

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní
Obor 23-07-08

Strojírenská technologie

Zaměření

Tváření kovů a plastických hmot

Katedra tváření a plastů

NÁVRH VÝROBY NÁBOJE OBĚŽNÝCH KOL TVÁŘENÍM ZA STUDENA

Pavel Cerman

KPT - 322

Vedoucí diplomové práce : Ing. Zdeněk Buchar
VŠST Liberec

Konzultant : Ing. Jiří Bolech
LVZ Liberec

Rozsah práce a příloh

Počet stran : 65
Počet příloh : 3
Počet obrázků : 13
Počet tabulek : 8
Počet výkresů : 4

Datum: 4. 5. 1988

Vysoká škola: strojná a textilní Fakulta: strojná
Katedra: tváření a plastů Školní rok: 1987/88

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMELECKÉHO DÍLA, UMELECKÉHO VÝKONU)

pro Pavla Cermana
obor 23 07 - 8 Strojírenská technologie

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Návrh výroby náboje oběžných kol tvářením zastudena.

Zásady pro vypracování:

- 1) Technicko-ekonomické zhodnocení výroby náboje třískovým obráběním.
- 2) Provést návrh technologie výroby nábojů metodou objemového tváření zastudena.
- 3) Provést technicko-ekonomické zhodnocení navržené technologie a srovnání se stávajícími technologiemi.
- 4) Vytypování vhodného lisu pro realizaci navržené technologie v LVZ Liberec.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÁ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

V 243 / 885
Tiskárna J. J. J. J. J.
- 100 000 -

Rozsah grafických prací: 40 - 50 stran

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury: Feldman: Pretlačování oceli. SNTL

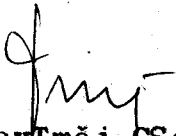
Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeněk Buchar

Konzultant: Ing. Jiří Bolech, LVZ Liberec


Datum zadání diplomové práce: 11. 9. 1987

Termín odevzdání diplomové práce: 10. 5. 1988




Doc. Ing. Jaroslav Tměj, CSc

Vedoucí katedry


Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc

Děkan

v Liberci dne 12. 9. 1987

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

Paul... J...

V Liberci, dne 4. 5. 1988

O B S A H :

	str.
1.0. PŘEHLED POUŽITÝCH ZNAČEK a JEJICH VYSVĚTLENÍ..	6
2.0. POLITICKO - EKONOMICKÝ VÝZNAM ZADÁNÍ.....	8
3.0. VÍCEOPERAČNÍ OBJEMOVÉ TVÁŘENÍ STROJNÍCH SOUČÁSTÍ V ČSSR	9
3.1. Rozvoj technologie víceoperačního objemového tváření strojních součástí v ČSSR	9
3.2. Možnosti využití technologie víceoperačního objemového tváření součástí v ČSSR	10
3.3. Záměry dalšího vývoje a realizace technologie víceoperačního tváření strojních součástí	11
4.0. OBECNĚ POROVNÁNÍ TECHNOLOGIE PROTLAČOVÁNÍ S JINÝMI VÝROBNÍMI ZPŮSOBY	12
4.1. Jakost povrchu při objemovém tváření	15
4.2. Rozměrová přesnost	15
4.3. Tvarová dosažitelnost	16
5.0. ROZBOR STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE VÝROBY	18
6.0. NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE VÝROBY NÁBOJŮ	19
6.1. Rozbor předpokladů pro návrh nové technologie protlačování	19
6.2. Návrh výroby náboje typu ZHA protlačováním	22
6.2.1. Návrh materiálu pro náboj typu ZHA	22
6.2.2. Dělení vstupního materiálu	23
6.2.3. Povrchová úprava polotovaru u náboje typu ZHA .	23
6.2.4. Operace tváření náboje typu ZHA	26

6.2.4.1.	Výpočet stupňů deformace	26
6.2.4.2.	Výpočet rozměrů polotovarů a tvářecích sil pro jednotlivé operace tváření nábojů typu ZHA	28
6.2.5.	Dokončovací operace u náboje typu ZHA	36
6.3.	Návrh výroby náboje typu SNE protlačováním..	37
6.3.1.	Návrh materiálu pro náboje typu SNE	37
6.3.2.	Dělení vstupního materiálu	38
6.3.3.	Povrchová úprava polotovaru u náboje typu SNE	38
6.3.4.	Operace tváření náboje typu SNE	39
6.3.5.	Dokončovací operace u náboje typu SNE	45
6.4.	Volba lisu	45
7.0.	NÁVRH NÁSTROJE PRO TECHNOLOGII PROTlačOVÁNÍ.	47
7.1.	Stanovení průměru průtlačnice	47
7.2.	Pevnostní kontrola průtlačnice	47
7.2.1.	Základní vztahy pro výpočet napětí	47
7.2.2.	Výpočet tečných napětí G_t a radiálních napětí G_r	49
7.2.3.	Výpočet redukováných napětí a míry bezpečnosti	51
7.3.	Pevnostní kontrola průtlačníku	51
8.0.	EKONOMICKÝ ROZBOR STÁVAJÍCÍ A NOVÉ TECHNOLOGIE	53
8.1.	Potřebné hodnoty pro ekonomický rozbor	53
8.2.	Určení přímých mzdových nákladů a nepřímých nákladů	54

	str.
8.3. Určení vlastních nákladů a doby úhrady	57
8.4. Diskuse k ekonomickému rozboru.....	58
9.0. ZÁVĚR	61
10.0. SEZNAM LITERATURY	63
11.0. SEZNAM PŘÍLOH	65

1.0. PŘEHLED POUŽITÝCH SYMBOLŮ A JEJICH VYSVĚTLENÍ

Značka	Veličina	Jednotka
ϵ	stupně deformace	%
$\bar{\epsilon}$	výsledný celkový stupeň deformace	%
ϵ'	opravený stupeň deformace pro 4. operaci	%
F_0	průřez materiálu před protlačováním	mm ²
F_1	průřez materiálu po protlačování	mm ²
V	objem materiálu	mm ³
D_1	průměr špalíku	mm
L_1	délka špalíku	mm
D_2, d_2, L_2	rozměry polotovaru po 2. operaci	mm
D_3, d_3, L_3	rozměry polotovaru po 3. operaci	mm
D_4, d_4, L_4	rozměry polotovaru po 4. operaci	mm
d_4'	změněný průměr polotovaru	mm
$F_s \max$	maximálně střižná síla	kN
R_m	mez pevnosti materiálu	MPa
$F_{2,3,4,5}$	tvářecí síly pro jednotlivé operace	kN
$J_{2,3,4}$	logaritmické stupně přetvoření	l
$\sigma_{f2,3,4}$	přetvárné odpory	MPa
$K_{p2,3,4}$	deformační odpory	MPa
μ	součinitel tření	l
k_1	součinitel charakteru deformace	l
k_2	součinitel nerovnoměrnosti napětí	l
S_0	průřez průtlačnice	mm ²
S_1	průřez průtlačníku	mm ²
G_{fs}	střední přetvárný odpor	MPa
$\bar{\alpha}$	úhel průtlačnice	Rad
h_B	aktivní výška polotovaru při protlačování	mm
a	měrná přetvárná práce	J.mm ⁻³
J_c	výsledné logaritmické přetvoření	l
d_1	vnitřní průměr průtlačnice	mm
d_2	vnější průměr průtlačnice	mm

Značka	Veličina	Jednotka
d_3	vnější průměr objímky	mm
Δd_2	přesah mezi průtlačnicí a objímkou	mm
G_t	tečné napětí	MPa
G_r	radiální napětí	MPa
$P_0 \text{ max}$	max. tlak na čele průtlačníku	MPa
$P_1 \text{ max}$	max. radiální tlak na průtlačnici	MPa
P_2	kontaktní tlak	MPa
E	modul pružnosti v tahu	MPa
$r_{1,2}$	poloměry průtlačnice	mm
r_3	vnější poloměr objímky	mm
G_t $\varphi=r_1, r_2$	tečná napětí na poloměrech r_1, r_2	MPa
G_r $\varphi=r_1, r_2$	radiální napětí na poloměrech r_1, r_2	MPa
G_{red}	redukované napětí	MPa
$G_{1' 2' 3}$	hlavní napětí	MPa
$G_{red} r_1, r_2$	redukovaná napětí na poloměrech r_1, r_2	MPa
$G_E \text{ max}$	max. napětí na mezi pružnosti	MPa
G_{kt}	napětí na mezi kluzu	MPa
k	míra bezpečnosti	1
G_{Dd}	dovolené napětí v tlaku	MPa
Q_1	roční objem výroby nábojů typu ZHA	ks
Q_2	roční objem výroby nábojů typu SNE	ks
N_{pmat}	přímé materiálové náklady	Kčs
N_{pmz}	přímé mzdové náklady	Kčs
N_n	nepřímé náklady	Kčs
N_v	vlastní náklady	Kčs
N_r	rozdíl vlastních nákladů stávající a nové technologie	Kčs
N_{r_1}	rozdíl vlastních nákladů na plán 1 roku u náboje typu ZHA	Kčs
N_{r_2}	rozdíl vlastních nákladů na plán 1 roku u náboje typu SNE	Kčs
T_u	doba úhrady	rok

2.0. POLITICKO - EKONOMICKÝ VÝZNAM ZADÁNÍ

V našem národním hospodářství vstoupily jednotlivé VHJ do závažného období ekonomické a hospodářské přestavby. Rozpracované zásady a nové přístupy dostávají konkrétní podobu v jednotlivých odvětvích, oborech a organizačních jednotkách.

Zvlášť významná a vysoce náročná úloha připadá v 8. 5LP strojírenství. Další jeho rozvoj navazuje na zabezpečení zvyšování efektivnosti a kvality výrobků a urychlené uplatňování vědecko-technického rozvoje.

Hlavní zdroje ekonomického rozvoje pro budoucí období jsou v intenzivních faktorech, především pak v praktickém využívání výsledků vědy a techniky v běžných výrobních provozech. Intenzivní efekt vědy, techniky a technologie se může prosadit pouze přes strukturální změny ve výrobě a to jak ve struktuře výrobků, tak ve struktuře technologie a výrobních operací.

Vliv vědy a techniky na podstatně vyšší stupeň zhodnocování materiálů, surovin, paliv, energie, lidské práce i výrobního zařízení se neomezuje jen na převratnou moderní technologii, ale i na běžné výrobní postupy a technologii.

Z tohoto pohledu se snaží i Liberecké vzduchotechnické závody, Liberec hledat produktivnější a ekonomicky efektivnější výrobní postupy. Proto se uvažuje o možnosti změny výroby ocelových, resp. hliníkových nábojů typu ZHA, resp. SNE metodou objemového tváření, za stávající technologii třískového obrábění. Tato diplomová práce má hodnotit možnosti realizace této změny a zčásti i přiblížit tuto novou technologii LVZ, která zde není zatím zavedena. Tím by i napomohla její realizaci při možné změně dalších výrobních technologií u jiných součástí, protože se jedná o velice hospodárnou a produktivní technologii. Její realizace je však omezena poměrně vysokými investičními ná-

klady technického zařízení / fosfátová zařízení, vhodné lisy /, které mohou být vyváženy jen poměrně vysokou sériovostí výroby.

3.0. VÍCEOPERAČNÍ OBJEMOVÉ TVÁŘENÍ STROJNÍCH SOUČÁSTÍ V ČSSR

3.1. Rozvoj technologie víceoperačního objemového tváření strojních součástí v ČSSR

Mezi nejproduktivnější výrobní způsoby strojních součástí bezesporu patří technologie objemového tváření za studena. Tato technologie, která se v posledních letech dostává na jedno z čelních míst ve světové strojírenské výrobě, je známá svou vysokou produktivitou, maximálním využitím zpracovávaného materiálu při minimálních výrobních nákladech. K těmto přednostem, proti tradiční výrobě obráběním, přistupuje značná úspora pracovních sil, výrobních ploch, strojního parku, při kvalitativně lepších výrobních výsledků.

Přestože nám technologie objemového tváření za studena nabízí celou řadu výhod, např. oproti obrábění, není přesto v našich strojírenských podnicích využívána v takovém měřítku, jak by bylo žádoucí. Příčinu této skutečnosti je třeba hledat jednak ve vlastní technologii, v náročných podmínkách její zdárnou realizaci, jednak v nedůvěře a konzervativním přístupu některých našich techniků a vedoucích pracovníků v otázce zavádění této technologie do výroby. V nedávné minulosti tuto situaci zhoršovala i ta skutečnost, že většina vyráběných strojů byla určena pro export, takže bylo problematické zajistit potřebné strojní zařízení pro naše závody. Tuto skutečnost se v současnosti například snaží řešit Vítkovice - Ždars k.p., Ždár nad Sázavou tím, že vyvíjí nové hydraulické stavebnicové lisy, které mají být k dispozici v 9. 5LP.

Pokud jde o vlastní technologii tváření, toto vyžaduje odborně kvalifikované technology, konstruktéry tvářecích nástrojů a nástrojáře pro jejich výrobu, materiál vhodný

pro tváření, jeho kvalitní povrchovou úpravu a mazání, vhodná strojní zařízení s kvalifikovanou obsluhou a pod.

Tyto podmínky, s ohledem na konečnou ekonomickou efektivnost výroby, lze zajistit jen ve specializovaných provozech a lisovnách s maximální centralizací výroby vhodných strojních součástí. Souběžně s realizací technologie tváření je nutno řešit otázku dokončovacích operací vylisků, které mohou mít z ekonomického hlediska na tuto výrobu v mnoha případech rozhodující vliv.

V ČSSR se začala rozvíjet technologie výroby strojních součástí objemovým tvářením za studena koncem padesátých a začátkem šedesátých let. Protože tváření strojních dílů má svým charakterem nejbližší k výrobě šroubů a matic, staly se logicky východiskem pro řešení tohoto úkolu šroubářské podniky - n.p. Šroubárna Libčice / součásti šroubového charakteru / a n.p. Šroubárna Ždánice / součásti maticového charakteru /. Poprvé se v praxi začalo využívat postupových automatů TPM 5, TPM 8 a TPM 12 v n.p. Šroubárna Ždánice, původně určených jen pro výrobu matic, pro výrobu strojních dílů od roku 1965. Od tohoto roku jde vývoj výroby strojních součástí technologií objemového tváření za studena, nejen v tomto národním podniku prudce nahoru.

3.2. Možnosti využití technologie víceoperačního objemového tváření strojních součástí v ČSSR

Aby bylo možno posoudit rozsah využitelnosti technologie objemového tváření za studena ve výrobě různých strojních součástí, byl z rozhodnutí strojírenských resortů proveden průzkum součástkové základny v našem strojírenském průmyslu. Výsledek průzkumu potvrdil, že tuto progresivní technologii lze výhodně aplikovat na celou řadu vhodných součástí a proto realizace této technologie v sériové výrobě je více než závažná.

Bylo zjištěno, že technologií víceoperačního objemového tváření lze vyrábět přes 1.700 druhů součástí s roční potřebou 655 mil. součástí.

Z tohoto množství součástí lze 1.280 druhů s roční potřebou 535 mil. kusů o hmotnosti 63.000 tun vyrábět na dvou až čtyř operačních tvářecích automatech československé výroby typu THD, TPM, TPZ. Pro tuto skupinu součástí byla vyřešena technologie tváření za studena pro celou řadu jejich typových představitelů, kterou lze aplikovat na ostatní podobné součásti. Vývoj technologie byl prováděn ve VÚTS Brno, v n.p. Šroubárny Ždánice a n.p. Šroubárny Libčice a v k.p. Zbrojovka Vsetín.

Skutečný stav využití technologie objemového tváření strojních součástí v ČSSR ve srovnání s objemem, který by se dal touto technologií vyrábět, je více než neuspokojivý. Současný objem výroby těchto součástí tvářením za studena činí 10.000 tun oproti potřebným 130.000 tunám součástí zjištěných průzkumem. Na tomto objemu výroby se především podílí podniky: VÚTS - VVZ Čejč, n.p. Šroubárna Ždánice, n.p. Šroubárna Libčice, Obzor Košice, k.p. Zbrojovka Vsetín, n.p. Válcovny Frýdek-Místek a KONEKTA Brno.

3.3. Záměry dalšího vývoje a realizace technologie víceoperačního objemového tváření strojních součástí v ČSSR

Nebereme-li v úvahu vlastní realizaci, je ČSSR bezesporu ve vývoji technologie víceoperačního objemového tváření za studena v rámci socialistických zemí nejdále. Mimo SSSR je také jediným výrobcem např. postupových tvářecích automatů.

Pro zajištění dalšího rozvoje této technologie má ČSSR oproti jiným socialistickým zemím především tyto přednosti:

-ve VÚTS Brno, n.p. Šroubárny Ždánice a n.p. Šroubárny Libčice je vybudována vývojová základna, kde již bylo úspěšně vyvinuto a ověřeno několik set technologií tváření různých strojních součástí a kde se na vývoji této technologie dále pokračuje.

- ve VÚTS Brno a ve vývojové konstrukci k.p. TST Šroubárny závod Brno je vybudována vývojová základna pro řešení tvářecích automatů světové úrovně se špičkovými parametry;
- ve VÚTS Brno, n.p. Šroubárny Ždánice, n.p. Šroubárny Libčice a k.p. Zbrojovka Vsetín byly v průběhu vývoje a ověřování nových technologií získány bohaté zkušenosti v oblasti konstrukce tvářecích nástrojů, použití vhodných konstrukčních nástrojových materiálů, jejich tepelného zpracování a povrchových úprav v oblasti použití vhodných maziv;
- ve VÚTS Brno a k.p. Zbrojovka Vsetín byla provedena řada výzkumných prací, jejichž výsledky tvoří dobrou teoretickou základnu pro širší uplatnění technologie víceoperačního objemového tváření za studena v praxi.

Závěrem této kapitoly je třeba zdůraznit, že technologie objemového tváření za studena pro svoji vysokou efektivnost výroby strojních součástí zaznamenává v posledních letech v celosvětovém měřítku prudký vzestup. Jde především o aplikace na středně velké a větší součásti o hmotnosti až několika kilogramů. Je proto nezbytně nutné, aby i v rámci ČSSR se této technologii i nadále věnovala maximální pozornost a vytvořily se předpoklady pro její urychlenou realizaci v sériové výrobě v maximálním možném rozsahu.

4.0. OBECNÉ POROVNÁNÍ TECHNOLOGIE PROTlačOVÁNÍ S JINÝMI ZPŮSOBY VÝROBY

V porovnání s jinými výrobními metodami probíhá objemové tváření za studena pod rekrytalizační teplotou za působení prostorové napjatosti, která vytváří podmínky pro velké trvalé deformace bez porušení soudržnosti materiálu. Tím jsou dány předpoklady pro maximální využívání hmoty výchozího materiálu.

Přetvořený materiál má vyšší mez skluzu a mez pevnosti, takže lze pro daný účel použít méně hodnotného materiálu tj.

materiál s nižší výchozí pevností. Významné jsou metalurgické vlastnosti výrobků, např. nepřerušovaný průběh vláken, zvýšení meze únavy vylisku následkem zpevnění vyrobeného objemovým tvářením za studena a současně vznik příznivého systému vnitřního pnutí při srovnání s obráběním. Tam, kde lze použít víceoperačního objemového tvářením za studena v nástrojích na mechanických lisech běžné výroby, nebo na speciálních víceoperačních tvářecích automatech bylo umožněno podstatné zkrácení výrobních časů a zkvalitnění výroby.

Porovnáním s jinými výrobními způsoby lze dojít k těmto závěrům:

Obrábění, které vyžaduje největší spotřebu materiálu a dlouhé výrobní časy, je z tohoto důvodu nejčastěji nahrazeno protlačováním. Při výběru součástí je třeba vzít v úvahu, že některé tvary běžně soustružené nelze protlačit vůbec, nebo jen velmi obtížně. Jsou to např. zápichy na povrchu, nebo v dutině, závitů všech druhů / vyjímku tvoří součásti z velmi tvárných materiálů, např. hliníku, kde lze vhodné profily závitů protlačit /, podsoustružení, ostré rohy nebo kouty, rovné okraje. Proto je nutné přizpůsobovat tvary součástí původně konstruovaných pro obrábění tak, aby byly k protlačování technologicky vhodné.

Kování. Výkovky kování do otevřených zápuštěk mají výronky v dělicích rovinách, které i po ostření působí při obrábění potíže. Povrch výkovků je často oduhličen a zněhodnotěn okujemi. Proto je třeba u náročných součástí volit dostatečný přídavek na obrábění, čímž se však vsádková váha zvětšuje. Dosažitelná rozměrová přesnost je v rozmezí základní tolerance IT 12 až IT 15 podle lisovací soustavy ISA / viz. ČSN 014203 /.

Výkovky se opatřují pro snadnější vyjímání ze zápuštěk na povrchu i v dutinách mírným úkosem, což snižuje přesnost a zvyšuje hmotnost. Režie provozoven pro tvářením za tepla je vysoká, proto jsou náklady při kování vyšší než u protlačování za studena.

Gravitační lití. Dosud odléváné součásti je možné hospodárně protlačovat jen v tom případě, že jsou tvarově vhodné. Téměř vždy je nutno tyto součásti přizpůsobit tvarovým požadavkům technologie protlačování - např. odstranit úkosy povrchu i dutin a zrušit výstužná žebra. Při porovnání výsledků obou výrobních způsobů jsou průtlačky přesnější, mají větší pevnost a vynikají kvalitním povrchem.

Tlakové lití. Vyžaduje licí formy často velmi drahé a je tedy rentabilní jen při značných sériích. Dosahuje se vysoké přesnosti. Pracovní cyklus na speciálních strojích je však při protlačování pomalejší - náklady jsou proto vyšší. Výhodou ovšem je mnohem větší volnost ve volbě tvarů.

Tažení z plechů. Kalíškovité součásti vyráběné tažením z plechu mají při použití jednonásobného stříhadla na výstřížek velkou spotřebu výchozího materiálu. Hluboké tahy vyžadují větší počet operací v drahých nástrojích. Protlačováním lze zhotovit kalíšky, zejména z neželezných kovů, z lacinějšího tyčového materiálu a menším počtem operací.

Rotační kování se vyznačuje přesností a kvalitním zpevněným povrchem jako u protlačování. Tato metoda však vyžaduje speciální stroje, které jsou hospodárné jen při plném vytížení, což předpokládá značné série výrobků. Protlačování konkuruje rotačnímu kování jedině krátkými výrobními časy a tím vyšší produkcí.

Přesné lití vyžaduje velmi nákladné a rozsáhlé strojní zařízení. Je možno vyrábět malé složité součástky s hladkým povrchem. Pro mezní úchytky rozměrů odlitků platí ČSN 014470, stupeň přesnosti 2 /vyjímečně stupeň přesnosti 1/. Výhodou je mnohem větší volnost ve volbě tvarů odlitků.

Prášková metalurgie. Lisováním a spékáním práškových kovů lze vyrobit součástky s vysokou přesností bez dalšího opracování. Příčné rozměry drobných výlisků se dají dodržet v třídě IT 6. Výrobnost procesu je vysoká, proces se snadno mechanizuje a automatizuje / podle složitosti a velikosti

součástky 10 - 150 ks za minutu na jeden lis /. Je možno vyrábět součástky z materiálu, jež se např. při slévání nemísí, jež mají velmi vysoké teploty tání, se směsí kovů s nekovy. Přes všechny tyto přednosti je tato technologie nákladná, práškový kov je drahý. Hodí se k velkosériové až hromadné výrobě. Strojní vybavení je nákladnější a složitější v porovnání s objemovým tvářením za studena. Pokud jde o pevnostní vlastnosti, příznivý průběh vláken a jakost povrchu, předčí svou kvalitou součásti vyrobené objemovým tvářením za studena výrobky spékané.

4.1. Jakost povrchu

Protlačováním za studena se dosáhne jakostního povrchu součásti, který se vyrovná broušenému. Velmi však záleží na pečlivé povrchové úpravě polotovarů před protlačováním. U neželezných kovů je to moření, u oceli fosfátování a dále použití vhodného maziva. Na hladkost povrchu má vliv i kvalita střižné plochy u kalot, zejména z velmi měkkých kovů. Rozhodujícím činitelem je však činná část nástrojů, které přicházejí přímo do styku s protlačovaným materiálem. Protože pracovní plochy nástrojů vyrábíme s drsností $0,1 \mu\text{m}$ pro protlačování neželezných kovů a $0,2 \mu\text{m}$ k protlačování ocelí a pro broušení je vysoce leštíme - případně lakujeme, přijímá průtlaček i stejnou jakost povrchu. Proto protlačené součásti vynikají jakostním, hladkým povrchem, který předčí součásti obráběné nebo zhotovené jiným výrobním způsobem. Z tohoto důvodu se snažíme protlačovat součásti na konečné rozměry a tím zachovat jejich zpevněný povrch abnormálně odolný proti otěru.

4.2. Rozměrová přesnost a stálost

Při porovnání s jinými výrobními způsoby se vyznačují protlačené součástky větší přesností. Rozsah dosažené tolerance rozměru ovlivňuje opotřebení činné části nástroje, který rozměr průtlačku určuje. Proto součásti protlačované z neželezných kovů mohou mít nízké výrobní tolerance na rozdíl

od houževnatých materiálů s velkou povrchovou tvrdostí, které vydírají pracovní části nástrojů rychleji. Z tohoto hlediska je nutno posuzovat hospodárnou trvanlivost protlačovacích nástrojů a při volbě tolerancí rozměrů součástí má být uplatňována zásada, aby rozsah přípustné tolerance byl zejména hospodářsky vhodný a aby se při jejím překročení stala součást neupotřebitelnou. Prakticky se dosáhne přesnosti odpovídající u neželezných kovů základním tolerancím IT 6 až IT 7, a u ocelí IT 7 až IT 8. Zařadíme-li do pracovního postupu ještě další kalibrovací operaci, zlepší se přesnost výrobků o jeden stupeň základní tolerance lisovací soustavy. Tak lze dodržet i velmi nízké tolerance při hospodárné životnosti nástrojů ve velkosériové výrobě. Konstrukce musí při určování rozměru pracovní části nástroje počítat i s nepatrným zvětšením rozměrů výlisku, vlivem pružné deformace. Po protlačení naroste vnější rozměr výlisku o několik setin až desetín milimetru, protlačená dutina se zmenší. Velikost odpružení závisí na mechanických vlastnostech tvářeného kovu, stejnoměrnosti jeho struktury a stupni deformace.

Tvářením za studena na postupových lisech TPM lze dle zkušeností n.p. Šroubárny Ždánice docílit následujících přesností výlisků:

- průměr výlisků zhotovený redukováním 0,03 - 0,1 mm;
- průměr otvoru výlisku 0,03 - 0,1 mm;
- délka výlisku 0,1 - 0,4 mm.

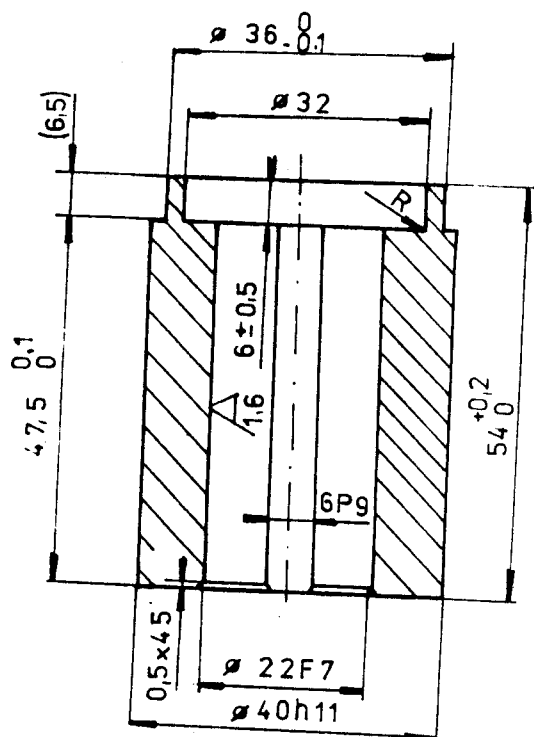
4.3. Tvarová dosažitelnost

Z hlediska přizpůsobování geometrických tvarů součástí poskytuje výrobní způsob protlačování za studena konstruktérům nové bohaté možnosti. Jde zejména o součásti s rozmanitě tvarovanými dutinami nebo tvarovaným dnem v dutinách, nebo na vnějšku, které by bylo obtížné vyrobit jiným způsobem. Týká se to i kulových ploch v dutinách nebo na povrchu, dosud vyráběnými klasickými metodami, náročnými na

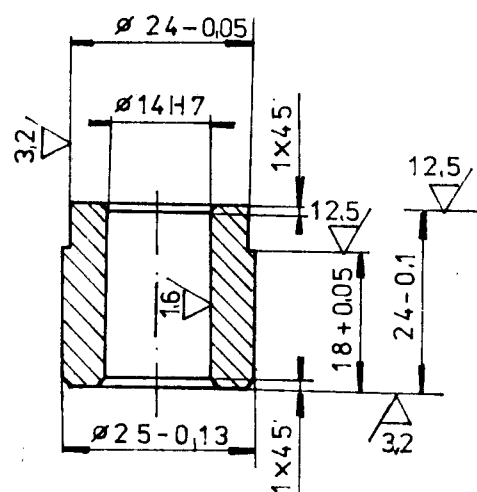
pracnost a přitom není často dosaženo požadované přesnosti. U tenkostěnných dutých součástí z plechů závisí tloušťka stěny téměř vždy na tloušťce dna. Pokud je mezi nimi značný rozdíl, vyžaduje pracovní postup větší počet tažných nebo jiných lisovacích operací. Při protlačování lze snadno zhotovit v jedné operaci tenkostěnné kalíšky s tlustým dnem a naopak. Během výroby je kdykoliv možné měnit tloušťku dna nebo výšku součásti, přestavením zdvihu smykadla lisu nebo změnou dorazu. Ve stejném protlačovadle lze protlačit z polotovaru rozdílné tloušťky řadu typizovaných součástí, lišících se různou hloubkou dutin nebo různou celkovou délkou.

5.0. ROZBOR STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE VÝROBY NÁBOJŮ

Technologie výroby ocelových nábojů typu ZHA /obr.1/ a náboje typu SNE z hliníkové slitiny /obr.2/ se opírají o tradiční technologii - obrábění.



Obr.1. Náboj typu ZHA



Obr.2. Náboj typu SNE

Schématický technologický postup výroby náboje typu ZHA:

- dělení tyčového polotovaru,
- soustružení,
- sražení hrany,
- obrážení klínové drážky.

materiál - 11 109.

Pozn.: Podrobný technologický postup je uveden v příloze 1.

Schématický technologický postup výroby náboje typu SNE:

- dělení tyčového polotovaru,
- sražení obvodových hran,
- soustružení

d/ sražení hran v díře.

materiál - 424201.61

Pozn. : Podrobný technologický postup je uveden
v příloze 2.

6.0. NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE VÝROBY NÁBOJŮ

6.1. Rozbor předpokladů pro návrh nové technologie protlačováním

Důvodem pro využití technologie protlačování v malo-sériové výrobě, jako nového výrobního způsobu, je snížení výrobních nákladů oproti obrábění. Rozhodujícími složkami výrobních nákladů při dnešní výrobě obráběním jsou především materiálové náklady a popřípadě náklady na nástroje. Proto při dalším snižování výrobních nákladů je třeba věnovat pozornost těmto položkám. Nejpodstatněji je možno snížit náklady na výrobní materiál, které činí zhruba 1/3 z celkových výrobních nákladů, protože při obrábění jde průměrně 50% /u nábojů typu SNE je to např. 41%/ výrobního materiálu do odpadu./1/. Pro hospodárnou výrobu součástí objemovým tvářením za studena, porovnává-li se s obvyklým obráběním, musí být tedy vybrány součásti, u nichž je při obrábění dosti velké procento odpadu.

Dalším faktorem ovlivňující hospodárnost nové výroby jsou provozní náklady potřebných strojů a zařízení, které ovlivňuje především velikost série. Jejich snížení je sice problematické, ale ne však nemožné. Zařízení potřebné pro přípravu výchozího polotovaru, tj. zařízení například pro dělení materiálu a povrchovou úpravu, často ani z poloviny nebývá využíváno, protože kapacitně daleko převyšuje kapacitu lisovny. To je i případ LVZ, kde lisy LE - 160 a LKT - 250 nejsou tímto plně vytíženy.

Také samotných tvářecích strojů vlivem různorodosti práce v jednotlivých podnicích se plně kapacitně nevyužívá. Prostoje tohoto druhu a prostoje způsobené ne vždy správnou organizací jsou však zahrnuty do hodinových provozních nákladů. Soustředěním výroby a správnou organizací přípravy