení.

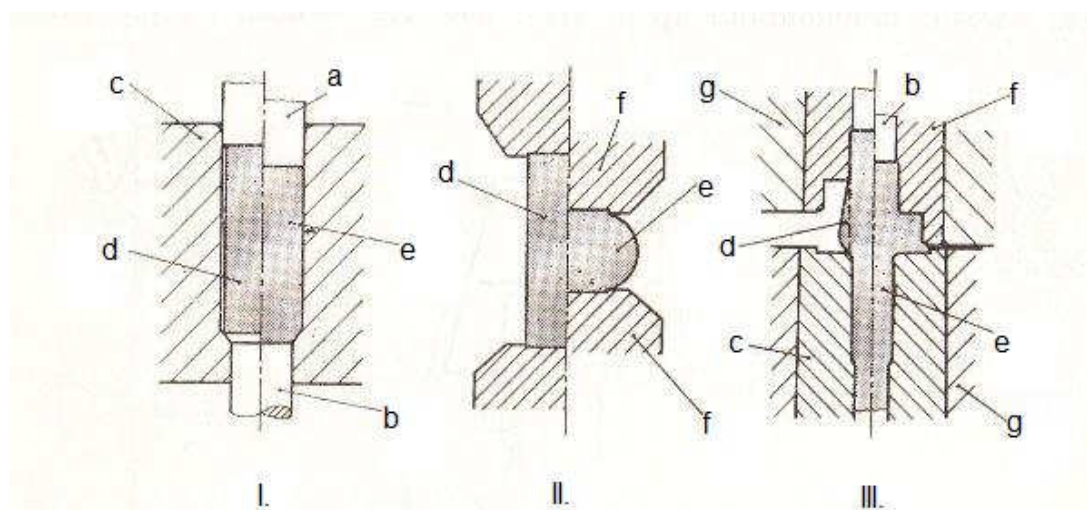


obr. 2 Základní rozdělení procesu tváření

2.1 PĚCHOVÁNÍ [1], [2], [7]

Patří k základní operaci objemového tváření a je často součástí komplexní technologické operace. Princip pěchování spočívá ve stlačování výchozího polotovaru k získání větších průřezů více či méně složitých tvarů. Materiál tvarován klidnou silou nebo rázem, které jsou vedené v ose polotovaru mezi dvěma nástroji. (např. kovadly, pěchovadly). Nástroje mohou být ploché, tvarové nebo v nich mohou být vytvořené dutiny. U objemového tváření se s pěchováním při výrobě složitějších součástí setkáváme s:

1. Kalibrací výchozího špalíku za účelem zarovnání čel deformovaných při stříhu (obr.3 I)
2. Přípravnou tvářecí operací, u které se tvar i rozměr výchozího polotovaru přizpůsobí pro další tvářecí operace (obr.3 II)
3. Víceoperačním tvářením - samostatné nebo sloučené tvářecí operaci (obr.3 III)

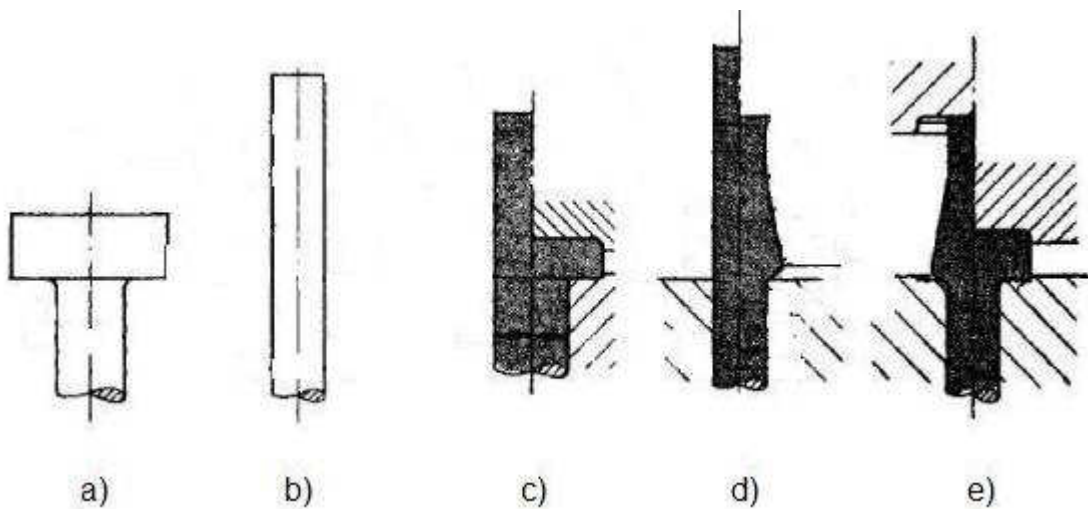


Obr.3 Pěchování: [1]

a – průtlačník, b – vyhazovač, c – průtlačnice, d – polotovar, e – výlisek, f – lisovník, g – objímka

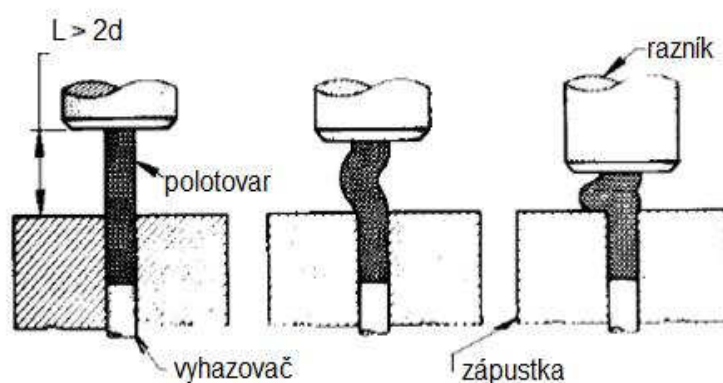
Pěchování za studena můžeme využít také při výrobě šroubu a spojovacích součástí. Výchozím materiálem na výrobu šroubu bývá tažený drát, který je obvykle v toleranci h9. Dřík šroubu by měl odpovídat předchozímu průměru drátu. Délka ústřížku pro napěchování válcové hlavy je dána pěchovacím poměrem $L/d > 2,3$. Výroba takového šroubu je nutná na dvě tvářecí operace, při 1. operaci dojde k předpěchování do hruškovitého tvaru (můžeme ho vidět na obr. č.4d), abychom zkrátili volnou délku namáhanou na vzpěr a při 2. operaci to napěchujeme do konečného tvaru. Pokud je $L/d < 2,3$ můžeme součást pěchovat v jedné operaci. Při $L/d > 4,5$ musíme při každé operaci pěchovat délku 2d.

Na obrázku č.4 můžeme vidět základní poměry při pēchování. Obrázek č.5 nám ukazuje jaká může být limitní délka při volném pēchování.



Obr. 4 Postup pēchování : [1]

a) výlisek, b) znázornění pēchované délky, c) pēchování na jednu operaci, d) předpēch, e) dokončení na druhou operaci



Obr. 5 Limitní délka polotovaru při volném pēchování [11]

2.2 PROTlačOVÁNÍ [2], [3], [11]

Technologie protlačování může probíhat za tepla, za poloohřevu i za studena. Protlačování má trojosou napjatost, všestranná tlaková. Při tomto tváření dochází k tomu, že materiál se přemisťuje a jeho pohyb je určen konstrukcí nástroje tzv. protlačvadla. Výrobek se potom nazývá protlaček.

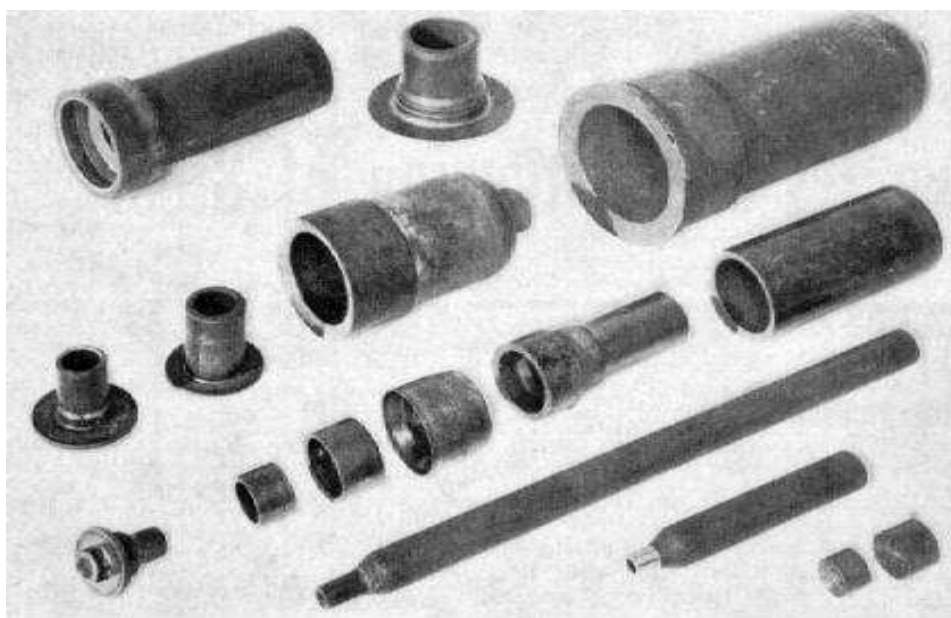
Tuto technologii je možno rozdělit do dvou skupin:

- výroba finálních výrobků
- výroba polotovarů (trubky, profily, tyče, atd.)

Protlačování je známo již přes 100 let, zejména u lehkých a barevných kovů. Dříve se tímto způsobem vyráběly a stále vyrábějí např. tuby, nábojnice,...Patří k procesům díky, kterému dochází ke snížení vlastních nákladů ve výrobě a také k racionalizaci výroby. Přesnosti průtlačků dosahují až plus minus 0,05mm. Také je velice dobré využití materiálu 90 až 100%.

Před tím, než začneme protlačovat materiál je nutná úprava materiálu rovnáním a dělením na kaloty včetně tepelného zpracování. Na protlačování za studena potřebujeme vyvinout velkou deformační sílu, která závisí na chemickém složení materiálu, tepelném zpracování, mazání, geometrii nástroje, velikosti redukce, tloušťky stěny a druhu stroje. Rozhodujícím faktorem na proces protlačování má zejména tření, které ovlivňuje kvalitu výrobku a ekonomiku výroby. Předcházíme tomu především povrchovou úpravou, aby nedošlo k zadření nástroje.

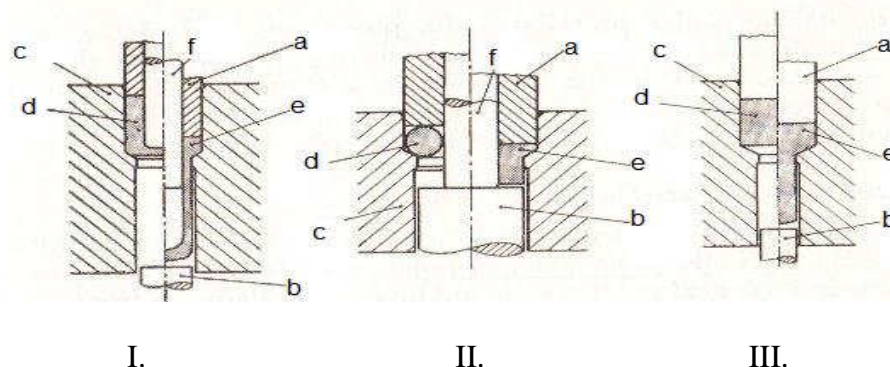
Technologické způsoby protlačování dělíme podle směru pohybu materiálu a nástroje na dopřenné, zpětné, kombinované, stranové a radiální.



Obr. 6 Součásti vyrobené protlačováním [11]

2.2.1 Dopředné protlačování [1]

Materiál teče ve směru průtlačníku. Výlisky jsou většinou kruhového průřezu dutá nebo plná tělesa. Tímto způsobem můžeme samozřejmě vyrábět i součásti jiného pravidelného tvaru. Na obrázku č.7 je vidět jak materiál teče ve směru průtlačníku.

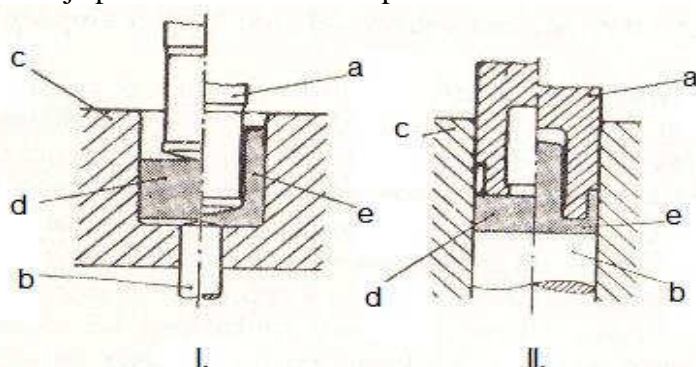


Obr. 7 Dopředné protlačování: [1]

a – průtlačník, b – vyhazovač, c – průtlačnice, d – polotovar, e – průtlaček, f – trn
 I – výchozím polotovarem je kalíšek, II – výchozím polotovarem je kroužek
 III – výchozím polotovarem je špalík

2.2.2 Zpětné protlačování [1]

Materiál zde teče proti směru pohybu průtlačníku. Polotovarem je špalík, u něhož je pravidlo, že výška bývá zpravidla větší než $1/2$ průměru. Vyrábíme tvary podobné kalíškům. Stejně jako u dopředného protlačování používáme především průřezy kruhové. Můžeme však použít i jiné součásti pravidelného nebo nepravidelného tvaru. Obr. 8 znázorňuje protlačování dutého a plného tělesa.

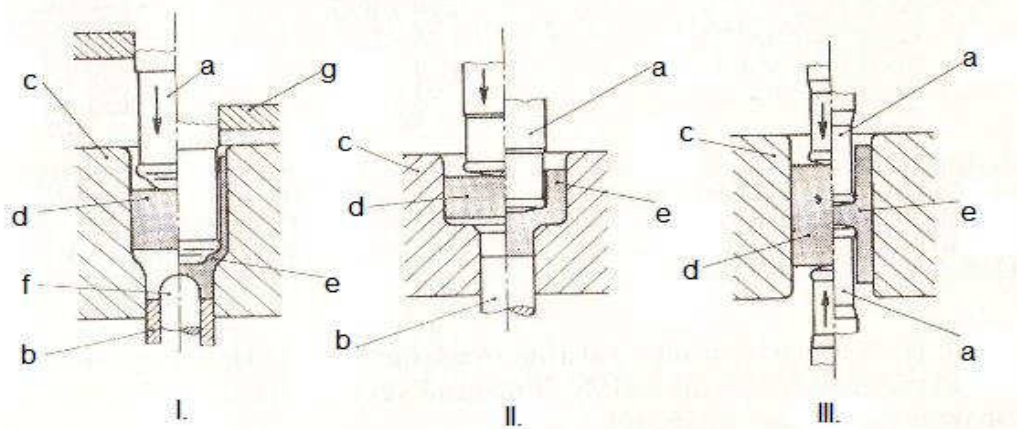


Obr. 8 Zpětné protlačování [1]

a – průtlačník, b – vyhazovač, c – průtlačnice, d – polotovar, e – průtlaček,
 I – duté těleso, II – plné těleso

2.2.3 Kombinované (sdružené) protlačování [1]

Jde o kombinaci dvou předcházejících způsobů. Materiál teče v obou směrech pohybu průtlačníku (vidíme na obr. 9). Aby byl výrobek kvalitní, musíme zvolit ve spodní části výlisku menší stupeň přetváření. Tento způsob se spíše používá u méně složitých součástí.

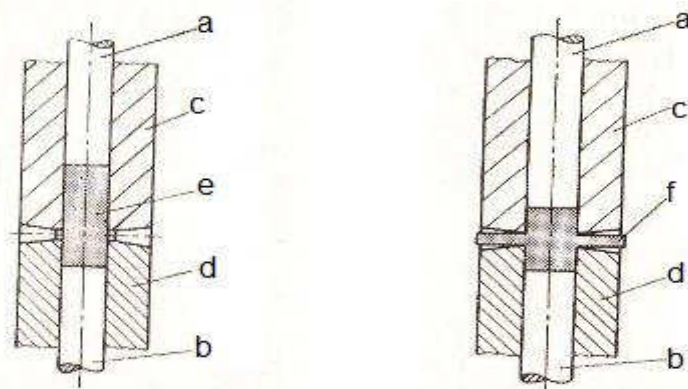


Obr. 9 Kombinované protlačování [1]

a – průtlačník, b – vyhazovač, c – průtlačnice, d – polotovar, e – průtlaček, f – trn, g – vodící pouzdro a stírač, I – hloubka dutiny pytláčku je na jedné straně menší, II – průtlaček je složený z kalíškové a plné části, III – průtlaček s oboustrannou dutinou tvářený na spec. Stroji

2.2.4 Stranové a radiální protlačování [1]

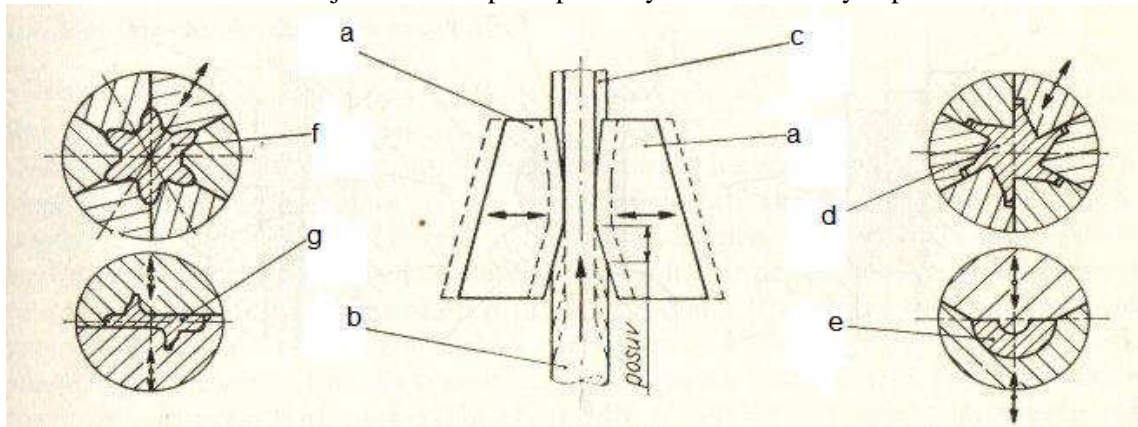
Od způsobů uvedených již dříve je vidět, že materiál teče do stran, je kolmý na osu polotovaru. Používá se zejména ke změně průřezu nějaké části výlisku. Princip je uveden na obr. 10.



Obr.10 Stranové protlačování [1]

a – průtlačník, b – vyhazovač, c,d – průtlačnice, e – výchozí materiál, f - výtlaček

U radiálního protlačování se materiál i části nástroje pohybují v radiálním směru vzhledem k ose materiálu. Na obr. 11 je znázorněn princip a tvary radiálně tvářených profilů.



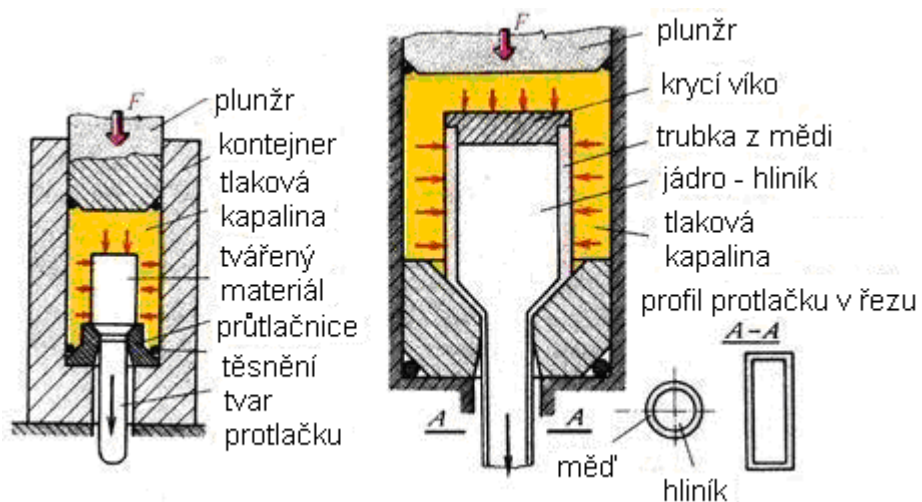
Obr. 11 Radiální protlačování [1]

a – tlačné čelisti, b – výchozí materiál, c – tvářný profil, d, e, f, g – tvary radiálně tvářených profilů

2.2.5 Speciální způsoby protlačování [1]

a) Hydrostatické protlačování

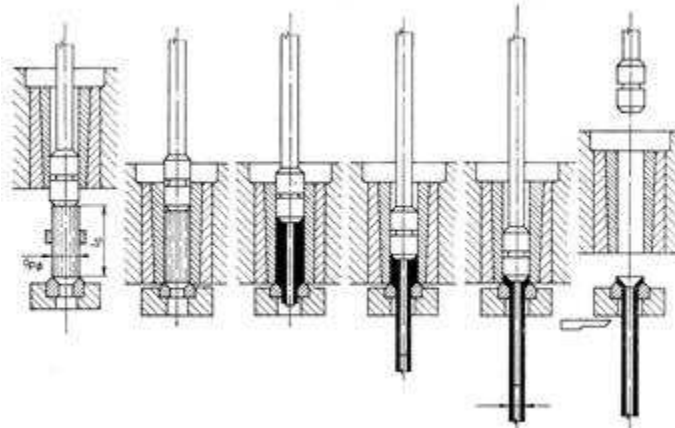
Tento způsob protlačování má oproti ostatním řadu předností. Síla, která působí na polotovar je přenášena tlakovou kapalinou, tou je součástka chráněna a může mít slabší stěny. Při užití tohoto způsobu můžeme zmenšit protlačovací sílu u oceli o 40% , u hliníku o 20% a u mědi o 8%. Což bylo zjištěno různými zkouškami.



Obr. 12 Hydrostatické protlačování [7]

b) Protlačování trubek

Jako výchozí materiál používáme špalky potřebné délky. Velký stupeň deformace, součinitel prodloužení je 8 až 25. Jako příklad můžeme uvést polotovaru, který má délku 700 mm a průměru 200 mm. Z tohoto polotovaru je možné vyrobit trubku délky 6 až 18 m. Obr. 13 ukazuje postup výroby trubky protlačováním.



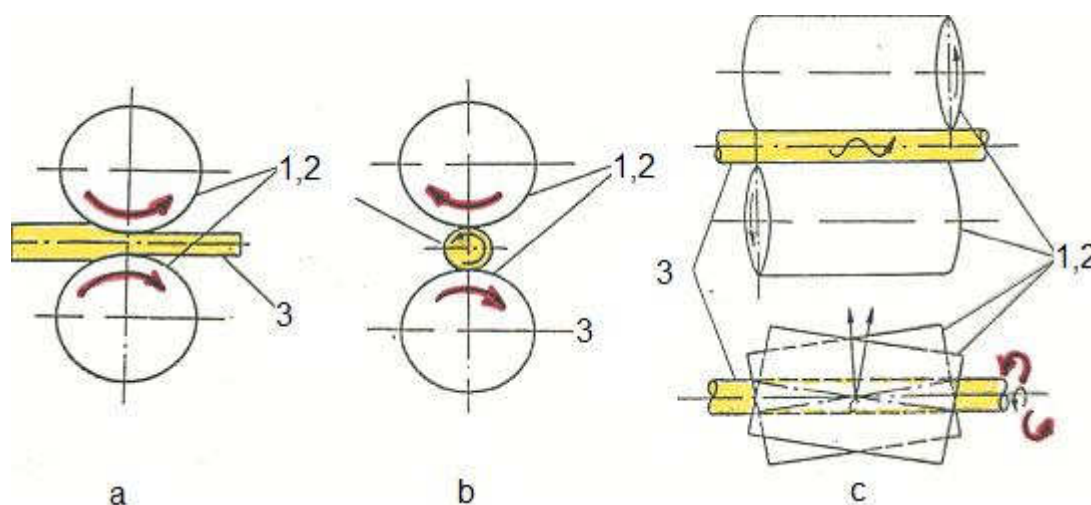
Obr. 13 Technologie výroby trubek protlačováním [5]

2.3 VÁLCOVÁNÍ [2], [7]

Je kontinuální proces, který probíhá za podmínek působení všestranného tlaku, při kterém se tvářený materiál deformuje mezi otáčejícími se pracovními válci. Materiál, který se mezi válci deformuje, snižuje svoji výšku, prodlužuje se a současně rozšiřuje. Vstupní rozměr polotovaru je větší než mezera mezi pracovními válci. Válcování se ve většině případů provádí za tepla, ale lze samozřejmě i za studena. Výsledkem procesu je vývalek. Tento proces tváření lze rozdělit na podélné, příčné a kosé válcování. Na obr. 14 vidíme příklady válcovaných trubek. Dále potom na obr. 15 princip válcování.



Obr. 14 Válcované trubky [8]



Obr. 15 Válcování [7]

a) – podélné, b) – příčné, c) – kosé; 1,2 – pracovní válce, 3 - materiál

2.3.1 Výroba polotovarů válcováním

Válcováním lze zhotovit základní typy polotovarů. K základním patří profily, plechy, dráty, trubky. Využívá se pro:

1.válcování plechů

Jde o válcování plechů ve válcovacích stolnicích s hladkými válci plochých předvالكů. Abychom dosáhli potřebné šířky plechu, musíme nejprve válcovat napříč. Potom plech otočíme o 90 stupňů a válcujeme podélně. Díky tomu dosáhneme rovnoměrnějších vlastností materiálu a stejnoměrné tloušťky.

2.válcování drátů

Pro válcování drátu používáme speciální válcovací tratě, které jsou nepřetržité.

3.válcování profilů

Válcují se na profilovacích stolnicích profily různých tvarů a rozměrů. Materiál prochází různými kalibry a poslední kalibr má požadovaný tvar profilu. Obvykle válcujeme tyče, které mají profily U, I, L, kolejnice, ale také tyče kruhové, šestihorné, atd. Některé příklady profilů jsou znázorněny na obr. 16.



Obr. 16 Typy profilů a válcovaných tyčí [8]

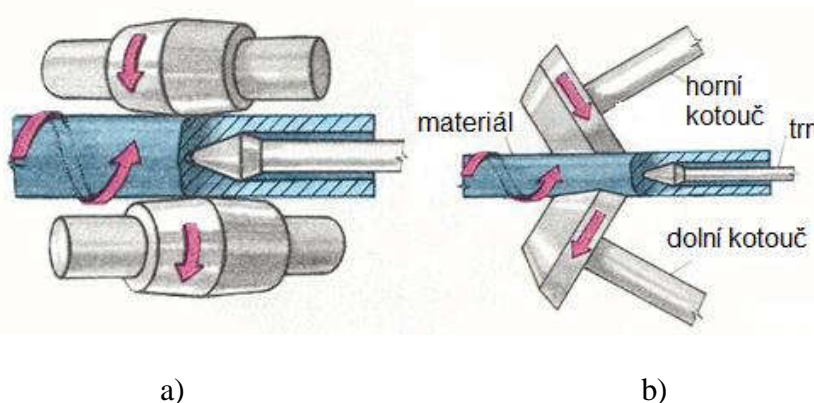
V pořadí zleva doprava to jsou tyče šestihránné, čtvercové, kruhové a kolejnicový profil.

4. válcování trubek

bezešvé trubky vyrábíme především válcováním a tak rozeznáváme několik způsobů výroby:

- Mannesmanův (válcování na tratích s poutnickými stolicemi)
- Stiefelův (podélným, příčným a podélným kalibračním válcováním)
- Asselův (válcování na tratích s příčnými válci)
- Spojité válcování trubek

Některé příklady jsou znázorněny na obrázku 17.



Obr. 17 Princip kosého válcování trubek [7]

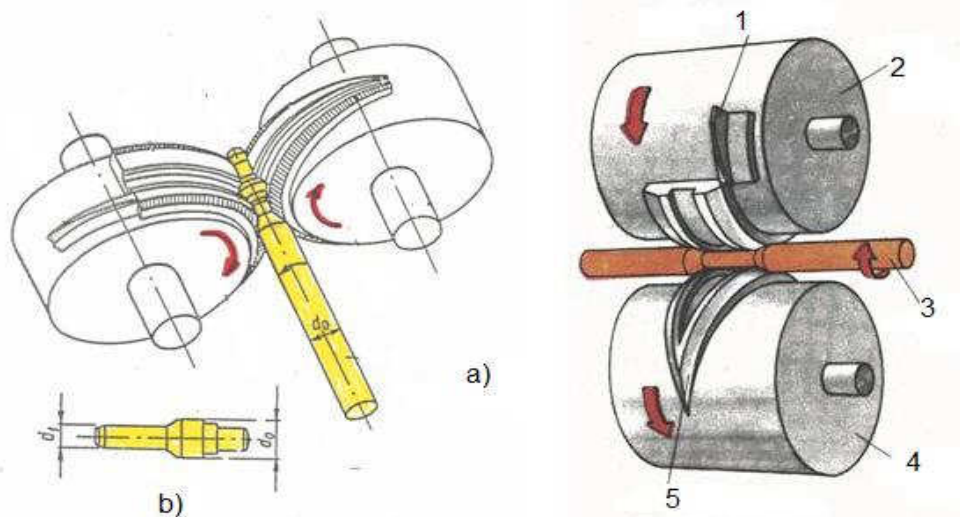
a) Mannesmanův způsob, b) Stiefelův způsob

5. válcování kotoučů a kroužků

Vyrábějí se na speciálních válcovacích jednoúčelových strojích. Provádí se to dvojicemi kruhových nebo kuželových válců. Konečný tvar výrobku získáme díky tomu, že tvar válců je profilován dle požadavku.

2.3.2 Speciální způsoby válcování

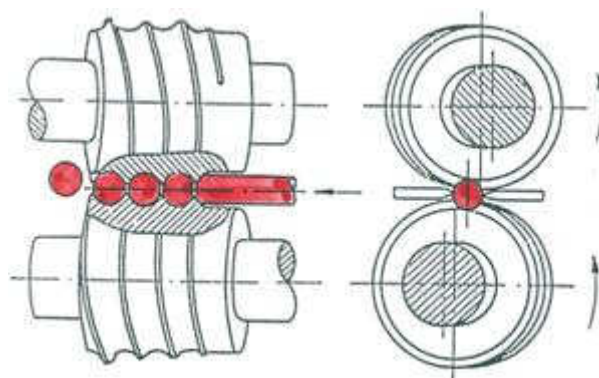
a) Příčné klínové válcování – používá se pro výrobu předkovek, vývalků a také pro výrobu rotačních polotovarů v konečné kvalitě. Parametry vývalku jsou: maximální průměr 40mm, délka 320mm, výkon je 10 – 20 kusů za minutu. Tímto způsobem vyrábíme například osy šlapek jízdních kol. Obr.18 ukazuje princip válcování vývalku a samotný hotový vývalek.



Obr. 18 Příčné klínové válcování [7]

a) – princip, b) - vývalek, 1 – ostřihovací nůž, 2 – válec, 3 – materiál, 4 – válec, 5 – tvářecí segmenty

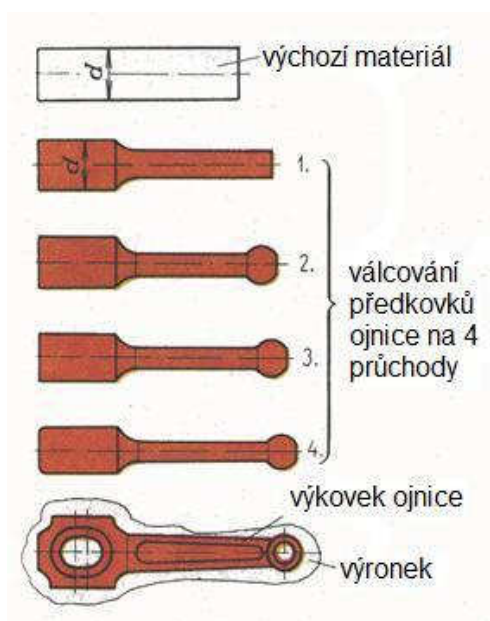
b) válcování kuličkových polotovarů – pro válcování kuličkových polotovarů používáme šroubovicový profil z tyče. Získáme kuličkové předvalky, které jsou dále určeny pro výrobu kuliček do kuličkových ložisek. K utržení kuličky dojde na konci válce v jeho posledním profilu. Princip kuličkového válcování je znázorněn na obr. 19.



Obr. 19 Válcování kuličkových polotovaru [7]

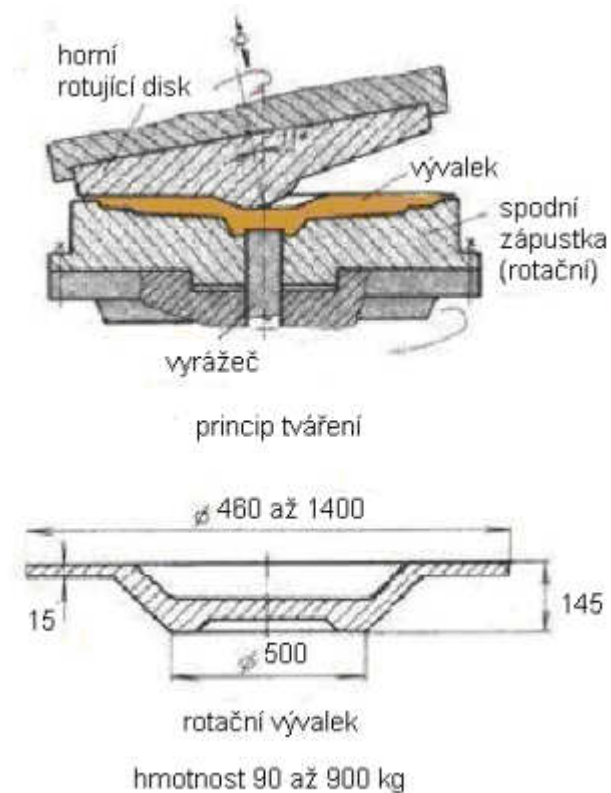
c) válcování závitů – máme závitů tvářené a závitů obráběné. U závitů tvářených za studena dochází ke zlepšení mechanických vlastností. Mají vyšší únosnost, než závitů obráběné. Závitů můžeme válcovat jedním až třemi kotouči. Stoupání závitů nám zajistí nástroj, který se při odvalování postupně zatlačuje do polotovaru.

d) válcování na kovacíh válcích – kovací válce jsou při výrobě předkovek až 5 krát rychlejší než na bucharech. U tohoto způsobu válcování dochází k vysokému stupni tvářeného materiálu. Na obrázku č. 20 je znázorněn postup a princip kování na kovacíh válcích.



Obr. 20 Postup a princip kování na kovacíh válcích [7]

e) válcování metodou SLICK-MILL – dalo by se říct, že se jedná o kombinaci hydraulického lisu s válcováním. Horní rotující disk působí tlakem na spodní rotační zápustku, která je vyplněna tvářeným kovem. Vývalek rotačního tvaru (obvykle velkého průměru) bývá hotový za 60 až 80 sekund.



Obr. 21 Tváření pomocí metody Slick-Mill [7]

2.4 TAŽENÍ DRÁTŮ A PROFILŮ [7]

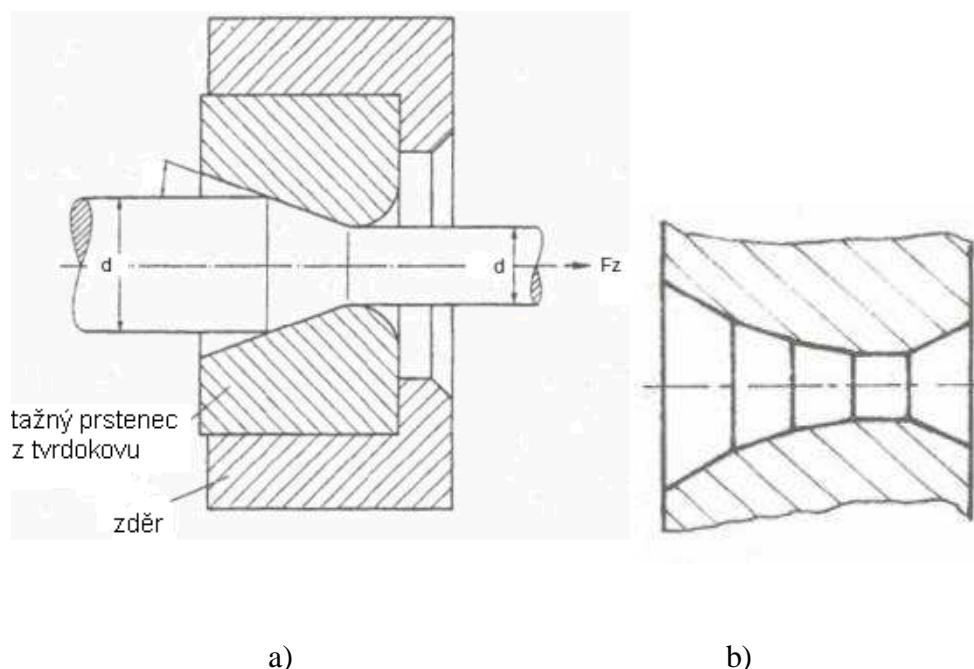
Tažení je protahování polotovaru otvorem průvlastku, při kterém se zmenšuje příčný průřez a zvětšuje délka, což je patrné z obr. 14. Zlepšují se mechanické vlastnosti, jakost povrchu a dosahuje se přesných rozměrů a tvarů. Nástroj pro tuto technologii je nepohyblivý. Dojde-li k vyčerpání plasticity musíme provést mezioperační žíhání.

Důležitou podmínkou je mazání, které nám slouží ke snížení vnitřního pnutí. Mazivo nám musí oddělovat polotovar a průvlastek, odvádět teplo a zajišťovat hladký povrch. Výchozím materiálem bývají především tyče válcované za tepla.

Tažení se používá pro výrobu drátů, tyčí a nepravidelných tvarů a průřezů. Můžeme táhnout dutá i plná tělesa, za mokra i sucha s povrchovou nebo bez povrchové úpravy. Tvářecí proces se provádí za studena a to ve více stupních. Možné přetvoření je omezeno pevností daného materiálu. Materiál se při této operaci prodlouží ve směru tažení, tedy průřez se zmenší, jestliže chceme zachovat objem. V kuželové části průvlastku vzniká radiální tlak. Tahové a tlakové síly vykonávají potřebnou deformační práci, třecí síly působí proti směru tažení a ohřívají materiál.

Stroje k tažení jsou tažné stolice, které se dělí na stolice s přímočarým pohybem a s navijákem. Nástroje u tažení jsou průvlastky a kalibry, které se nepohybují a jsou namáhané na otěr.

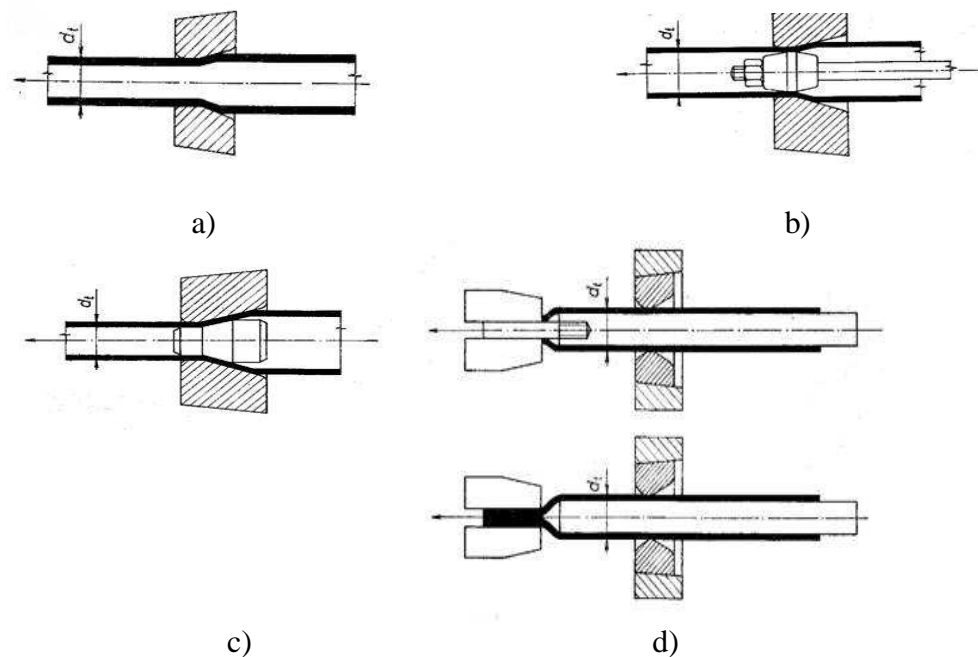
Na obr. 22 b) je schéma tažného kužele v technologickém uspořádání. Průvlastek je sestaven z několika kuželů o různých vrcholových úhlech. Každý kužel plní nějakou funkci. Postup zleva je následující: vstupní kužel, mazací, tažný, kalibrační a výstupní.



Obr. 22 a) Schéma tažnice a uspořádání průvlastku [7]
22 b) Schéma tažného kužele [7]

Tažení trubek:

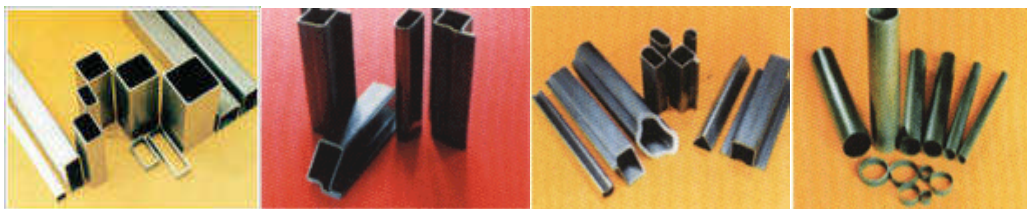
Existuje několik způsobu tažení trubek. Mezi základní způsoby se řadí průvlečné tažení, tažení na uchyceném trnu, tažení na volném trnu, tažení na tyči a profily nepravidelných tvarů. Některé způsoby můžeme vidět na obr. 23.



Obr. 23 Způsoby tažení trubek [7]

a) Průvlečné tažení, b) Tažení na uchyceném trnu, c) Tažení na volném trnu, d) Tažení na tyči

- Profily nepravidelných tvarů se táhnou pomocí vícedílných průvleků sestavených v upevňovacím rámu a mají mnohem přesnější rozměry, než profily válcované. Obrázek č. 24 znázorňuje čtvercové, kruhové a zvláštní tvary profilů.



obr. 24 Některé tvary profilů [9]

3 MATERIÁLY PRO OBJEMOVÉ TVÁŘENÍ ZA STUDENA

Jako materiály pro objemové tváření za studena můžeme použít všechny druhy neželezných kovů a ocelí. V praxi jsou omezeny různými potřebnými protlačovacími silami, příslušným tvářecím strojem a zatěžujícím pracovním nástrojem. Materiály jsou dále omezeny svými chemickými i mechanickými vlastnostmi.

Neželezné kovy mají v čisté formě velmi dobré plastické deformace. Obvykle je při tváření neželezných kovů, které mají vyšší stupeň deformace nutno použít rekrytalizační žhání. Slitiny značně zpevňují, mají nižší tvárnost. Slitiny hliníku s mědí a hořčíkem mají díky obsahu legur vyšší pevnost. Velmi často pro svou značnou plasticitu používáme čistý hliník. Z bronzů můžeme tvářet např. bronz cínový a hliníkový. Mosaz je vhodná pro tváření jen pokud obsahuje alespoň 63 % mědi. Čistá měď oproti slitinám nevyžaduje mazání.

Oceli pro objemové tváření za studena jsou nevhodnější ve stavu žháném na měkko. Struktura materiálu je feriticko-perlitická a velikost zrna je 5 až 8. Nevhodnější struktury dosáhneme normalizačním žháním. Měly by mít nízkou mez kluzu, malý sklon ke zpevnění a dostatečnou tvárnost. Tvárnost oceli za studena lze vhodně určit pýchovacími zkouškami, které kladou na materiál největší požadavky. Oceli pro objemové tváření můžeme rozdělit na oceli s malým, středním a velkým deformačním odporem. Pokud chceme vyrábět velké množství součástí je vhodné použít nízkouhlíkových a nízkolegovaných ocelí. V následující tabulce můžeme vidět základní rozdělení ocelí pro součásti vyráběné objemovým tvářením. [1], [11].

Oceli podle ČSN		Chemické složení										Pevnost ve vyžháném stavu [kp/mm ²]
		C	Mn	Si	Cr	V	Ni	Cu	P	S	P-S	
A	a	11 341	0,10						0,05	0,05		34 ÷ 42 42 ÷ 50 52 ÷ 64
		11 426	0,15						0,05	0,05		
	a	11 523	0,20	1,50	0,55				0,05	0,05		
B		12 013	0,07	0,30	stopy				0,03	0,03	0,05	40 34 40 40 40 45 ÷ 60 55
		12 010	0,13	0,60	0,35				0,04	0,04	0,07	
		12 020	0,20	0,90	0,35				0,04	0,04	0,07	
		12 024	0,25	0,65	0,37	0,30	0,30		0,05	0,05	0,09	
		12 031	0,35	0,80	0,37	0,30	0,30		0,045	0,045		
	a	12 040	0,40	0,80	0,35				0,04	0,04	0,07	
	a	12 050	0,50	0,80	0,35				0,04	0,04	0,07	
C	a	13 240	0,40	1,40	1,40				0,04	0,04	0,07	75 60 70 70 80 70 80 60
		14 120	0,18	0,60	0,35	0,90			0,04	0,04	0,07	
		14 220	0,19	1,40	0,35	1,10			0,04	0,04	0,07	
		14 221	0,22	1,30	0,35	1,30			0,04	0,04	0,07	
	a	14 331	0,35	1,10	1,20	1,10	0,40	0,25	0,035	0,035		
		15 230	0,34	0,80	0,40	2,50	0,20		0,04	0,04	0,07	
		15 260	0,55	1,00	0,40	1,20	0,20		0,04	0,04	0,07	
	a	16 220	0,19	1,00	0,25	1,20	0,15	1,60	0,04	0,04	0,07	

A – oceli běžné výroby, B – uhlíkové ušlechtilé oceli, C – ušlechtilé nízkolegované oceli, a – oceli vhodné pro pýchování (výroba šroubu)

Tab. 1. Základní druhy ocelí používané k objemovému tváření za studena [1]

4 OBJEMOVÉ TVÁŘENÍ V DNEŠNÍ DOBĚ

Za posledních několik let se technologie objemového tváření za studena výrazně nezměnila. Stále se užívají procesy technologie tváření, jako jsou např. pěchování, válcování, protlačování atd. Zlepšení výroby je hlavně v mechanizovaných a automatizovaných strojích, které se neustále zdokonalují a vyrábějí kvalitnější součásti. Existuje několik firem jak českých tak zahraničních, které se zabývají objemovým tvářením za studena. Firmy se snaží co nejvíce zdokonalit svoji výrobu a nemít ve svém oboru žádnou konkurenci. Jako příklady bych chtěla uvést několik firem, které se touto technologií zabývají, jaké mají postavení na trhu jejich výrobky a jaké technologie nejčastěji využívají.

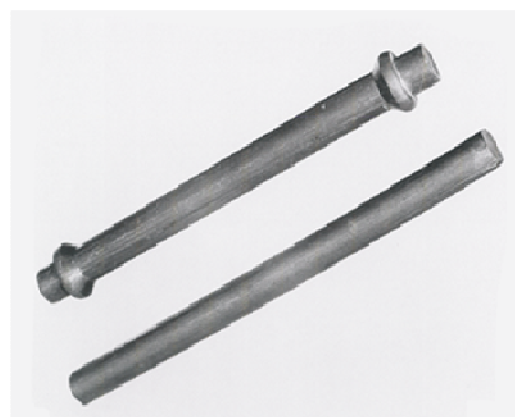
4.1 PŘEHLED FIREM ZABÝVAJÍCÍ SE TECHNOLOGIÍ OBJEMOVÉHO TVÁŘENÍ

Je mnoho podniků a firem, které se zabývají technologií tváření. Ne pro všechny je dominantou objemové tváření za studena. Najdou se, ale i takové pro něž, je právě technologie objemového tváření dominantní. Uvedeme některé firmy, u nichž je právě tato technologie tváření za studena využita.

Firma Pavla Jedovnického, která zahájila svoji činnost v roce 1992 na základě třicetiletých zkušeností jednoho zakladatele, v oblasti vývoje, výzkumu a realizace objemového tváření za studena. V roce 1999 došlo k rozšíření firmy a vznikla společnost **J-VST, s.r.o.**[12], která se zabývala především válcováním závitů a jejich třískové opracování. Dále firma rozšířila výrobu o nové součástky určené především pro zámkové třmeny určené pro automobily škoda a VW, náhradních šroubů kol automobilů LIAZ, TATRA (příklad vidíme na obr. 25, 26). Společnost dodává své součásti domácím i zahraničním odběratelům a v technologii objemového tváření za studena se neustále rozšiřuje.



Obr. 25 Šroub kola [12]



Obr. 26 Třmen nájezdu zámku kapoty [12]

Společnost **Metaldyne Oslavany, s. r. o.** [10] je společnost jejíž hlavní činnosti je objemové tváření kovů za studena, jde především o lisování výrobků rotačního tvaru (ozub.pouzdra, tlumiče, tlakové láhve, částí náprav). Součásti vyrobené v této společnosti jsou dále uplatněny v automobilovém průmyslu, u dopravních a transportních strojů a mechanismů, atd.

Společnost **LAGUS s. r. o.** [13], byla založena v roce 1998, zavedla strojírenskou výrobu a asi po dvou letech začala získávat své první zakázky pro automobilový průmysl. Zabývá se různými technologiemi, ale především objemovým tvářením za studena. Tímto způsobem vyrábí řadu součástí pro automobilový průmysl. Na obr. 27 jsou uvedené některé typy.



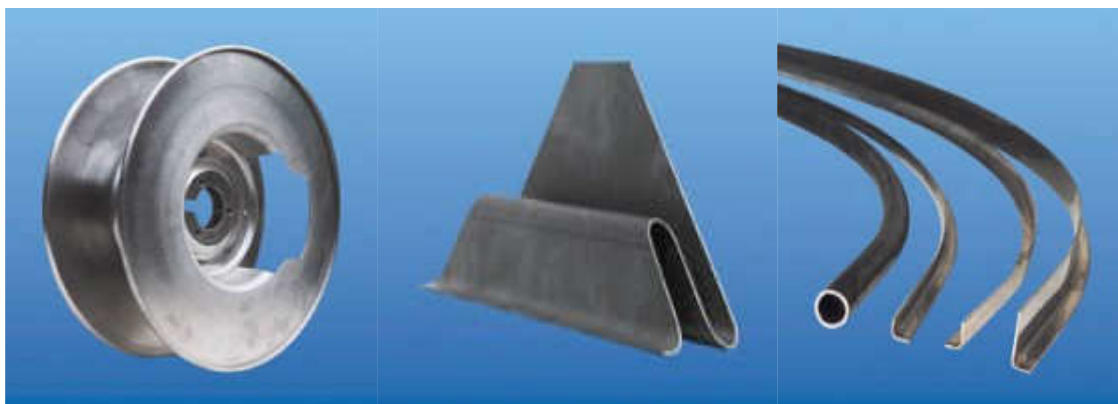
Obr. 27 Typy součástí pro automobilový průmysl [13]

LIMID Mohelno s. r. o. [14], firma založena v roce 1995 se zabývá objemovým tvářením kovů za studena. Využívá technologii **SCHMID**, která nám umožňuje zhotovit vylisek v přesných tolerancích (0,2 – 0,05 mm). Uplatňuje se v automobilovém, nábytkářském a zbrojním průmyslu. Výhodou této technologie je úspora materiálu, vysoká hladkost povrchu, zpevnění součástí, atd. Na obr. 28 můžeme vidět ukázky vylisku, zleva to jsou: pastorek startéru, pól statoru, článek řetězu, víčko a poslední dva obrázky opět póly statoru.



Obr. 28 Vylisky metodou SCHMID [14]

UNIT PLUS s. r. o. [4] je společnost, která se zabývá různými technologiemi. My jsme se zaměřili na výrobu nestandardně tvářených dílů za studena. Firma k tváření využívá následující technologie: rotační tváření, ohýbání, lisování, atd. Tato společnost má velkou výhodu v tom, že dokáže navrhnout a vyrobit nástroje pro dosažení požadovaného výsledku, tím jsou dodávky atypických tvarů. Některé atypické tvary jsou znázorněné na obr. 29.



Obr. 29 atypické tvary součástí [4]

Pab s. r. o. [15] je společnost, u které je hlavním cílem prodej, montáž a servis hnacích řemenů, plastových řemenů, kluzných plastů a normovaných strojních dílů. Nás nejvíce zaujala výroba trapézových šroubů, u kterých je výroba využita válcováním. Jedná se tedy o objemové tváření za studena. Jde vlastně o způsob výroby, kdy se na povrchu tyče přeskupuje materiál a tak nedochází k porušení vláken materiálu. Díky tomu má závit vyšší pevnost. Válcovaný závit od řezaného poznáme díky drážce na jeho vnějším průměru (vrcholu). Jako materiál pro válcovaný trapézový šroub používáme cementační ocel (12 020). Některé typy trapézových šroubu vidíme na obr. 30.



Obr. 30 Typy trapézových šroubů [15]

Společnost **OLZA, s. r. o.** [16] je zaměřena na automobilový průmysl, snaží se co nejvíce proniknout k zákazníkovi a splnit veškeré jeho požadavky. Firma nabízí komplexní služby v oblasti tváření za studena a výrobě speciálních nástrojů pro lisování plechu a objemové tváření hliníku. Z hliníku objemovým tvářením za studena technologií protlačování vyrábějí koncovky tlakových hadic pro klimatizační techniku, těles akumulátorů či kondenzátorů. Na obr. 31 vidíme ukázky koncovek.



Obr. 31 Ukázky koncovek [16]

ZÁVĚR

Vzhledem k velkému množství technologií objemového tváření, je předložená práce zaměřena jen na objemové tváření za studena. V práci jsou uvedeny základní tvářecí operace objemového tváření jako protlačování, pýchování, válcování, atd. Technologie objemového tváření je známá již odnedávna a stále má ve výrobě různých součástí své nezastupitelné místo. V dnešní době existuje velké množství strojírenských podniků, které se těmito technologiemi zabývají, a ne zřídka je výroba dílců objemovým tvářením jejich prioritní výrobou.

Na základě prozkoumání oblasti současného objemového tváření bylo zjištěno, že dominantní postavení na trhu mají především spojovací součásti (šrouby, matice, nýty,..), ale také různé polotovary jako profily, tyče, apod. Největší uplatnění mají dané součásti a polotovary především ve stavebním, automobilovém a lodním průmyslu. Podniky, které se výrobou zabývají, se snaží, aby jejich výrobky byly co nejlepší, splňovaly určité normy a tím měly nezastupitelné místo na trhu. V dnešní době prorazit na trh není zcela jednoduché, díky velké konkurenci a proto většina firem disponuje různými certifikáty a patenty.

Seznam použitých zdrojů

- [1] BABOR, K., CVILINEK, A., FIALA, J. *Objemové tváření ocelí*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury SNTL, 1967. 332 s. DT 621.77
- [2] DVOŘÁK, M., GAJDOŠ, F., NOVOTNÝ K. *Technologie tváření – plošné a objemové tváření* 2.vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2007. 169 s. ISBN 978-80-214-3425-7
- [3] DVOŘÁK, M., MAREČKOVÁ, M. *Technologie tváření*. [online]. Studijní opory pro kombinované studium I. stupeň, 2. ročník. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2006. Dostupné na World Wide Web: http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/technologie_tvareni/index.htm
- [4] *Dodávky atypických výrobků tvářených za studena*. [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.unitplus.cz/>
- [5] FOREJT, M. *Teorie tváření a nástroje*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství VUT, 1991. 179 s. ISBN 80-214-0294-6
- [6] HRUBÝ, J. *Materiály pro tváření a tvářecí nástroje*. [online]. Internetová podpora. Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava. Dostupné na World Wide Web: http://www.345.vsb.cz/jirihruby/KTN/02_Materialy.pdf
- [7] LENFELD, P. *Technologie II*. [online]. Internetová podpora výuky technologie tváření kovů a plastů. Technická univerzita v Liberci. Katedra strojírenské technologie, oddělení tváření kovů a plastů. Dostupné na World Wide Web: http://www.ksp.vslib.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/index.htm
- [8] *Obrázky profilů a válcovaných tyčí*. [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.trz.cz/vyrd/C2D48A3BC631C9FBC1257077003A707E>
- [9] *Obrázky profilů*. [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.obrazky.cz/?q=ta%C5%BEen%C3%A9%20profily>
- [10] *On-line databáze firem*. [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.hbi.cz/>
- [11] PETRUŽELKA, J. *Úvod do tváření I*. [online]. Internetová podpora. Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava. Dostupné na World Wide Web: http://www.345.vsb.cz/jiripetruzelka/Texty/Uvod_TV1.pdf
- [12] *Společnost J-VST s.r.o.* . [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.j-vst.wz.cz/>

- [13] *Společnost LAGUS s.r.o.* . [online]. Dostupné na World Wide Web:
<http://www.lagus.cz/>
- [14] *Společnost LIMID MOHELNO s.r.o.* . [online]. Dostupné na World Wide Web:
<http://www.lisovani-kovu.cz/>
- [15] *Společnost PAB s.r.o.* . [online]. Dostupné na World Wide Web:
<http://www.pab.cz/srouby.htm>
- [16] *Společnost OLZA s.r.o.* . [online]. Dostupné na World Wide Web:
<http://www.eolza.cz/index.php?site=technologie&subsite=auto>

Seznam použitých zkratek a symbolů

Označení	Legenda	Jednotka
L	Délka	[mm]
d	Průměr	[mm]